

Министерство образования и науки Украины
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

СТРОИТЕЛЬСТВО И ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сборник научных трудов
Выпуск 10

БУДІВНИЦТВО ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

Збірник наукових праць
Випуск 10

Зарегистрирован 27.04.2001 г. серия КВ № 5089 Государственным комитетом информационной политики, телевидения и радиовещания Украины.
Высшей Аттестационной Комиссией Украины включен в перечень научных диссертационных работ на соискание научных степеней доктора и кандидата наук (Постановление Президиума ВАК Украины от 11.10.2000 №1-03/8, перечень №6 - технические науки).

Симферополь
«Национальная академия природоохранного
и курортного строительства»
2005

УДК 69

Збірник наукових праць
«Будівництво та техногенна безпека»

Збірник включає статті науковців України, у яких висвітлені результати фундаментальних та прикладних наукових досліджень у галузі будівництва та техногенної безпеки.

Для наукових працівників, аспірантів та спеціалістів у галузі будівництва.

Редакційна колегія:

Ажермачов Г.А., канд. техн. наук, Боровський Б.І., докт. техн. наук, Бугаєвський Г.М. докт. фіз.-мат. наук, (зам. головного редактора), Глухов М.Д., докт. техн. наук, Дворецкий О.Т., докт. техн. наук, Смельянов М.П., канд. техн. наук, Жигна В.В., канд. техн. наук, Колесніков В.Я., канд. техн. наук, Куркчи У.М., докт. техн. наук, Лінченко Ю.П., канд. техн. наук, Морозов О.Д., канд. техн. наук, (зам. головного редактора), Панюков Е.Ф., докт. техн. наук, (головний редактор), Саломатін В.М., докт. геол.-мін. наук, Пчелинцева Т.І., (відповідальний секретар), Сапронова З.Д., канд. геол.-мін. наук, Сараєв О.Д., канд. філос. наук, Субботкін Л.Д., канд. техн. наук, Тарасенко В.С., доктор геол.-мін. наук, Трофимцов Ю.А., канд. техн. наук, Федоркін С.І., докт. техн. наук, Шмигальський В.Н., докт. техн. наук

Затверджено до друку згідно протоколу засідання
вченої ради НАПКБ № 8 від 28.04.2005 р.

Адреса редакції: 95006 м. Сімферополь, вул. Павленко, 5,
НАПКБ, корпус 2, к 410, E-Mail: rio@ecopro.crimea.ua.

©Национальна академія
природоохоронного
та курортного будівництва,
2005

Сборник научных трудов
«Строительство и техногенная безопасность»

Сборник включает статьи ученых Украины, в которых освещены результаты фундаментальных и прикладных научных исследований в области строительства и техногенной безопасности.

Для научных работников, аспирантов и специалистов в области строительства.

Редакционная коллегия:

Ажермачев Г.А., канд. техн. наук, Боровский Б.И., докт. техн. наук, Бугаевский Г.Н. докт. физ.-мат. наук, (зам. главного редактора), Глухов Н.Д., докт. техн. наук, Дворецкий А.Т., докт. техн. наук, Емельянов М.П., канд. техн. наук, Жигна В.В., канд. техн. наук, Колесников В.Я. канд. техн. наук, Куркчи У.М., докт. техн. наук, Линченко Ю.П., канд. техн. наук, Морозов А.Д., канд. техн. наук, (зам. главного редактора), Панюков Э.Ф., докт. техн. наук, (главный редактор), Саломатин В.Н., докт. геол.-мин. наук, Пчелинцева Т.И., (ответственный секретарь), Сапронова З.Д., канд. геол.-мин. наук, Сараєв А.Д., канд. филос. наук, Субботкин Л.Д., канд. техн. наук, Тарасенко В.С., доктор геол.-мин. наук, Трофимцов Ю.А., канд. техн. наук, Федоркин С.И., докт. техн. наук, Шмигальский В.Н., докт. техн. наук

Утвержден к печати согласно протокола заседания ученого совета НАПКС № 8 от 28.04.2005 г.

Адрес редакции: 95006 г. Сімферополь, ул. Павленко, 5,
НАПКС, корпус 2, к 410, E-mail: rio@ecopro.crimea.ua.

© Национальная академия
природоохранного
и курортного строительства,
2005

Оглавление

Национальной Академии природоохранного и курортного строительства 45 лет	7
Раздел 1. Строительные конструкции, здания и сооружения	9
Ажермачев Г.А. Многоэтажные здания	9
Ажермачев С. Г., Семенов П. С. О применении балок с гофрированными стенками в палубных конструкциях морских платформ	13
Барыкин Б. Ю. Расчет по нормальным сечениям перекрестно-балочных фундаментов для строительства зданий и сооружений на сложном рельефе с учетом диаграмм « $\sigma - \varepsilon$ » сжатого бетона	17
Емельянов М.П., Литовченко П.А., Шепляков Ю.А. Жуков С.П. О причинах разрушения стропильной балки покрытия главного корпуса винзавода «Качинский»	23
Жигна В.В., Литовченко П.А. Армирование круглопустотных панелей типа 1ПК длиной от 4,8 до 6,3 м без предварительного напряжения арматуры	31
Кириленко В.Ф. Напряжения в клинообразной консольной балке, нагруженной нагрузкой, изменяющейся по линейному закону	35
Линченко Ю.П., Белавский В.А., Васильев М.В. Метод анализа прочности каменных конструкций реконструируемых зданий в сейсмических районах на ПК «Лира»	38
Линченко Ю.П., Константинов В.А. Направления исследований перекрытий из экструзионных плит	43
Панюков Э.Ф., Алексеенко В. Н. Предложения по завершению строительства с реконструкцией многоэтажного жилого дома в 4-ом микрорайоне г. Алушты	47
Рубель А.А., Воробьева Е.В. Инженерное обследование памятника архитектуры начала XX века «Дача Кичкинэ» в п.г.т. Гаспра АР Крым	52
Сафонов А.А. О перспективных направлениях теоретических исследований в архитектуре Крыма	58
Сафонов А.А., Сафонов К.А. Об особенностях дворцово-паркового строительства в Крыму и возможностях их использования в современном паркостроении	61
Сафонов А. А., Котляр А. С., Петриченко Е. А. О возможностях использования отработанных карьеров в рекреационной деятельности Крыма	66

Раздел 2. Основания и фундаменты, механика	74
Агапов В. Н. Линии связи для инженерной сейсмологии	74
Мартынов Н.В. Страхование, паспортизация, как обязательные части и неотъемлемые компоненты эффективной сейсмозащиты	78
Чемодуров В.Т. Математическое моделирование динамических нагрузок в процессе сейсмической активности	81
Раздел 3. Строительные материалы и изделия.....	86
Казьмина А.И. Повышение уровня тепловой защиты зданий при их эксплуатации и реконструкции	86
Лавринев П.Г., Лукьянченко М.А., Бородачева Т.И., Пащенко С.Н. Арболит на основе обрезков виноградной лозы.	94
Макарова Е.С. Влияние структурных параметров на прочность золокерамических материалов наполненной каркасно-сотовой структуры.	98
Сиволап А.В. Бетоны с активными минеральными добавками	101
Свищ И.С., Павлова И.С. Влияние технологических факторов на сроки схватывания и прочность шлакощелочного вяжущего вещества	105
Чернявский В.Л. Об адаптивности бетона к противокоррозионной пропитке модифицированным петролатумом	109
Раздел 4. Технология промышленного и гражданского строительства.....	112
Корохов В.Г., Бурова И.В.Методика расчета производительности и потребляемой мощности измельчителя для сыпучих стройматериалов	112
Корохов В.Г. Пневмомеханический активатор для дисперсных стройматериалов.....	116
Морозов А.Д., Куксин А.Н., Жидов С.Н. Исследование геометрии пневмотранспортных шнеков	118
Раздел 5. Техногенная безопасность	121
Афанасьева М.Ю. Состояние водных ресурсов большой Феодосии и проблемы модернизации водного хозяйства	121
Бугаевский Г.Н., Ковалев В.Я. Комплексная научная основа устойчивого функционирования и развития курортных зон	125
Ветрова Н.М. Подходы к региональному управлению экологической безопасностью	127
Дьяков И.М. Проблемы применения шумозащитных экранов на городской территории и пути их решения	131

Захаров Р.Ю. Оценка и повышение при реконструкции экологической надежности оросительных подкачивающих насосных станций водохозяйственного комплекса Автономной Республики Крым	134
Марюшин П.А. Особенности природных условий зоны черноземообразования и изменения их при орошении	139
Марюшин П.А. Разработка схемы регулирования водно-солевого режима почв при орошении чернозёмов	145
Мокрицкий В.А. Применение ГИС-технологий для создания кадастра оползней южного берега Крыма	152
Муровский С.П. Оценка воздействия автотранспорта на окружающую среду г. Симферополя.	156
Сапронова З.Д. О возможности утилизации отходов, получаемых при производстве цемента	161
Сараев А.Д. Эколого-экономическое прогнозирование: функционально-системный анализ	165
Сидякина Г.Г. Новые экологически чистые технологии в обогащении золотосодержащих руд	169
Троценовский А.П. Проблемы профессионально-экологической подготовки кадров	172
<i>Раздел 6. Водообеспечение и водоотведение, гидромелиорация, теплоснабжение и энергетика.....</i>	176
Анисимов С.Н., Боровский Б.И., Сапронова З.Д., Определение высоты и диаметров конических и цилиндрических дымовых труб с учетом необходимого рассеивания в атмосфере вредных веществ	176
Бекиров Э.А., Воскресенская С.Н. Анализ роста использования фотоэлектрических модулей и предложение по устройству преобразования постоянного тока в переменный ток.	179
Бойчук С.Д., Мякишев В.А., Котовская Е.Е. Структура Рабочей программы введения в действие нового стандарта «Вода питьевая...» в предприятиях «Водоканал»	185
Быков М.А., Мазинов А.А., Сулейманов С.Л. Использование модулей солнечных элементов на основе кристаллического кремния для систем кондиционирования воздуха	189
Гироль Н.Н., Бойчук С.Д., Мякишев В.А., Копачевский А.А., Богуцкий П.Л. Выбор оптимального режима реагентной очистки промывных вод водоочистных станций	193
Зенкова Г.Ю. Применение ионообменных смол для изучения реформирования растительных ландшафтов	198

Корбан Д.В. Радиолокационный мониторинг радиоактивных выбросов АЭС	202
Пономарёв В.Г., Субботкин Л.Д. Расчет сооружений процесса разделения суспензий сточных вод	206
Рогаченко Д.В. Влияние природных и антропогенных факторов на формирование и активизацию селевых процессов в юго-восточном Крыму	212
Сокут Л.Д., Бонев Д.Б., Цаплин Г.А. Методика и результаты статистического анализа распределения суточных скоростей ветра и выработки электроэнергии по фактическим данным за 2004 год (Судакская ветроэлектростанция , ветроагрегаты типа USW 56-100)	215
Тимченко З.В. Расчет модуля стока рек Крыма с известными расходами карстовых источников при отсутствии гидрометрических наблюдений	224
Матвеев В.В., Титаренко В.Н., Щербина О.А. Современные вычислительные возможности Internet для решения оптимизационных задач	227

Национальной Академии природоохранного и курортного строительства 45 лет

Свою 45-летнюю историю Национальная Академия природоохранного и курортного строительства (НАПКС) начала с мая 1960 г., когда на базе Симферопольского учебно-консультативного пункта Одесского института пищевой и холодильной промышленности был создан Симферопольский общетехнический факультет (ОТФ). В феврале 1964 года на основании приказа МВССО УССР № 23 от 23.01.1964 г. Симферопольский общетехнический факультет был включен в состав Севастопольского приборостроительного института. 26.05.66 г. Симферопольский общетехнический факультет в соответствии с приказом МВССО УССР № 323 от 26.06.66 г. реорганизован в Симферопольский филиал Севастопольского приборостроительного института с вечерним и общетехническим факультетами. Приказом МВССО УССР № 49 от 29.12.62 г. при Севастопольском приборостроительном институте был создан инженерно-строительный факультет, который в 1967 г. передан Симферопольскому филиалу с дневной, вечерней и заочной формой обучения. (Приказ МВССО УССР № 561 от 19.08.66 г.). В 1982 году приказом МВССО УССР № 48 от 08.02.82 г. Симферопольский филиал Севастопольского приборостроительного института был передан Днепрпетровскому инженерно-строительному институту.

Постановлением Совета Министров УССР от 26.09.90 года № 291 на базе СФ ДИСИ создан КРЫМСКИЙ ИНСТИТУТ ПРИРОДООХРАННОГО И КУРОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА, который в 1999 г. Постановлением Кабинета Министров Украины (№ 2365 от 21.12.99 г.) преобразован в КРЫМСКУЮ АКАДЕМИЮ ПРИРОДООХРАННОГО И КУРОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.

В 2004 г. за общегосударственное и международное признание результатов деятельности Крымской академии природоохранного и курортного строительства, её значительный вклад в развитие национального образования и науки указом Президента Украины № 960 от 21.08.2004 г. академии присвоен статус национальной.

В настоящее время Национальная академия природоохранного и курортного строительства является единственным в Крыму государственным высшим учебным заведением 4-го образовательного уровня аккредитации, осуществляющим подготовку бакалавров, специалистов и магистров для строительной индустрии, градостроительства и ландшафтной архитектуры, коммунального и водного хозяйства, энергетики, экономики, нефтегазовой отрасли.

Лицензированный объем приема студентов в академию составляет 1736 человек, из них на дневную форму обучения 971 человек, на заочную форму обучения 765 человек. Общий контингент студентов академии – свыше 5000 человек, из них около 3000 учатся по дневной форме. Ежегодный выпуск – около 1200 специалистов.

Структура подготовки специалистов учитывает специфику многоотраслевой деятельности и существующих потребностей предприятий и учреждений Автономной Республики Крым и юга Украины.

В Национальной академии природоохранного и курортного строительства функционируют следующие факультеты и подразделения: архитектурно – строительный, водных ресурсов и энергетики, экономики и менеджмента, совместный факультет нефтегазовых технологий Ивано-Франковского национального технического университета нефти и газа и НАПКС, факультет довузовской подготовки (подготовительное отделение и подготовительные курсы), факультет по обучению иностранных граждан русского и украинского языков, а также центр повышения квалификации и переподготовки кадров, научно-производственный комплекс с аттестованными научными лабораториями, учебно-научно-производственные комплексы «Консоль» и «Академия», в состав которых входят школы, средние специальные учебные заведения, проектные и научно-исследовательские учреждения, ведущие строительные предприятия Крыма. Всё это создает необходимые условия для получения не только глубоких теоретических знаний студентами, но и необходимых практических навыков.

Подготовка студентов в академии осуществляется по 26 специальностям и специализациям. Создана система профориентационной работы по привлечению на обучение молодежи, склонной

к инженерной, экономической и экологической деятельности. В академии функционируют 28 кафедр, на которых работают 26 докторов наук, профессоров, 162 кандидата наук, доцента. Качественный показатель кадрового обеспечения составляет 76%. Подготовка научно-педагогических кадров осуществляется через докторантуру и аспирантуру. В настоящее время в ней учится 54 человека. За последние 3 года преподавателями академии защищены 3 докторских и 25 кандидатских диссертаций.

В академии действуют три Специализированных Ученых Совета: два по защите кандидатских диссертаций по специальностям 05.23.01 «Строительные конструкции, здания и сооружения», 05.23.05 «Строительные материалы и изделия»; 08.08.01 «Экономика природопользования и охрана окружающей среды», 08.10.01 «Размещение продуктивных сил и региональная экономика» и Специализированный Ученый Совет по защите докторских диссертаций по специальности 21.06.01 «Экологическая безопасность».

За последние 3 года преподавателями академии издано 11 монографий, учебников и около 540 научных и методических работ.

Академия – это современный научный центр. Ученые академии выполняют уникальные научно-исследовательские работы по проблемам стойкости зданий, сооружений и территорий, экологии и экономики региона. Например, разработана стратегия устойчивого развития Крыма; разработан и широко используется на Украине и во многих странах зарубежья геофизический экспресс-метод оценки и прогнозирования развития опасных геодинамических процессов в наземных и подземных условиях. Данные разработки успешно использовались при исследованиях Борогодчанского газохранилища, Северо-Крымского магистрального канала, технологических объектов «Северкавказтрансгаза», Саратовского нефтеперерабатывающего завода, карстово-суффозионных провалов в Крыму, Днепропетровске, Москве и других городах.

На базе академии регулярно проводятся научные Международные, Всеукраинские и региональные конференции.

Академия установила и поддерживает международные связи с учебными заведениями и научными центрами России, Германии, Франции, Голландии, США, Ирана, Китая, Вьетнама, Восточнопричерноморских стран и др.

Преподаватели и студенты академии проходят стажировку за границей, принимают участие в международных конференциях и конкурсах. За последние 3 года на 36 Международных и Всеукраинских студенческих олимпиадах воспитанники академии заняли около 30 призовых мест, в т.ч. 12 первых. Ряд студентов и преподавателей получили гранты разных международных программ на обучение и стажировку в университетах США и Англии.

Школа ландшафтной архитектуры академии по уровню подготовки молодых специалистов, по мнению жюри Союза архитекторов Украины, а также по результатам ежегодного обзора конкурсов дипломных работ, занимает ведущее место среди архитектурных школ Украины.

В одной статье трудно обобщить все наши достижения за годы существования и развития академии. О них можно судить по многочисленным монографиям, научным статьям и публикациям в периодической печати.

Мы отдаем себе отчет в том, что в настоящее время без хорошего образования, эффективной науки и наукоемких технологий любое государство не может выйти на уровень наиболее развитых стран мира. Поэтому деятельность академии направлена на реализацию именно этой концепции.

Подводя итоги своей 45-летней деятельности, мы с оптимизмом смотрим в будущее. Я уверен, что все сотрудники академии приложат необходимые творческие усилия для обеспечения дальнейшего динамичного развития нашего вуза.

Ректор НАПКС
доктор технических наук, профессор

С.И. Федоркин

Раздел 1. Строительные конструкции, здания и сооружения

УДК 69.032

Ажермачев Г.А., к.т.н., профессор

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Многоэтажные здания

Рассматривается тенденция развития строительства многоэтажных зданий. Приводятся особенности строительства многоэтажных зданий в разных странах. Показана перспектива строительства многоэтажных зданий в ближайшие годы.

здание, многоэтажные здания, функциональность, материалы, экономика, целесообразность.

Понятие «многоэтажное здание» относительно, так как в разных странах да и в разные времена этому понятию придавалось различное значение. По-разному определяется и устанавливается высота, начиная с которой горизонтальные нагрузки становятся одним из решающих факторов, влияющих на работу конструкции здания, и требуют учета при расчете применяемой конструктивной системы. Есть много и других факторов, вытекающих из различных условий нормирования, методов расчета конструкций, условий санитарной гигиены и плотности застройки, которые учитывают в тех или других странах при определении понятия «многоэтажное здание».

Если термин «дома повышенной этажности» в Европейских странах относится к 10-20 этажным зданиям, то для крупных городов США это понятие скорее применяется к зданиям в 30-40 этажей и выше.

В 1880 году в Чикаго был построен многоэтажный дом, который имел всего 10 этажей, а двадцатый век был встречен зданиями, высота которых достигла 100 м. Тридцатые годы XX века были ознаменованы постройкой в Нью-Йорке 102-этажного супернебоскреба высотой 382 м. (рис. 1).

В 70-е годы XX столетия эта высота была превзойдена 110-этажными башнями торгового центра в Нью-Йорке, высота которых составляла 411 м (рис. 2) и здания «Сирс билдинг» высотой 445 м, построенного в Чикаго (рис.3).

Уникальный и своеобразный облик градостроительных комплексов центральных районов Нью-Йорка, Чикаго, Сан-Франциско и других городов США определяется активным применением зданий повышенной этажности.

Строительство зданий повышенной этажности позволяет не только более интенсивно



Рис.1.

использовать поверхность земли, но и заставляет активно использовать подземное пространство города для реализации большого числа обслуживающих и вспомогательных учреждений, устройств и коммуникаций, тесно связанных с функционированием зданий повышенной этажности.

Высотное здание может служить для различных целей: длительное пребывание людей (жилые здания), кратковременное пребывание (гостиницы, интернаты, лечебные учреждения, гаражи парковки автомобилей, склады и производства различных изделий).

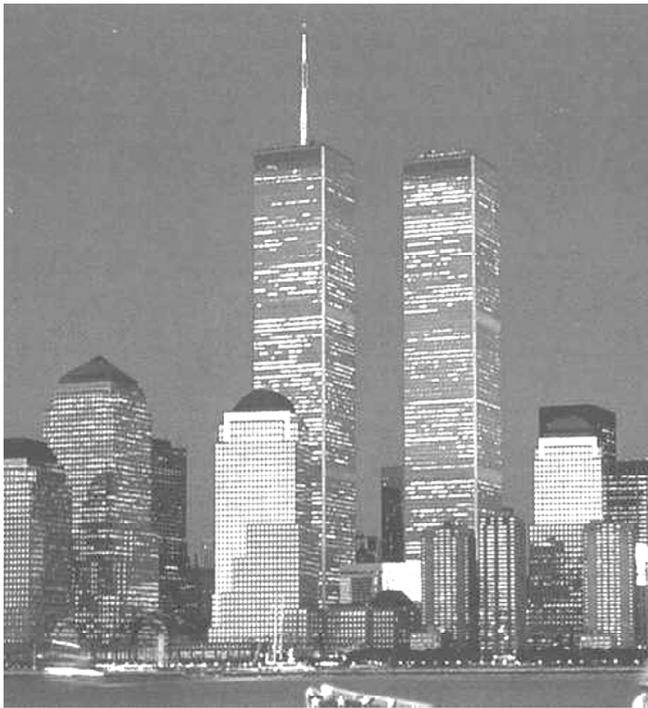


Рис.2.

В будущем предполагается возводить высотные здания не только функционального, но и полифункционального назначения. Их будут проектировать с помещениями различного назначения (квартиры, административные помещения, помещения бытового обслуживания, гаражи), или как здания с гибкой планировкой, которые в будущем могут быть легко приспособлены для другого назначения. От функционального назначения зависят планировочное решение, требования к техническому оснащению здания тепло- и звукоизоляции, пожарной безопасности и др.

Примером такого решения может служить здание «Джон Ханкок центр» в Чикаго – это 100-этажное здание высотой 335 м (рис. 4)

В этом здании первые этажи заняты магазинами и банками. Затем идут шесть этажей с автомобильными гаражами, над ними 40 этажей с конторами, затем этаж с рекреациями и, наконец, верхнее 40 этажей с квартирами, наверху телевизионные студии, рестораны и 2 этажа с механическим оборудованием.

В настоящее время строительная наука достигла исключительных успехов в области теории расчетов. Использование вычислительной техники значительно ускорило получение результатов расчета, повысила их точность.

Научные достижения в области строительной физики открывают широчайшие возможности по использованию новых строительных

материалов в создании эффективных ограждающих конструкций, существенно уменьшающих вес здания. Применение высокопрочных сталей позволяет значительно снизить расход стали на каркас здания. В настоящее время наряду с обычной малоуглеродистой сталью для элементов каркасов многоэтажных зданий широко применяют стали повышенной и высокой прочности с пределом прочности 7500 кгс/см^2 и более.

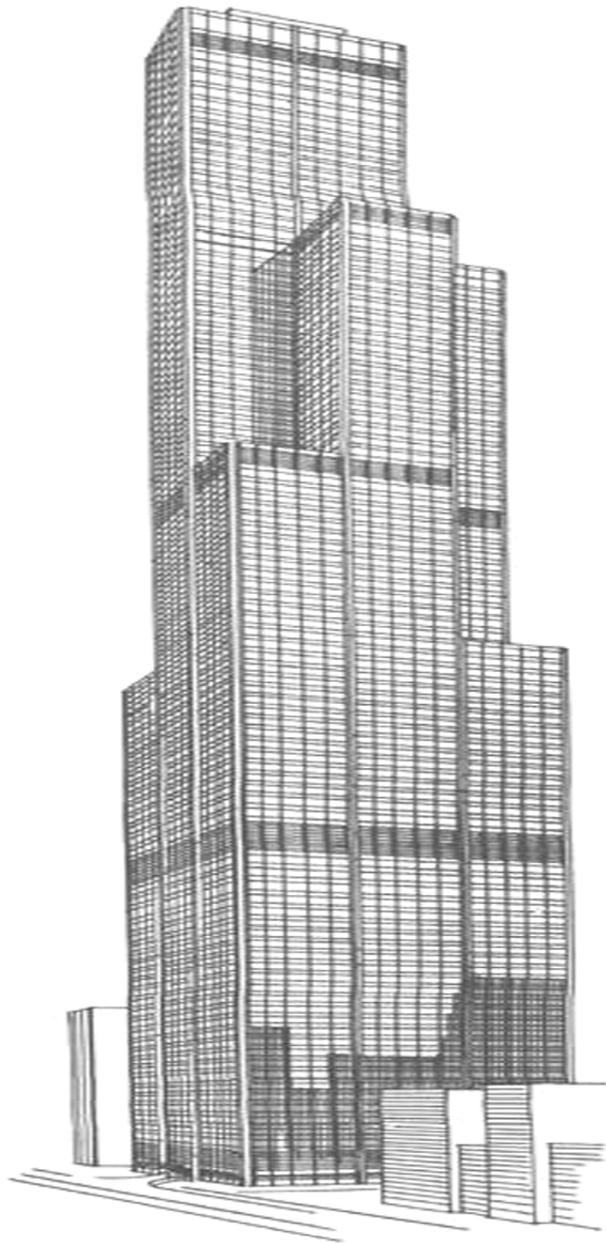


Рис.3.

Вопросы экономической целесообразности строительства многоэтажных зданий и установления объективной закономерности в этой области строительства является основным из важнейших.

Нам представляется, что вопросы экономики проектирования, строительства и эксплуата-

ции многоэтажных зданий должны явиться предметом специального исследования. Конечно, уже сейчас видно, что с повышением этажности зданий, как правило, увеличивается стоимость строительства.

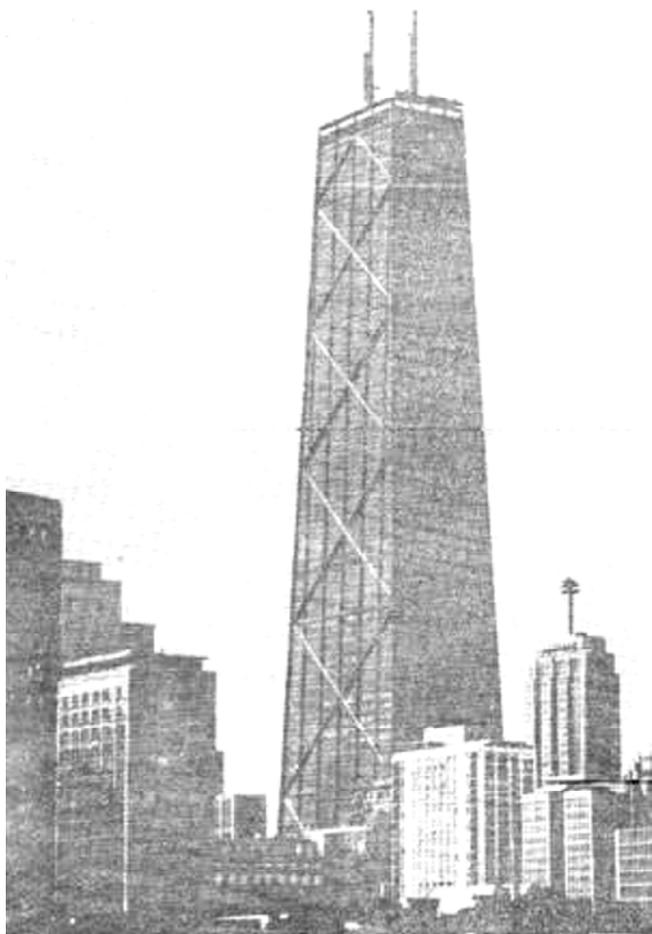


Рис.4.

Однако внедрение прогрессивных материалов, применение эффективных конструктивных схем позволяют значительно снизить стоимость объекта. Так опыт строительства высотных зданий в США показывает, что при учете вышесказанного в отдельных случаях стоимость строительства 100-этажного здания может быть снижена до уровня 40-60 этажного здания (например здание «Джон Ханкок центр»).

Несмотря на повышенную удельную стоимость строительства многоэтажных зданий, застройка такими зданиями во многих странах признается более экономичной, чем домами средней этажности.

Строители в XX веке построили тысячи многоэтажных зданий и многие из них достигли высоты 400 м (рис 5).

На пороге XXI века начался штурм 450 метровой высоты. Разработаны проекты и строятся здания высотой 450-570 м (рис. 6).



Рис.5.

В 2001 году в результате диверсионного акта в Нью-Йорке были разрушены башни торгового центра высотой 411 м. На месте разрушенных зданий муниципальные власти предполагают построить здание высотой 550 м (рис 7).



Рис.6.

Современное высотное строительство является как бы огромным полигоном технического прогресса в строительстве, опыт и достижения которого должны внимательно изучаться и содействовать принятию наиболее оптимальных решений для конкретных условий строительства.

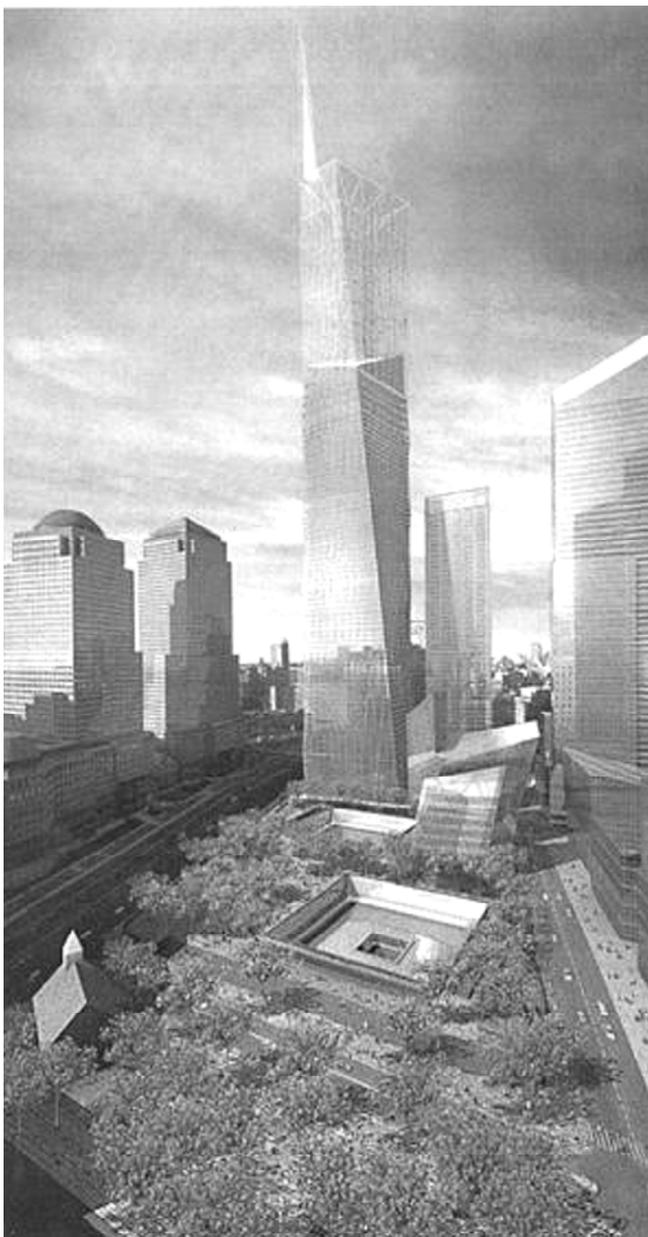


Рис.7.

ВЫВОДЫ

1. Строительство, устремляющееся в вертикальном направлении, всегда означает интересную и тяжелую работу.
2. Проектировщики и строители многих стран показали, что их умственная и техническая подготовка достаточно точна для того, чтобы создавать высотные дома различной этажности.
3. Высотные дома, как и всякое архитектурное произведение, следует оценивать не только с точки зрения существующих условий, а по тому, как они оправдали бы себя на протяжении всего срока службы в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Многоэтажные здания. 1 международный симпозиум. Москва. 1972. 173 с.
2. Ажермачев Г.А. Ветер и многоэтажные здания. Будівельні конструкції та споруди: матеріали, конструкції, технології. Вып. 2003-2(39). Т.2. ДДАГА. Донецк, 2003 с. 53-54
3. Ф. Харт, В. Хенн, Х. Зонтаг, Атлас стальных конструкций. Многоэтажные здания, М. Стройиздат. 1977. 351 с.

Ажермачев С. Г., Семенов П. С., инженеры

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

О применении балок с гофрированными стенками в палубных конструкциях морских платформ

Рассматривается возможность применения в качестве подкрепляющих настил элементов балок с гофрированными стенками. Эти балки отличаются экономичностью, более высокой жесткостью, надежностью и долговечностью по сравнению с балками, имеющими плоские стенки.

морские платформы, балки, гофрированные стенки, жесткость, деформации.

Палубные конструкции морских платформ для разведки и добычи нефти и газа на континентальном шельфе являются сложными сооружениями. Нагрузки на палубный настил достигают 2-4 тонны на квадратный метр. По условиям эксплуатации палубный настил должен обладать достаточно высокой жесткостью. Как правило, его подкрепляют балочными конструкциями, которые воспринимают статические и динамические нагрузки. Последние иногда вызывают усталостные разрушения из-за недостаточной энергопоглощающей способности этих конструкций.

Опыт исследований и действительная работа балок с гофрированными стенками показывают, что они обладают более высокой энергопоглощающей способностью по сравнению с балками, имеющими плоские стенки [1]. Благодаря таким качествам эти балки находят широкое применение в стальных каркасах сейсмостойких зданий, а также в качестве подкрановых балок и др.

По нашему мнению такие балки могут применяться в качестве подкрепляющих элементов палубного настила.

К достоинствам этих балок следует отнести меньшую металлоемкость за счет уменьшения толщины стенки и отказа от поперечных и продольных ребер жесткости для подкрепления стенки от потери местной устойчивости. Отказ от установки поперечных и продольных ребер жесткости исключает и сварные швы, являющиеся концентраторами напряжений. Поэтому следует считать, что балки с гофрированными стенками обладают более высокой надежностью и долговечностью при циклических нагрузках, которые имеют место при эксплуатации палуб.

Здесь следует отметить, что балки с гофрированными стенками обладают большей жесткостью по сравнению с балками, имеющими

плоские стенки того же сечения. Это впервые было отмечено в работе [2]. Там же были высказаны предполагаемые причины проявления этого эффекта. Однако теоретических исследований, подтверждающих этот эффект не проводилось, хотя исследованием балок с гофрированными стенками занимались многие авторы [3,4,5,6 и др.].

Первая попытка объяснения более высокой жесткости балок с гофрированными стенками была сделана в работе [7]. В ней автор показал, что при растяжении пластины, усиленной криволинейным стержнем, продольные деформации получаются меньше, чем при растяжении такой же пластины, усиленной прямолинейным стержнем, имеющем одинаковую поперечную площадь.

Разность удлинения пластин зависит от площади сечения привариваемых стержней и стрелы подъема криволинейного стержня f .

Для проверки полученных предпосылок были рассмотрены математические модели пластин, усиленных прямолинейным и криволинейным стержнями при растяжении силой N (рис. 1а). Для расчета использовался ПК «Лира».

Пластины разбивали на конечные элементы квадратной формы. Закрепление производили в середине пластины (рис. 1б).

ПК ЛИРА использует метод конечных элементов (МКЭ), реализованный в форме перемещений. Выбор именно этой формы объясняется простотой ее алгоритмизации и физической интерпретации, наличием единых методов построения матриц жесткости и векторов нагрузок для различных типов конечных элементов, возможностью учета произвольных граничных условий и сложной геометрии рассчитываемой конструкции.

Реализованный вариант МКЭ использует принцип возможных перемещений:

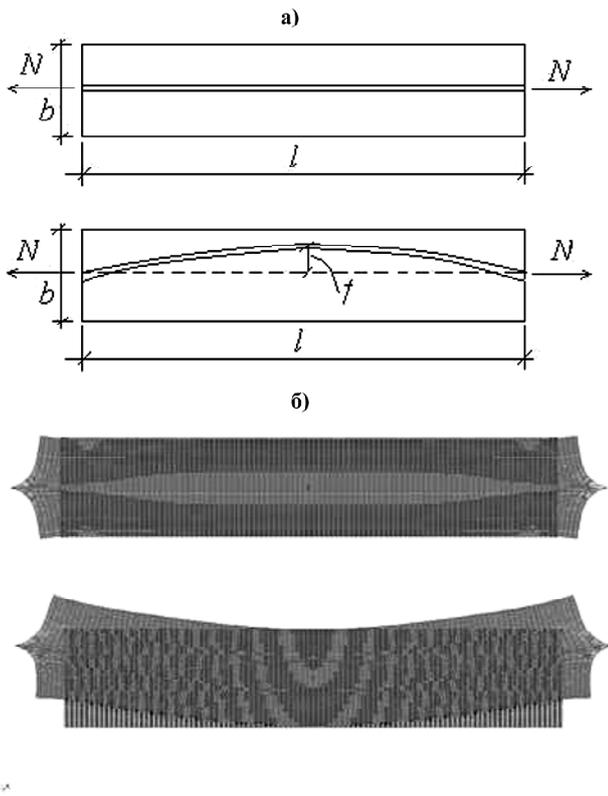


Рис. 1. – а) растяжение пластин, усиленных стержнями (прямолинейным и криволинейным) - б) электронная версия напряженно-деформированного состояния усиленных пластин

$$a(u, v) = (f, v), \quad (1)$$

где u - искомое точное решение; v - любое возможное перемещение;

$a(u, v), (f, v)$ - возможные работы внутренних и внешних сил.

Занимаемую конструкцией область разбивают на конечные элементы Ω_r , назначают узлы и их степени свободы L_i (перемещения и углы поворота узлов).

Степеням свободы соответствуют базисные (координатные, аппроксимирующие) функции μ_i , отличные от нуля только на соответствующих звездах элементов и удовлетворяющие равенствам:

$$L_j \mu_i = \begin{cases} 1, & i = j \\ 0, & i \neq j \end{cases} \quad (2)$$

Приближенное решение U_h находят в виде линейной комбинации базисных функций:

$$U_h = \sum_{i=1}^N u_i \mu_i, \quad (3)$$

удовлетворяющих главным (кинетическим) условиям,

где: u_i - числа; N - количество степеней свободы.

Далее излагается МКЭ для линейных задач, поскольку решение нелинейных задач сводится к последовательности линейных.

Подставляя в (1) U_h вместо U и μ_j ($j = 1, \dots, N$) вместо V , получим систему уравнений МКЭ:

$$\sum_{i=1}^N u_i a(\mu_i, \mu_j) = (f, \mu_j), \quad i = 1, \dots, N \quad (4)$$

Обозначив K матрицу жесткости с элементами $k_{i,j} = \alpha(\mu_i, \mu_j)$, P - вектор нагрузок, с

элементами $P_i = (f, \mu_i)$ и X - искомый вектор с элементами u_i , запишем систему (4) в матричной форме:

$$KX = P \quad (5)$$

Таким образом, применение МКЭ сводит задачу к системе линейных алгебраических уравнений (5).

Решив ее, находим вектор X , затем из (3) - остальные компоненты напряженно-деформированного состояния.

Важным преимуществом излагаемого метода является то, что матрицу K и вектор P получают суммированием соответствующих элементов матриц жесткости и векторов нагрузок, построенных для отдельных конечных элементов.

Для МКЭ в перемещениях известны условия сходимости и оценки погрешности. Условиями сходимости являются линейная независимость и полнота системы базисных функций, а также их совместность (конформность), либо условия, компенсирующие несовместность. Совместность означает, что все базисные функции являются возможными перемещениями. Линейная независимость следует из (2). Известны легко проверяемые условия, позволяющие установить полноту базисных функций, их совместность или выполнение условий, компенсирующих несовместность. Эти условия имеют

вид равенств, которым должны удовлетворять базисные функции на каждом конечном элементе. Такая теоретическая основа позволяет не только исследовать корректность применения известных конечных элементов, но и разработать принципы конструирования новых совместных и несовместных элементов и получить для них оценки погрешности.

Библиотека конечных элементов (БКЭ) содержит элементы, моделирующие работу различных типов конструкций:

- элементы стержней,

- четырёхугольные и треугольные элементы плоской задачи, плиты, оболочки,

- элементы пространственной задачи - тетраэдр, параллелепипед, трехгранная призма.

Кроме того, в библиотеке имеются различные специальные элементы, моделирующие связь конечной жесткости, упругую податливость между узлами, элементы, задаваемые численной матрицей жесткости.

Все конечные элементы, включенные в библиотечку, теоретически обоснованы, для них получены оценки погрешности по энергии и по перемещениям. Погрешность по энергии оценивается величиной, пропорциональной h^τ , где h – максимальный из размеров конечных элементов, $\tau = 2$ для прямоугольных и четырехугольных элементов плиты, $\tau^0 = 1$ для остальных элементов. Погрешность по перемещениям оценивается величиной, пропорциональной h^τ , где $t=4$ для совместных прямоугольных и четырехугольных элементов плиты, $t=2$ для остальных элементов. Теоретически обоснована также возможность задания криволинейных стержней прямолинейными элементами и произвольных оболочек треугольными и прямоугольными (для цилиндрических оболочек) элементами плоской оболочки. Погрешность по энергии и перемещениям оценивается в этом случае величиной, пропорциональной h .

лиотечку, теоретически обоснованы, для них получены оценки погрешности по энергии и по перемещениям. Погрешность по энергии оце-

нивается величиной, пропорциональной h^τ , где h – максимальный из размеров конечных элементов, $\tau = 2$ для прямоугольных и четыреху-

гольных элементов плиты, $\tau^0 = 1$ для остальных элементов. Погрешность по перемещениям оценивается величиной, пропорциональной

h^τ , где $t=4$ для совместных прямоугольных и четырехугольных элементов плиты, $t=2$ для остальных элементов. Теоретически обоснована также возможность задания криволинейных стержней прямолинейными элементами и произвольных оболочек треугольными и прямоугольными (для цилиндрических оболочек) элементами плоской оболочки. Погрешность по энергии и перемещениям оценивается в этом случае величиной, пропорциональной h .

Таблица. 1

			Удлиннения в мм при N, тс			
Размер пластин, мм	Стержни	f, мм	5	10	15	
l=500 b=100 t=6	2d8	прямой	20	0.09	0.179	0.269
		криволин.	20	0.084	0.167	0.251
		прямой	30	0.085	0.169	0.248
		криволин.	30	0.079	0.157	0.236
		прямой	40	0.087	0.176	0.258
		криволин.	40	0.082	0.165	0.247
	2d12	прямой	20	0.082	0.164	0.247
		криволин.	20	0.076	0.152	0.228
		прямой	30	0.088	0.175	0.261
		криволин.	30	0.083	0.166	0.248
		прямой	40	0.093	0.182	0.273
		криволин.	40	0.086	0.172	0.258
	2d16	прямой	20	0.078	0.156	0.234
		криволин.	20	0.075	0.151	0.225
		прямой	30	0.082	0.165	0.244
		криволин.	30	0.079	0.157	0.236
		прямой	40	0.088	0.173	0.26
		криволин.	40	0.082	0.164	0.246

Материалы исследований сведены в таблицу. Из таблицы видно, что предпосылки и результаты, полученные в работе [7], хорошо подтверждаются расчетом математических моделей с использованием ПК «Лира».

Это еще раз показывает, что балки с вертикально гофрированными стенками обладают большей жесткостью при поперечном нагружении.

ВЫВОДЫ:

1. Балки с гофрированными стенками обладают большей жесткостью в вертикальной плоскости при поперечном нагружении.
2. Балки с гофрированными стенками могут найти применение для подкрепления настила технологических палуб морских платформ, а также в рабочих площадках промзданий.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Максимов Ю. С., Остринов Г. М. Стальные балки с тонкой гофрированной стенкой – эффективный вид несущих конструкций производственных зданий, //Промышленное строительство, 1984, №4, с. 10-11
2. Ажермачев Г. А. Балки с волнистыми стенками, //Промышленное строительство, 1963, №4, с. 54-56
3. Долинский В. В. Стальные двутавровые ригели с гофрированной стенкой в сейсмостойких многоэтажных рамных каркасах, Дисс. Канд.техн.наук, 05.23.01, Новосибирск, 1985, 249 с.
4. Остриков Г. М., Максимов Ю. С., Долинский В. В. Исследование несущей способности стальных двутавровых балок с вертикально гофрированной стенкой, Строительная механика и расчет сооружений, 1983, №1, с. 68-70
5. Проектирование металлических конструкций, /Под. Ред. В.В. Бирюлева, Стройиздат, 1990, 432 с.
6. Степаненко А. Н. Прочность и устойчивость конструкций из двутавра с волнистой стенкой. Автореферат дисс.доктора техн.наук, Хабаровск, 2001, 48 с.
7. Ажермачев С. Г. Жесткость пластин, усиленных криволинейным стержнем, /Освоение углеводородных ресурсов шельфа, Сборник научных трудов, №1, М. 1990, с. 24-29

Барыкин Б. Ю., к.т.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Расчет по нормальным сечениям перекрестно-балочных фундаментов для строительства зданий и сооружений на сложном рельефе с учетом диаграмм « $\sigma - \varepsilon$ » сжатого бетона

В работе представлен новый подход к расчету нормальных сечений перекрестно-балочных фундаментов на склоне с учетом действительной эпюры нормальных напряжений в сжатой зоне бетона
фундамент, склон, нормальные сечения, эпюра напряжений, железобетон

Одним из приоритетных направлений в развитии и совершенствовании инженерных методов расчета железобетонных конструкций являются исследования, связанные с использованием диаграмм деформирования бетона для расчетов статически неопределимых конструкций [1]. Такой подход позволяет оценивать напряженно-деформированное состояние железобетонных элементов на всех стадиях их работы и выявлять перераспределение усилий в сечениях. Для перекрестно-балочных фундаментов это будет возможно сделать, зная форму связи между напряжениями и деформациями в сжатом бетоне, т.е. установив вид диаграммы " $\sigma_b - \varepsilon_b$ ". Существует множество предложений по описанию функциональной связи между напряжениями и деформациями в бетоне [13].

Автором проведен анализ таких диаграмм для 300 бетонных призм, испытанных на центральное сжатие, а также результаты исследования 15 перекрестно балочных фундаментов на склоне и получены усредненные графики зависимости " $\sigma_b - \varepsilon_b$ " (рис 1).

На основании этого в работе [16] был предложен линейный закон изменения модуля деформации бетона в зависимости от уровня на-

пряжений $E_b = f(\sigma_b / R_b)$ (см. рис.2) при внецентренном сжатии на всем диапазоне нагружения фундамента из перекрестных лент.

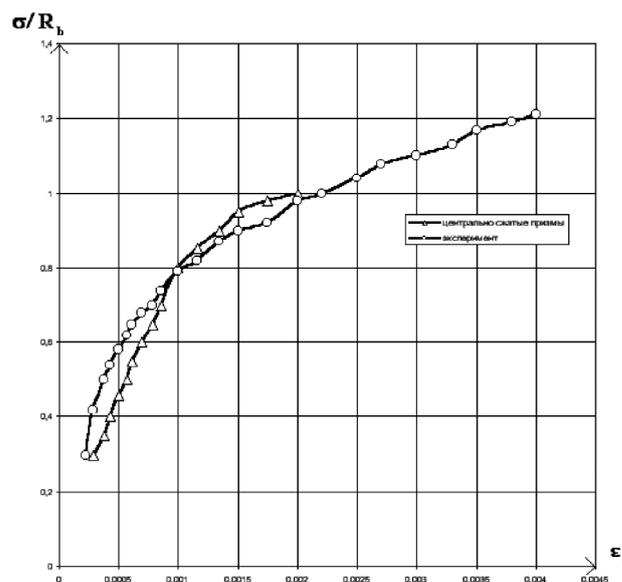


Рис.1 Зависимость между уровнем напряжений и деформациями в бетоне сжатой зоны призм и перекрестно-балочных фундаментов

Тогда получаем

$$\text{при } \sigma_b / R_{bn} \leq K \quad E_{b,pl} = E_b \quad (1)$$

$$\text{при } \sigma_b / R_{bn} > K \quad E_{b,pl} = E_b \left[1 - \frac{(\sigma_b / R_{bn} - 1)(1 - \beta \bar{v}_{pl})}{1,2 - K} \right] \quad (2)$$

где σ_b – действующие напряжения в бетоне сжатой зоны; K – уровень напряжений, до которого бетон работает упруго; \bar{v}_{pl} – коэффициент упругости бетона сжатой зоны при

$\sigma_b = R_{bn}$, β – понижающий коэффициент, учитывающий нелинейный характер работы бетона сжатой зоны при внецентренном сжатии. Для бетонов класса В25-В30 принимаем

$$\bar{v}_{pl} = 0,5, \quad \beta = 0,8.$$

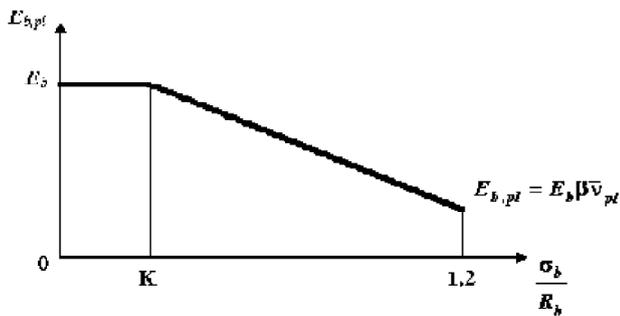


Рис.2. График зависимости модуля деформации бетона E_b от уровня напряжений σ_b / R_b

В этом случае зависимость между напряжениями и деформациями в бетоне примет следующий вид (рис.3)

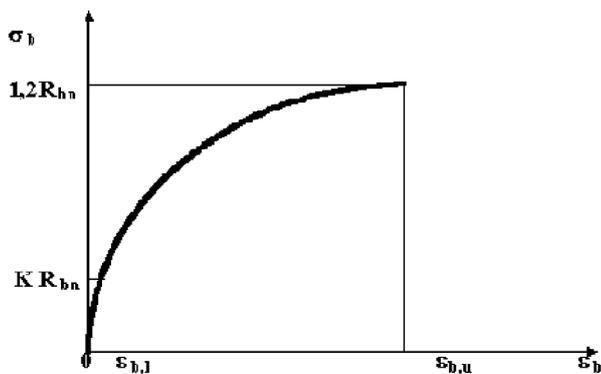


Рис. 3. Зависимость между напряжениями и деформациями в сжатой зоне бетона.

$$\text{при } 0 \leq \varepsilon_b \leq \varepsilon_{b,l} \quad \sigma_b = \varepsilon_b E_b, \quad (3)$$

$$\text{при } \varepsilon_{b,l} \leq \varepsilon_b \leq \varepsilon_{b,u}$$

$$\sigma_b = \frac{\varepsilon_b E_b (1 - K\beta\bar{v}_{pl})}{(1,2 - K) + \varepsilon_b \frac{E_b}{R_{bn}} (1 - \beta\bar{v}_{pl})}, \quad (4)$$

где $\varepsilon_{b,l} = KR_{bn} / E_b$ – максимальные упругие деформации бетона; $\varepsilon_{b,u}$ – предельные деформации бетона сжатой зоны при внецентренном сжатии.; E_b – начальный модуль деформации бетона. Тогда деформации бетона соответственно выразятся

$$\varepsilon_b = \frac{(1,2 - K) \eta R_{bn}}{E_b [(1 - \beta K\bar{v}_{pl}) - \eta(1 - \beta\bar{v}_{pl})]}, \quad (5)$$

где $\eta = \frac{\sigma_b}{R_{bn}}$ – уровень напряжений в сжатой зоне бетона продольных балок фундамента.

Формула (5) применима при $\varepsilon_b > \varepsilon_{b,l}$.

Тогда касательный модуль упругости запишется в следующем виде

$$E_{b,pl} = \frac{d\sigma}{d\varepsilon} = \frac{E_b (1 - K\beta\bar{v}_{pl})(1,2 - K)}{\left[(1,2 - K) + \varepsilon_b \frac{E_b}{R_{bn}} (1 - \beta\bar{v}_{pl}) \right]^2} \quad (6)$$

Таким образом, получены экспериментально обоснованные зависимости, которые можно использовать при расчете нормальных сечений перекрестно балочных фундамента.

В настоящее время определение несущей способности внецентренно - сжатых элементов, в частности, наклонных железобетонных балок перекрестных фундамента для застройки склоновых территорий с использованием методики СНиП 2.03.01-84* основывается на использовании прямоугольной эпюры напряжений в сжатой зоне бетона в стадии разрушения. Однако следует отметить, что прямоугольная эпюра напряжений в сжатой зоне бетона имеет условный характер, так как напряжения в зоне нейтральной оси, где деформации равны нулю, не могут, естественно, достигать предельных значений. В результате применения прямоугольной эпюры нормальных напряжений высота сжатой зоны и положение линии, ограничивающей сжатую зону, имеют также условный характер, не соответствующей фактической высоте сжатой зоны и фактической нулевой линии.

Исследования автора показали ярко выраженный криволинейный характер эпюры напряжений в сжатой зоне бетона продольных балок перекрестного фундамента во второй и третьей стадиях напряженно-деформированного состояния при относительном уровне напряжений

$\sigma_b / R_b > 0.3$ [1,3,4,5,9]. Кроме этого, доказано, что бетон сжатой зоны над нормальной трещиной находится в относительно благоприятных условиях за счет сдерживающего влияния расположенных рядом менее напряженных сжа-

тием участков, что позволяет ему выдерживать напряжения больше предельного сопротивления бетона сжатию R_b в среднем на 20% .

Поэтому в работе используется новый подход к расчету нормальных сечений с использованием формы эпюры в виде прямолинейной «упругой» и криволинейной «упруго-пластической» частей. Рассмотрим данную эпюру, которая получит очертание в соответствии с диаграммой (рис.4) .

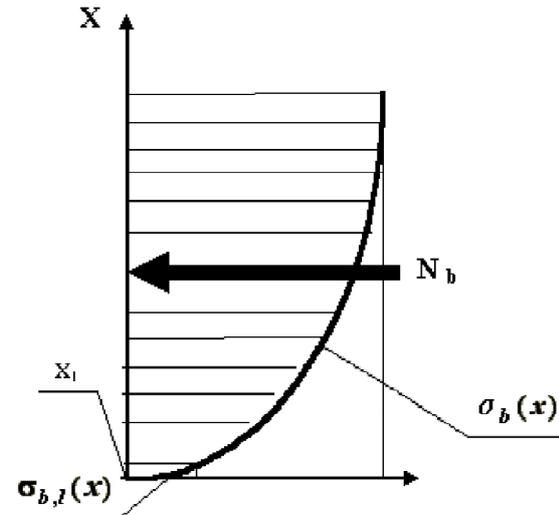


Рис.4. Форма эпюры напряжений в бетоне сжатой зоны.

Проведя замены и подстановки в соответствии с требованиями [8] получим

$$\sigma_{b,l}(x) = \frac{1}{\rho} E_b x \quad (7)$$

$$\sigma_b(x) = \frac{Ax}{Cx + B} \quad (8)$$

где:

$$A = (1 - K\beta\bar{v}_{pl}) \frac{1}{\rho} E_b = 0,88 \frac{1}{\rho} E_b; \quad (9)$$

$$B = 1,2 - K = 0,9; \quad (10)$$

$$C = \frac{1}{\rho} \frac{E_b}{R_{bn}} (1 - \beta\bar{v}_{pl}) = 0,60 \frac{1}{\rho} \frac{E_b}{R_{bn}} \quad (11)$$

$$x_l = \frac{0,3 R_{bn}}{\frac{1}{\rho} E_b} \quad (12)$$

Будем считать, что величина x_l составляет часть от всей высоты сжатой зоны x . Тогда можно записать, что

$$x = \psi x_l. \quad (13)$$

Тогда равнодействующая в бетоне сжатой зоны выразится

$$N_b = \int_0^{x_l} \sigma_{b,l}(x) dx + \int_{x_l}^x \sigma_b(x) dx = \frac{R_{bn}^2 b}{\frac{1}{\rho} E_b} \left(0,44\psi - 0,4 - 2,2 \ln \frac{\psi + 5}{6} \right) \quad (14)$$

По общим правилам координата точки центра тяжести данной эпюры, в которой будет приложено равнодействующее усилие N_b в сжатой зоне бетона определится по зависимости

$$x_N = \frac{D_1}{N_1} = \frac{\int_0^{x_l} x \sigma_{b,l}(x) dx + \int_{x_l}^x x \sigma_b(x) dx}{\int_0^{x_l} \sigma_{b,l}(x) dx + \int_{x_l}^x \sigma_b(x) dx} = \frac{x}{\psi} \frac{0,22\psi^2 - 2,2\psi + 2 + 11 \ln \left(\frac{\psi + 5}{6} \right)}{0,44\psi - 0,4 - 2,2 \ln \left(\frac{\psi + 5}{6} \right)} \quad (15)$$

$$= \frac{[K_x / K_c]}{\psi} x = x \xi_0$$

Таким образом, задача сводится к определению коэффициента ψ , который показывает во сколько раз полное значение высоты сжатой зоны x больше значения условно упругой высоты x_l .

Учитывая уравнение (13) получим

$$\psi = \frac{x}{x_l} = \frac{\eta}{K \left[1 - \frac{(\eta - K)(1 - \beta \bar{v}_{pl})}{1,2 - K} \right]} \quad (16)$$

В общем случае полная высота сжатой зоны

$$x = \frac{R_{bn} \eta}{\frac{1}{\rho} E_b \left[1 - \frac{(\eta - K)(1 - \beta \bar{v}_{pl})}{1,2 - K} \right]} \quad (17)$$

где: R_{bn} – нормативное сопротивление бето-

на; $\frac{1}{\rho}$ – кривизна железобетонного элемента с

трещинами; E_b – начальный модуль деформации бетона сжатой зоны, определяемый по СНиП 2.03.01-84*.

Производя подстановку выражения (16) в

(13) и варьируя уровень напряжений $\frac{\sigma_b}{R_b}$ от

0,3 до 1,2 получим зависимость изменения координаты точки приложения равнодействующей напряжений в сжатой зоне бетона от уровня напряжений. Кроме этого могут быть вычислены показатели ν и деформации крайней фибры сжатой зоны ϵ_b для тяжелого бетона В25, из которого преимущественно изготавливаются фундаменты данного типа (табл. 1).

Для расчета нормальных сечений при любом уровне внешней нагрузки необходимо получить зависимость между кривизной и действу-

ющим моментом $\frac{1}{\rho} - M$. исходя из реальных

условий деформирования фундаментных балок. Учитывая результаты экспериментальных исследований [5], а также анализируя графики-

$\frac{1}{\rho} - M$. построенные по формулам норм для

таких фундаментов, при $M > M_{crc}$ получаем, что приращение кривизны практически пропорционально приращению моментов, что подтверждается и исследованиями других авторов [17]. В этом случае приближенно можно принять эту зависимость в виде ломаной линии (рис.5).

Расчетные параметры

σ_b/R_b	Ψ	K_x	K_c	ξ_0	$LN(\frac{M+5}{6})$	ΔM
0,31	1,04	0,023063	0,043002	0,516	0,006689	0,176009
0,32	1,08	0,026397	0,046145	0,529	0,013423	0,179056
0,34	1,16	0,033945	0,052866	0,551	0,027029	0,185564
0,36	1,25	0,042792	0,060192	0,569	0,040822	0,192624
0,38	1,34	0,053099	0,068154	0,582	0,054808	0,200236
0,4	1,43	0,065044	0,076787	0,593	0,068993	0,2084
0,42	1,52	0,078823	0,086126	0,601	0,083382	0,217116
0,44	1,62	0,094653	0,096208	0,608	0,09798	0,226384
0,46	1,72	0,112771	0,107074	0,614	0,112795	0,236204
0,48	1,82	0,13344	0,118767	0,618	0,127833	0,246576
0,5	1,92	0,15695	0,131332	0,621	0,143101	0,2575
0,52	2,03	0,18362	0,144819	0,624	0,158605	0,268976
0,54	2,14	0,213806	0,15928	0,626	0,174353	0,281004
0,56	2,26	0,247897	0,17477	0,628	0,190354	0,293584
0,58	2,38	0,286328	0,19135	0,630	0,206614	0,306716
0,6	2,50	0,329579	0,209084	0,631	0,223144	0,3204
0,62	2,63	0,378182	0,228041	0,631	0,239951	0,334636
0,64	2,76	0,432728	0,248294	0,632	0,257045	0,349424
0,66	2,89	0,493875	0,269923	0,632	0,274437	0,364764
0,68	3,04	0,562353	0,293014	0,632	0,292136	0,380656
0,7	3,18	0,638977	0,317659	0,632	0,310155	0,3971
0,72	3,33	0,724656	0,343958	0,632	0,328504	0,414096
0,74	3,49	0,820404	0,372017	0,632	0,347196	0,431644
0,76	3,65	0,927357	0,401955	0,631	0,366244	0,449744
0,78	3,82	1,046786	0,433895	0,631	0,385662	0,468396
0,8	4,00	1,180116	0,467977	0,630	0,405465	0,4876
0,82	4,18	1,328952	0,504347	0,630	0,425668	0,507356
0,84	4,38	1,495096	0,543168	0,629	0,446287	0,527664
0,86	4,57	1,680583	0,584617	0,628	0,467341	0,548524
0,88	4,78	1,887711	0,628885	0,628	0,488847	0,569936
0,9	5,00	2,119082	0,676184	0,627	0,510826	0,5919
0,92	5,23	2,377647	0,726743	0,626	0,533298	0,614416
0,94	5,47	2,666761	0,780818	0,625	0,556288	0,637484
0,96	5,71	2,990248	0,838685	0,624	0,579818	0,661104
0,98	5,98	3,352476	0,900653	0,623	0,603916	0,685276
1	6,25	3,758445	0,967061	0,622	0,628609	0,71
1,02	6,54	4,213901	1,038285	0,621	0,653926	0,735276
1,04	6,84	4,725459	1,114742	0,620	0,679902	0,761104
1,06	7,16	5,30076	1,196897	0,618	0,70657	0,787484
1,08	7,50	5,948661	1,285268	0,617	0,733969	0,814416
1,1	7,86	6,679459	1,380435	0,616	0,76214	0,8419
1,12	8,24	7,505172	1,483049	0,615	0,791128	0,869936
1,14	8,64	8,439877	1,593843	0,613	0,820981	0,898524
1,16	9,06	9,500134	1,713645	0,612	0,851752	0,927664
1,18	9,52	10,7055	1,843395	0,610	0,883501	0,957356
1,2	10,00	12,0792	1,98416	0,609	0,916291	0,9876

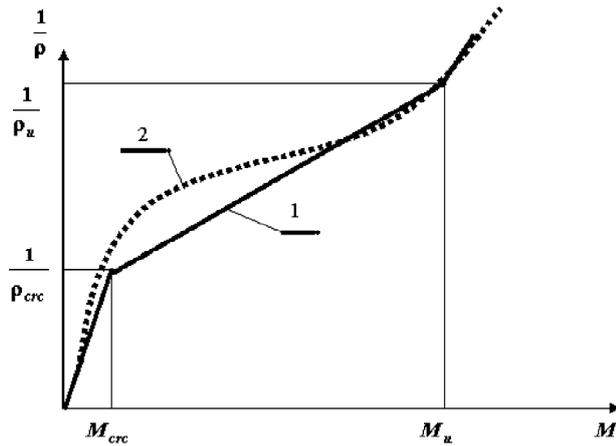


Рис.5. Зависимость кривизны от действующего момента: 1 – упрощенная зависимость; 2 – экспериментальная кривая

Тогда, рассматривая кривизну в интервале

$M_{crc} \leq M \leq M_u$, получим

$$\frac{1}{\rho} = \left[\left(\frac{1}{\rho_u} - \frac{1}{\rho_{crc}} \right) \frac{M - M_{crc}}{M_u - M_{crc}} \right] + \frac{1}{\rho_{crc}} \quad (18)$$

$$\text{где } M_{crc} = R_{bt,ser} W_{pl} \quad (19)$$

момент трещинообразования для данной конструкции;

$$M_u = \alpha R_{bn} b h_0^2 \quad (20)$$

предельный момент, воспринимаемый прямоугольным сечением при граничной высоте сжатой зоны бетона, при этом коэффициент α изменяется в пределах от

$$\alpha_{max} = 0.5 \text{ до } \alpha_{min} = \frac{R_{bt,ser} W_{pl}}{R_{bn} b h_0^2} \quad (21)$$

$$\frac{1}{\rho_u} = \frac{R_s}{h_0 E_s} \times \left(1 + \frac{1.8 \alpha_s \mu_s}{0.1 + 0.5 \mu_s R_b / R_s} \right) - \frac{N_{tot}}{h_0^2 E_s \mu_s b} \quad (22)$$

$$\frac{1}{\rho_{crc}} = \frac{R_{bt,ser} W_{pl}}{0.85 E_b I_{red}} \quad (23)$$

кривизна, соответствующая моменту трещино-

образования; M – момент в сечении; μ_s – коэффициент армирования для фундаментных балок целесообразно принимать оптимальным равным 0,02; $W_{pl} = \gamma W_{red}$ – пластический момент сопротивления; γ – коэффициент сечения, принимаемый для прямоугольного сечения 1,75.

Рассмотрим одно из опорных расчетных сечений фундаментной балки (рис.6).

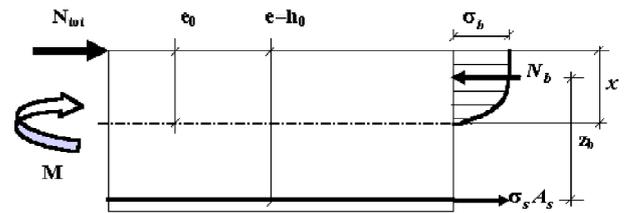


Рис.6. Расчетная схема сжато-изогнутой балки фундамента в опорном сечении.

Запишем условие равновесия относительно центра тяжести растянутой арматуры

$$N_b z_b = M \pm N_{tot} = M_{tot} \quad (24)$$

Заменяя равнодействующую в бетоне сжатой зоны по формуле (14) и учитывая зависимость (17) получим

$$\frac{R_{bn}^2 b}{\frac{1}{\rho} E_b} K_c \times \left(h_0 - \xi_0 \frac{R_{bn} \eta}{\frac{1}{\rho} E_b \left[1 - \frac{(\eta - K)(1 - \beta v_{pl})}{1.2 - K} \right]} \right) = M_{tot} \quad (25)$$

Задавая величину M_{tot} в долях от M_u и определяя соответствующую ему кривизну по формуле (18) найдем из выражения (25) тот уровень напряжений в сжатой зоне бетона, который будет соответствовать этому моменту и представим соответствующий график зависимости относительного момента от уровня напряжений в бетоне сжатой зоны (рис.7).

Аппроксимируя полученную кривую параболой найдем по методу наименьших квадратов

$$\Delta M = \frac{M_{tot}}{M_u} = a\eta^2 - b\eta + c \quad (26)$$

где $a = 0.69$; $b = 0.13$; $c = 0.15$.

Решая уравнение (26) относительно $\eta = \frac{\sigma_b}{R_{bn}}$

получим

$$\eta = \frac{0.13 + \sqrt{0.0169 - 4(0.15 - \Delta M)0.69}}{2 * 0.69} \quad (27)$$

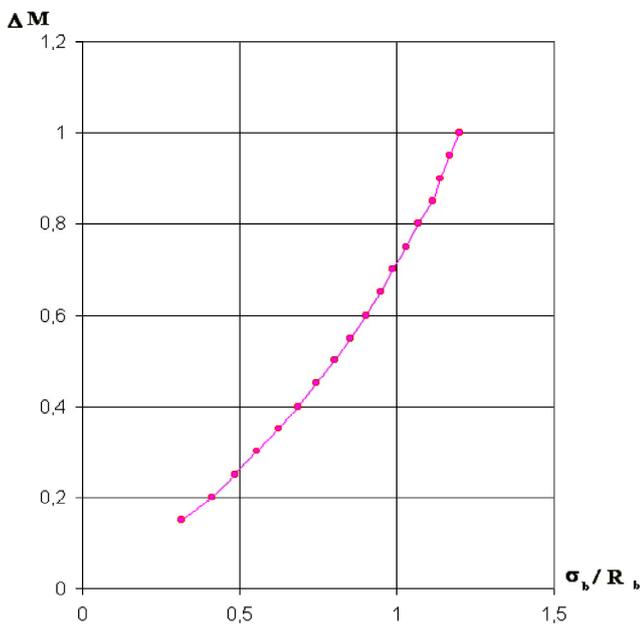


Рис.7. Зависимость относительного момента от уровня напряжений в сжатой зоне бетона перекрестных балок фундамента по экспериментальным данным

ВЫВОДЫ

Предложен новый подход к расчету нормальных сечений перекрестных фундаментов на склонах с учетом действительного напряженно-деформированного состояния, позволяющий с высокой степенью достоверности определять все компоненты НДС на любой стадии деформирования.

1. П. И. Васильев, А. Б. Голышев, А. С. Залесов. Снижение материалоемкости конструкций на основе развития теории и методов расчетов // Бетон и железобетон. -1988.-№9- С.16-19.
2. Барыкин Б.Ю. Расчет прочности перекрестных ленточных фундаментов на склонах // В сб.: Повышение эффективности строительства. - К.: УМКО УССР, 1988. - С. 144-146.
3. Барыкин Б.Ю. Перспективные направления исследований работы перекрестных ленточных фундаментов // В сб.: Вопросы застройки неудобий ЮБК. - Севастополь: РДНТП, 1992. - С. 32-36.
4. Тетиор А.Н., Барыкин Б.Ю., Лехно А.М. Расчет и проектирование зданий на склонах. Методические рекомендации. - Симферополь, КИПКС, 1994. - 46 с.
5. Барыкин Б.Ю. Предельное НДС наклонного сечения железобетонной фундаментной балки в зоне совместного действия изгибающего момента, продольной сжимающей силы и поперечного усилия // В сб.: Строительство и техногенная безопасность Симферополь, КИПКС, 1999.- с. 54-62.
6. Фомица Л.М., Сумбатов Р.А. Измерение напряжений в железобетонных конструкциях – К. : Будівельник, 1994. – 168 с.
7. Барыкин Б.Ю. О расчете прочности нормальных сечений фундамента из перекрестных лент на склоне // Устройство и усиление фундаментов с улучшением строительных свойств грунтов оснований. Сб. научных трудов. - Пенза: ПИСИ, 1991. - С. 105-107.
8. Барыкин Б.Ю., Андронов А.В. Определение равнодействующей нормальных напряжений в сжатой зоне железобетонных перекрестно-балочных фундаментов // Строительные конструкции. – Симферополь, 1998.- с.75-78.
9. Расчет ЖБК по прочности, трещиностойкости и деформациям / А.С. Залесов, Э.Н.Кодыш, Л.Л.Лемьш, И.К.Никитин.- М.: Стройиздат, 1988.-320 с.

Емельянов М.П., к.т.н., доцент, Литовченко П.А., к.т.н., доцент,
Шепляков Ю.А., к.т.н., доцент, Жуков С.П., к.т.н., доцент
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

О причинах разрушения стропильной балки покрытия главного корпуса винзавода «Качинский»

Выявлены причины обрушения стропильной железобетонной балки пролетом 12 метров, эксплуатируемой более 40 лет. Отмечены специфические коррозионные процессы в арматуре, которые привели к ее хрупкому разрушению. Указано на необходимость повсеместного выявления конструкций серии ПК-01-05 и установления их надежности и безопасности.

аварийное обрушение, сборные железобетонные балки, хрупкое разрушение, агрессивная среда, водородное охрупчивание металла.

Седьмого февраля 2005 года произошло обрушение части покрытия главного корпуса завода. Обрушились плиты покрытия пролетом 6 метров, которые опирались на стропильную балку пролетом 12 метров (рис.1,2).

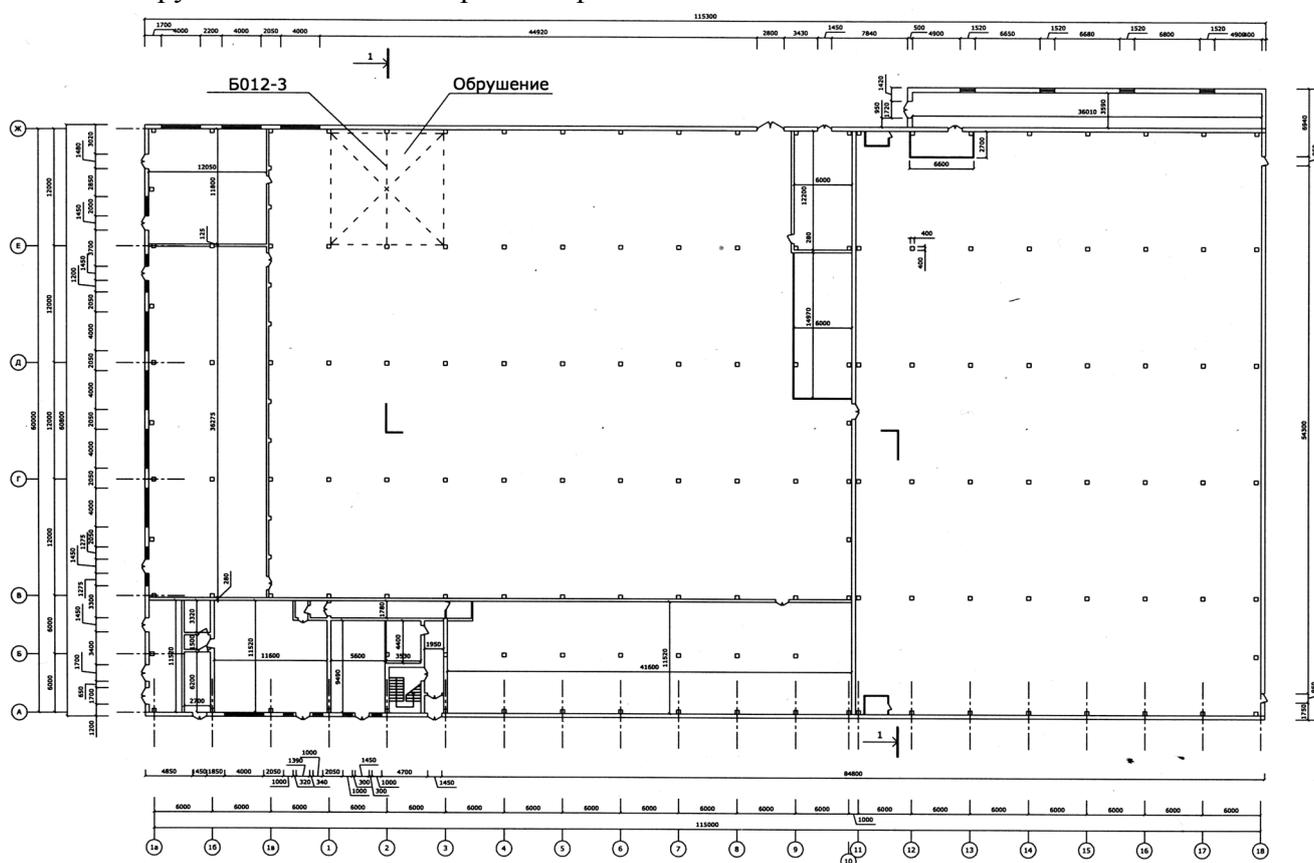


Рис.1. План главного корпуса

Рассматриваемый корпус – 5-ти пролетное одноэтажное здание с полным каркасом шириной 60 и длиной 115 метров. Здание состоит из двух деформационных блоков. В осях «10-11» спаренные колонны и разделительная стена создают деформационный шов.

Колонны сечением 40х40 см по серии КЭ-10-49 установлены с сеткой 6х12м. Вдоль цифровых осей расположены стропильные балки пролетом 12м. по серии ПК-01-05. В осях «Г-

Д» стропильные балки двускатные марки БД12-3, в остальных осях – односкатные марки БО12-3. По стропильным балкам вдоль буквенных осей уложены ребристые железобетонные ненапряженные плиты покрытий пролетом 6 метров, шириной 1,5 и 3 метра.

Пространственная жесткость здания обеспечивается жестким закреплением колонн в фундаментах*. Стеновое ограждение здания выполнено с применением железобетонных стеновых панелей и блоков пильного известняка.

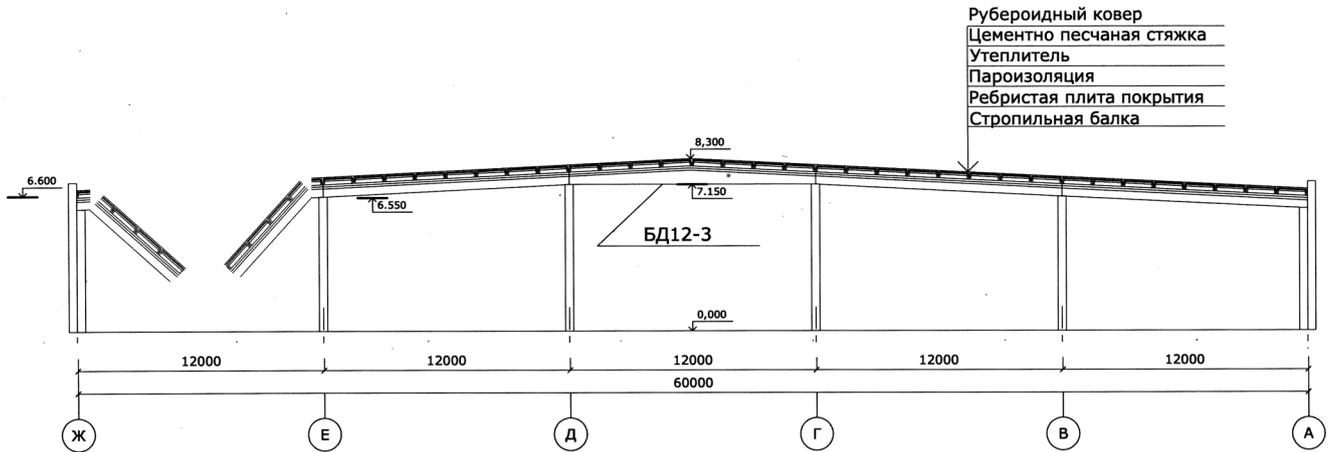


Рис.2.Разрез 1-1

Причиной обрушения покрытия явилось хрупкое разрушение односкатной стропильной балки. На рис. 3,4 показана часть разрушившейся балки и характерный вид разрыва продольной арматуры. По результатам освидетельствования разрушенных элементов балка идентифицирована как БО-12-3, изготовленная по типовой серии ПК-01-05 [7].



Рис.3.Часть разрушенной балки БО12-3 по оси «2»

Данная типовая серия стропильных балок была утверждена Госстроем СССР в 1955 г. и отменена спустя четыре года в 1960 г.

Рассматриваемые сборные железобетонные конструкции были одними из первых, разработанных в СССР. От Промстройпроекта в работах принимал участие Никитин Н.В. (автор Останкинской телебашни). От ЦНИИПС (будущий НИИЖБ) разрабатывал балки Гвоздев А.А. Он являлся главным идеологом разработки норм проектирования железобетонных конструкций.

Не смотря на то, что авторами проекта являлись выдающиеся специалисты страны, реше-

ния данных типовых конструкций не совсем удачные. Это объясняется отсутствием в то время опыта исследований подобных конструкций и недостаточными данными по выпускаемой арматуре.

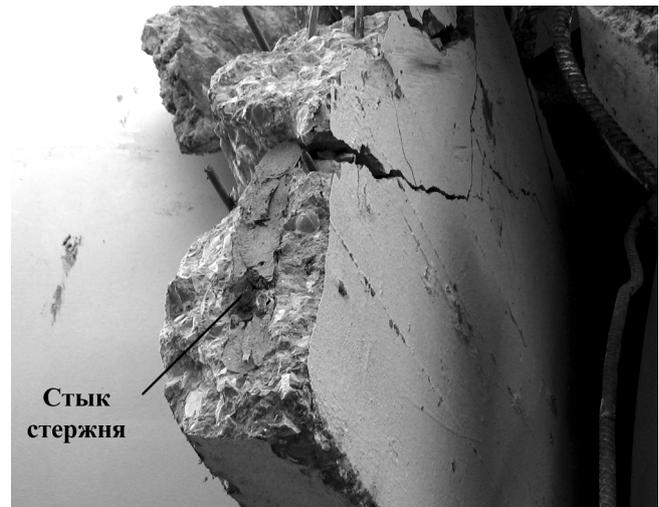


Рис.4. Разрыв продольной арматуры

Конструктивной особенностью проектного решения балок является размещение продольной арматуры в виде сварного пакета стержней. Проектный пакет продольных стержней рабочей арматуры балки (каркас К-3), выполненный согласно рекомендациям серии, не позволяет реализовывать прочностные параметры во всех стержнях пакета одновременно. Вследствие разной рабочей высоты происходит перенапряжение нижних стержней и недонапряжение верхних.

Пластические деформации в стержнях арматуры в зоне сварного соединения ограничены хрупкостью металла сварного шва. Концентрация сварных швов в одном вертикальном сечении арматурного пакета приводит к эффекту «накопления внутренних напряжений», выз-

ванных сварным соединением (высокая хрупкость сечения** при сварке, изменение структуры металла в зоне высоких температур, образование внутренних микротрещин в зоне сварного соединения и т.п.).

В зоне стыка нарушается сцепление арматуры с бетоном и практически перераспределение напряжений в железобетонном сечении в месте образования трещины не происходит.

Стыкуемый арматурный стержень в конкретной балке расположен во втором снизу ряду пакета, что усилило проявление указанного эффекта (рис. 5). В фактическом исполнении конкретной балки стык оказался расположенным в зоне действия максимального изгибающего момента в конструкции.

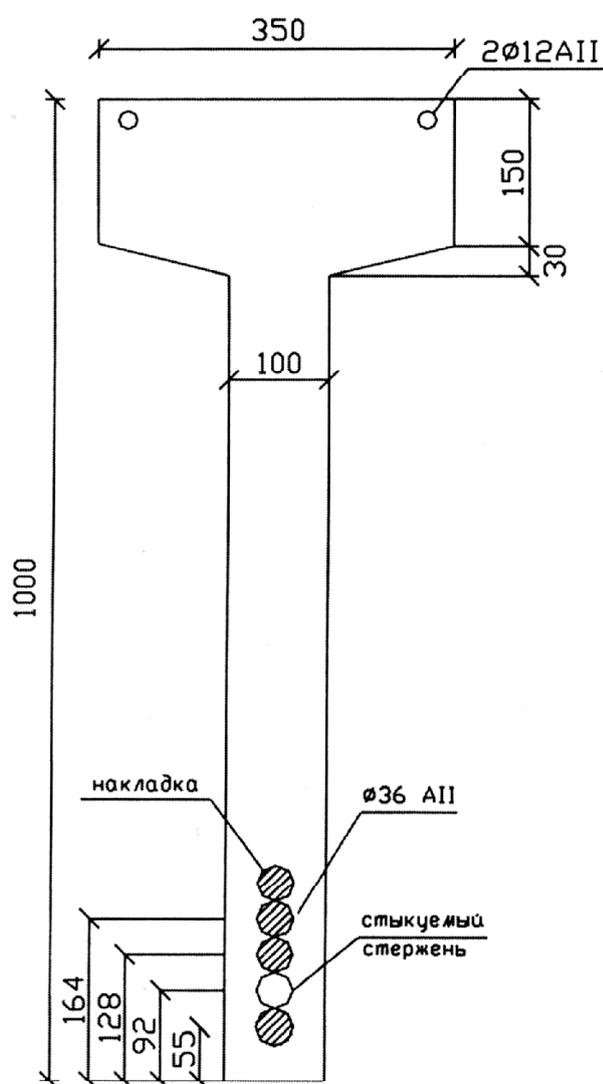


Рис.5. Расчетное сечение балки

Механизм разрушения балки можно представить следующим образом. При высоком уровне напряжений в нижнем стержне пакета рабочей арматуры балки появилась микротрещина, которая достигла критическо-

го значения. Разрушение стержня произошло хрупко, из-за отсутствия сдерживающих факторов в сечении. Резкое увеличение напряжений в остальных стержнях рабочей арматуры, отсутствие (стык) второго стержня усилили динамическую составляющую при перераспределении растягивающих напряжений по стержням арматурного пакета. Сварные соединения пакета стержней не позволили проявиться пластическим свойствам арматуры, что и объясняет хрупкий характер разрушения вследствие разрыва арматуры. Наиболее вероятным инициатором процесса разрушения, возможно, послужили температурные деформации, вызванные резким изменением погодных условий в период с 5 по 7 февраля 2005 г (перепад наружной температуры воздуха составил более 20°C).

Обрушение всего покрытия в месте разрушения стропильной балки произошло вследствие некачественного монтажа железобетонных конструкций покрытия. Закладные детали плит покрытия практически не приварены к закладным деталям верхнего пояса стропильной балки. Из-за этого при разрушении конструкции плит не могли разгрузить стропильную балку за счет арочного эффекта. Данное обстоятельство усугубило последствия разрушения балки.

С целью идентификации и определения фактических параметров арматурной стали, из-за которой произошло разрушение конструкции, были проведены стандартные испытания образцов стержней рабочей арматуры балки по прочности. Для установления марки стали определен химический состав металла. Основные результаты испытаний материалов приведены в таблицах 1,2. Для идентификации марки стали, в них приведены нормативные показатели установленные для сталей на период изготовления рассматриваемых конструкций.

Испытания на излом сварного соединения (рис. 6,7) указывают на хрупкий характер разрушения, плохую свариваемость основного металла. Корень шва не проварен вследствие не удовлетворительной свариваемости металла Ш 36 А -II.



Рис.6.Общий вид испытания арматурного пакета на изгиб



Рис.7. Разрушение сварного шва при изгибе арматурного пакета

Все полученные результаты однозначно показывают соответствие арматуры аварийной балки классу А-II по физико-механическим и химическим параметрам. Испытания материалов аварийной стропильной балки показали их соответствие расчетным требованиям, заложенным в типовом проекте [7].

Прочность бетона балки практически во всех сечениях конструкции соответствует классу В30, что определяет марку 350 по старой классификации. По проекту марка бетона балки БО-12-3 должна быть 300.

Параметры арматуры позволяют идентифицировать ее по прочностным и деформативным свойствам как сталь класса А-II марки ВСт5пс2 в соответствии с ГОСТ 5781-61. Диаметр основной продольной рабочей арматуры 36 мм соответствует проектным требованиям, а арматурный пакет выполнен в соответствии с допускаемыми требованиями проекта [7].

В соответствии с указаниями типового проекта для условий данного объекта требовалась применение балок марки БО12-2. Фактически примененная балка БО12-3 допускает равномер-

ную погонную нагрузку интенсивностью до 4,5 тс/п.м, загрузка сосредоточенными грузами и одностороннее загрузку (с кручением) от по-

ловинной нагрузки. По проекту максимальная расчетная равномерная распределенная нагрузка от покрытия составляет 650 кгс/м².

Таблица 1

Результаты определения физико-механических свойств арматуры

№ образца	Площадь поперечного сечения, мм ²	Относительное удлинение, %	Разрушающее усилие, кН	Усилие предела текучести, кН	Временное сопротивление $\sigma_{в}$, кг/мм ²	Предел текучести $\sigma_{т}$, кг/мм ²	Норма по ГОСТу $\frac{\sigma_{с}}{\sigma_{т}}$
1	1018	24,6	654	340	64,24	33,39	49,0 30,0
2	1018	25,2	608	372	59,72	36,54	
3	1018	20,9	648	354	63,65	34,77	
4	1018	23,6	610	364	59,92	36,24	

Таблица 2

Результаты химического анализа арматурных сталей

Марка	Химический состав в %							Документы, регламентирующие состав стали
	углерод	кремний	марганец	хром	сера	фосфор	специальные добавки	
ВСт5сп	0,28-0,37	0,15-0,35	0,5-0,8	-	-	-	-	ГОСТ 380-71
ВСт5пс	0,30-0,39	0,05-0,15	0,6-0,9	-	-	-	-	То же (для стержней d \leq 28 мм)
								То же (для стержней d $>$ 28 мм)
ВСт5пс	0,28-0,37	0,05-0,15	0,8-1,1	-	-	-	-	ЧМТУ 1-89-67
10ГТ	0,13	0,45-0,65	1,0-1,3	-	-	-	Титан 0,02-0,03	ГОСТ 5058-65
18Г2с	0,14-0,23	0,6-0,9	1,2-1,6	-	-	-	-	
ВСт5сп	0,41	0,056	0,76	сл.	0,032	0,029	-	ГОСТ 380-94
ВСт5сп	0,38	0,065	0,74	сл.	0,028	0,040	-	ГОСТ 380-94

Несущую способность и теоретическую разрушающую нагрузку на балку определим с учетом фактических параметров материалов бетона и арматуры.

Проектное армирование балки составляет 4Ш36 АП, а фактически стержень 2 разорван стыком и не может быть компенсирован накладкой, которая расположена над стержнем 4.

Несущая способность сечения с учетом работы отдельных стержней арматуры в сечении отражена в табл.3

Фактическая нагрузка на балку с учетом массы плит покрытия составила 537 кг/м², т.е. 72 % от расчетной допускаемой нагрузки. При этом собственная масса железобетонных конструкций составляет 40 % от общей нагрузки на балку.

Действующий изгибающий момент в расчетном сечении балки равен $M = 607,5$ кНм.

При фактической текучести арматуры даже при учете в расчете стержней 3 и 4 несущая способность сечения составляет $M = 598,8$ кНм.

Таблица 3

**Несущая способность сечения балки
нормального к продольной оси**

Учитываемые стержни	Несущая способность сечения М, кНм	
	при расчетных параметрах арматуры	при фактическом значении предела текучести
1+2+3+4	890,8	1253,7
1+3+4	663,2	933,4
3+4	425,3	598,8

Следовательно, при отсутствии хрупкости металла и при нормальной свариваемости арматуры разрушения балки не могло произойти.

Примененная арматура класса А-П предположительно должна быть изготовлена в соответствии с ГОСТ 5781-61 [3] из спокойной углеродистой стали марок ВСт5сп2 и ВСт5пс2 (диаметром до 90 мм) (см. табл. 2). До 1960 года углеродистые стали выпускали только по группе «А», т.е. только при контроле механических характеристик арматуры. По группе «В» с контролем по механическим характеристикам и химическому составу арматуры стали выпускать несколько позже. Рассматриваемые стальные стержни, видимо, были выпущены как раз в переходный период выпуска подобной арматуры [8]. Более качественная арматурная низколегированная сталь класса А-П марки 18Г2С диаметрами более 32 мм в то время только осваивалась металлургами.

На металлургических заводах юга СССР более распространенным был бессемеровский процесс выплавки стали. Бессемеровская сталь имеет большую склонность к хрупкому разрушению, чувствительна к старению и обладает худшей свариваемостью. В связи с этим уже более 30-ти лет арматура из бессемеровской стали не выпускается [8]. Конверторная сталь имеет высокие прочностные свойства и характеризуется низким содержанием фосфора, серы и азота [8]. В рассматриваемом случае высока вероятность применения для арматуры стали, полученной по старой технологии. Это подтверждают наличие серы и фосфора в исследованных образцах (см. табл. 3).

Прокатка стали также влияет на прочностные и деформативные свойства арматуры. Так арматура с одинаковым химическим составом при диаметрах стержней 10-32 мм имеет близкие значения прочности. Однако дальнейшее увеличение диаметра прокатки ведет к снижению предела текучести и заметно не влияет на временное сопротивление [5].

В 1960 году был разработан способ получения полуспокойной стали класса А-П с повышенным содержанием углерода и марганца для повышения требуемых механических свойств. Углеродистые стали, при увеличении содержания углерода, теряют пластичность и свариваемость (что подтверждено испытаниями сварных соединений пакета рабочих стержней аварийной балки). Однако к недостаткам указанного проката относится ее склонность к хрупкому разрушению, особенно после упрочнения вытяжкой. Т.е. механическое силовое воздействие способствует развитию начальных микротрещин, которые могут для арматурных стержней достигать критического развития и быть причиной разрушения элемента даже при высокой пластичности металла в целом. Снижению хрупкости стали способствует повышенное содержание марганца. Следует отметить, что в исследованных образцах арматуры содержание марганца несколько ниже установленных требованиями нормативных документов для стержней диаметром более 28 мм. Видимо этим и объясняется появление арматуры класса А-П больших диаметров из стали марки 18Г2С [8].

Как отмечает Мулин Н.М. по материалам исследований НИИЖБ [5], «Особым случаем коррозии под напряжением является коррозионное растрескивание, которое может развиваться скрыто, не вызывая повреждений защитного слоя бетона, но приводя к внезапному разрушению конструкций. Коррозионное растрескивание арматуры может быть результатом либо избирательного анодного растворения железа в зоне дна концентраторов напряжений и развивающихся микротрещин, либо наводороживания». В других источниках этот процесс разрушения металла называется водородной коррозией или «водородная хрупкость» [8]. Такое определение предполагает, что опасная хрупкость может наступать и в конструкциях, эксплуатирующихся непродолжительное время и даже в новой арматуре.

Отмеченные металлургами случаи склонности арматуры больших диаметров (28-40 мм) класса А-П к хрупкому разрушению, свидетельствуют о том, что технология того периода производства арматуры из стали ВСт5пс2 допускала появление трещин «критической длины» (по Гриффитсу) [1].

Кроме отмеченных выше особенностей арматурной стали причинами хрупкого разрушения стержневой стропильной балки, вероятно, является агрессивное воздействие окружающей среды на бетон и арматуру.

В процессе эксплуатации, особенно в цехе брожения, выделяющийся диоксид углерода создает агрессивную среду, приводящую к карбонизации бетона особенно опасной в зоне нахождения арматурных стержней. Скорость этого процесса зависит от концентрации диоксида углерода, толщины защитного слоя бетона, температуры, влажности среды, а также марки бетона по водонепроницаемости.

После карбонизации бетона в зоне залегания арматурных стержней и снижения его пассивирующего действия может начаться коррозия арматуры, осложненная действием механических напряжений. Скорость этой коррозии зависит от типа и качества стали, применяемой в качестве стержней, а также от наличия дефектов, образовавшихся как при заводском изготовлении арматурных стержней, так и при изготовлении каркасов на их основе. Сильное влияние на процесс коррозии оказывает наличие сварных швов. В зоне их действия возникают локальные механические напряжения, приводящие к коррозионному растрескиванию стали.

Сравнение регламентированных физико-механических характеристик сталей, а также изучение характера повреждения арматуры свидетельствует о наличии коррозионного растрескивания металла.

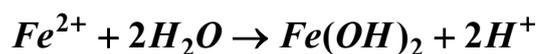
Протекание процесса коррозии, вероятно, происходило по схеме описанной ниже.

Адсорбционное снижение уровня поверхностной энергии облегчает выход и разрядку на поверхности металлов дислокаций. Места их выхода (ямки травления) обладают повышенным уровнем энергии и служат источниками зарождающихся коррозионно-механических трещин [6].

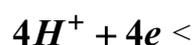
Явление наводороживания металла протекает через стадию адсорбции водорода на металлической поверхности.

Потенциал напряженного металла в момент контакта последнего в электролите с большой по площади пластиной ненапряженного металла смещается до значения потенциала данной пластины.

По мере коррозионного углубления трещины в ее вершине начинает реализовываться «щелевой эффект», т.е. происходит гидролиз продуктов коррозии, подкисление среды и, как следствие, наводороживание металла. В трещине из-за недостатка кислорода активно протекает реакция [4]



Ионы железа образуются при растворении вершины трещины вследствие работы гальванопары. Увеличение концентрации ионов водорода приводит к подкислению практически нейтральной исходной среды, в результате чего на берегах трещины, где напряжения фактически отсутствуют, реализуется катодный процесс, который протекает преимущественно с водородной деполяризацией:



Доля катодного процесса с кислородной деполяризацией невелика, поскольку поступление кислорода в вершину трещины затруднено. Это также подтверждается визуально по практически полному отсутствию следов бурой ржавчины в области разрушения арматуры.

Ионы водорода адсорбируются на поверхности металла, восстанавливаются, получая электроны, до атомарного и покидают поверхность, являющуюся в данном случае катализатором реакции восстановления водорода. [4] Десорбция атомов водорода с поверхности металла протекает по механизму параллельных реакций: часть атомов абсорбируется объемом металла, распространяясь в нем, часть, образуя молекулы, уходит в атмосферу. Водород, попадая в металл, диффундирует по его объему в зону максимальных трехосных напряжений, которая находится перед вершиной трещины [4]. Водород, поступивший в эту зону, ускоряет процесс коррозионного подрастания трещины, так как наводороживание металла существенно снижает его коррозионную стойкость.

Скорость протекания процесса коррозионного растрескивания сталей зависит от уровня напряжений. При локальных перенапряжениях она во много раз повышается.

На основе энергетического подхода к процессу работы (разрушения) стропильной конструкции с учетом анализа химического процесса коррозии арматуры довольно эффективным способом повышения безопасности сооружения (с учетом наличия возможных микротрещин в материалах конструкций) является снижение нагрузки на наименее надежный элемент. Уменьшение потенциальной упругой энергии снизит вероятность развития «критических трещин» и внезапного разрушения конструкций.

В связи с этим основным направлением повы-

шения надежности покрытия главного корпуса завода, является снижение постоянных нагрузок на покрытие при его реконструкции. Даже устранение причин появления коррозии в рабочей арматуре стропильных балок является менее эффективным для повышения безопасности объекта.***

ВЫВОДЫ

1. Основной причиной разрушения стропильной конструкции – балки БО-12-3, изготовленной по типовой серии ПК-01-05, является низкое качество рабочей продольной арматуры класса А- II из горячекатаной стали марки ВСт5пс2.
2. Дополнительным фактором, снизившим надежность стропильной конструкции, явились неудовлетворительные проектные решения (в частности сварка стержней каркаса К-3), которые, вероятно, были вызваны недостатком опыта проектирования сборных железобетонных конструкций.
3. Фактические значения постоянных нагрузок на покрытие, а также их увеличение с течением времени и периодическими ремонтами, несколько выше первоначальных значений, но не превышают значений нагрузок, предусмотренных проектным решением стропильных балок.
4. Некачественный монтаж конструкций покрытия, не проектное решение узлов опирания плит покрытия на стропильные балки, отсутствие сварки закладных деталей плит и верхнего пояса балок, явились причиной обрушения покрытия после разрушения стропильной балки.
5. Отсутствие подвижных опор для стропильных балок увеличило значения продольных усилий в ригелях здания, вызванных температурными деформациями, что явилось вероятным толчком для разрыва арматуры в аварийной балке.****
6. Обследование несущих конструкций главного корпуса винзавода в соответствии с установленным порядком и методикой обследования по Постановлению КМУ № 409 вряд ли смогло выявить опасность обрушения стропильных конструкций.
7. Наиболее значимым и первоочередным решением при реконструкции покрытия является значительное уменьшение постоянных нагрузок на балки за счет удаления мягкой кровли с утеплителем и устройство эффективного утепления с металлической кровлей из профнастила.
8. Для повышения жесткости диска покрытия требуется крепление сваркой всех плит покрытия к стропильным балкам в местах расположения закладных деталей по верхнему поясу балок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гордон Дж. Конструкции, или почему не ломаются вещи. Пер. с англ. В.Д. Эфроса/ Под ред. С.Т. Милейко.- М.: Мир, 1980. - 390 с.
2. ГОСТ 5781-61. Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. – М.: Изд-во стандартов, 1961.
3. И-103-52. Инструкция по применению горячекатаной арматуры периодического профиля в железобетонных конструкциях. - М.: Госстройиздат, 1952.
4. Маричев В.А. Современные представления о водородном охрупчивании при замедленном разрушении// Защита металлов. - 1980. - №5. - С. 531 - 543.
5. Мулин Н.М. Стержневая арматура железобетонных конструкций. – М.: Стройиздат, 1975. - 233 с.
6. Романов О.Н., Никифоров Г.Н., Кукляк Н.Л. К вопросу об адсорбционном снижении трещиностойкости стали при статическом нагружении. Сб. Физ.-хим. Механика материалов, 1976, №1, с. 25-31.
7. Серия ПК-01-05. Железобетонные сборные несущие конструкции для покрытий с рулонной кровлей. Вып. 1. Балки/ Промстройпроект. – М.: Промстройпроект. 1958.
8. Соколовский П.И. Арматурные стали. – М.: Металлургиздат, 1964. – 210 с.

Примечание главного редактора:

* Пространственную жесткость одноэтажного производственного здания обеспечивают рамами и системой свая зей. При этом сопряжение колонн с фундаментами может быть и шарнирным.

** Хрупкость - свойство, принадлежащее материалу, но не сечению.

*** В работе авторы выявили коррозионные процессы в арматуре, которые привели к хрупкому разрушению балки. Есть основания полагать, что коррозия арматуры имеет место и в других балках здания, эксплуатировавшихся в одинаковых условиях с обрушившимися. Известно, что начавшуюся коррозию арматуры в железобетоне практически остановить невозможно. Поэтому угроза обрушения балок только при снижении на них эксплуатационной нагрузки остается реальной. Для обеспечения дальнейшей безопасной эксплуатации таких балок необходимо усиление.

**** В одноэтажных производственных зданиях с пролетом 12м подвижные опоры для ригелей не применяют.

Жигна В.В., к.т.н., доцент, Литовченко П.А., к.т.н., доцент
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Армирование круглопустотных панелей типа 1ПК длиной от 4,8 до 6,3 м без предварительного напряжения арматуры

Проведен анализ замены предварительно напряженной арматуры в панелях типа 1ПК на арматуру без предварительного напряжения. Показано, что для плит без предварительного напряжения арматуры существует пролет «рационального армирования», при котором подобранная арматура одновременно удовлетворяет требованиям предельных состояний первой и второй группы панелей. Превышение этого пролета при проектировании панелей ведет к их значительному удорожанию. Рассмотрены возможности повышения пролета «рационального армирования»

круглопустотные панели, арматура без предварительного напряжения, пролет, рациональное армирование.

В настоящее время многие строительные организации, особенно небольшие фирмы, с целью получения дополнительной прибыли стремятся самостоятельно освоить выпуск многопустотных панелей перекрытия. При этом очень часто организации не располагают оборудованием и технологией для создания предварительного напряжения в арматуре. В этих условиях приходится выполнять перерасчет и замену продольного армирования панелей по сравнению с базовой типовой серией 1.141-1. При переходе на новые классы арматуры, с целью снижения металлоемкости конструкции, в отдельных случаях ограничиваются обеспечением выполнения требований только предельных состояний первой группы. Такой подход приводит к тому, что запроектированные панели не проходят сертификационных испытаний из-за повышенной деформативности, хотя ширина раскрытия трещин в таких панелях не превышает нормируемую. В таких случаях соблюдение требований предельных состояний второй группы обеспечивают за счет увеличения площади поперечного сечения продольной арматуры или повышения проектного класса бетона. Варьирование высотой сечения плит остается вне пределов внимания инженеров, так как для производства применяются стандартные металлические формы.

В данной работе проведен расчетный анализ армирования панелей перекрытия длиной от 4,8 до 6,3 м типа 1ПК [1] с применением арматуры класса А400С [2] без предварительного напряжения. Выполнена оценка панелей шириной 1,2 и 1,5 м под расчетную нагрузку 6 кН/м² и 8 кН/м². В обоих случаях норматив-

ная кратковременно действующая нагрузка принята 1,5 кН/м².

Бетон принят тяжелый естественного твердения классов от В15 до В25 с коэффициентом условия работы γ равным 1. Геометрические параметры сечения приняты по серии 1.141. В случае увеличения высоты сечения увеличивали лишь высоту сжатой полки панелей, при этом учитывали изменение нагрузки от собственного веса панели. Расчетные прочностные и деформативные характеристики материалов принимали по действующим нормативным документам и рекомендациям [3,4].

Расчет выполняли в следующем порядке.

На первом этапе определяли необходимое сечение продольной арматуры из условия прочности нормальных сечений на действие изгибающего момента от полной расчетной нагрузки. На втором – необходимое сечение продольной арматуры из условия обеспечения продолжительного нормативного прогиба от нормативной постоянной и длительной нагрузки. За продолжительный нормативный прогиб принимали значение равное 1/200 расчетного пролета панели. В качестве требуемой расчетной площади арматуры принимали большее из двух значений, полученных на первом и втором этапах. На третьем этапе определяли значение продолжительной ширины раскрытия трещин от действия постоянной и длительной нагрузки при расчетной площади продольной арматуры, полученной на предыдущих этапах.

Результаты расчетного анализа представлены на графиках (рис.1,2).

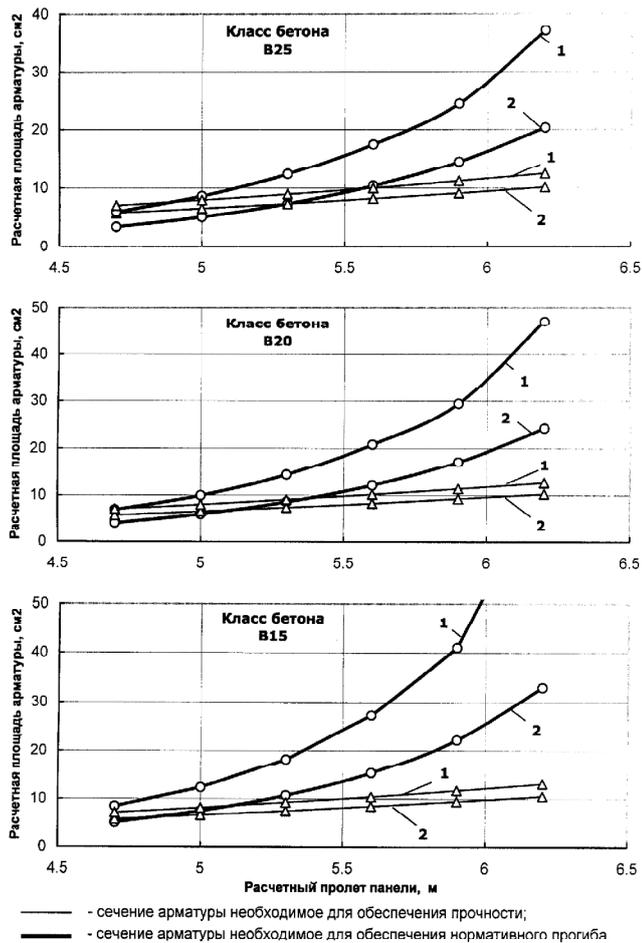


Рис.1. Расчетная площадь продольной арматуры при различных значениях расчетного пролета и класса бетона для панелей шириной 1,5 м под расчетную нагрузку 8 кН/м^2 (1) и 6 кН/м^2 (2)

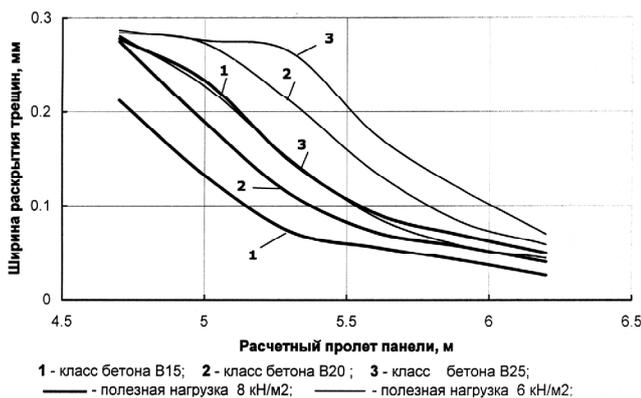


Рис.2. Ширина продолжительного раскрытия трещин при расчетной площади арматуры в панелях ПК шириной 1,5 м

Из приведенных графиков видно, что до определенного расчетного пролета содержание продольной арматуры в панелях определяется условием прочности, при увеличении расчетного пролета – требованиями жесткости (рис.1). Расчетное значение площади арматуры, необходимое для обеспечения требований второй груп-

пы предельных состояний, может превышать требуемую площадь арматуры, полученную из условия прочности, в зависимости от расчетного пролета панели, в два-три раза. Для анализируемого диапазона пролетов и классов бетона (от В15 до В25) ширина продолжительного раскрытия трещин при расчетной площади поперечного сечения арматуры резко снижается с увеличением пролета панелей (рис.2) и определяющим при подборе арматуры является ограничение прогиба панелей.

На графиках (рис.1) выявляются пролеты, при которых расчетные площади арматуры, необходимые для обеспечения прочности и жесткости панелей, равны. Назовем их пролетом панелей обеспечивающим рациональное армирование. Очевидно, что параметры сечений панелей в этом случае будут оптимальными.

В общем случае, пролет «рационального армирования» зависит от высоты сечения, полезной нагрузки, класса арматуры, класса бетона. Зависимость пролета панели для обеспечения «рационального армирования» от класса бетона и расчетной полезной нагрузки при арматуре класса А400с и постоянной высоте сечения панели 220 мм показана на рис. 3. Приведенные данные показывают, что увеличение прочности бетона (от В15 до В25) позволяет повысить пролет «рационального армирования» всего на 7-10 %. При этом для панелей под полезную нагрузку 8 кН/м^2 пролет «рационального армирования» увеличивается до 4,8 м, для панелей под полезную нагрузку 6 кН/м^2 до 5,2 м. Дальнейшее повышение пролета «рационального армирования» за счет увеличения класса бетона является не эффективным.

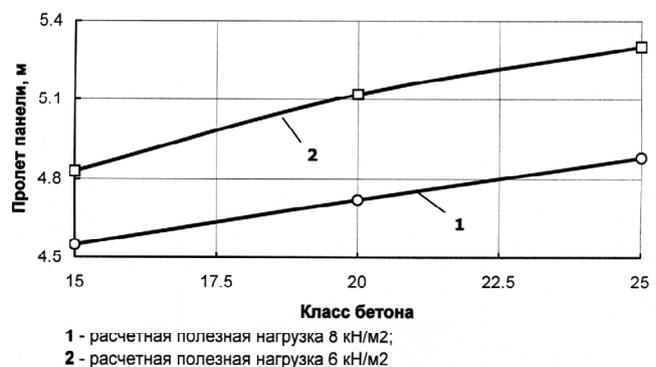


Рис.3. Зависимость пролета панели от класса бетона при обеспечении рационального армирования

Нами проанализировано влияние увеличения высоты сечения, которое может быть достигнуто за счет наращивания бортов опалубки панелей по серии 1.141, на расход арматуры. Эти данные, представленные на рис. 4, показывают, что требуемое расчетное армирование сечения существенно снижается с увеличением высоты, а пролет «рационального армирования» увеличивается (рис. 5). При этом, увеличив высоту панели всего на 6 см при классе бетона В25 можно добиться рационального армирования для плит номинальной длины 6,3 м.

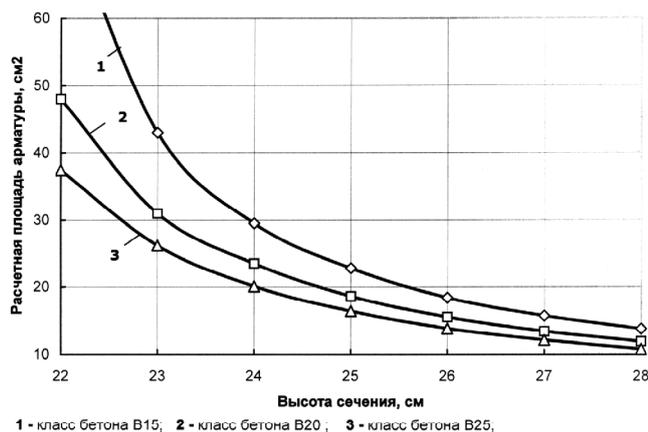


Рис. 4. Расчетная площадь продольной арматуры при различных значениях толщины и класса бетона панелей 1ПК8 пролетом 6,2 м

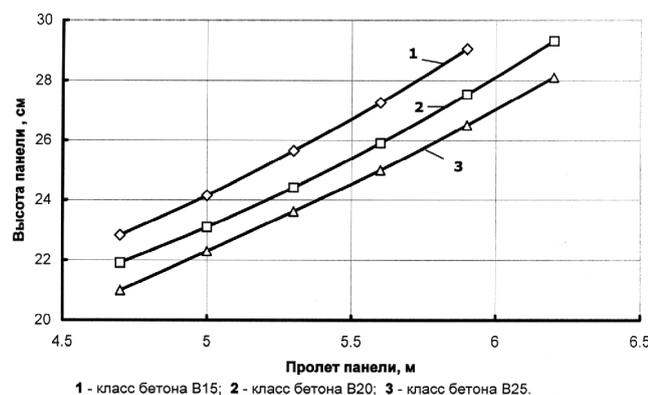


Рис. 5. Зависимость требуемой толщины панели от пролета для обеспечения рационального армирования

Для сравнительной экономической оценки использования арматуры без предварительного напряжения в панелях 1ПК выполнен анализ изменения стоимости материалов на 1 м² панели в зависимости от пролета и класса бетона при армировании с учетом обеспечения требований предельных состояний первой и второй группы (рис.6). Стоимость бетона и арматуры принята по состоянию на январь 2005 г.

Для панелей при размерах сечения по типовой серии 1.141 ($h=220$ мм) с увеличением пролетов превышающих пролет «рационального армирования» стоимость резко возрастает (в 2-3 раза) и зависит от класса бетона. Это связано со значительным перерасходом арматуры, требуемым для обеспечения жесткости. При пролетах свыше 5,5 м их производство становится не рентабельным.

При увеличении высоты сечения до размеров, обеспечивающих «рациональное армирование» соответствующего пролета расход арматуры и стоимость становятся минимальными и рост стоимости материалов на 1 м² панели связан, в основном, с увеличением расхода бетона (зависимость 4 на рис. 6). При этом класс бетона практически не влияет на характер зависимости между стоимостью и пролетом панели.

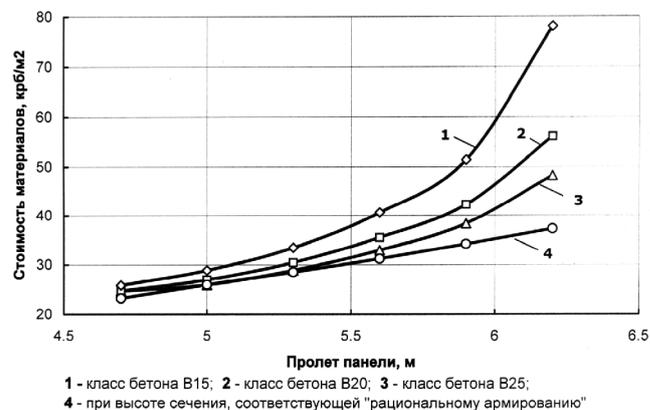


Рис. 6. Зависимость стоимости материалов на 1 м² панели от ее пролета

ВЫВОДЫ

1. Для круглопустотных панелей без предварительного напряжения при больших пролетах необходимое расчетное армирование для обеспечения требований второй группы предельных состояний значительно превышает (в 2-3 раза) расчетное армирование для обеспечения прочности. Соответственно возрастают стоимостные показатели панелей.
 2. Пролет «рационального армирования», при котором расчетные площади арматуры необходимые для обеспечения прочности и жесткости равны, а стоимость минимальна, для панелей под расчетную нагрузку 8 кН/м² составляет 4,8 м, для панелей под расчетную нагрузку 6 кН/м² – 5,2 м.
 3. Увеличить пролет «рационального армирования» можно, при прочих равных условиях, за счет увеличения прочности бетона и высоты сечения панелей.
 4. Увеличение класса бетона от В15 до В25 приводит к небольшому повышению пролета «рационального армирования» в пределах 7 – 10 %.
- Изменение высоты сечения панелей, которое может быть достигнуто за счет наращивания бортов опалубки типовых панелей, является более эффективным. Достаточно увеличить толщину верхней полки на 3-6 см. При увеличении высоты сечения панелей до размеров, обеспечивающих «рациональное армирование» соответствующего пролета расход арматуры и стоимость может быть снижена в 2-3 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.ГОСТ 9562-91. Плиты перекрытий железобетонные многопустотные для зданий и сооружений. Технические условия.
- 2.ДСТУ 3760-98. Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Общие технические условия.
- 3.СНиП 2.03.01-84. Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования./Госстрой СССР .- М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985.-79с.
- 4.Рекомендации по применению арматурного проката по ДСТУ 3760-98 при проектировании и изготовлении железобетонных конструкций без предварительного напряжения арматуры./ Госстрой Украины. - Киев, 2002.- ... с.

Кириленко В.Ф., к.т.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Напряжения в клинообразной консольной балке, нагруженной нагрузкой, изменяющейся по линейному закону

В этом частном случае действия нагрузки точное решение теории упругости при определении нормальных напряжений совпадает с элементарным. Это дает возможность использовать для определения остальных компонент напряжения общие выражения теории непризматических балок.

изгиб, балка, плоская задача

Изменение сечения конструктивных элементов по длине в соответствии с требованиями расчёта является одним из основных источников снижения материалоемкости. При проектировании из конструктивных и технологических соображений в большинстве случаев идут на изменение высоты, оставляя неизменной ширину сечения. Такие прямолинейные элементы прямоугольного поперечного сечения некоторые авторы называют непризматическими, к которым можно отнести и брусья в форме клина. В элементах переменной высоты изменение сечения по длине существенно влияет на величину и характер распределения напряжений, что должно учитываться расчётом.

При изгибе симметричных клиньев сосредоточенной силой или моментом, приложенными в его вершине, а также изгибе клина с горизонтальной верхней гранью при действии равномерно распределенной нагрузки распределе-

ние нормальных напряжений отличается от принятого в элементарной теории. В таких решениях только при малых (до $15-20^\circ$) углах наклона граней расхождение в значениях максимальных напряжений на контуре клина, вычисленных на основе решений теории упругости и элементарной теории, различаются не более чем на 5%. Особый случай представляет изгиб клина с горизонтальной верхней гранью под действием распределённой нагрузки, изменяющейся по линейному закону. В учебниках по теории упругости [1, 2] на примере решения плоской задачи с помощью алгебраических полиномов этот случай рассмотрен применительно к расчёту треугольной подпорной стены с учётом её собственного веса. Здесь показано, что характер распределения нормальных напряжений в сечении, перпендикулярном к горизонтальной грани, при любых значениях угла при вершине подчиняется линейному закону.

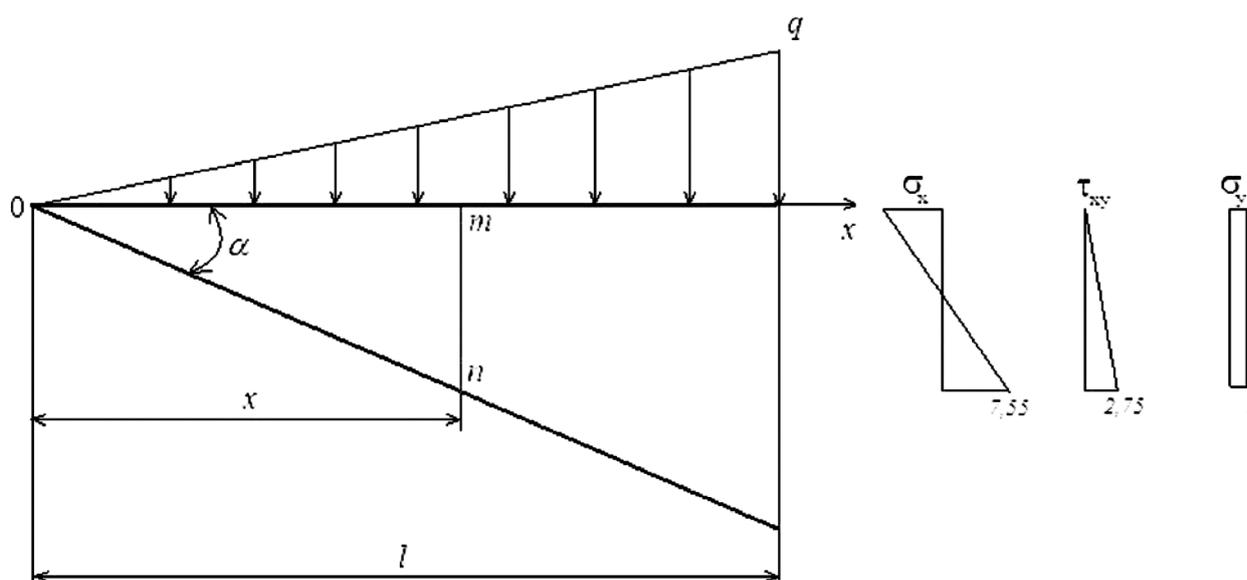


Рис. 1. Расположение координатных осей и эпюры напряжений в сечении $m-n$ клина

Рассмотрим изгиб клинообразной балки с верхней горизонтальной гранью только при действии распределенной нагрузки $q(x) = qx/l$, изменяющейся по линейному закону. Здесь q – интенсивность нагрузки на расстоянии l от вершины клина. Балка имеет заданный угол при вершине α и простирается неограниченно в направлении оси Ox (рис. 1). Толщина стенки балки в направлении, перпендикулярном плоскости xOy , равна $b = 1$. Такая задача возникает при расчёте дощатоклееных балок и ригелей г-образных рам, защемление которых производится на опорных стойках, расположенных по периметру круглых в плане зданий. При расчёте таких элементов объёмными силами в точных и приближённых решениях можно пренебречь, а собственный вес учесть в виде отдельного слагаемого при определении полной нагрузки.

Нормальные напряжения σ_x , действующие в сечении $m-n$ на расстоянии x от вершины клина, можно определить из точного решения [1, 2], положив в нём составляющие объёмных сил равными нулю и изменив обозначение координатных осей

$$\sigma_x = -\frac{2q}{l \operatorname{tg}^3 \alpha} y + \frac{q}{l \operatorname{tg}^2 \alpha} x \quad (1)$$

В точках горизонтальной верхней грани при $y = 0$ имеем

$$\sigma_x = \frac{q}{l \operatorname{tg}^2 \alpha} x.$$

Соответственно, в точках наклонного контура при $y = x \operatorname{tg} \alpha$

$$\sigma_x = -\frac{q}{l \operatorname{tg}^2 \alpha} x.$$

Поскольку напряжения σ_x линейно зависят от координаты y , для определения остальных составляющих напряжений можно воспользоваться теорией непрямоугольных стержней [3, 4]. Для этого вычислим изгибающий момент M и поперечную силу Q в сечении клина на расстоянии x

$$M = -\frac{qx^3}{6l}; \quad Q = -\frac{qx^2}{2l}. \quad (2)$$

Согласно этой теории в системе координат

(см. рис. 1) касательные напряжения определяются следующим образом

$$\tau_{xy} = \frac{6y}{bh^2} \left[Q \left(1 - \frac{y}{h} \right) - M \left(2 - \frac{3y}{h} \right) \frac{dh}{dx} \right]. \quad (3)$$

Здесь: b – ширина сечения балки,

$h = x \operatorname{tg} \alpha$ – высота,

$$\frac{dh}{dx} = \operatorname{tg} \alpha.$$

После подстановки значений внутренних усилий (2) в выражение (3) при $b = 1$ получим

$$\tau_{xy} = -\frac{q}{l \operatorname{tg}^2 \alpha} y. \quad (4)$$

В точках горизонтальной грани при $y = 0$ касательные напряжения равны нулю, на наклонной грани при $y = x \operatorname{tg} \alpha$

$$\tau_{xy} = -\frac{q}{l \operatorname{tg} \alpha} x.$$

При рассмотрении клина как непрямоугольной балки при действии распределённой нагрузки $q(x) = qx/l$ нормальные напряжения σ_y определяются следующим образом [3, 4]

$$\sigma_y = \frac{6y^2}{bh^3} \left[\frac{qx}{l} \left(\frac{h}{2} - \frac{y}{3} \right) + 2Q \frac{dh}{dx} \left(1 - \frac{y}{h} \right) - \frac{M}{h} \left(\frac{dh}{dx} \right)^2 \left(3 - \frac{4y}{h} \right) \right] - \frac{qx}{bl}. \quad (5)$$

Подставив сюда значение внутренних усилий согласно (2), можно показать, что выражение в квадратных скобках равняется нулю, тогда при $b = 1$ получим

$$\sigma_y = -\frac{q}{l} x. \quad (6)$$

Напряжения σ_y не зависят от положения точки в сечении $m-n$, поэтому их значения по-

стоянны по высоте.

Эпюры напряжений σ_x , σ_y и τ_{xy} в вертикальном сечении, находящемся на расстоянии

x_0 от вершины, при $\alpha = 20^\circ$ в долях qx_0/l показаны на рис. 1.

ВЫВОДЫ

1. При нормальной нагрузке нормальные напряжения σ_x в вертикальных сечениях изменяются по линейному закону. Это дает возможность для определения остальных компонент напряжения использовать общие выражения теории непризматических балок. В этом случае выражения (4), (6) совпадают с точными решениями теории упругости.
2. Согласно исследованиям С.Г. Лехницкого [5], в случае анизотропного клина при такой же нагрузке распределение напряжений будет совпадать с распределением в изотропном клине. Это даёт возможность использовать полученные результаты для расчёта дощатоклеевых элементов переменной высоты, рассматриваемых как ортотропные в условиях плоского напряжённого состояния.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тимошенко С.П. Курс теории упругости. – К.: Наукова думка, 1972. – 501 с.
2. Самуль В.И. Основы теории упругости и пластичности. – М.: Высшая школа, 1970. – 288 с.
3. Ali S.M.J., Sarna S.I. Stress trajectories and stress contours in tapered beams // Strain. – 14. – N 2. – 1978. – P. 58-61.
4. Кириленко В.Ф. Определение напряжений в клеевых швах дощатоклеевых элементов переменной высоты // Композиционные материалы и конструкции для сельского строительства: Межвуз. тем. сб. тр. – Саранск, 1983. – С. 31-34.
5. Лехницкий С.Г. Анизотропные пластинки. – М.–Л.: Гостехтеориздат, 1957. – 463 с.

Линченко Ю.П., к.т.н., профессор, Белавский В.А., инженер, Васильев М.В., инженер
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Метод анализа прочности каменных конструкций реконструируемых зданий в сейсмических районах на ПК «Ли́ра»

На примере незавершенного реконструируемого здания милиции в г. Керчи рассмотрены вопросы оценки несущей способности каменных конструкций по результатам расчета НДС методом конечных элементов. Предложены адекватные методы усиления.

реконструкция, каменные конструкции, напряженно-деформированное состояние, метод конечных элементов, усиление

В соответствии с нормами проектирования каменных конструкций исходными данными для расчета прочности являются усилия в конструктивных элементах (простенках, стенах). При расчете на ПК «Ли́ра» получаем НДС в конечных элементах (КЭ). Для оценки прочности в соответствии с нормами необходим переход от усилий (напряжений) в отдельных КЭ к обобщенным усилиям в конструктивных элементах.

В составе ПК «Ли́ра» «Мономах» НИАСС разработан модуль расчета каменных конструкций. Однако здесь делается переход от обобщенных усилий в конструктивных элементах, рассчитанных на ПК «Мономах», к усилиям в КЭ. Проверку прочности и расчет требуемого армирования выполняют для конечных элементов. Однако усилия в КЭ зависят от степени дискретизации. Причем сгущение сетки при расчете в упругой стадии будет давать увеличение сжимающих напряжений у края простенка. Напряжения могут превзойти прочность кладки при сжатии. Однако при расчете в соответствии с нормами прочность кладки обеспечена. Причина в том, что при расчете в упругой стадии форма эпюры напряжений будет трапецевидной, в то время как в соответствии с нормами эпюра напряжений в расчетной сжатой зоне прямоугольная. Кроме того, расчет выполняют только для сжатия, но при анализе зданий в сейсмических районах преимущественное значение имеют прочность по главным растягивающим напряжениям и прочность на срез, проверка которых в составе действующего модуля еще не разработана.

В работе [1] нами предложена методика перехода к обобщенным усилиям через реакции в узлах КЭ. Такой подход дает точное соответствие нормам. Алгоритм расчета реализован в электронной таблице Excel. В больших, слож-

ных расчетных моделях операция проверки прочности трудоемка. Поэтому, при анализе сейсмостойкости незавершенного реконструируемого здания милиции в г. Керчи (рис. 1) нами разработана методика прямой оценки прочности каменных конструкций по мозаикам напряжений от расчетных сочетаний нагрузок (РСН), получаемых на ПК «Ли́ра».

Общая концепция заключается в том, что все коэффициенты и параметры зависимостей норм вводят в таблицы соответствующих расчетных сочетаний нагрузок РСН в виде коэффициентов.

В результате изменения сейсмического районирования необходимо выполнить оценку сейсмостойкости здания и разработать рекомендации по усилению при завершении строительства с перепрофилированием. Общий вид расчетной модели здания приведен на рис. 1.

Нагрузки на расчетную модель формируют в следующих загрузениях:

Загрузка 1 (постоянное) - собственный вес элементов расчетной модели (G1);

Загрузка 2 (постоянное) – пол (G2);

Загрузка 3 (постоянное) – перегородки (G3);

Загрузка 4 (временное длительное) – длительно действующая часть полезной нагрузки (V1);

Загрузка 5 (кратковременное) – кратковременная часть полезной нагрузки (V2);

Загрузка 6 – сеймика по X (S1);

Загрузка 7 – сеймика по Y (S2);

Нагрузки от пола, перегородок, временные на перекрытия введены в отдельные загрузки для быстрой реализации конструктивных многовариантных решений и назначений здания.

Для суммы вертикальных загрузений G1, G2, G3, V1, V2 создается расчетное сочетание

нагрузок РСН. При этом нагрузки вводят в РСН с соответствующими коэффициентами по нормам [2,3]. Учет коэффициентов в РСН позволяет перейти к прямому сравнению напряжений в конечных элементах с характеристиками прочности кладки. Коэффициенты для различных условий прочности приведены в табл.1...3. Приняты следующие обозначения коэффициентов:

k_c – коэффициент сочетаний нагрузок;

k_{sw} – коэффициент учета вертикальной составляющей сейсмической нагрузки;

k_σ - коэффициент перегрузки при учете обжатия кладки вертикальной нагрузкой;

$0.8\eta\mu$ - произведение коэффициентов учета трения при расчете кладки на срез;

Зависимости для проверки прочности по различным критериям имеют следующий вид.

Прочность при внецентренном сжатии в плоскости

$$N_z < \frac{R}{k_d},$$

где N_z – максимальные вертикальные сжимающие напряжения в конструктивном элементе по РСН-1;

k_d – коэффициент, учитывающий степень дискретизации конструктивного элемента на конечные, принимаемый равным при количестве КЭ в сечении: 1 – 2.0, 2 – 1.5, 3 – 1.3, 4 – 1.0, 6 – 0.9, 8 – 0.8.

Коэффициенты дискретизации учитывают неупругую работу сжатой зоны кладки; получены в результате анализа напряженного состояния отдельного простенка при различной дискретизации и прочности простенка, вычисленной по нормам [3]. Результаты получены при размерах простенков, нагрузках, характерных для данного здания и сейсмическом воздействии 7 баллов.

k_s - коэффициент учета статических загружений при преобразовании в динамические. Прочность при растяжении по неперевязанному сечению (нормальное сцепление)

$$N_z < R_t,$$

где N_z – максимальные вертикальные растягивающие напряжения в конструктивном элементе по РСН-2;

R_t – расчетное сопротивление кладки растяже-

нию, при обследовании установлено значение 0.01 МПа.

Прочность при срезе по неперевязанному сечению

$$T_{xz} < N_y,$$

где T_{xz} – максимальное касательное напряжение в простенке по РСН-3,

N_y – вертикальное напряжение в среднем по ширине сечения простенка по РСН-3.

Прочность по главным растягивающим напряжениям

$$N1 < R_{tw},$$

где $N1$ – максимальное значение главных растягивающих напряжений в конструктивном элементе по РСН-4.

Таблица 1.

РСН-1 для проверки прочности кладки при сжатии

Загружение	Статика			Π_k	k_s
	k_c	k_{sv}	$1/j$		
G_1	0,9	1,15	1,1	1,14	0,9
G_2	0,9	1,15	1,1	1,14	0,9
G_3	0,9	1,15	1,1	1,14	0,9
V_1	0,8	1,15	1,1	1,014	0,8
V_2	0,5	1,15	1,1	0,63	0,5

Таблица 2.

РСН-3 для проверки прочности кладки на срез при $R_{sq} = 0$

Загружение	Статика					k_s
	k_c	k_{sv}	k_s	$0.8\eta\mu$	Π_k	
G_1	0,9	0,85	0,9	0,56	0,39	0,9
G_2	0,9	0,85	0,9	0,56	0,39	0,9
G_3	0,9	0,85	0,9	0,56	0,39	0,9
V_1	0,9	0,85	0,9	0,56	0,39	0,8
V_2	0,9	0,85	0,9	0,56	0,39	0,5

Таблица 3.

РСН-4 для проверки по главным растягивающим напряжениям

Загружение	Статика			Π_k	k_s
	k_c	k_s	k_{sv}		
G_1	0,9	0,9	0,85	0,69	0,9
G_2	0,9	0,9	0,85	0,69	0,9
G_3	0,9	0,9	0,85	0,69	0,9
V_1	0,8	0,9	0,85	0,61	0,8
V_2	0,5	0,9	0,85	0,38	0,5

Стены и перекрытия здания моделируют плоскими конечными элементами оболочки (четырёхугольные – КЭ-44, треугольные - КЭ-42), железобетонные балки моделируют стержнями (пространственный стержень КЭ-10).

Для обоснования минимально необходимых мероприятий по усилению несущей системы здания с целью обеспечения сейсмостойкости выполнен расчет ряда моделей.

В исходном состоянии здания диски перекрытия не являются жесткими за исключением перекрытия четвертого этажа. В таких условиях сейсмостойкость здания заведомо не обеспечена. Поэтому в качестве исходной рассматривается модель с фактически существующими стенами, но жесткими в своей плоскости дисками перекрытий.

В результате анализа мозаик напряжений установлено следующее. При РСН-1 прочность при сжатии обеспечена во всех стенах как при основном, так и при особом сочетании нагрузок. При РСН-2 существенные вертикальные растягивающие напряжения в стенах не возникают.

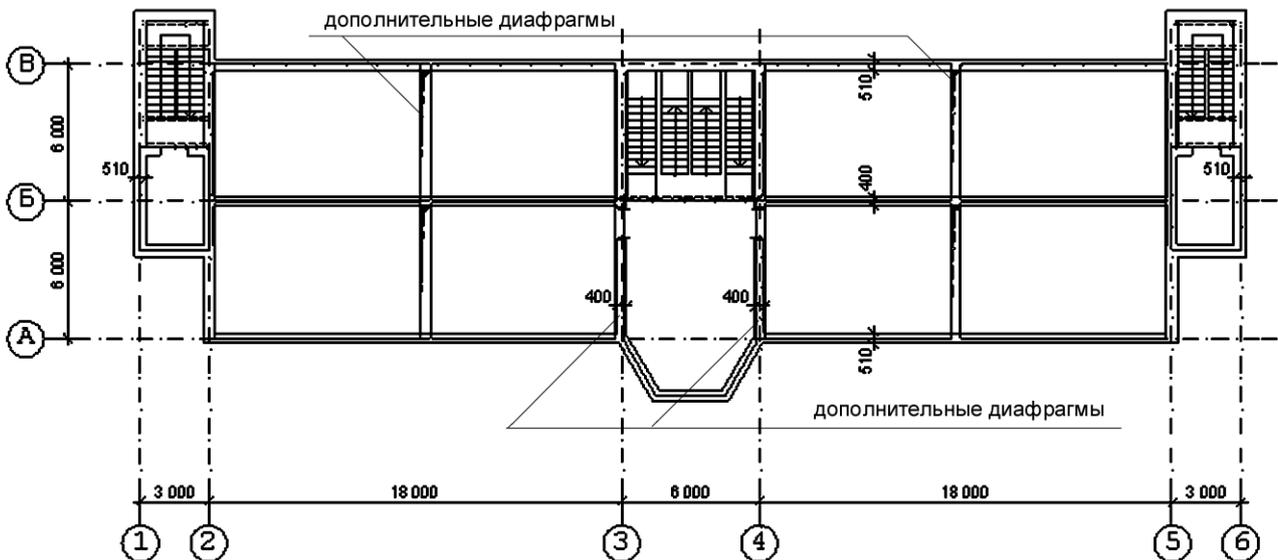


Рис. 1. План здания на отм. 0.00.

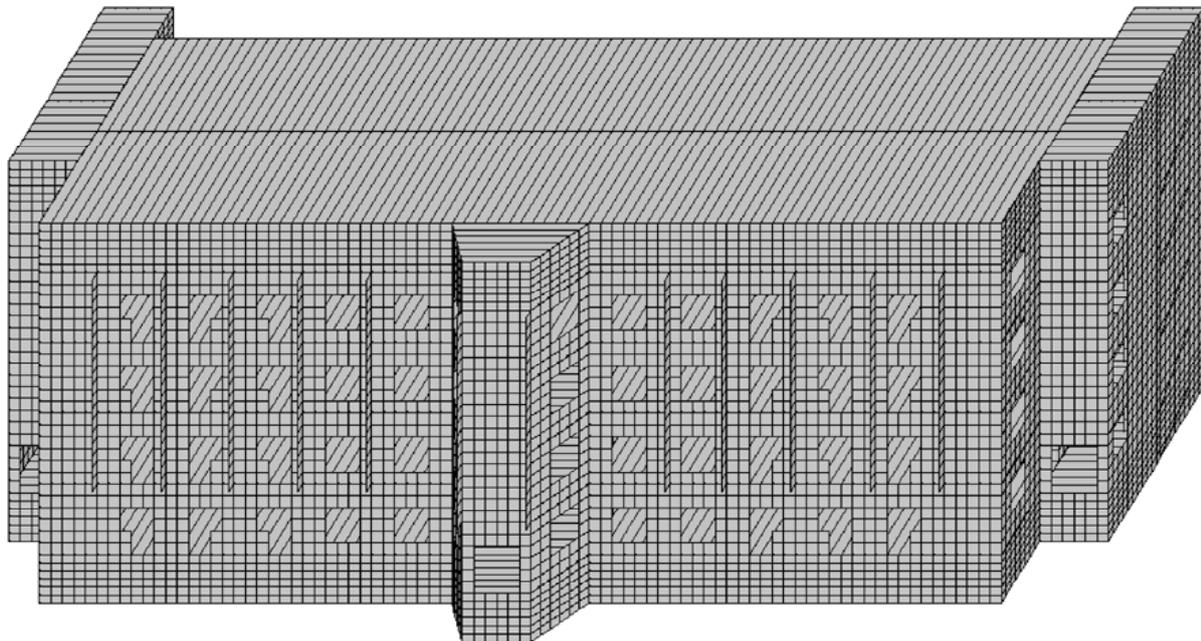


Рис. 2. Общий вид расчетной модели здания

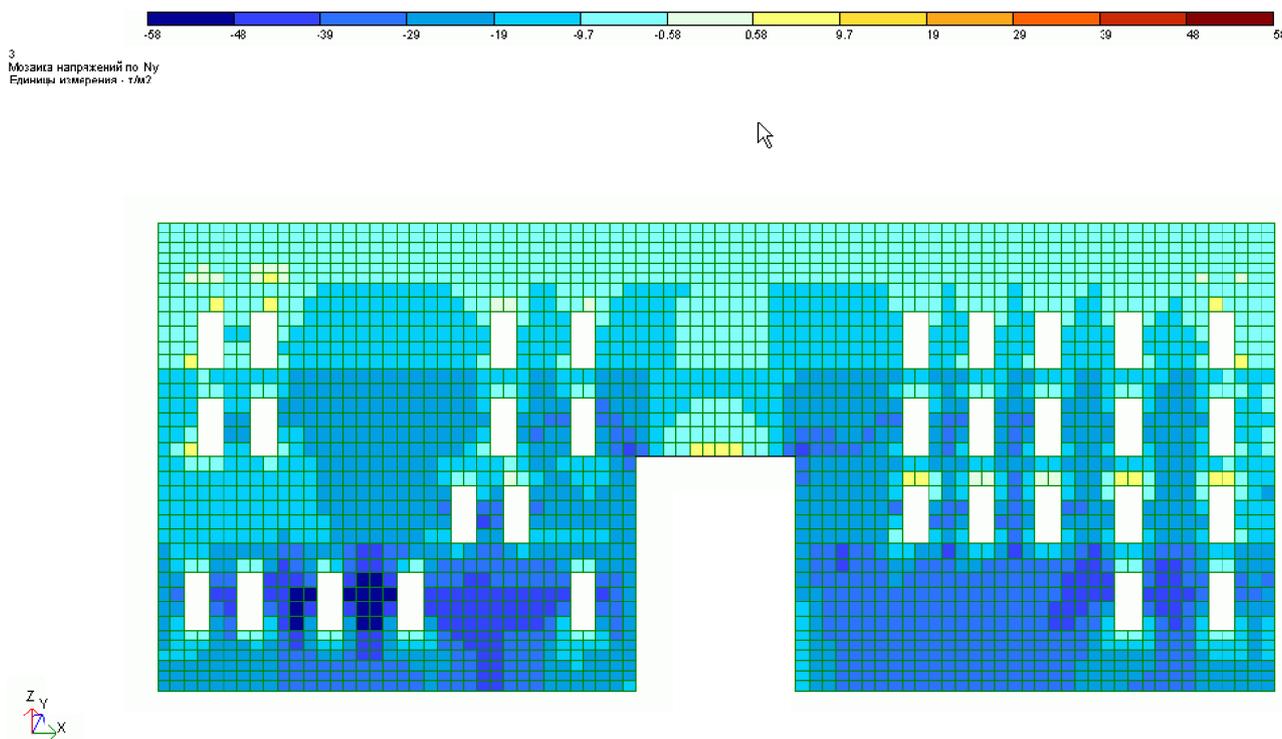


Рис. 3. Мозаика значений вертикальных напряжений по РСН-3 в стене по оси «Б».

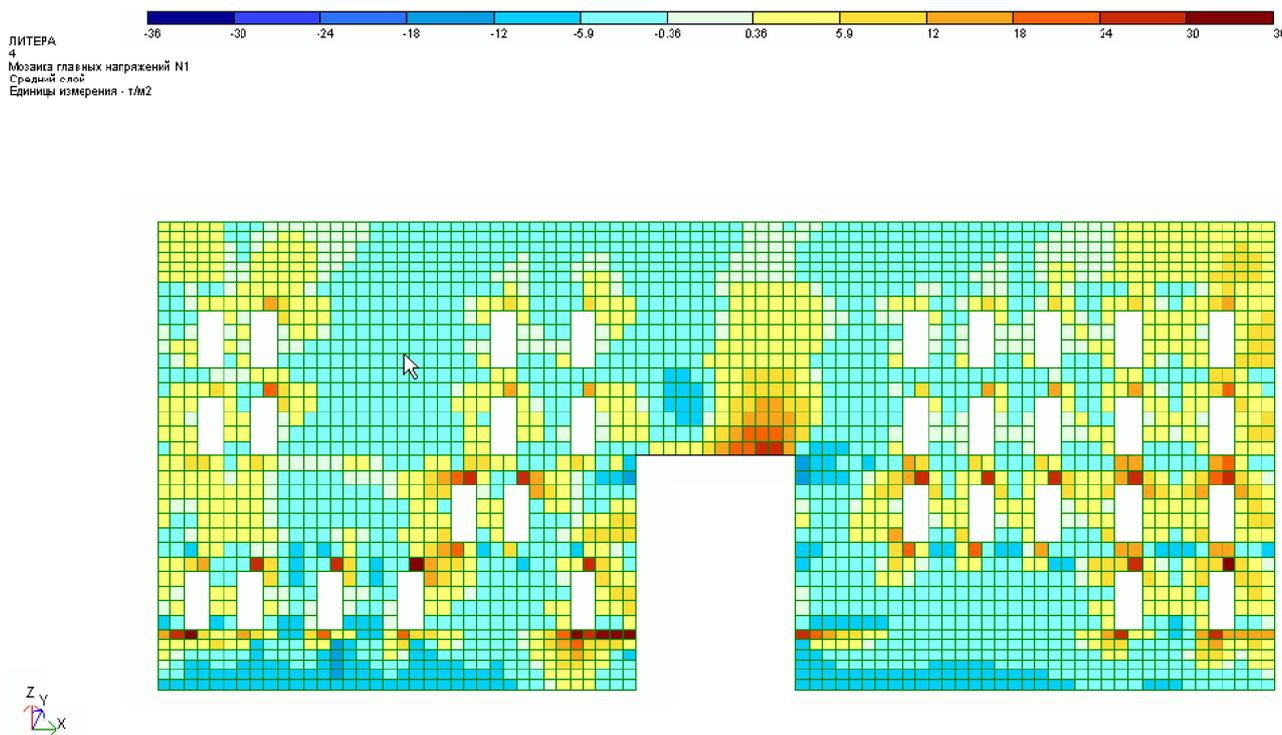


Рис. 4. Мозаика значений главных растягивающих напряжений по РСН-4 в стене по оси «Б».

При РСН-3 прочность при срезе в стене по оси «4» $T_{xy}=12\text{тс/м}^2 < N_y=22\text{тс/м}^2$ - прочность обеспечена. В перемычках следует сравнить касательные напряжения с прочностью на срез по перевязанным сечениям: $T_{xy}=15\text{тс/м}^2 < R_{sq}=16\text{тс/м}^2$ - напряжения близки к прочности.

При РСН-4 прочность по главным растяги-

вающим $N_1=23\text{тс/м}^2 > R_{tw}=16\text{тс/м}^2$. Прочность не обеспечена в зоне перемычек. В простенках $N_1=12\text{тс/м}^2 < R_{tw}=16\text{тс/м}^2$ прочность обеспечена.

В стенах по осям «4» и «5» не обеспечена прочность по главным растягивающим напряжениям в зонах перемычек (надпроемной закладки). При устройстве армированной набетон-

ки напряжения будут восприниматься армированной набетонкой. Прочность обеспечивается.

Продольная стена по оси «А». Прочность простенков при срезе обеспечена на всех этажах. Максимальные касательные напряжения $T_{xy}=6,2 \text{ тс/м}^2$ при минимальном обжатии кладки в их зоне $N_y=6,5 \text{ тс/м}^2$. Прочность по главным растягивающим напряжениям обеспечена во всех простенках $N_1 < 11 \text{ тс/м}^2$. Напряжения в перемычках $N_1=19 \text{ тс/м}^2 > R_{tw}=16 \text{ тс/м}^2$ несколько превосходят прочность по главным растягивающим напряжениям. В перемычках касательные напряжения не превосходят прочности кладки по перевязанному сечению.

В стене по оси «Б» (рис. 3). Прочность при срезе обеспечена во всех простенках. Напряжения среза в перемычках не более 8 тс/м^2 и не превосходят прочности при срезе.

Прочность по главным растягивающим напряжениям (рис. 4) не обеспечена у углов проемов в перемычках $N_1=18..30 \text{ тс/м}^2 > R_{tw}=16 \text{ тс/м}^2$.

В перекрытии третьего этажа средние растягивающие напряжения N_x могут достигнуть 11 тс/м^2 , а сдвигающие напряжения $9,2 \text{ тс/м}^2$. Максимальные значения будут в 1,5...2,0 раза больше. Жесткость диска перекрытия при существующем состоянии не обеспечена. Такая же ситуация с покрытием. В перекрытии четвертого этажа растягивающие напряжения будут восприняты существующим антисейсмическим поясом.

В модель с усилением введены следующие элементы: по осям «2'» и «4'» на всех этажах здания устраиваются стены из кирпичной кладки толщиной 250 мм, по осям «2» и «4» такие стены расположены на 3, 4 и техническом этажах здания.

Значения главных растягивающих напряжений в стенах снижаются на 35...50%. Прочность перемычек по главным растягивающим напряжениям $N_1=13 \text{ тс/м}^2 \leq R_{tw}=16 \text{ тс/м}^2$. Прочность обеспечена.

По результатам обследования и расчетно-аналитической оценки сейсмостойкости даны рекомендации по завершению строительства и повышению сейсмостойкости здания:

- увеличение жесткости диска перекрытия

полосовой армированной набетонкой и связи перекрытий со стенами.

- обрамление проемов с недостаточным опиранием перемычек железобетонными или стальными рамами;
- устройство по осям «2'», «4'» и «3», «4» железобетонных рам с заполнением, включенных в работу системы.

ВЫВОДЫ

1. Разработана методика анализа прочности каменных конструкций по результатам расчета напряженного состояния пространственной несущей системы здания на ПК Лира.
2. Методика имеет приближенный характер, однако позволяет оценить расчетные условия норм во всей несущей системе здания. При необходимости результаты могут быть уточнены для отдельных конструкций по методике работы [1].
3. Выполнен расчет несущей системы здания в исходном состоянии, с жесткими дисками перекрытий, с устройством дополнительных диафрагм. При введении диафрагм и жестких дисков перекрытий сейсмостойкость несущей системы здания по расчету обеспечена.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Линченко Ю.П., Васильев М.В. Расчет прочности каменных конструкций при сейсмическом воздействии по результатам анализа НДС на ПК «Лира» Будівельні конструкції 2004 вып. 60 255-259с.
2. СНиП II-7-81*. Строительство в сейсмических районах. Нормы проектирования. /Госстрой СССР.-М.: Стройиздат, 1982.
3. СНиП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования. /Госстрой СССР.- М.: ЦИТП, 1987.

Линченко Ю.П., к.т.н., профессор

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Константинов В.А., инженер

Корпорация «Укрросбуд», президент

Направления исследований перекрытий из экструзионных плит

Рассмотрено современное состояние исследований и применения перекрытий из экструзионных плит технологии «PCE Engineering». Выполнен анализ соответствия перекрытий отечественным нормам. Предложена методика исследований и совершенствования перекрытий для сейсмических районов на основе численного эксперимента. Работа выполняется для подготовки внедрения технологии в строительство Крыма

железобетон, плита, перекрытие, сейсмика, численный метод, анализ

Во многих странах Европы широкое распространение получили предварительно напряженные многопустотные плиты перекрытий, изготавливаемые по технологии фирмы «PCE Engineering» экструзионным методом /1/. Технология обладает многими преимуществами по сравнению с технологией монолитного железобетона и традиционной для нашей страны технологией производства сборных плит перекрытий. Технология производства почти полностью автоматизирована и позволяет получить изделия с калиброванными параметрами. В сравнении с плоскими перекрытиями в многопустотных перекрытиях экономится до 50% бетона и 30% стали при тех же характеристиках.

В связи с широким использованием в Европе и созданием новых рынков в 80-90 годы выполнены многочисленные исследования передачи предварительного напряжения, неразрезных перекрытий, податливых опор, работы жесткого диска в горизонтальной плоскости, динамических напряжений (в том числе сейсмического воздействия) и др. /1/. Исследования продолжаются и в настоящее время.

Строительная компания «КОНСОЛЬ ЛТД» в сотрудничестве с НАПКС готовится к внедрению технологии PCE в отечественных условиях. В связи с

этим возникли задачи адаптации технологии производства PCE, конструктивных решений сборных плит и перекрытий к отечественным нормам проектирования и строительства /2...6 и др./ и дополнения норм в соответствии с мировым уровнем исследований, опытом проектирования и строительства. Для внедрения необходимо выполнить исследования по всем вопросам несоответствия отечественным нормам строительства. Настоящая статья посвящена постановочным вопросам исследования дисков перекрытий из экструзионных плит.

Экструзионные плиты имеют ряд конструктивных особенностей, которые не отвечают требованиям отечественных норм проектирования, особенно строительства в сейсмических районах. Армирование экструзионных панелей включает только нижнюю и верхнюю продольную предварительно напряженную арматуру (рис.1). Согласно требованиям п.5.61 /2/ у концов предварительно напряженных элементов должна быть установлена дополнительная поперечная или косвенная арматура (сварные сетки, охватывающие все продольные стержни арматуры, хомуты и т.п.). Эти конструктивные особенности учтены в типовых конструкциях плит /3/.

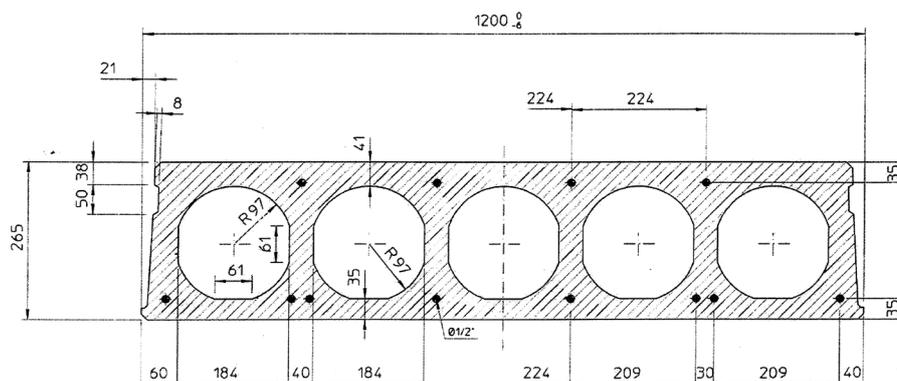


Рис.1.

Согласно нормам строительства в сейсмических районах (/4/, п.3.10) для соединения с антисейсмическим поясом или для связи с элементами каркаса в панелях следует предусматривать выпуски арматуры или закладные детали. Технология РСЕ не предусматривает таких решений. В зданиях с каменными стенами нормами (/5/, п.1.35 укладка в швах между панелями арматурных каркасов для связи с поясами не разрешается.

Выполнение требования по шпоночной или рифленой боковой поверхности плит (/4/, п.3.10) технологией РСЕ предусмотрено (рис.2). Боковая поверхность может иметь горизонтальные пазы и выступы и вертикальное рифление, образующие закрытую шпонку, способную воспринимать горизонтальные и вертикальные усилия в швах.



Рис.2.

В исследованиях необходимо учесть также требования создающихся в настоящее время норм строительства в сейсмических районах Украины /6/. При необходимости дать предложения в разрабатываемые нормы по перекрытиям из экструзионных плит.

Соединение экструзионных панелей в перекрытии между собой и с балками выполняется следующим образом. Во всех полках плит прорубываются штрабы после монтажа плит (рис.3). В пустоты плит и боковые швы устанавливаются арматурные стрежни или каркасы, образующие выпуски арматуры из плит и верхнее надпорное армирование. Затем выполняется бетонирование пустот и швов. В результате соединения могут быть получены неразрезные многопролетные плиты. По верху плит может выполняться армированная набетонка.

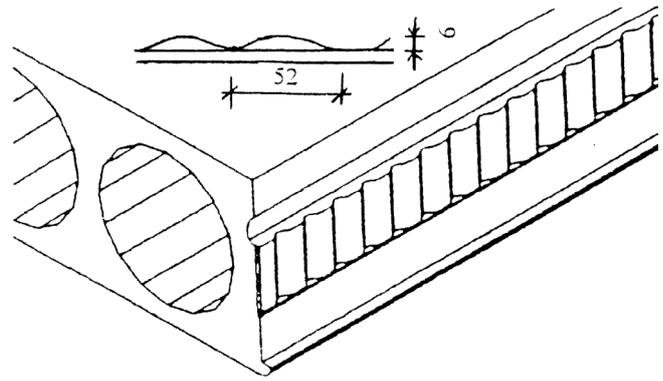


Рис.3.

Неразрезные сборно-монолитные перекрытия такой конструкции применяются на протяжении последних 20-ти лет в зданиях многоэтажных автостоянок, а также в сейсмических районах. Возникает вопрос: всегда ли необходимо такое мощное соединение? Вообще, пробивка полок и установка каркасов в пустоты применяется при усилении перекрытий существующих зданий, то есть при реконструкции, а не в условиях нового строительства.

На наш взгляд следует отметить следующие недостатки таких перекрытий:

- предусмотренные технологией повреждения плит перекрытий;
- повышение трудоемкости за счет пробивки полок и последующего бетонирования;
- увеличение веса перекрытия без набетонки на 9...10% и с набетонкой – на 40...50 %;
- возможность отрыва (выламывания) верхней полки плиты балками – шпонками выполненными в пустотах плит без поперечного армирования.

Планируется исследовать конструкцию сборно-монолитного перекрытия из экструзионных плит без армирования и бетонирования пустот. Объединяющее плиты армирование устанавливается в швах (продольных и поперечных) между плитами (рис. 3). Рассматривается вариант с предварительным напряжением арматуры в швах.

В результате исследований необходимо определить возможную область применения перекрытий в зависимости от следующих воздействий и конструктивных особенностей:

- расчетная сейсмичность;
- вид, расположение и жесткость вертикальных элементов (рам, диафрагм).

В исследованиях конструкций могут быть применены два общих подхода. Первый (более

традиционный) заключается в проведении масштабных физических экспериментов и построении на их основе методики расчета. Численные методы в этом случае привлекаются скорее для иллюстрации их возможностей или для решения локальных задач. При втором подходе основой для разработки методики расчета является масштабный численный эксперимент на расчетных моделях, идентифицированных с выполненными ранее физическими исследованиями.

Непрерывное развитие программных средств анализа напряженно-деформированного состояния конструкция позволяет решать все более сложные задачи. В частности в последней версии программного комплекса «ЛИРА 9.2» разработан модуль расчета на динамические воздействия систем с физически нелинейными элементами.

Учитывая современный уровень развития программных средств общую методику исследований рационально построить в следующем порядке.

1. Анализ исследований выполненных ранее. Отбор методик и результатов испытаний фрагментов перекрытий для численного моделирования. Анализ методик расчета, разработанных на основе экспериментальных исследований. Исследование – представитель должен иметь следующий набор данных: описание физической модели, результаты испытаний, методика и пример расчета, конечно-элементная модель (желательно).
2. На основе анализа по п. 1 разрабатывается и исследуется конечно-элементная модель. Требуется добиться её адекватности с выполненным ранее экспериментальным исследованием. Данная модель является достоверным базисом для создания моделей, учитывающих новые конструктивные особенности перекрытий.
3. Разработка и исследование конечно-элементных моделей, учитывающих новые конструктивные особенности. Исследование НДС с учетом физической нелинейности характеристик материалов и его изменения при появлении и развитии повреждений в процессе землетрясения.
4. Развитие методики моделирования и расчета перекрытий.

5. Идентификация расчетных моделей путем проведения физического эксперимента на фрагменте перекрытия.

В расчетных моделях необходимо учесть следующие факторы:

- неупругая работа материалов с учетом физической нелинейности. Появления и развития зон разрушения в моделях;
- пространственная работа перекрытия, взаимодействующего с вертикальными конструкциями;
- усадка бетона в швах;
- перераспределение НДС с учетом возникающих повреждений.

Нормы строительства в сейсмических районах допускают повреждения в конструкциях, которые, однако, не должны приводить к обрушению или существенному снижению несущей способности и надежности конструкций здания.

Именно допущение повреждения позволяет снизить (интенсивность силы сейсмического воздействия) в 3...4 раза, за счет перехода энергии колебаний в энергию разрушения материала. Поэтому важное значение имеет исследование развития повреждений в перекрытиях в процессе сейсмического воздействия; оценка опасности повреждений для несущей способности и разрушения основных несущих конструкций. Если перекрытия из экструзионных плит предлагаемой конструкции не получают критических повреждений при воздействии и расчетной интенсивности, то их восстановление и усиление после землетрясения можно выполнить в соответствии с решениями работы /1/.

В технологии применяются два типа панелей (рис.4) – с овальными пустотами и с круглыми пустотами. Ширина продольных швов составляет соответственно 28мм и 90 мм. Очевидно устройство армированных обвязочных балок с выпусками арматуры возможно только при 1-м типе плит. Установка арматуры в узкие швы не рекомендуется. Однако при первом типе плит сложнее обеспечить анкерровку арматуры, так как площадь сечения бетона в зоне анкерровки меньше, чем при втором. Необходимы дополнительные исследования напряженно-деформированного состояния в швах с учетом процесса появления и развития трещин и его влияния на прочность и жесткость диска перекрытия.

	Hollow core type I	Hollow core type II
Section properties		
A (cm ²)/I (cm ⁴)/S (cm ³)	1820/205260/9000	1730/195830/8720
b _w /b' / e (mm)	380/455/73	200/223/73
Cross section at slab end (Sect A,B)		
Un-cracked sections, and subject to positive moment		
Prestressing reinforcement		
Upper No 6 str. 3φ3 mm	Fs 127.2 mm ²	No 2 str 3/8" + 1 str 3φ3 Fs 125 mm ²
Lower No 8 str. 0.5"	Fi 744 mm ²	No 8 str 0.5" Fi 744 mm ²
Tot = 871 mm ²		Tot = 869 mm ²

Рис.4.

ВЫВОДЫ

1. Экструзионные плиты перекрытий технологии PCE не полностью удовлетворяют конструктивным требованиям норм, действующих на Украине, в том числе до строительству в сейсмических районах.
2. На основе анализа и обобщения ранее выполненных исследований необходимо выполнить исследования НДС дисков перекрытий при различных конструктивных решениях соединения плит перекрытий между собой с ригелями и вертикальными конструкциями.
3. Экспериментальные исследования рационально выполнять по методике численный эксперимент – идентификация модели. Для получения достоверных расчетных моделей и результатов необходимо выполнить идентификацию моделей с ранее выполненными экспериментальными исследованиями. Идентификация также позволит повысить достоверность расчетных моделей, учитывающих новые конструктивные решения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Special design considerations for precast prestressed hollow core floors / FIB. Bulletin 6. Guide to practice prepared by FIB Commission 6 Prefabrication. Stuttgart, Januari 2000. – 172 с.
2. СНиП 2.03.01-84. Бетонные и железобетонные конструкции / Госстрой СССР. –М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 79 с.
3. Типовые конструкции, изделия и узлы зданий и сооружений. Серия 1.141-1. Панели перекрытий железобетонные многопустотные. Выпуск 63. Предварительно напряженные панели с круглыми пустотами. Госгражданстрой СССР, 1984 г. –48 с.
4. СНиП II-7-81*. Строительство в сейсмических районах/ Госстрой России. –М: ГУП ЦПП, 2002. – 48 с.
5. ДБН В.1.1-1-94. Проектирование и строительство гражданских зданий из блоков и камней пильных известняков в сейсмических районах. / Госкомградостроительство Украины. –К.: Издательство «Укразхстройинформ», 1995. – 42 с.
6. ДБН В.1.1-...-2004. Строительство в сейсмических районах Украины (Проект, 1-я редакция) / Госстрой Украины.
7. Городецкий А.С., Шмуклер В.С., Бондарев А.В. Информационные технологии расчета и проектирования строительных конструкций. Учебное пособие. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2003. – 889 с.

Панюков Э.Ф., д.т.н., профессор, Алексеенко В. Н. к.т.н., доцент
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Предложения по завершению строительства с реконструкцией многоэтажного жилого дома в 4-ом микрорайоне г. Алушты

Приведены результаты обследования недостроенного 14-этажного жилого здания из монолитного бетона (возведено 10 – 11 этажей) в 4-м микрорайоне г. Алушты. На основании этого и поверочных расчётов несущей системы здания даны технические решения по усилению возведённых конструкций, подвергавшихся коррозии и внешним механическим воздействиям, разработаны рекомендации по завершению строительства.

обследование, коррозия, дефекты, восстановление, усиление, рекомендации, завершение строительства

Здание жилого дома А-563 расположено на склоне в микрорайоне №4 на северо-западной окраине г. Алушты. Участок, на котором расположено здание, относится к району с 8-балльной расчётной сейсмичностью по карте общего сейсмического районирования [10].

Цель работы – выполнить инструментальное обследование выстроенной части здания и дать рекомендации по её дальнейшему использованию.

Обследование здания выполнено в соответствии с требованиями нормативных документов [1] и рекомендаций [2].

Проведены следующие работы.

Визуальный осмотр для определения конструктивной схемы здания и повреждений конструкций [2,3,4].

Вскрытие фундаментов, элементов перекрытий и стен для определения конструкции, состава сечений, размеров, характеристик материалов.

Определение прочности тяжелого бетона и керамзитобетона методами, рекомендуемыми [3], склерометрическими методами с использованием склерометра ОМШ-1 и контрольными уточнениями посредством механических испытаний до разрушения образцов керамзитобетона и тяжелого бетона, отобранных из стен различных этажей. Определение защитного слоя бетона, расположения и диаметра арматуры электромагнитным методом с помощью прибора ИЗС–10Н. Результаты определения электромагнитным методом и установление степени коррозии стержневой арматуры подтверждены контрольными вскрытиями и измерениями.

Технические решения по усилению конструкций разработаны с учетом требований норм проектирования [8,10], а также фактических архитектурно-планировочных и конструктивных решений здания, характеристик материа-

лов и параметров существующих конструкций.

Незавершенное строительством здание жилого дома А-563, сложной формы в плане, состоит из двух блоков №1 в осях «В-Л»/«1-6» и №2 в осях «А - И»/«7-12». В блоке №1 возведено 10 этажей, в блоке №2 возведены стены 11-го этажа. Оба блока имеют цокольные этажи. Здание возводили в 1992-94 г.г., в июне 1994 г. строительство остановлено. Работы по консервации объекта после остановки строительства не выполняли.

На момент проведения обследования незавершенный жилой дом находился в стадии проведения подготовительных работ к завершению строительства.

Несущая система – монолитные железобетонные продольные и поперечные стены. По проекту [11] все стены цокольного этажа и внутренние стены вышележащих этажей из тяжелого бетона класса В15 по прочности на осевое сжатие, наружные стены всех вышележащих этажей – из керамзитобетона класса В12,5.

Максимальный шаг несущих продольных и поперечных стен 6.4 м. Высота типового этажа - 2.8 м. Перекрытия из сборных железобетонных многпустотных плит.

Для установления фактического конструктивного исполнения фундаментов и идентификации грунтов оснований вскрыты шурфы в трех характерных зонах. Вскрытием шурфов установлено наличие грунтовых вод на уровне 0.2м выше низа фундаментной плиты. Грунты основания находятся в водонасыщенном состоянии. Идентификацией грунтов по отобранным образцам установлено, что основанием фундаментной плиты являются аргиллиты с параметрами, соответствующими ИГЭ-3 по разрезу, полученному инженерно-геологическими исследованиями.

Прочность бетона фундаментной плиты в целом не ниже класса бетона по прочности на сжатие В15. Установлено наличие зон плиты с прочностью бетона, соответствующей классу В20. Техническое состояние фундаментной плиты жилого дома А-563 в соответствии с принятыми в действующих нормативных документах [1] классификационными признаками – нормальное, ее параметры (без усиления) позволяют завершить строительство жилого дома А-563.

Стены цокольного этажа шириной сечения 400мм выполнены из тяжелого бетона. Рабочее армирование стен практически не повреждено коррозией. Толщина защитного слоя бетона составляет от 25 до 40мм. Прочность бетона стен цокольного этажа соответствует классу бетона по прочности на сжатие В15, принятому в проекте.

Техническое состояние стен цокольного этажа нормальное.

Наружные стены верхних этажей шириной сечения 400 мм выполнены из монолитного керамзитобетона по прочности на осевое сжатие класса В7,5, что ниже проектного класса керамзитобетона В12,5. Существенным отклонением от проекта [11] является не регулярная частичная замена значительных объемов тяжелого бетона на керамзитобетон при выполнении внутренних стен, резко изменяющих деформационно-прочностные параметры несущей конструкции. Поэтому, при выполнении поверочных расчётов несущей способности здания расчётное сопротивление бетона внутренних стен следует принимать соответствующим установленному при обследовании для керамзитобетона. Основными дефектами стен являются расслоения и каверны, образовавшиеся в результате нарушения технологической дисциплины при производстве работ. Допущены значительные по объёму закладки подоконных блоков кирпичной кладкой, лишенной армирования и надёжной связи с основными стенами недостроенного здания. В результате длительного действия атмосферных осадков на незащищенные керамзитобетонные стены, выполненные с нарушениями технологической дисциплины, степень коррозии арматурных стержней в наиболее замачиваемых зонах достигает 5%, а на не завершённых этажах до 10-20 %.

Для расчета несущей системы здания сле-

дует расчетные площади стержней незавершённых этажей вводить с коэффициентом $K=0,8$, всех нижележащих этажей с коэффициентом $K=0,95$.

В целях уточнения склерометрической оценки прочности керамзитобетона были отобраны образцы стенового материала из зон с различным качеством структуры поверхностей для механических разрушающих испытаний.

Прочность монолитного керамзитобетона стен ниже проектной и составляет 100 кгс/см², т.е. соответствует классу керамзитобетона по прочности на осевое сжатие В7,5. Техническое состояние стен удовлетворительное.

Перекрытия выполнены из железобетонных многпустотных плит, опирающихся на несущие поперечные и продольные стены. В результате постоянного замачивания плит перекрытий атмосферными осадками значительное их количество повреждено размораживанием бетона припорных участков и коррозией арматуры, наблюдаются зоны разрушения защитного слоя бетона и разрывы бетона, пустоты в средней части пролета плит. Прочность бетона плит перекрытий соответствует классу бетона В20 по прочности на сжатие. Техническое состояние многих плит перекрытий непригодное к дальнейшей эксплуатации без усиления.

Прочность бетона перемычек соответствует классу бетона В15 по прочности на сжатие. Техническое состояние перемычек удовлетворительное.

Перемычка в несущей стене 7 этажа по оси 9 имеет значительные повреждения размораживанием и коррозией арматуры. Необходимо её усиление.

В ряде случаев перемычки в перегородках выполнены из кирпича, уложенного насухо на арматурные стержни. Это не соответствует требованиям норм строительства в сейсмических районах. Такие перегородки следует заменить, предпочтительно на легкие, например, гипсокартонные.

Перегородки выполнены из крупноразмерных железобетонных сборных панелей. Основным дефектом перегородок являются сквозные трещины и коррозия закладных деталей, достигающая 8-10%. Прочность бетона перегородок соответствует классу бетона В15 по прочности на сжатие. Техническое состояние перегородок удовлетворительное.

Часть перегородок была подвергнута механическим разрушениям, такие перегородки подлежат замене, предпочтительно лёгкой конструкции.

Лифтовые шахты выполнены из крупноразмерных железобетонных сборных элементов. Основным дефектом элементов лифтовых шахт является коррозия закладных деталей, достигающая 5-7%. Прочность бетона элементов лифтовых шахт соответствует классу бетона В15 по прочности на сжатие. Техническое состояние элементов лифтовых шахт удовлетворительное.

Лестницы выполнены из сборных железобетонных маршей, объединенных с площадками. Основным дефектом элементов лестниц является нарушение защитного слоя рабочей арматуры и, как следствие, начавшаяся коррозия рабочей арматуры, достигающая 5%. Прочность бетона элементов лестниц соответствует классу бетона В20 по прочности на осевое сжатие. Техническое состояние элементов лестниц удовлетворительное. Однако, узлы опирания элементов лестниц значительно повреждены коррозией и требуют усиления.

Следует ответить, что при производстве работ были допущены различные нарушения требований норм.

Например, при бетонировании стены по оси 9 отклонения по вертикали её грани, выходящей на фасад, достигает 150 мм. Деформационный и антисейсмический шов между блоками перекрыт в некоторых местах неразрезными плитами. В некоторых случаях рабочую арматуру конструкций использовали в качестве крепёжного элемента металлических дверей. Закладные и соединительные детали сборных железобетонных ограждений лоджий подвержены глубокой коррозии до 50%, что уже приводит к их обрушению, угрожающему жизни людей. Необходимо незамедлительно демонтировать железобетонные ограждения лоджий с их заменой на лёгкие элементы из современных эффективных материалов.

Сборная железобетонная плита козырька над входом в здание пробита тяжёлым падающим предметом. Необходимо срочный демонтаж и устройство нового покрытия козырька.

Поскольку основной причиной, определяющей появление большинства дефектов в несущих конструкциях, явилась коррозия бетона и арматуры уместно учесть следующее [4].

Защита от коррозии арматурной стали, расположенной в бетоне, осуществляется благодаря тонкой защитной плёнке, которая образуется в результате реакции стали с содержащимися в бетонной массе щелочными растворами (гидроксида кальция). При схватывании цемента около 25% его массы переходит в гидроксид кальция, которая, растворяясь, оседает в поровых водах. Образование гидроксида кальция является важнейшей предпосылкой долговечности железобетона, обеспечивающей защиту от коррозии арматуры. В результате реакции углекислого газа, имеющегося в воздухе, с гидроксидом кальция запас последней с течением времени истощается. Этот процесс, называемый карбонизацией, распространяется постепенно с внешней поверхности в глубь бетонного слоя. В карбонизированном бетоне коррозионная защита перестаёт действовать как только фронт карбонизации достигает арматурной стали. При этом интенсивность коррозии тем выше, чем лучше доступ к арматуре кислорода и влаги. Внешним признаком такой коррозии является белый налёт на поверхности конструкции в месте выхода воды, что и послужило основанием назвать этот вид коррозии “белой смертью бетона”. Для обследуемого здания, не подвергнутого консервации при остановке строительства, для этого были созданы идеальные условия. По мере выщелачивания извести из бетона его механическая прочность снижается, при этом первоначальная потеря извести сказывается на прочности меньше, чем последующая. Выщелачивание первых 16% извести приводит к потере 20% прочности, а последующих 14% - уже к потере 50% прочности. Полное разрушение конструкций наступает при выщелачивании извести более 35-50%.

Подчеркнём, что в отапливаемых сухих помещениях коррозионные разрушения встречаются редко даже в тех случаях, когда окружающей сталь бетон карбонизировал. Наличие коррозии обнаруживается не сразу. Повреждение становится заметным, когда давление, вызванное образованием слоя ржавчины, превышает сцепление бетона с арматурой.

Наряду с обычной коррозией стали в результате окисления её кислородом, существует водородная коррозия. Известно, что контакт водорода со сталью повышает хрупкость последней и снижает её прочность [4]. Такая корро-

зия может происходить только во влажной среде. Процесс развивается аналогично процессам, протекающим в гальваническом элементе. Вода (водяные пары) выполняет функции электролита между двумя материалами, из которых один корродирует, а другой остаётся без изменения. При этом электролит разлагается на водород и кислород. Кислород участвует в процессе коррозии стали, а водород, реагируя с кислородом вновь переходит в воду. Часть свободного водорода проникает в корродирующую сталь и вызывает в ней так называемую водородную хрупкость, которая по своему влиянию на прочность стали выходит далеко за рамки действия обычной коррозии. Увеличение содержания водорода вызывает образование трещин и даже разрушение стали.

В заключение следует подчеркнуть, что начавшуюся коррозию стали остановить невозможно, если не удалить полностью с поверхности стальных элементов продукты коррозии, защитив их затем антикоррозийными составами. В существующем здании выполнить это не реально. Восстановление защитных покрытий начавшей ржаветь стали может замедлить процесс коррозии, но не остановить его. Поэтому при поверочных расчётах несущей способности здания следует снизить расчётные характеристики стали с учётом максимальных значений глубины коррозии, установленных при обследовании.

Для завершения строительства жилого дома А-563 и обеспечения возможности его дальнейшей безопасной эксплуатации рекомендовано следующее.

1. Выполнить вертикальную планировку и организацию отвода атмосферных вод от здания;
2. Усиление плит перекрытий провести в соответствии с предложенными техническими решениями.
3. Восстановить нормированную огнестойкость дефектных лестничных маршей локальным оштукатуриванием поврежденных зон по сетке Рабитца;
4. Усиление узлов опирания лестничных маршей с площадками на стены выполнить в соответствии с предложенными техническими решениями.
5. Повсеместно выполнить ревизию сварных соединений закладных деталей сборных

элементов лифтовых шахт и перегородок и при необходимости усилить дополнительной приваркой по месту стальных полос толщиной не менее 5 мм.

6. Демонтировать разрушенные и аварийные крупнопанельные перегородки с последующей заменой на гипсокартонные;
7. Восстановление утраченных сечений (вследствие коррозии выпусков арматурных стержней из стен десятого и одиннадцатого этажей) выполнить вклеиванием арматурных анкеров в специально устраиваемые в стенах вертикальные шпурсы на расстоянии не менее 100 мм от наружных граней существующих стен эпоксидным клеем тиксотропной консистенции ADESILEX PG1 или ADESILEX PG2 производства компании MAPEI.
8. Выделить зону опасности по периметру здания и прекратить доступ посторонних лиц на территорию строительной площадки;
9. Ограничить этажность здания возведённым количеством этажей (11эт.). Технический этаж устраивать в чердачных помещениях под легкой шатровой крышей на новом монолитном перекрытии 11-го этажа. Крышу целесообразно выполнить из металлоконструкций, кровлю – из профнастила.

ВЫВОДЫ:

1. Выполнено комплексное инструментальное обследование не достроенного жилого дома А-563 в микрорайоне №4 г. Алушты.
2. Многочисленные операции инструментальных измерений подтверждены контрольными вскрытиями всех ответственных конструктивных элементов.
3. Работа позволила установить конструктивную схему здания, фактические параметры и прочность материалов несущих конструкций, составить достаточно полное представление о дефектах конструктивных элементов и участков стен.
4. На основании этого проведена классификация технического состояния несущих конструкций в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.
5. Полученные результаты позволили разработать обоснованные, требующие минимальных финансовых и материальных затрат технические решения усиления.
6. Выполнение рекомендуемых мероприятий обеспечит возможность завершения строительства жилого дома и дальнейшую его безопасную эксплуатацию.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд: Затв.наказом від 27 листопада 1997 р. за № 32/288 і введ. до дії з 1 грудня 1997 р. Держкомбуд та Держохоронпраці.-К.: НДІБВ, 1997.
2. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций по внешним признакам /ЦНИИПромзданий.- М.: Стройиздат, 1988.
3. Рекомендации по обследованию и оценке качества с применением неразрушающих методов возводимых и эксплуатируемых конструкций./ НИИЖБ Госстоя СССР. - М.: Стройиздат, 1987.
4. Руфферт Г. Дефекты бетонных конструкций. М.: Стройиздат, 1987.- 111 с.
5. Методические рекомендации по усилению железобетонных конструкций зданий и сооружений (на основе анализа и обобщения существующего опыта). Госстрой СССР, Главпромстройпроект, СоюзметаллургстройНИИпроект, Харьковский ПромстройНИИпроект, НИИСП Госстроя УССР, НИИЖБ. Харьков, 1984. 203 с.
6. Рекомендации по усилению железобетонных конструкций зданий и сооружений под нагрузкой в условиях реконструкции. К.: НИИСП Госстроя УССР, 1990, 60с.
7. Типовые строительные конструкции изделия и узлы. Серия 0.00 –2.96с. Повышение сейсмостойкости зданий. Выпуски 0-0 – 0-7. ЦНИИСК им. Кучеренко ГП НИЦ “Строительство” Минстроя России, 1997.
8. СНиП II-7-81*. Строительство в сейсмических районах. Нормы проектирования./Госстрой СССР.-М.: Стройиздат, 1982.
9. Международные строительные нормы СНГ. Строительство в сейсмических районах (Проект) 2002 г. / Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2002,№3. с.27-54.
10. ДБН В.1.1-.....-2004. Строительство в сейсмических районах Украины. Проект. Госком Украины по строительству и архитектуре. Киев, 2004. С. 98.
11. Рабочий проект. 130-кв. жилой дом в МР-4 г. Алушты. А-563 АР, КЖ /Алуштинский отдел «КрымНИИпроект», 1988 г.

Рубель А.А., к.т.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Воробьева Е.В.

Научное творческое производственное объединение «Крым»

Инженерное обследование памятника архитектуры начала XX века «Дача Кичкинэ» в п.г.т. Гаспра АР Крым

Приведены результаты инженерного обследования основных конструктивных элементов здания памятника архитектуры

памятник архитектуры, обследование, сейсмостойкость

Дача «Кичкинэ», что в переводе с татарского означает «Малютка», расположена на южном побережье Крыма в районе Большой Ялты в поселке Гаспра и принадлежала князю Дмитрию Константиновичу. Здание сооружено на скалистом берегу в небольшом парке. Автор проекта неизвестен. 5 мая 1912 г. был подписан договор, из которого следует, что подряд на строительство дачи и благоустройство территории берет на себя В.Г. Тарасов – инженер путей сообщения. Строительство дачи завершено в августе 1913 г.

Дача имеет сложную пространственно-планировочную структуру. Два разновеликих объема соединены между собой переходной галереей-верандой. В большом (южном) объеме располагались вестибюль, «Большая» и «Малая» столовые, гостиная и другие помещения. В северном меньшем объеме находился кабинет князя, его спальня, приемная, помещения для слуг (рис. 1а,б).

При создании художественно-архитектурного облика дачи автор следовал архитектурному стилю модерн. Это нашло свое отражение в использовании декоративных приемов, характерных для мавританской архитектуры: многоарочные ограждения галерей, применение арабесок в декоративном оформлении плоскости стен. Облику здания присущи асимметрия, многообразие форм и архитектурных деталей.

Фасады дачи выдержаны в неомавританском стиле и характеризуются ритмом разноэтажных объемов, набором разнообразных по форме проемов. Выступающие стены завершаются зубцами, плоские кровли превращены в террасы. Одна из башен выполнена в виде минарета и служит смотровой площадкой. Облик дачи, учитывающий окружающий ее ландшафт, позволил автору создать своеобразный романтический образ сооружения.

В наше время дача претерпела значительные изменения: пристроены технологические помещения

кухни, надстроены помещения над большим обеденным залом, застеклены открытые веранды, выполнена перепланировка внутренних помещений, изменено их назначение (рис. 1в,г).

Целью проекта реставрации являлось возвращение памятнику внешнего вида и восстановление планировки, приспособление здания дачи под музей. Разработке научно-проектной документации по реставрации предшествовали работы по инженерному обследованию.

Цель инженерного обследования состояла в оценке технического состояния основных конструктивных элементов памятника, оценке сейсмостойкости здания, разработке рекомендаций по его усилению и повышению сейсмостойкости.

Инженерное обследование выполнено НТПО «Крым» в 2004 году. При анализе полученных данных учитывали материалы изысканий института «Укрпроектреставрация» 1990, 1991, 2004 года.

Здание памятника располагается на искусственно спланированной площадке над высоким скалистым обрывом. Площадка относится к I району по снеговой нагрузке и II району по ветровой нагрузке, нормативная сейсмичность 8 баллов.

При изучении конструктивной схемы здания выполняли шурфы возле фундаментов, зондажи в стенах и перекрытиях, использовали доступные для осмотра участки основных несущих конструкций. Конструкции частей здания, построенных в позднее время и подлежащие демонтажу, не обследовали.

В итоге проведения работ по инженерному обследованию памятника получены следующие результаты.

Фундаменты здания ленточные, кладка выполнена из необработанных глыб местного мраморовидного известняка на цементно-песчаном растворе с добавлением мелкой гальки, глубина заложения фундамента до 2,1 м. Основанием фундаментов служит известняк мраморизованный крепкий. В пределах

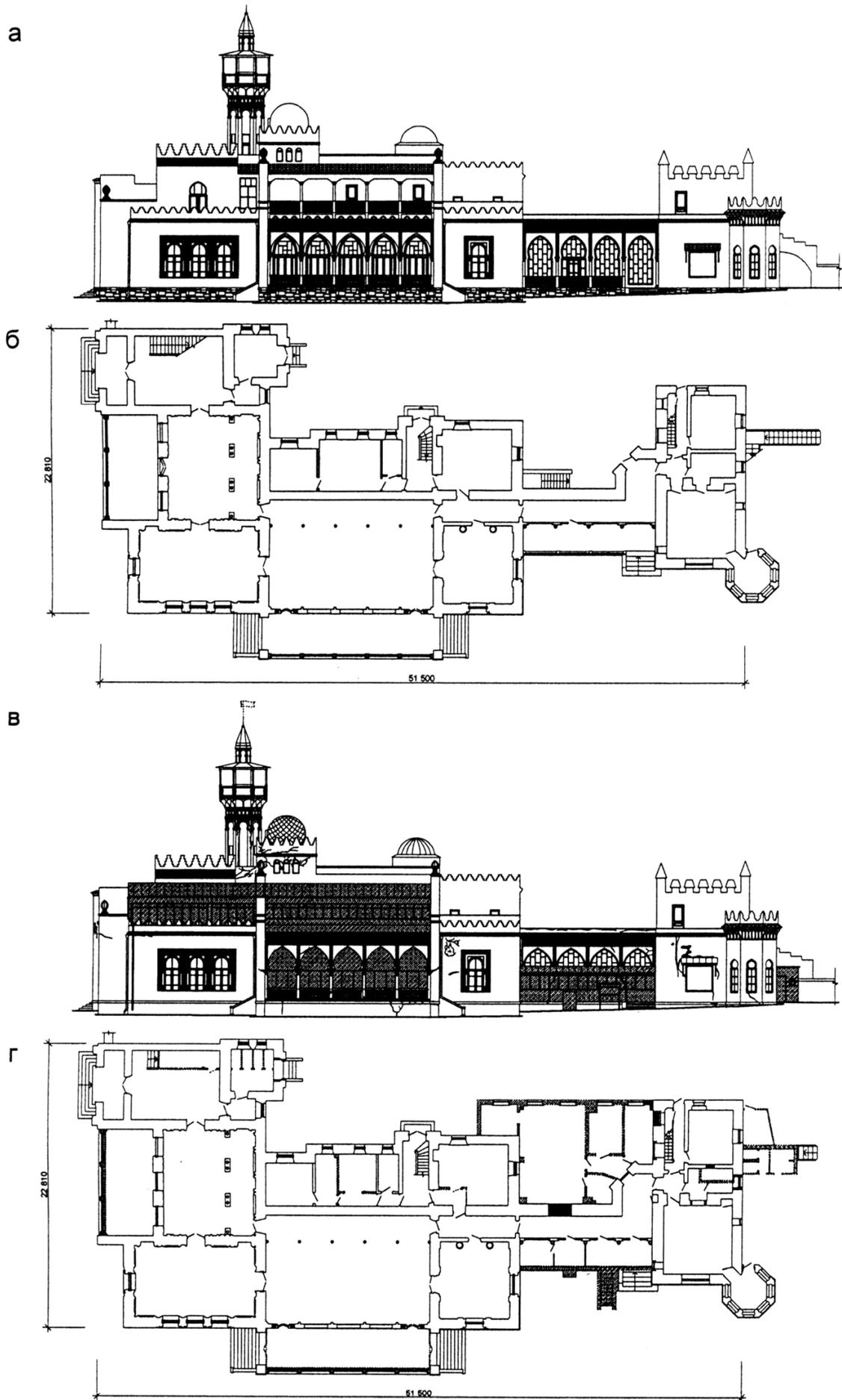


Рис.1. Общий вид и планы дачи “Кичкинэ”

шурфов грунтовые воды не обнаружены.

Состояние фундаментов здания памятника удовлетворительное: трещин, неравномерных осадков, отклонений от вертикали не обнаружено.

Отмостка вокруг здания совмещена с существующим асфальтобетонным покрытием и покрытием из бетонной тротуарной плитки. На части южного и восточного фасадов отмостка отсутствует, в этих местах непосредственно к фундаментам примыкают посадки декоративных кустарников и деревьев. Состояние отмостки, в местах где она имеется, удовлетворительное.

Цоколь выполнен из местного грубоотесанного камня мраморовидного известняка на сложном растворе. В отдельных местах в цоколе наблюдаются трещины шириной раскрытия до 0,15 мм. В целом состояние кладки цоколя удовлетворительное. Исключением является цоколь веранды на восточном фасаде. Здесь в кладке наблюдаются трещины до 2-5 мм, смещение камней, отклонение от вертикали до 3-5 см. Состояние кладки цоколя неудовлетворительное.

Наружные и внутренние несущие стены основного объема памятника выполнены из тесаных камней мраморовидного известняка на сложном растворе и оштукатурены. Визуально в стенах наблюдаются трещины шириной до 0,15 мм. При выполнении зондажей в этих местах установлено, что трещины в основном расположены в штукатурном слое, а в кладке наблюдаются только в отдельных случаях. Парапеты и карнизы стен покрыты медными или оцинкованными листами, желобчатой глиняной черепицей. В отдельных местах имеются утраты черепицы, где замощение стен вызывает разрушение штукатурного слоя и архитектурных деталей.

В целом состояние кладки стен удовлетворительное.

Перекрытия оконных и дверных проемов в здании памятника арочные и рядовые. Перекрытия выполнены из монолитного железобетона. В перекрытиях отсутствуют видимые прогибы, трещины, сколы. Состояние перекрытий удовлетворительное. Исключения составляют арочные перекрытия входов на веранду на восточном фасаде, в которых наблюдаются трещины шириной раскрытия до 0,5 мм.

Междуэтажные перекрытия в здании памятника выполнены из монолитного железобетона. Конструктивно использовано два типа решений: плоская и ребристая железобетонные плиты. Железобетонные конструкции выполнены из бетона с крупным заполнителем на морской гальке и армированы

гладкой стальной арматурой. Состояние железобетонных конструкций перекрытий удовлетворительное. Прогибов, трещин, сколов бетона, разрушения защитного слоя и коррозии арматуры не наблюдается.

Покрытие здания памятника разноуровневое. В покрытии имеются участки скатной и плоской кровли, купола.

Скатные кровли выполнены из стальных оцинкованных и медных листов по сплошной деревянной обрешетке, состояние обрешетки и покрытия удовлетворительное, видимые повреждения отсутствуют. Несущая конструкция скатной кровли образована системой деревянных стропил, ригелей и стоек, опирающихся на мауэрлат, лежни и стены. Соединения элементов выполнены на врубках и металлических скобах. Состояние основных несущих элементов скатной кровли удовлетворительное, поражение жучками-древоточцами и гнилью незначительное, узлы соединения конструкций покрытия не нарушены.

Плоские эксплуатируемые кровли совмещены с железобетонными конструкциями перекрытий и покрыты керамической плиткой, в отдельных плитках имеются сколы и трещины. Общее состояние плоских эксплуатируемых кровель удовлетворительное.

Два купола образованы системой кружал из досок, соединения выполнены на гвоздях, общее состояние несущих элементов купола удовлетворительное, поражение жучками-древоточцами и гнилью незначительное. Покрытие куполов выполнено чешуйчатым из листов красной меди, состояние покрытия удовлетворительное, видимые повреждения отсутствуют.

Один из куполов выполнен из монолитного железобетона и покрыт стальными оцинкованными листами. Состояние несущих элементов и покрытия купола удовлетворительное, видимые повреждения отсутствуют.

Внутренние лестницы монолитные железобетонные. Состояние удовлетворительное.

На западном фасаде дачи Кичкинэ располагается смотровая площадка, стилизованная под минарет, на восьмигранной башне, опирающаяся на стены здания, с внутренней винтовой лестницей и смотровой площадкой наверху. Башня, смотровая площадка и винтовая лестница выполнены из монолитного железобетона (рис. 2а).

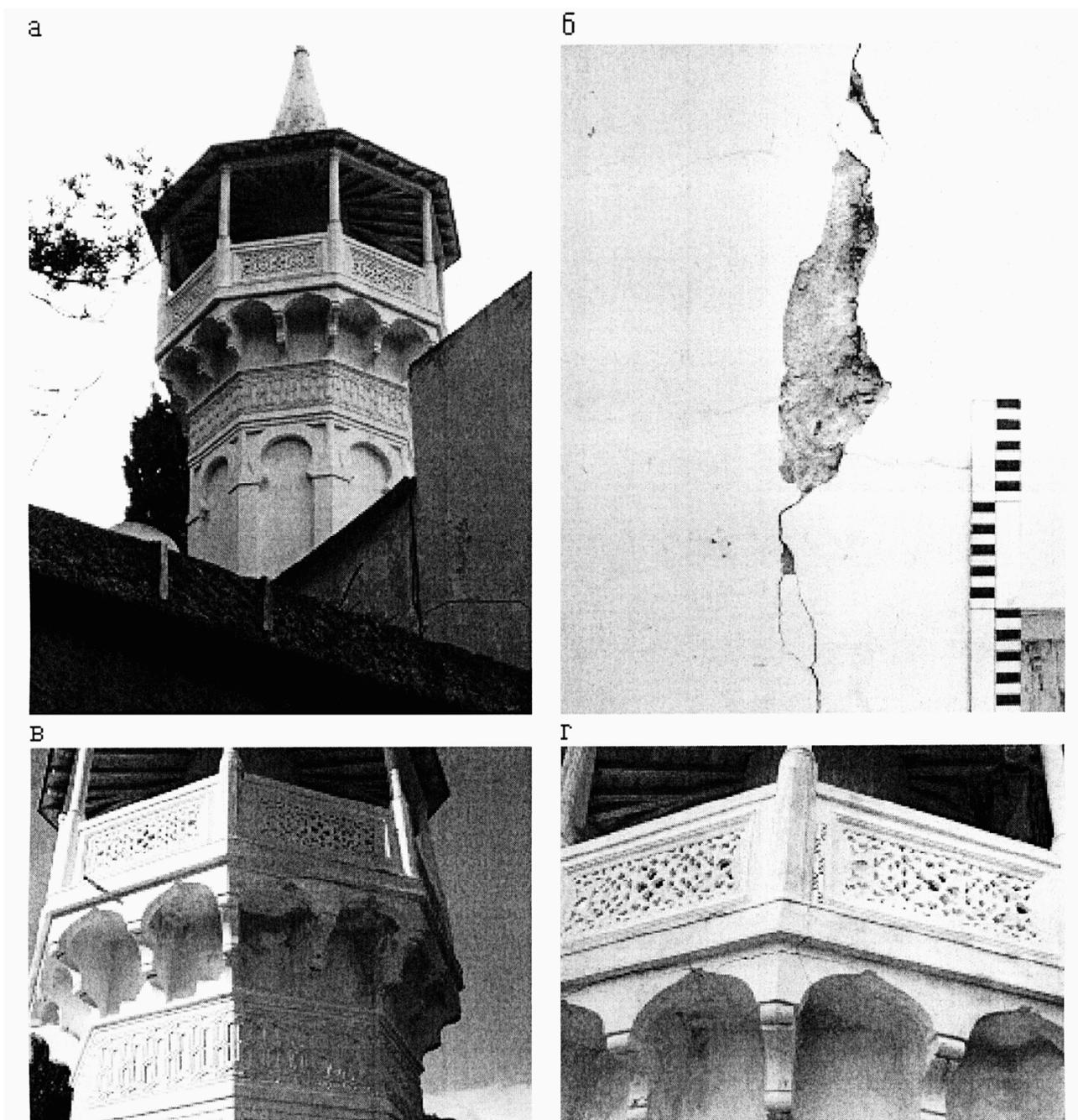


Рис 2 Общий вид смотровой площадки (а) и дефекты ее конструкции (б,в,г)

В стенах башни наблюдаются вертикальные сквозные трещины шириной раскрытия до 0,5 мм, отслоения и сколы бетона. Плита смотровой площадки опирается на стены башни и поддерживается кронштейнами. В плите смотровой площадки имеются сквозные трещины, проходящие от центра к краю плиты. В поддерживающих площадку кронштейнах проходят трещины шириной раскрытия до 5 мм (см. рис. 2б,в,г). Ограждение смотровой площадки так же железобетонное. В элементах ограждения и в местах их крепления наблюдаются многочисленные трещины.

Техническое состояние башни, смотровой площадки и ее ограждения неудовлетворительное.

На восточном фасаде здания памятника находится веранда. Веранда, прямоугольная в плане, выступает за наружную грань стены. Фундамент и цоколь веранды по материалам и конструкции аналогичны фундаменту и цоколю основного здания. Торцевые стены выполнены из каменной кладки с арочными проемами входов, наружная стена выполнена в виде многопролетной железобетонной арочной системы, опирающейся на железобетонные колонны. Покрытием веранды является плоская железобетонная плита.

Техническое состояние веранды аварийное. В кладке цоколя и угловых простенков наблюдаются трещины, смещение камней. Угловые про-

стенки, колонны, цоколь имеют отклонение от вертикали до 5...6 см. В железобетонных колон-

нах наблюдаются трещины, разрушение защитного слоя бетона и коррозия арматуры (рис. 3а).

а



б



Рис 3. Разрушения в конструкциях веранды на восточном фасаде (а) и в конструкциях лестницы на северном фасаде(б)

Шурф, выполненный возле фундамента веранды, показал, что подошва фундамента залегает на глубине 2,1 м, а основанием является суглинок дресвяный красно-коричневый, влажный, тугопластичный, с включением отдельных глыб и щебня известняка, то есть в отличие от остальной части здания, фундамент веранды не доведен до скального основания.

Кроме того, по результатам историко-архивных изысканий было выяснено, что при строительстве веранды на восточном фасаде была допущена ошибка при разбивке фундаментов и кладка стен была выполнена со смещением относительно его оси на 3-4 вершка (15-20 см).

На северном фасаде дачи имеется наружная железобетонная лестница, ограждение лестницы выполнено в виде сплошного экрана. В железобетонных маршах и ограждении лестницы наблюдается разрушение защитного слоя бетона и коррозия арматуры, трещины. В ограждении нижнего марша трещины сквозные с раскрытием до 5 мм. Техническое состояние лестницы оценивается как неудовлетворительное (см. рис. 3б).

Для оценки сейсмостойкости памятника выполнен анализ конструктивных решений здания на соответствие их нормам сейсмостойкого строительства. В результате получено, что здание только частично отвечает этим нормам и при разработке проекта реставрации необходимо предусмотреть мероприятия по его усилению.

ВЫВОДЫ

1. Для предотвращения обрушения конструкций смотровой башни-минарета, веранды на восточном фасаде и лестницы на северном фасаде необходимо разработать первоочередные противоаварийные мероприятия.
2. При выполнении конструктивного раздела проекта реставрации памятника архитектуры «Дача «Кичкинэ» необходимо разработать комплекс мероприятий по обеспечению несущей способности конструктивных элементов здания, повышению его сейсмостойкости и длительной надежной эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тетиор А.Н., Померанец В.Н. Обследование и испытание зданий и сооружений. – К.: Будівельник, 1987.- 127 с.
2. Савиловский В.В., Черняковская И.В. Оценка технического состояния строительных конструкций реконструируемых зданий. - Харьков: издательский дом «Ватерпас», 2002. – 209 с.
3. Памятник архитектуры (охран. №1216) «Дача Кичкинэ» в пос. Гаспра Крымской области. Детальное инженерное обследование. Институт «УКРПРОЕКТРЕСТАВРАЦИЯ», Киев, 1990. – 92 с.
4. Памятник архитектуры (охран. №1216) «Дача Кичкинэ» в пос. Гаспра Крымской области. Альбом-приложение. Институт «УКРПРОЕКТРЕСТАВРАЦИЯ», Киев, 1991. – 46 с.
5. Памятник архитектуры (охран. №1216) «Дача Кичкинэ» в пос. Гаспра Крымской области. Историческая записка. Институт «УКРПРОЕКТРЕСТАВРАЦИЯ», Киев, 1992. – 86 с.
6. Памятник архитектуры «Дача Кичкинэ» в пгт. Гаспра АР Крым. Результаты исследования образцов отделки фасадов и интерьера. Технология выполнения ремонтно-реставрационных работ. Институт «УКРПРОЕКТРЕСТАВРАЦИЯ», Киев, 2004. – 56 с.
7. Детальное инженерное обследование памятника архитектуры «Дача Кичкинэ» в г. Ялте АР Крым, НТПО «Крым, Симферополь, 2004. – 83 с.

Сафонов А.А., д.арх., профессор

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

О перспективных направлениях теоретических исследований в архитектуре Крыма

Показаны особенности развития народного зодчества и профессиональной архитектуры, их общность и различие. Негативные последствия объединения сфер деятельности народного зодчего и архитектора. Указаны направления преобразований архитектурно-пространственной сферы региона, связанные с перестроечными процессами и требующие теоретических обоснований.

теория, архитектура, народное зодчество, предметно-пространственная среда, преобразование.

XIX век назван «серебряным», потому что он дал наиболее яркие имена в науке, искусстве и других сферах человеческой деятельности. Представители Российской империи здесь занимают ведущее место, достаточно назвать имена М.В. Ломоносова, Н.И. Лобачевского, Д.И. Менделеева, А.С. Пушкина, Л.Н. Толстого, В.И. Чайковского, В.И. Баженова и многих-многих других, чьи имена не затеряются в череде новых, им дарована долгая память за вклад в мировую цивилизацию.

Человечество во все времена было устремлено к счастью и благополучию. Об этом писал Н.Г. Чернышевский: «Где все равны, счастливы и все любят друг друга, но достаточно было невинной шутки, кокетства, чтобы этот мир был нарушен, началась цепная реакция разобщения и вражды. Когда этот мир был нарушен, люди превратили его в идею, понастроили храмов и стали молиться этой идее» [1]. Религию Л.Н. Толстой [2] понимает как гуманное отношение ко всему живому, т.е. гармонию человека и окружающего его мира. Но приоритет в общественных преобразованиях отдается не религии, а искусству. Один из теоретиков искусства конца XIX в. М. Гаврилов [3] определяет цель искусства так: «образовать человека нравственно». Деятели искусства того времени считали, что красота спасет мир.

Какова роль архитектуры в этом процессе? Один из первых теоретиков Витрувий характеризовал архитектуру терминами: удобство, прочность, красота. Но если архитектура искусство, т.е. художественный образ, который затрагивает душу и «образует человека нравственно», присутствует и не вызывает сомнений, следовательно, есть архитектура. Если же это качество не проявляется, то нет и архитектуры. Вся теория стилистических исканий в архитек-

туре, равно, как и в других видах искусства, направлена на поиски эстетических идеалов. По мнению Ф.М. Достоевского [4], в литературе такой эталон должен был быть найден в Европе в ближайшее время. В архитектуре, В.И. Баженов [5] считал, искать следует не предметный идеал, а разработать свод «истинных правил», следуя которым, талантливые архитекторы будут создавать шедевры.

С распадом стиля русского классицизма эта затея в очередной раз провалилась. Санкт – Петербургская академия художеств, приняла в 1876 году беспрецедентное решение – командировать академика Л. Даля в Индию для изучения тамошних архитектурных и археологических древностей для последующей разработки на их основе русского национального бессрочного стиля. Л.Даль от этой командировки уклонился и позже написал, что мы не удосужились поискать чего-либо осмысленного в собственном отечестве. Он возглавил исследования русского народного зодчества с целью его использования в профессиональной архитектуре. В начале XX в. эти исследования возглавили академик И.Э. Грабарь и Ф.Ф. Горностаев. В XX в. эти исследования стали проводиться в регионах бывшего СССР. Их проводили: на Русском Севере В.В. Суслов, А.В. Ополовников, Ю.С. Ушаков, В.П. Орфинский; в Сибири - Е.А. Ощенко, В.Т. Горбачев, С.Н. Баландин; в Украине - В.П. Самоилович, З.В. Моисеенко, Ю.Ф. Хохол, Л.В. Прибега и др. Попытки использовать эти наработки в современной проектной практике до последнего времени были малоэффективны. Эту деятельность профессор Ушаков назвал периодом накопления материалов.

На основе археологических материалов А.Л. Яковсона, М.А. Наливкиной, А.Н. Щеглова, И.В. Яценко, А.А. Щепинского и О.Н. Дом-

бровского нами были разработаны принципиальные схемы жилых построек аборигенов Крыма: кизилкобинских племен, эланов, тавров, скифов, и, исходя из ареалов их обитания, определены территориальные границы, в которых эти жилища формировались. На макетах построек были проведены исследования с количественными критериями оценки их комфортности, что позволило выявить влияние природно-климатических факторов на архитектуру жилища [6]. Устойчивость влияния природно-климатических факторов на формирование комфортности жилища в процессе его преобразований на последующих этапах исторического развития от скифов до Нового времени удалось проследить на жилище тавров [7]. В силу природных и исторических условий Крым оказался в привилегированном положении. У нас, находясь на обрыве Ай-Петри с лыжами в руках, уже в марте можно наблюдать загорающих на пляже, т.е. порой границы контрастных природно-климатических зон находятся в пределах одного пешего перехода. В Украине и особенно России нужно преодолеть сотни километров, чтобы выявить эти различия. Тоже и с историческими материалами. В силу этих обстоятельств мы оказались на первых рубежах данного направления профессионально-теоретических исследований архитектуры. И тут уместно поставить вопрос: В чем же отличие архитектуры от народного зодчества? Архитектор на протяжении многих веков вел поиски эстетического идеала, чтобы образовать человека нравственно, отвратить от зла и обратиться к добру. Народный зодчий эмпирически создавал себе комфортное жилище, при этом он стремился гармонично вписать его в естественную природную предметно-пространственную среду. Вследствие различия этих устремлений вырабатывалось разное отношение к окружающей природной среде. Трепетно-бережное у народного зодчего и небрежительное - в архитектуре.

Вот видение этой среды представителями интеллектуальной элиты конца XIX начала XX вв., которое, безусловно, выражает общественное мнение своего времени. Н.В. Гоголь в романе «Мертвые души» пишет: «Едва только ушел назад город, как уже пошла писать, по нашему обычаю, чушь, дичь, по обеим сторонам дороги: кочки, ельник, низенькие жидкие кусты мо-

лодых сосен, обгорелые стволы старых, дикий вереск и тому подобный вздор. Попадались вытянутые по снурку деревни, постройкой похожие на старые складенные дрова, покрытые серыми крышами с резными деревянными под ними украшениями в виде висячих вышитыми узорами утиральников ...».[8]

И вот видение той же сферы примерно через сто лет писателем А.И. Солженициным в рассказах «Путешествие по Оке»: «Пройдя проселками Средней России, начинаешь понимать, в чем ключ умиротворенного русского пейзажа. Он - в церквях. Взбежавшие на пригорки, взошедшие на холмы, царевнами белыми и красными, вышедшие к широким рекам, колокольнями стройными, точеными, резными, поднявшиеся над соломенной и тесовой повседневностью – они из далека кивают друг другу, они из сел разобщенных, друг другу невидимых, поднимаются к единому небу. И где бы ты в поле, лугах ни брел, в дали от всякого жилья, никогда ты не один: поверх лесной стены, стогов наметанных и самой земной округлости всегда манит тебя маковка колоколенки Барок Ловецких, то из Любичей, то из Гавриловского В эти камни, в колоколенки эти, наши предки вложили все свое лучшее, все свое понимание жизни».[9]

Иное восприятие окружающей среды проявляется в профессиональной деятельности научных работников. В 1990 г. вышла монография под общей редакцией, профессора А.В. Иконникова [10]. В монографии речь идет о предметно - пространственной среде поселений, авторы классифицируют ее по ряду признаков и пытаются установить закономерное взаимовлияние этих групп при формировании композиции поселения в процессе его функционирования.

В 1995 г. вышла монография «Городская среда, технология развития: настольная книга». Под общей редакцией профессора Глазычева В.Л. [11]. Она написана на основе материалов натурного обследования ряда исторических городов России. Монография содержит большое количество исторических сведений, статистических материалов, некоторые методические новинки. Но главное ее достоинство в том, что она принципиально меняет отношение к разработке проектной документации, предлагается поэтапное развитие городской среды и пригородов.

Изменение роли архитектуры как процесса деятельности и продукта этой деятельности связано с переходом от феодального строя - к капиталистическому, который сопровождается передачей кустарного производства народного зодчества в сферу профессиональной архитектуры. Это глобально раздвинуло границы поля деятельности архитектора. Архитекторы оказались не готовы к решению этой задачи. Ведущую роль в создании жилища берут на себя инженеры. Появляется термин «массовое жилище». Первым автором проектов такого жилища стал инженер Лагутенко. Под его руководством в пятидесятых годах были разработаны проекты типовых панельных пятиэтажек. Типовые дома и стандартные жилые ячейки в нашем сознании стали эталоном жилища современного человека не только в городах, но и в сельской местности. Повсеместное тиражирование этого жилища явилось причиной, по которой утрачены традиции регионального народного зодчества.

Чрезмерная урбанизация вызывает к жизни целый ряд негативных явлений [12], которые перекрывают выгоды, связанные с концентрацией производства. Неблагоприятная экологическая ситуация городов [13] в значительной степени связана с нерациональной организацией и использованием зеленых зон.

ВЫВОДЫ

Перспективными направлениями теоретических исследований архитектуры Крымского региона являются: изучение наработок народных зодчих с целью их использования в творчестве профессиональных архитекторов; поиски рациональных путей реорганизации сложившихся систем расселения; разработка практических предложений по выявлению, сохранению и использованию памятников истории и культуры в исторически сложившихся поселениях Крыма; разработка рекомендаций по реконструкции и модернизации жилого фонда городов в домах средней и повышенной этажности в соответствии с потребительским спросом на рынке недвижимости; исследование естественных и искусственных ландшафтов городов с целью разработки рекомендации по созданию специализированных парков и зеленых зон для решения архитектурно-художественных, функциональных и санитарно-гигиенических задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чернышевский Н.Г. Избранные сочинения. – М.: Художественная литература, 1989. –С.403-405.
2. Толстой Л.Н. Полное Собрание сочинений. Т.30 – М.: Гослитиздат, 1953.-С.129.
3. Гаврилов М. Слово о начале и успехах искусств, особенно наук изящных. – М.:1810.-С.9.
4. Достоевский Ф.М. Письма. Т.2.-Л.: Наука, 1972. –С.71.
5. Снегирев В. Архитектура В.И. Баженова. – М.: Московский рабочий. 1931.-С.184.
6. Сафонов А.А. Начальная стадия формирования жилища в Крыму.// Изв. вузов. Архитектон, 1994.№3-4.- С.49-53.
7. Сафонов А.А. Усадебный дом на южном склоне.// Строительство и архитектура. 1990.№6. – С.8-9
8. Гоголь Н.В. Мертвые души. – М.: Художественная литература. 1980. –С.48-49.
9. Солженицын А.И. Рассказы. -ИНКОМ НВ, 1991.-С.157.
10. Иконников А.В. и др. Эстетические ценности предметно-пространственной среды. – М.: Стройиздат. 1990.- С.16-22.
11. Городская среда, технология развития: Настольная книга// В.Л. Глазьев, М.М. Егоров, Т.В. Ильина и др. – М.: Издательство «Ладья», 1995.-С.232.
12. Боков В., Сахнова Н. Экополисы – будущее городов Крыма.// «Бизнес - информ» 1998.№4. – С.5-9.
13. Белоусов В.Н. Город и здоровье населения. Проблемы и решения// Архитектурная наука в МарХИ. Информ. вып.3.- М.: Издательство «Ладья». 1999.- С.88-91.

Сафонов А.А., д.арх., профессор, Сафонов К.А. архитектор
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Об особенностях дворцово-паркового строительства в Крыму и возможностях их использования в современном паркостроении

Рассмотрены основные факторы, определяющие композицию дворцово-парковых ансамблей в Крыму в XIX в. Даны предложения по использованию исторического опыта в современном паркостроении.

дворцово-парковый ансамбль, вид, видовые площадки, замкнутые пространства, гармония

На современном этапе наблюдается активизация паркостроения в Крыму. Проявился этот процесс прежде всего в типологических разновидностях сооружений. Характерные для советского времени многофункциональные парки культуры и отдыха имелись практически в каждом крупном населенном пункте. Создавали их на базе дворцово-парковых ансамблей аристократов или публичных парков досоветского времени [1]. Их территории, в зависимости от характера функционального использования, делили на зоны: массовых гуляний, развлекательные, тихого отдыха, активного отдыха и т.п.

В советский период стали создавать узкоспециализированные парки: ботанические, загородные, национальные, детские, спортивные и т.д. Особенности их эксплуатации выдвигают присущие каждой видовой группе требования к территориям для их размещения, функциональной организации, к постройкам, оборудованию, оснащению и к архитектуре этих сооружений. Но при этом их объединяет общая главная направленность: все они предназначены для отдыха населения. Реализация этой цели зависит от основных принципиальных решений, которые в каждом конкретном случае получают свою индивидуальную трактовку, но при условии, что изначально эти направления будут четко обозначены и найдут отражение в разработке композиции ансамбля [2].

В Крыму накоплен большой опыт создания дворцово-парковых ансамблей, поскольку строительство этих сооружений в XIX веке приняло массовый характер. Сосредоточены постройки были на Южном берегу. Первым оздоровительные возможности этих мест оценил герцог Ришелье. В 1809 г. он приобрел участок в Гурзуфе, заложил на нем парк и начал строительство жилого особняка. По отзывам современников хозяин при постройке дома «искал воздуха и видов». По примеру Ришелье на Южном берегу

Крыма стали приобретать участки многие аристократические семьи Российской империи. Особый размах это явление получило после посещения Крыма А.С. Пушкиным. По оценке специалистов, строительство дворцово-парковых и усадебных комплексов в Крыму в XIX веке стало тем же, чем оно было в Подмосковье в XVIII веке. Выбор места строительства усадьбы определяли следующие факторы: наличие подъездных путей, живописность площадки строительства и окрестностей; возможности визуального обзора этих окрестностей с территории усадьбы; особенности рельефа; наличие естественных открытых водоемов, наличие и разнообразие природной растительности. В Крыму усадьбы создавали для отдыха и интеллектуальной деятельности их владельцев. Подмосковные же усадьбы, как правило, имели хозяйственную зону, где содержали домашний скот и птицу, иногда возводили постройки для кустарных производств и жилища для работников и прислуги. В аналогичных крымских ансамблях набор вспомогательных сооружений ограничивался потребностями функционирования такой усадьбы и ухода за жилыми постройками и парком.

Анализ площадок дворцово-парковых ансамблей XIX в. показал, что подавляющее их большинство располагается у береговой линии (рис. 1).

Площадки преимущественно компактные (позиции 1,3,4); наблюдаются вытянутые вдоль береговой линии с соотношением сторон примерно один к двум (позиции 2,6); изредка встречаются протяженные вдоль берега (позиция 5). В зависимости от характера площадки постройки размещаются компактно, в непосредственной близости к береговой линии или в глубине участка, иногда они рассосредоточены по всей территории.

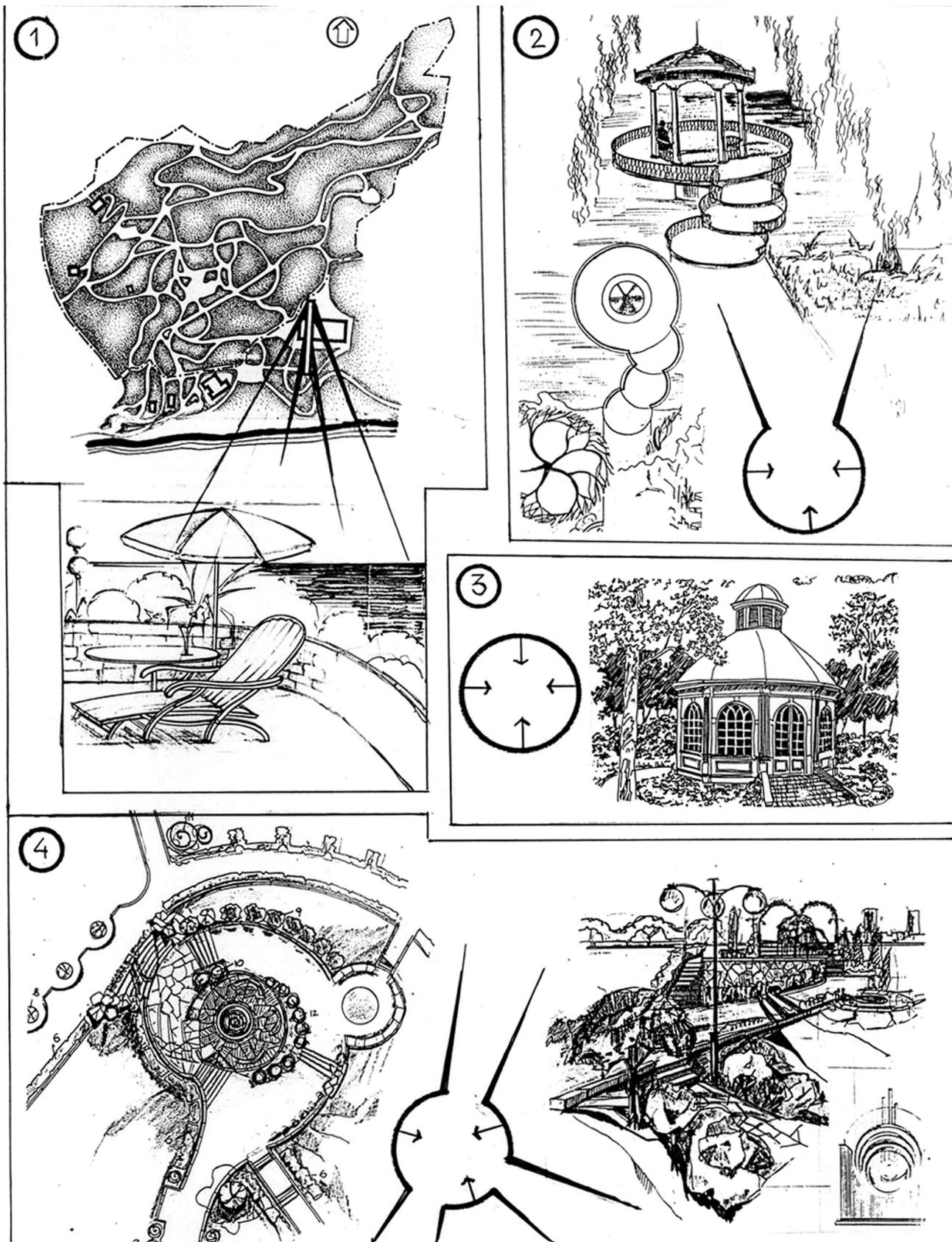


Рис.1.Схемы планов дворцово парковых ансамблей южного берега Крыма: 1 - Ливадиийский, 2 - Харакский, 3 - Форосский, 4 - Гурзуфский, 5 -Мисхорский, 6 - Кипарисный, 7-типичные виды пешеходао транспортных магистралей, площадок и из окон жилых помещений комплексов: а - взгляд зрителя направлен под прямым углом к береговой линии; б - взгляд зрителя смещен влево или вправо; в - комплекс расположен в лощине, склоны и растительность ограничивают сектор обзора.

Общей особенностью площадок является выраженный рельеф с уклоном в сторону береговой полосы. Вид моря с плоскостных сооружений и пешеходно-транспортных магистралей - одно из главных условий построения композиции ансамблей. Восприятие видовых сюжетов зависит от характера рельефа площадки и направленности обзора (рис. 1). Если взгляд зрителя перпендикулярен береговой линии, то подбор открытых площадок и трассировка магистралей обеспечивают беспрепятственный вид моря (рис.1. «а»). При смещении взгляда под некоторым углом влево или вправо в поле зрения обычно попадают часть береговой полосы, отдельные элементы парка, но визуальная связь с морем обязательно сохраняется (рис.1.«б»). Иногда ансамбли формировались в лощине русла реки (рис.1, позиция 4). В таких случаях возможности включения вида моря в композицию ансамбля существенно ограничивались, но и здесь, как правило, хотя бы фрагментарно, вид моря присутствовал (рис.1. «в»).

Притягательность этого мотива просматривается не только в формировании парков, но и в композиции жилой застройки. Вид моря из основных жилых помещений и с открытых пространств дома, веранд, лоджий и т.п. являлся обязательным условием создания композиции дворца или особняка и их размещения на территории парка [3]. Вид моря из окон жилых помещений и веранд или лоджий и сегодня является основным показателем комфортности этих помещений на Южном берегу Крыма. Традиционно дворцы и особняки парадными фасадами ориентировались в сторону моря. Как правило, продольной осью они располагались параллельно береговой линии. Ограниченный набор парадных и жилых помещений позволял компоновать их вдоль фасада особняка и обеспечивать визуальную связь с морскими просторами. В современных здравницах удельный вес жилой площади к общей полезной и количество жилых помещений в суммарной их численности являются важнейшими показателями рентабельности этих лечебных учреждений. В спальнях корпусах все чаще используется коридорная

система - она обеспечивает максимальное количество жилой в общем балансе полезной площади. Такие корпуса приходится располагать перпендикулярно береговой линии, чтобы обеспечить вид на море из окон и балконов или лоджий всех номеров и сохранить один из основных показателей их комфортности.

Характерным примером такого решения является расположение жилого корпуса гостиницы «Ялта» в Массандровском парке (рис. 1, позиция 1). Здесь обеспечивается видимость в ограниченном секторе. Такая ситуация типична в современных здравницах.

Вид моря является ведущим мотивом при создании композиций прибрежных дворцово-парковых комплексов Крымского побережья (рис.2, позиция 2). Но при этом типичными были и замкнутые пространства, предназначенные для тихого отдыха, интимных бесед, интеллектуальных занятий и т.п. Устраивались такие уголки в естественных котловинах при сложном рельефе, на спокойном рельефе путем посадок деревьев и кустарников с плотной кроной по периметру небольшой поляны. В центре поляны устраивали беседку или закрытый павильон (рис. 2 , позиция 3).

Получили популярность элементы парка с переливающимися пространствами, где видовые площадки с ориентированными секторами обзора чередовались с замкнутыми пространствами. Такие уголки предназначались для активного отдыха. Здесь стремились совместить физические нагрузки, связанные с переходами на разные уровни, с эмоциональным воздействием, вызванным специально подобранными видовыми сюжетами по маршруту движения, заданному композицией парка

Как уже отмечалось, дворцово-парковые комплексы крымского Южного бережья располагались обычно у береговой полосы, то есть, каждый ансамбль имел или мог иметь свой пляж. Однако пляжи в то время не играли той роли, которую они приобрели сегодня. Это прослеживается по функциональной организации парков. Связь с пляжной полосой не акцентируется при трассировке пешеходно-транспортной сети, при ограждении территорий береговую полосу выделяют, оставляя свободной для прохода.

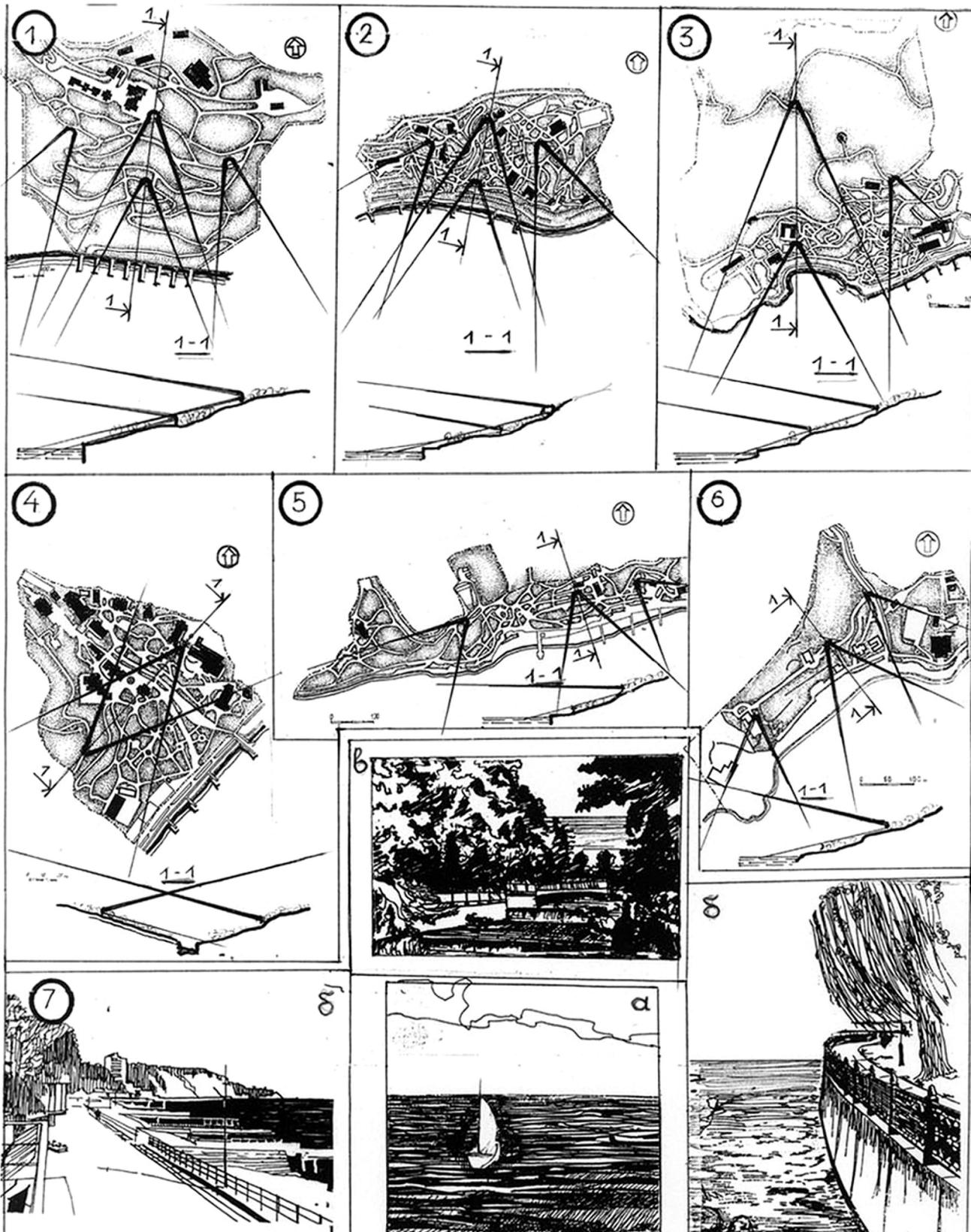


Рис.2.Схема организации жилого корпуса с коридорной системой в прибрежном парке и типичные приемы пространственной организации функциональных зон этих парков: 1 - схема плана жилого корпуса гостиницы «Ялта» в Массандровском парке и типичный вид из окон и лоджий жилых номеров; 2 - видовая площадка с панорамным обзором окрестностей, часто в секторе, ограниченном растительными кулисами; 3 - беседка на площадке парка, замкнутой по периметру плотной растительностью или складками рельефа; 4 - уголок активного отдыха на сложном рельефе с организованным сюжетом путем чередования замкнутых пространств и видовых площадок с заданными секторами обзора

Вид на дворцово-парковый ансамбль с моря имел важное значение, поскольку морские транспортные и пассажирские перевозки стремительно развивались, стали популярными прогулочные суда. Поэтому парадные фасады дворцов, особняков и других крупных построек старались ориентировать на море и оставлять открытыми для осмотра с акватории. Части фасада и элементы декора стремились выполнять крупными, видимыми с большого расстояния. Возможности осмотра элементов фасада с близкого расстояния, как правило, ограничены.

ВЫВОДЫ

1. Близость моря является одним из основных показателей качества южнобережных здравниц Крыма. При проектировании прибрежных парков следует трассировать пешеходно транспортную сеть, располагать видовые площадки и жилые помещения так, чтобы посетители парков и отдыхающие могли видеть море.
2. В парках целесообразно создавать автономно - замкнутые уголки для тихого отдыха и интимного общения. Равно как и уголки для активного отдыха на сложном рельефе с устройством искусственных сооружений на разных отметках с лестничными переходами, чередованием замкнутых пространств с видовыми площадками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рандхава М. Сады через века. – М.: «Знание», 1981. – 118с.
2. Вергунов А. П., Денисов Н. В., Ожегов С. С., Ландшафтное проектирование. – М.: Стройиздат. – 260с.
3. Сафонов К. А. Композиция усадебного дома и окружающая природная среда// Коммунальное хозяйство городов – Харьков, вып.42 – К.: Техника, 2002, с. 18-21.

Сафонов А. А., д-р арх., профессор, Котляр А. С., Петриченко Е. А., студенты-дипломники
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

О возможностях использования отработанных карьеров в рекреационной деятельности Крыма

Изучены требования к плоскостным сооружениям, предназначенным для проведения соревнований и учебно-тренировочных занятий по олимпийским видам спорта. Проведён анализ состава и планировочной организации пятнадцати крупных спортивных комплексов для выявления особенностей их формирования. Обследованы карьеры по добыче пиленого известняка в р-не с. Скалистого. Выявлены возможности их использования для формирования спортивного комплекса по проведению соревнований и учебно-тренировочных по олимпийским видам спорта.

отработанный карьер, рекультивация, реконструкция, плоскостные сооружения, спортивный комплекс.

Председатель Верховного Совета АР Крым Б. Д. Дейч, в статье «Государству нужен экономически развитый, политически стабильный Крым» [1] пишет: «Совершенно очевидно, что пришло время менять характер рекреационного развития в сторону более четкой специализации, как по регионам, так и по разделению курорта (лечения) и туризма (отдыха). Массовый, средний и дешевый туризм следует развивать в Восточном и Западном Крыму за счет включения в туристический оборот ландшафтных, культурных и исторических достопримечательностей и новой сети объектов развлечения, привлекая для этих целей как отечественный, так и зарубежный капитал».

В Крыму большое количество действующих и отработанных карьеров по добыче полезных ископаемых и стройматериалов. Наиболее крупные из них: Керченские по добыче железной руды и флюсовых материалов, Балаклавские по добыче мраморовидного известняка, по добыче стройматериалов – Альминские (Глубокий Яр), Инкерманские, Беломорские, Керченские (Багеровские карьеры), Алуштинский (Шархинский), Ялтинские (Краснокаменский, Партенит, Гаспринский, Сахарная Головка и др.), Симферопольские (Лозовской, Мраморинский, Курцовский, Петропавловский, Ливадский, Багурчанский, Луговской и др.), Белогорске (Пролом, Белая Скала, Ульяновский, Межгорненский и др.), Евпаторийские (Сакский, Кутурский, Журавлевский, Черноморский и др.), Судакский (Караджа), Старокрымские (Агирмаш, Старокрымский).

В Крыму карьеры по добыче пиленого известняка, как правило, разрабатываются в непосредственной близости друг от друга, имеют тупиковые подъезды с основной транспортной магистрали и располагаются в пределах часовой транспортной доступности от крупных городов, поскольку основными потребителями их продукции являются городские

предприятия.

Группа карьеров у села Скалистого: 24 км до Симферополя, 12 км до Бахчисарая, 50 км до Севастополя; группа карьеров у города Саки: 3-5 км до города Саки, 20 км до Евпатории, 50 км до Симферополя и т. д.

В настоящее время на территории Крыма отработанные и заброшенные карьеры составляют около 1,7 тыс. га, они требуют рекультивации. В 1985 году на карьер в Скалистом (Альминско-Бадраковский) была разработана документация на его рекультивацию. Однако проект не был реализован по причине нерентабельности работ. Рекультивация 1 га по проекту составила – 9259 рублей, а всей площадки 30,5 га. потребовала бы более четверти миллиона рублей в то время, причем рекультивированный участок предполагалось использовать для лесопосадок, и стоимость его оценивается ниже стоимости участка равной площади сельскохозяйственного назначения.

Одним из наиболее перспективных направлений эксплуатации карьеров могут быть спортивные сооружения. Стремительное развитие летних видов спорта, уровень современных спортивных результатов требуют регулярных занятий в течение всего года. Украина, Белоруссия и особенно Россия расположены в климатических зонах с дискомфортными температурами на протяжении от 3-х до 8-ми месяцев в году. Организация спортивных мероприятий по некоторым видам спорта на открытом воздухе ограничена, а по ряду видов вообще невозможна. Требуется строительство залов с искусственным освещением и отоплением. При этом эффективность тренировочных процессов, особенно для спортсменов высокой квалификации снижается.

Из 27 видов спорта, которые включаются в летние олимпийские игры, 15 проводятся на специальных открытых плоскостных сооружениях с ровной поверхностью. Они, как правило, оснащаются три-

бунами для зрителей. Перечень площадок, их габариты и возможности размещения на смежных территориях приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Набор плоскостных спортивных сооружений и возможности их размещения на смежных территориях

№ п/п	Вид спорта	Габариты площадки (LxB), м соотношение длины и ширины	Рациональ-ное кол-во площадок на одной территории (шт.)	Возможное количество площадок на одной территории (шт.)				Совместимость площадок (полей) разного назначения на одной территории (стадионе)
				В режиме учебно-тренировочном		Во время проведения соревнований		
				min	max	min	max	
1	Футбол	105x70	4	1	4	1	2	регби, ручной мяч, гандбол
2	Регби (немецк.)	100x68,4	4	1	4	1	2	футбол, русская лапта, хоккей
3	Регби (америк.)	109,75x48,8	4	1	4	1	2	футбол, русская лапта, хоккей
4	ручной мяч	110x65	4	1	4	1	4	регби, гандбол, хоккей, футбол
5	Баскетбол	30x20	8	2	8	1	4	волейбол, теннис, гандбол
6	Волейбол	22x13	8	2	8	1	4	теннис, баскетбол, гандбол
7	Гандбол	48x28	6	2	6	1	3	волейбол, теннис, баскетбол
8	Теннис	40x20	8	2	8	1	4	волейбол, теннис, баскетбол
9	Бейсбол	75x50	4	1	4	1	2	русская лапта
10	Русская лапта	75x50	2	1	4	1	2	бейсбол
11	Хоккей на траве	90x50	2	1	2	1	2	регби, футбол
12	Велотрек	333,33-400	1	1	1	1	1	беговые дорожки
13	Мототрек	500-1000	1	1	1	1	1	беговые дорожки
14	Площадка конной езды	40x20	2	2	2	1	2	
15	Легкая атлетика:							
15.1	беговая дорожка	75. 115, 125, 215 по 1,25 м на 1 чел.	8	1	8	1	8	
15.2	площадка для прыжков в длину с разбега	6x3	2	1	2	1	2	
15.3	площадка для прыжков в длину с шестом	6x5	2	1	2	1	2	
15.4	в высоту с разбега	6x3	2	1	2	1	2	
15.5	для метания диска	50x50	2	1	2	1	1	
15.6	мяча	60x40	2	1	2	1	1	
15.7	копья	70x20	2	1	2	1	1	
15.3	молота	50x45	2	1	2	1	1	

На практике построить все сооружения необходимые для проведения олимпийских игр на смежных территориях не удаётся. Анализ пятнадцати крупных спортивных комплексов, в том числе, олимпийских (рис. 1), показывает, что в ансамбле обяза-

тельно присутствует лишь центральная арена и автостоянки, остальные сооружения необходимые для проведения соревнований, и другие сооружения, присутствуют частично, располагаются на других территориях (табл. 2).

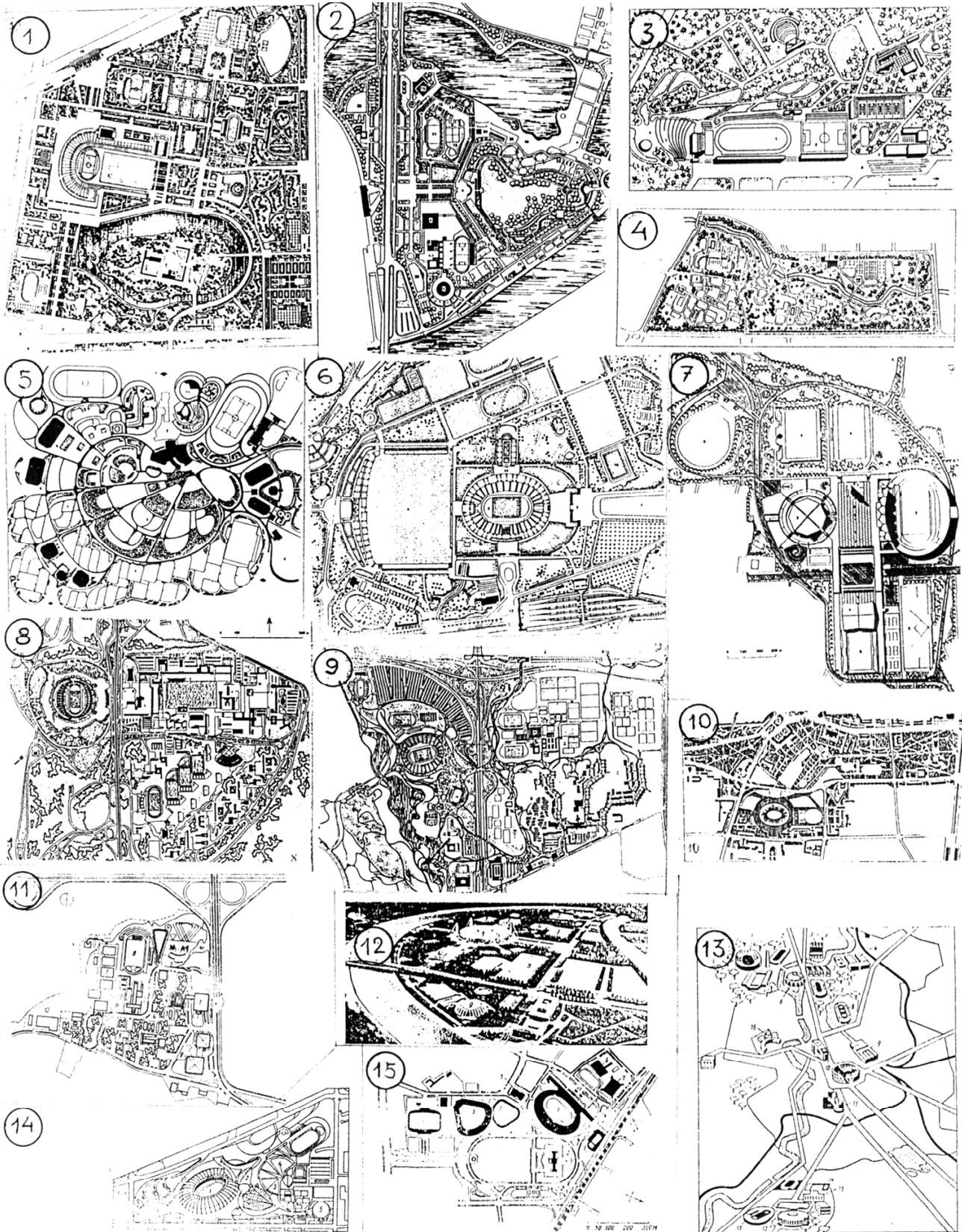


Рис.1. Планы крупных спортивных комплексов, их перечень и состав входящих в ансамбль сооружений приведен в табл.1. Нумерация планов на представленных иллюстрациях соответствует порядковому номеру в комплексе в таблице.

Спортивные ансамбли расположенные на одной территории

№ п/п.	Наименование спортивных сооружений	КОЛИЧЕСТВО СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ																									
		Центральная арена	Поле для массовых действий	Открытый бассейн	Теннисный стадион	Тренировочное футбольное поле	Академия физкультуры	Крытый плавательный бассейн	Зона тихого отдыха	Развлекательные аттракционы	Летняя эстрада	Крытые спортивные залы	Гимнастические площадки	Спортивные площадки	Клуб	Площадки для верховой езды	Тир для стрельбы из лука	Велотрек	Выставочный зал	Площадка для бейсбола	Площадка для регби	Крытый каток без трибун	Автостоянки	Велостоянки	Площадка для парашютистов		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
1	Центральный стадион СССР в Москве	х	х	х	х	х	х								х									х	х	х	
2	Спортивный парк им. 60—летия Великого Октября в Москве	х	х		х		х	х	х	х		х			х	х									х	х	
3	Народно-спортивный парк в Рихимяки, Финляндия	х			х	х			х	х			х	х											х		
4	Парк лечебной физкультуры в Друскининкай Литва	х	х	х				х	х			х	х	х	х										х		
5	Спортивный парк в Трамбле, Франция	х	х		х			х				х			х	х	х	х							х		
6	Олимпийский стадион в Берлине	х	х		х							х			х										х		
7	Спортивный комплекс в "Комадсае", Токио	х	х										х		х										х		
8	Спортивный комплекс в г. Мехико	х	х		х				х						х	х	х								х		
9	Олимпийский стадион в Мюнхене, Германия	х	х	х		х	х	х				х	х	х	х				х						х		
10	Спортивные сооружения в Крылатском, г. Москва	х							х			х	х					х	х						х		
11	Олимпийская деревня в Мехико	х			х	х							х	х		х									х		
12	Центральный стадион им. Ленина в Лужниках г. Москва	х			х	х	х					х	х	х											х	х	
13	Сооружения для XVII Олимпийских игр в Риме	х			х			х	х			х			х		х	х	х	х					х	х	
14	Сооружения для XX Олимпийских игр в Монреале, Канада	х	х					х	х			х			х	х			х	х					х		
15	Разделенная композиция стадиона в Токио	х						х	х			х			х						х	х			х		

Площадь и рельеф отработанного карьера зависит от вида добываемых материалов и способа их добычи. В условиях Крыма могут эксплуатироваться от 8 до 11 месяцев в году, при устройстве легких покрытий некоторые сооружения можно использовать круглый год с минимальными затратами. В частности, климатические условия в районе с. Скалистого характеризуются следующими показателями.

Среднегодовая температура +11, +7 С, средняя температура января +1, +3 С, июля +21 С. Среднегодовое количество осадков 741 мм. Направление вет-

ра зимой - северо-восточное, летом - северо-западное и северное. Грунтовые воды на глубине от 6,7 до 10,5 м.

Обследование площадок карьера у с. Скалистое (рис. 2) показывает широкие возможности по их использованию под спортивные сооружения. Удаленность крайних площадок примерно 5 км. Их горизонтальные плоскости позволяют проводить разбивку сооружений без корректировки рельефа, (рис. 3). При этом большая часть сооружений располагаются на смежных территориях.

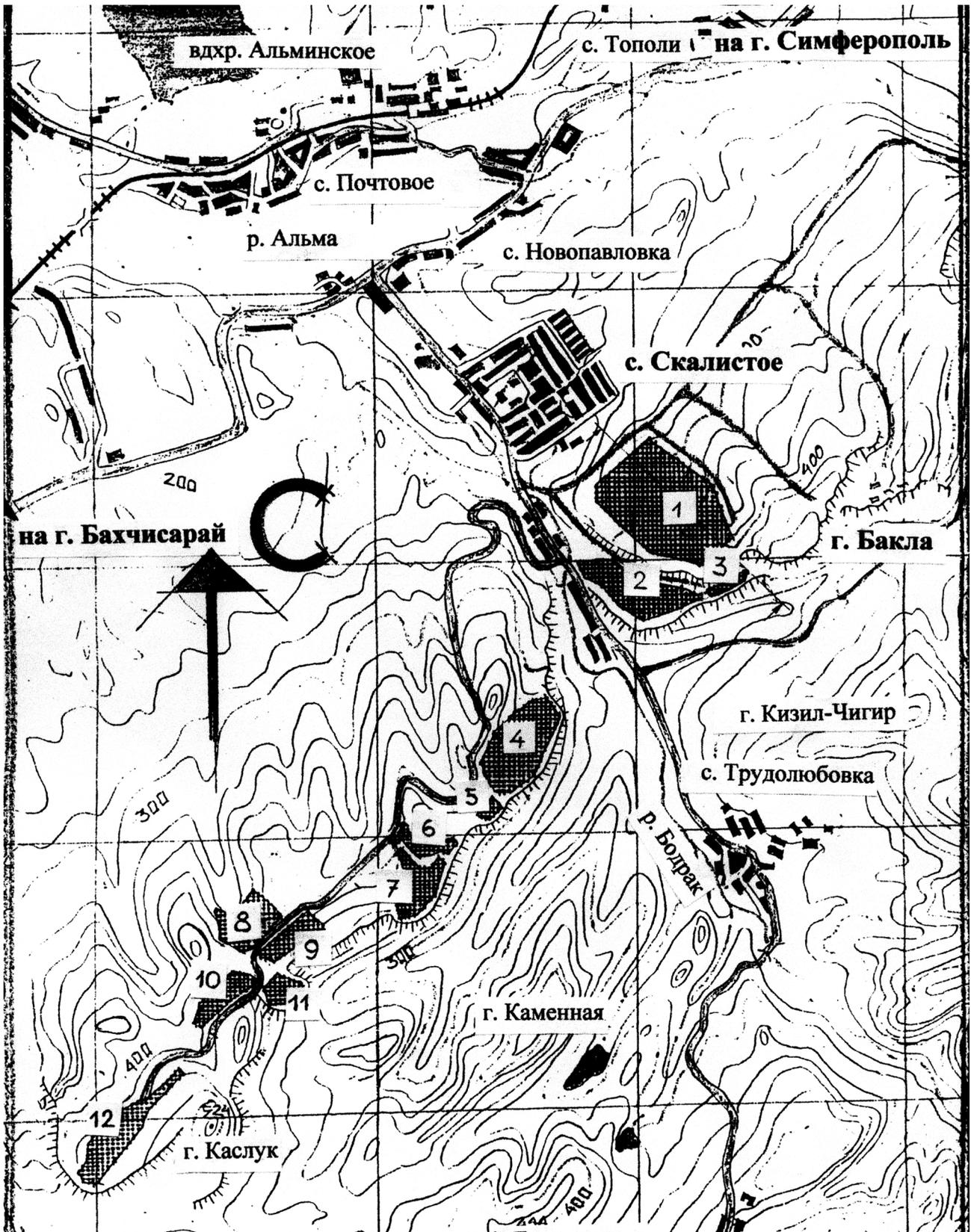


Рис.2.Схема плана с условной нумерацией площадок действующих и отработанных карьеров в районе с. Скалистое

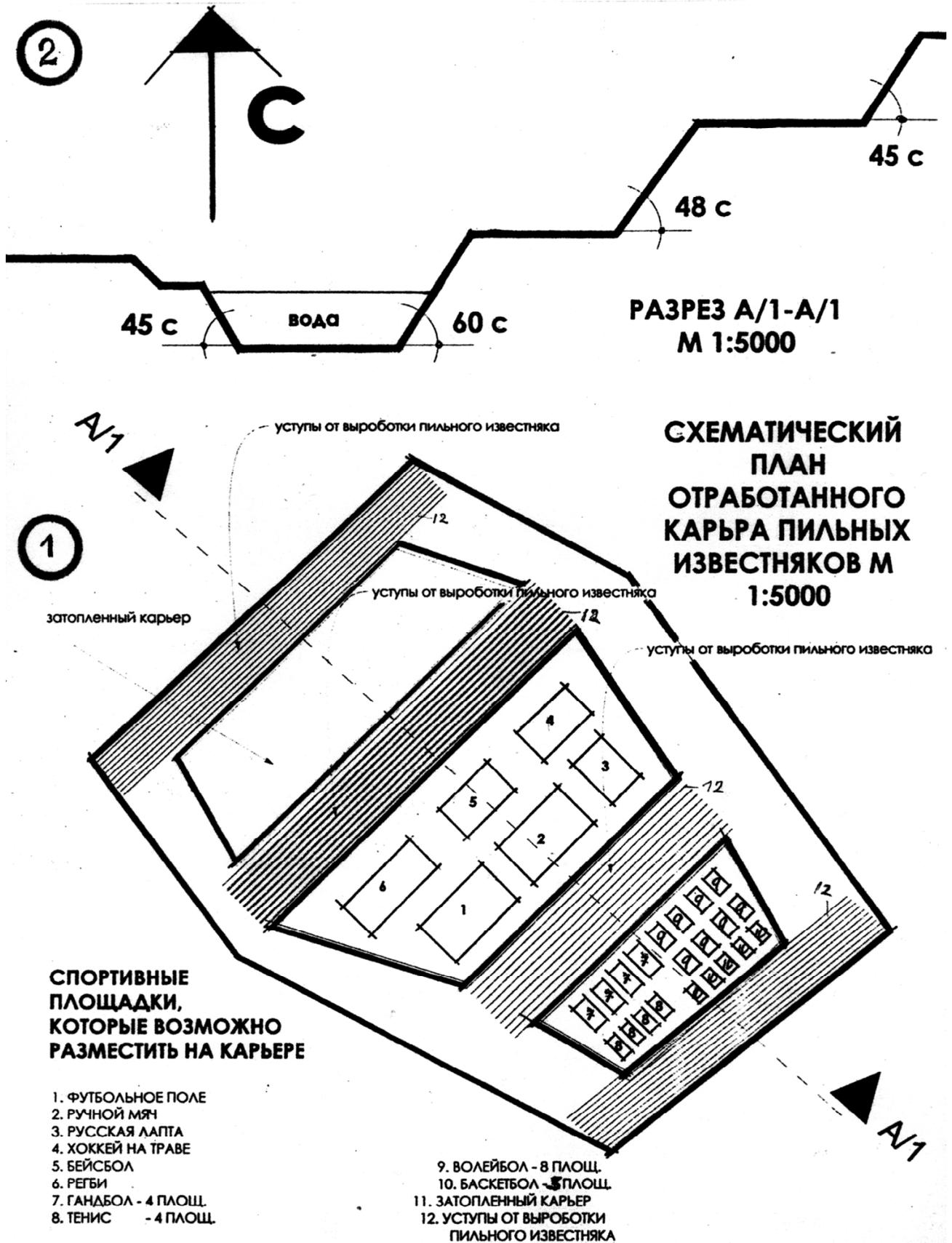


Рис.3. Вариант разбивки (размещения) спортивных плоскостных сооружений на горизонтальных террасках карьера, площадка №1 у с. Скалистое.

- 1) Схема плана,
2) Разрез площадки

Откосы, образующиеся при камнепении, образуют уступы по габаритам и внешнему виду схожие с трибунами для зрителей, существующих спортивных сооружений, это наглядно иллюстрируют фотографии представленные на рис. 4.

Проведение учебно-тренировочных занятий соревнований, кроме плоскостных сооружений

требует инфраструктуры для спортсменов, зрителей обслуживающего персонала [2]. Здесь возможны следующие варианты. Прежде всего, использование жилого и гостиничного фонда близ лежащих поселений. Спальных корпусов санаториев и пансионатов, которые в периоды межсезонья обычно заполняются не более чем на 25% .

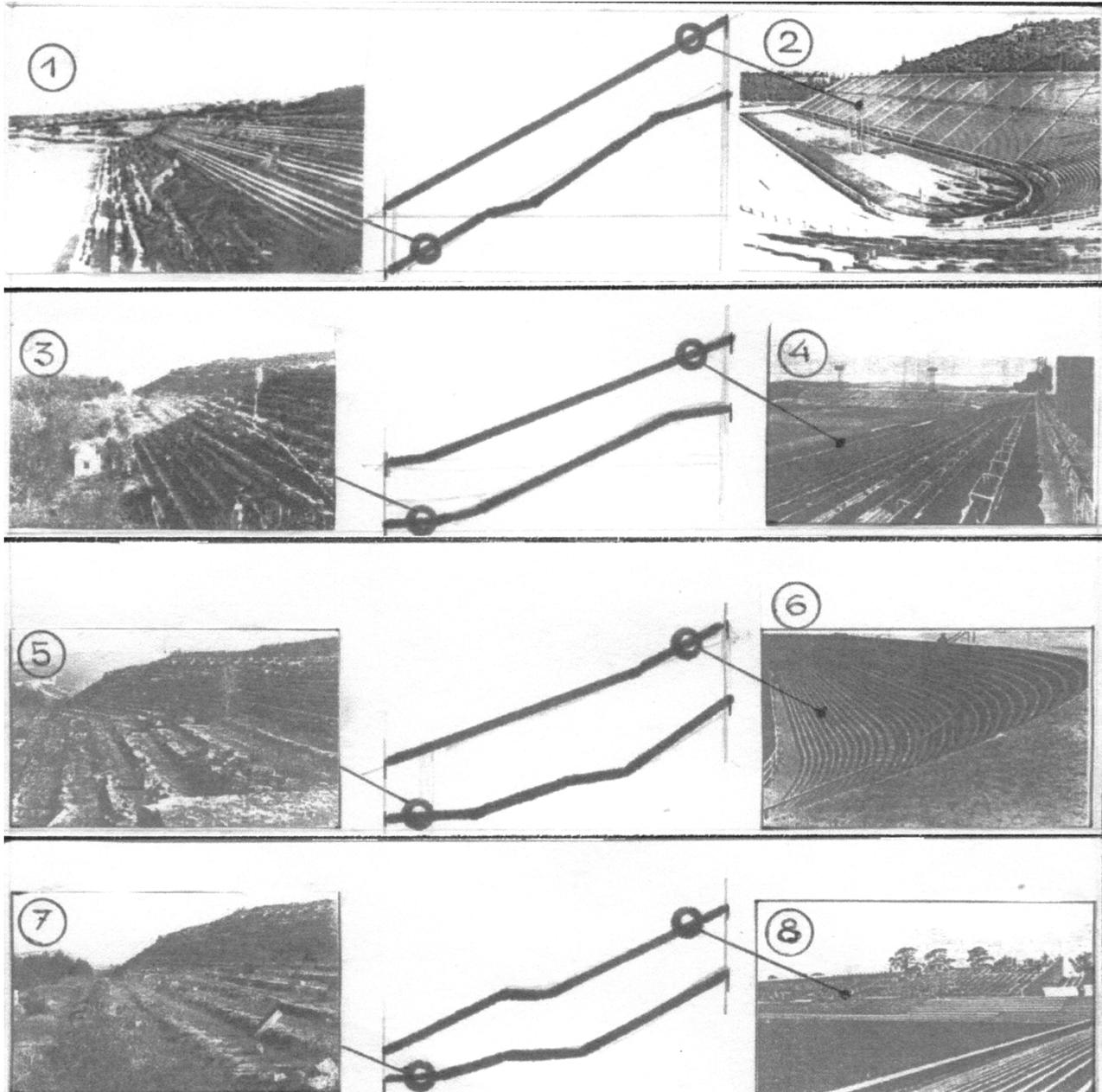


Рис.4. Общий вид стадионов и площадок карьеров в районе с. Скалистое с соответствующими уклонами трибун на стадионах и откосов на площадках камнепении: 1-Площадка №12; 2-Стадион в Линце; 3-Площадка №4; 4-Бейсбольный стадион в Сан-Франциско; 5-Площадка №5; 6-Футбольное поле «Согласие» во Франкфурте-на-Майне.

Использование временных передвижных и сборно-разборных сооружений. Строительство капитальных малоэтажных построек из местных материалов с упрощенным благоустройством.

В качестве стеновых материалов можно исполь-

зовать некондиционные камни и блоки. В отдельных случаях они складировались, но так и не были использованы или сконцентрированы во внешних отвалах. Эти отходы скапливались десятилетиями, их объемы измеряются тысячами кубометров. Скопление

бракованных камней и блоков связано с тем, что объемы камнепиления превышали спрос, поэтому всякие отклонения от установленных стандартов являлись основанием для отправки камней в отвал или временный склад у площадки. Типичными дефектами были скалы, трещины, выбоины на одной из поверхностей или несоответствие одного из габаритных размеров установленному стандарту. При первой проходке при пилении первого ряда блоки, как правило, получались не стандартными. Можно также использовать отходы камнепиления для приготовления строительных растворов в качестве добавок. Во внешних и внутренних отвалах изобилие бутового камня, который можно использовать для изготовления фундаментов, подпорных стенок и т. п.

Общая территория спортивных парков, кроме спортивного сектора обычно включает дополнительные территории для тихого отдыха и хозяйственный блок [3]. Пропорциональное деление территории парка представлено в табл. 3.

На рассматриваемом участке земли гослесфонда растительность представлена мелколесьем, кустарником и разнотравьем. На отдельных участках скальные породы выходят на поверхность и на них нет растительности. Непосредственно к площадкам камнепиления не примыкают окультуренные лесные массивы или сельхозугодия, поэтому границы территории парка можно устанавливать исходя из условий целесообразного использования территорий. Кроме того, их можно будет изменять в процессе эксплуатации парка при изменении его функций, интенсивности эксплуатации и освоенности.

Таблица 3

Ориентировочный баланс территории спортивного парка*

№ п/п	Вид использования территории	Распределение площади, %
1	Спортивный сектор	60-65
	В том числе сооружения:	
	- объемные	15-20
	- плоскостные	45
2	Сектор тихого отдыха	30-35
	В том числе:	
	-зеленые насаждения (газоны, деревья, кустарники, цветы)	20-23
	- дорожки и площадки (не спортивные)	10-12
3	Хозяйственный сектор (ремонтно-эксплуатационные здания и сооружения)	5

* Примечание: соотношение закрытых и открытых спортивных сооружений дано для средней полосы, для южных районов возможна корректировка в сторону увеличения площадей открытых спортивных сооружений.

ВЫВОДЫ:

1. Горизонтальные основания карьеров в районе с. Скалистое, образовавшиеся после пропиливания последнего слоя камней или блоков, имеют твердую горизонтальную поверхность, и, как правило, пригодны для использования их в качестве плоскостных спортивных сооружений; откосы, образовавшиеся в результате камнепиления, имеют внешнее сходство с искусственными трибунами для зрителей, ширина и высота ступеней колеблется в пределах от 40 до 80 см и могут использоваться в качестве импровизированных трибун. Для придания им оптимальных уклонов и обустройства требуются незначительные корректировки.
2. Карьер расположен на внутреннем пологом склоне первой гряды Крымских гор, массив прорезан долиной реки Бодрак, имеет весьма живописный рельеф, экзотические природные объекты в виде отдельных скальных выступов, обрывов, навесов. Наличие свободных территорий позволяет увеличить границы территории парка и оснастить их маршрутами для туристов и др. рекреационной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дейч Б. Д. «Государству нужен экономически развитый, политически стабильный Крым». // Голос Украины, 2004. № 155.- стр. 5-9.
2. Машинский В. А. «Физкультурно-спортивные центры». – М.; Стройиздат. 1989. – стр. 107-132.
3. Орнер Р. «Спортивные сооружения». – М.; Государственное издательство по строительству, архитектуре и строительным материалам. 1959. – стр. 38-42.

Раздел 2. Основания и фундаменты, механика и сейсмостойкость

УДК 550.34.03

Агапов В. Н., аспирант

Национальная академия природоохранного и курортного строительства.

Линии связи для инженерной сейсмологии

Рассмотрены варианты линий связи для систем наблюдений инженерной сейсмологии. На конкретных примерах показана зависимость топологии и качественных характеристик линий связи от характера структуры системы сейсморегистрирующих станций. Дан пример построения структуры СРС с наиболее экономной топологией линии связи

микрорайонирование, сейсмостойкое строительство, сейсмодатчик, линия связи, передатчик, приемник

Одна из задач инженерной сейсмологии - выбор сейсмически наименее опасных мест с учетом свойств грунта (сейсмическое микрорайонирование) для строительства сейсмостойких сооружений.

Микрорайонирование производят на основе инженерно-геологических изысканий и сейсмометрических инструментальных наблюдений, которые уточняют данные карт сейсмического районирования.

Эти исследования обеспечивают необходимыми данными сейсмостойкое строительство - строительство, осуществляемое в районах, подверженных землетрясениям с учётом воздействия на здания и сооружения сейсмических сил.

Сейсмостойкость сооружения обеспечивают как выбором благоприятной в сейсмическом отношении площадки строительства и разработкой наиболее рациональных конструктивной и планировочной схем сооружения, так и специальными конструктивными мероприятиями, повышающими прочность и устойчивость несущих конструкций, создающих возможность развития в конструктивных элементах и узлах пластических деформаций, значительно увеличивающих сопротивляемость сооружений действию сейсмических сил. Значения сейсмических нагрузок и все конструктивные требования устанавливаются нормами в зависимости от сейсмичности площадки строительства и назначения здания (сооружения) [1].

Решение этих задач осуществляют с помощью построения систем сейсморегистрирующих станций (СРС). СРС – сложный комплекс, имеющий в своём составе сейсмодатчики, аппаратуру предварительной обработки

сигналов, а также линии связи, обеспечивающие передачу данных на центральный пункт регистрации, ЭВМ.

Сложность сейсморегистрирующих комплексов зависит от задач, для решения которых они предназначены.

Задачи инженерной сейсмологии решают на относительно небольших площадях и сравнительно небольшим числом аппаратно-программных средств. Это учитывают при выборе как структуры СРС для инженерной сейсмологии, так и линий связи, являющихся их составной частью. Под линией связи (ЛС), в общем случае, понимают совокупность устройств физической среды, обеспечивающих распространение сигнала от передатчика к приемнику. Основным видом связи в СРС является проводная линия.

В реальных условиях СРС подвержены воздействию интенсивных помех. Обеспечение помехозащищённости проводных линий связи только экранированием приводит к значительному повышению их стоимости и увеличению массы. Одним из способов повышения помехозащищённости линий связи является применение цифровых приёмников и передатчиков для обеспечения оптимальных условий передачи информации при минимальных затратах оборудования и мощности.

Различают следующие типы проводных линий связи между источником и приёмником информации: несимметричная однопроводная линия; несимметричная двухпроводная линия; несимметричная экранированная однопроводная линия; симметричная двухпроводная линия; симметричная витая пара; экранированная симметричная витая пара; коаксиальный кабель; коаксиальная пара. Вид

применяемой проводной линии связи учитывают при выборе типа используемых приёмников и передатчиков. Большое влияние оказывает способ подключения линии к оконечным каскадам и общему земляному проводу, что также определяет уровень помех.

Основные задачи, решаемые приёмопередающими устройствами проводной линии связи, сводятся к следующему.

Для передающего устройства:

- 1 Расширение динамического диапазона выходного сигнала.
- 2 Преобразование напряжение – ток.
- 3 Создание стабильных усилителей тока и напряжения, обеспечение линейности передаточной характеристики и требуемой полосы пропускания.
- 4 Определение состояния линии связи.
- 5 Предохранение выходных каскадов от перегрузок.
- 6 Обеспечение помехоустойчивого состояния линии связи.
- 7 Модуляция сигнала.

Для приёмного устройства:

- 1 Уменьшение уровня собственных помех.
- 2 Преобразование ток – напряжение.
- 3 Фильтрация парафазных помех.
- 4 Удовлетворение условиям интерфейса.
- 5 Реализация пороговых функций.
- 6 Обеспечение помехоустойчивого согласования с линией.
- 7 Создание стабильных усилителей напряжения, обеспечение линейности передаточной характеристики и требуемой полосы пропускания.
- 8 Демодуляция.

Общим для структурной организации всех СРС является то, что каждая система состоит из двух обязательных частей: периферийной распределённой подсистемы сбора сейсмической информации и центрального пункта регистрации (ЦПР).

К первой относят первичные преобразователи сейсмических сигналов - сейсмоприёмники, в некоторых системах устройства (модули) предварительной обработки сигналов, приближённые к сейсмоприёмникам, линии связи, в простейшем случае –

“сейсмические косы” и т.п.

ЦПР включает системы преобразования сигналов предварительной обработки, регистрации, отображения сейсмической информации и другие подсистемы, реализующие совместно с подсистемой сбора весь набор функций конкретной СРС.

СРС всех поколений в зависимости от их структурной организации можно разделить на два типа.

Первый – системы с линейным разделением линий связи. Передача сигнала от сейсмоприёмников или их групп (“пауков”) к входам ЦПР осуществляется параллельно по индивидуальным проводным линиям связи – “косам” (кабелям).

Второй – СРС (это многоканальные СРС – имеющие многие десятки и сотни каналов) – телеметрические системы. Их подсистемы содержат ограниченное число линий связи, которые обеспечивают передачу на ЦПР уплотнённых многоканальных сейсмологических сигналов от периферийных телеметрических модулей (ПТМ) [2].

Очень сложные системы могут включать в себя признаки СРС обоих типов. Одна из таких систем - Сейсмическая группа большой апертуры (LASA), предназначенная для обнаружения и распознавания подземных ядерных взрывов, включает в себя 525 короткопериодных вертикальных сейсмографов, собранных в 21 подгруппу, и 21 длиннопериодный трехкомпонентный сейсмограф, расположенные на площади диаметром около 200 км [3]. Длина линий связи составляла при этом многие десятки и сотни км., дальность обнаружения сейсмических сигналов достигала нескольких тысяч км.

В качестве примера линии первого типа можно привести упрощённую блок-схему одной из последних разработок системы трехкомпонентного сейсмоприёмника КМВ/S2123А Лаборатории сейсмометрии Объединённого Института физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН и цифровой станции ИСЦР-3МТ, разработанной в Институте сейсмологических и геофизических исследований.

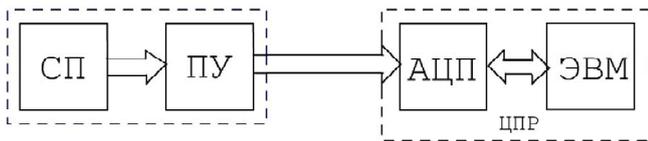


Рис.1 Упрощенная блок-схема цифровой станции ИСЦР-ЗМТ:

СП – трехкомпонентный сейсмоприёмник. ПУ – предварительный усилитель.

При использовании данного устройства в инженерной сейсмологии на каждой точке наблюдения необходимо устанавливать один ЦПР. Однако возможны такие варианты построения структуры СРС, которые позволяют использовать один ЦПР для всех точек наблюдения. Ниже приводится пример одного из вариантов подобных структур СРС, использующей принципы построения и функционирования, характерные для современных локальных вычислительных сетей Ethernet на основе неэкранированной витой пары.

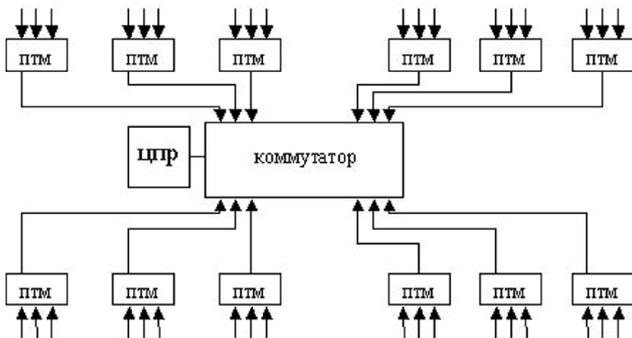


Рис.2. Пример структуры СРС с одним ЦПР и коммутатором для инженерной сейсмологии

Сигнал от сейсмодатчиков поступает на полевые телеметрические модули – ПТМ.

ПТМ – представляет собой устройство, производящее сбор, усиление, фильтрацию, преобразование в цифровую форму и передачу сейсмических сигналов от 1-го до 6-и (иногда и более) сейсмоприёмников по линии связи на центральный пункт регистрации (ЦПР).

Коммутатор – обеспечивает поочерёдное считывание информации с ПТМ по заданной программе.

В качестве ЦПР может использоваться микроЭВМ (ноутбук).

Одним из основных недостатков такой схемы является наличие большого количества линий связи.

Разрабатываемая на кафедре МиСС НА-ПАКС схема СРС свободна от этого недостатка (рис.3).

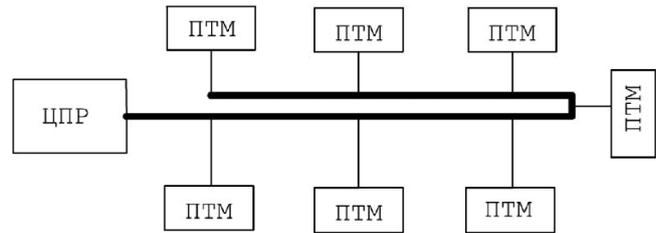


Рис.3. Структура СРС с общей шиной.

СРС с такой структурой использует одну линию связи, объединяющую все ПТМ.

Прежде чем послать сигнал по общей шине, ПТМ “прослушивает” канал связи и только “убедившись”, что канал свободен, посылает сигнал к ЦПР. Если канал занят, ПТМ повторяет попытку передать сигнал через случайный промежуток времени. Управляющие сигналы от ЦПР поступают на все ПТМ, но только ПТМ, для которого предназначены эти сигналы, принимает их.

Структура СРС с общей шиной обеспечивает эффективное использование пропускной способности канала, устойчивость к неисправности отдельных узлов, простоту реконфигурации и наращивания количества ПТМ.

Передаваемая информация может распространяться в обе стороны. Применение общей шины снижает стоимость проводки, унифицирует подключение различных модулей, обеспечивает возможность почти мгновенного широкоэмитательного обращения ко всем ПТМ. Основными преимуществами такой схемы являются дешевизна и простота разводки кабеля.

Проводные линии связи между ПТМ и ЦПР – относятся к разряду межобъектных, имеют длину от нескольких сотен метров до нескольких километров и работают в сложной помеховой обстановке. Для согласования таких линий используют приёмопередатчики в виде отдельных ИС, оснащённых схемой защиты от перегрузок. Пример такого передатчика приведен на рис. 4 [4].

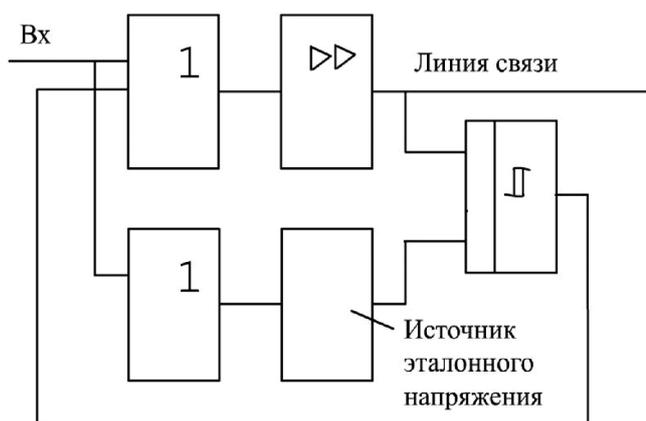


Рис.4 Функциональная схема передатчика с ускоренным включением схемы защиты

Здесь входной сигнал идёт по двум цепям. Первая цепь через логическую схему и выходные каскады на линию связи. Вторая цепь через инвертор на источник эталонного напряжения. Сигналы с выхода линии и источника напряжения подаются на компаратор, выход которого может закрывать выходные транзисторы передатчика, если процесс формирования фронта отличается от рабочего режима.

В цифровых приемниках на таких линиях используют все приёмы борьбы с помехами: дифференциальный вход, фильтрация коротких помех, гистерезисная входная характеристика.



Рис. 5. Функциональная схема помехоустойчивого приёмника

Схема представляет собой последовательное соединение блоков, выполняющих следующие функции: подавление синфазной помехи, подавление парафазной помехи, задания порога срабатывания, выполнение логических функций и согласование с уровнями последующих схем.

ВЫВОДЫ

Рассмотренная структура СРС позволяет использовать линию связи минимальной длины, обеспечивает высокие качественные показатели и помехоустойчивость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Аки К., Ричардс П. Количественная сейсмология. М. Мир, 1983, 360с.
2. Марков Н. Г. Автоматизированные системы сбора и регистрации сейсмической информации. М.: «Недра» 1992, 200 с.
3. Труды института инженеров по электротехнике и радиоэлектронике. П. И. Грин, номер 12, декабрь 1965, с.2029 – 2032.
4. И. В. Ситняковский, О.Н. Прохоров, А. Л. Ненхаев. Цифровые системы передачи абонентских линий. Радио и связь 1987, - 216 с.

Мартынов Н.В., инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Страхование, паспортизация, как обязательные части и неотъемлемые компоненты эффективной сейсмозащиты

В обсуждении положений новых строительных нормативных документов по сейсмостойкому строительству предлагается обратить особое внимание специалистов на необходимость отражения в строительной нормативной литературе положений по страхованию, паспортизации, являющихся обязательными частями и неотъемлемыми компонентами эффективной и надежной сейсмозащиты

денежная компенсация, материальный ущерб, паспортизация, сейсмобезопасность, страхование, технико-экономическая экспертиза, сейсмозащита.

Так как в отечественной нормативной литературе еще недостаточно освещены вопросы страхования жизни и жилья, важность и необходимость паспортизации, автор счел возможным обратить внимание специалистов на отмечаемые проблемы, являющиеся неотъемлемыми частями и важными составляющими эффективной сейсмозащиты.

Степень устойчивости, достаточная для того, чтобы сохранить жизнь человека, - это минимально допустимый стандарт для проектирования любого здания в сейсмическом районе: человек должен по возможности остаться живым (и желательно невредимым) при землетрясении разрушении, находясь в доме, где он проживает. Однако, с одной стороны, современный уровень знаний и технических возможностей общества не позволяет надлежащим образом обеспечить сейсмобезопасность всех зданий и сооружений, с другой стороны, у большинства стран на это нет необходимых материальных ресурсов.

Как показывает жизненный опыт, ни одна страна мира в перспективе не застрахована от разрушительных воздействий сильных землетрясений - все зависит лишь от временного периода, в рамках которого можно ожидать данное событие. Ежегодный мировой ущерб от разрушительных землетрясений измеряется миллиардами долларов, десятками тысяч погибших, сотнями тысяч пострадавших. Так в результате землетрясения в городе Джемона (Италия, 6.V.1977) погибло около тысячи человек, а материальный ущерб составил 2 млрд. 859 млн. долларов; при «Чилийском» землетрясении (3.III.1985) – погибло 147 человек, 2 тыс. получили ранения, 6 миллионов человек лишились жилья, общий ущерб составил 1.2 млрд. долларов; при «Мексиканском» землетрясении

(19.IX.1985) – погибло 10 тыс. человек, 2 тыс. пропали без вести, 14 тыс. получили ранения, 15 тыс. лишилось крова, общий ущерб составил почти 10 млрд. долларов; при «Спитакском» (Армения, 7.XII.1988) землетрясении – погибло 25 тыс. человек, без крова осталось 50 тыс. человек, материальный ущерб составил около 11 млрд. рублей. [1-2, 4].

Поэтому, при обеспечении соответствующего уровня сейсмобезопасности, прежде всего, государство исходит из своих возможностей, считая разрушения, пострадавших и погибших за пределами этих возможностей, как неизбежную дань стихии. В качестве компромисса на случай разрушений при землетрясении в ряде стран предлагается страхование имущества и жизни. Считается, что страховка, хотя бы частично, позволит компенсировать возможный ущерб. Даже если дом выдержал сейсмический толчок, большие затраты могут потребоваться на его ремонт: замену и восстановление разрушенных элементов, узлов, деталей, потрескавшейся штукатурки, окраску т.п. Несомненно, что по сравнению со странами, где нет такого страхования, это шаг вперед.

Компенсация сама по себе может удовлетворить не всегда и не всех. Так, например, находящиеся в музеях и картинных галереях ценности намного превышают стоимость зданий, в которых они располагаются. Разумеется ценности застрахованы, но деньги не могут компенсировать того, что при землетрясении можно потерять.

Люди, вложившие в недвижимость капитал, наверное, так же предпочли бы возможность иметь гарантированную сохранность своей собственности вместо возможности компенсации убытков вызываемых землетрясениями, так как внутренняя отделка и убранство домов во мно-

гих случаях сами по себе являются произведениями искусства; кроме этого, у ряда частных лиц имеются коллекции культуры, искусства, науки и техники, стоимость которых соизмерима, а то и гораздо выше стоимости самого здания. Следует добавить также, что если коллекционеры люди состоятельные, то они предпочли бы понести дополнительный расход ради гарантированной сейсмобезопасности своего дома. Еще большее количество людей обладают отдельными предметами раритета и антиквариата. Многих из них также не устроила бы потеря своих приобретений, даже при наличии компенсации.

Одной из наиболее сложных проблем является сохранность старинных зданий, которые ценятся за красоту или как память о важных исторических событиях. Даже если стоимость работ относится к числу второстепенных факторов, меры по укреплению здания могут легко погубить те характерные черты, которые делают его достойными сохранения. К этому следует добавить, что с течением времени даже новейшие здания постепенно ветшают, а историческая ценность и сентиментальные настроения, окружающие старейшие из них, будут непрерывно нарастать - с ростом общественного внимания к отмечаемым объектам. Может увеличиваться и готовность общества затратить деньги на их охрану. Следовательно, данные объекты, несомненно, подлежат «особой» сейсмозащите. Ранее страхование не брало на себя функции решения и обеспечения всех проблем эффективной и надежной сейсмозащиты. Следует отметить, что страхование – это метод, смысл которого заключается не в том, чтобы помочь своим клиентам полностью избежать оплаты расходов, связанных с ущербом наносимым землетрясениями, а в том, чтобы распределить эти расходы во времени и пространстве [5-6]. Что выгоднее – платить высокую страховку или укрепить свое жилье – это каждый человек определяет самостоятельно, индивидуально. И если объективно пока никто не может гарантировать сто процентную сейсмозащиту жилья, наверное, задачей государства является обеспечить своим гражданам право выбора: платить ли страховку, усиливать свое жилье или полагаться на волю случая. Отсюда вытекает, что наряду с другими важными и необходимыми составляющими сейсмозащиты, страхование

- еще одна неотъемлемая часть эффективной сейсмозащиты.

Независимо от нашего отношения к страхованию жилья, имущества и жизни, ряд сограждан и общество в целом морально и материально готовы к принятию идеи страхования своей жизни и своего жилья на случай его разрушения и обрушения в результате сильного землетрясения. С другой стороны, есть государственные организации и частные фирмы, компании, занимающиеся страхованием жизни и жилья, дело за малым – должным образом отобразить и зафиксировать моменты технического и юридического плана в соответствующих нормативных документах.

Существенным элементом эффективной сейсмозащиты является и паспортизация, которая при относительно минимальных затратах и усилиях позволяет специалистам на ранних стадиях проектирования при реконструкциях и реставрационных работах определять и оценивать состояние строительного объекта. Паспортизация позволяет на основании полученной оценки состояния объекта достаточно точно определять и назначать необходимый круг исследований и практических мероприятий по усилению систем, деталей и узлов реконструируемого или реставрируемого объекта.

Технико-экономическая экспертиза так же является еще и базой, основой в оценке определения прогнозируемого риска и при расчете компенсации убытков в страховом деле. Паспортизация нужна и в процессе эксплуатации, так как позволяет специалистам судить о состоянии объекта и необходимых планово-ремонтных работах на протяжении всего времени службы объекта. Отсюда следует, что паспортизация так же является необходимым элементом эффективной и надежной сейсмозащиты.

Названные проблемы сложны и для своего решения требуют времени и государственного финансирования. Они требуют своего разрешения, предпочтительно для сообщества в плановом и организованном порядке. В решении проблем мог бы помочь имеющийся практический опыт строительных организаций, занимающихся вопросами эффективной и надежной сейсмозащиты [3]. Такой подход, с одной стороны, позволяет максимально учесть и использовать уже имеющийся, накопленный практический опыт, с другой, позволяет сообществу экономить время и средства.

Например, одной из таких организаций на Украине мог бы выступить институт «КрымНИИ-Ипроект» - это головная организация Украины в вопросах сейсмостойкого строительства, которая на протяжении многих лет плодотворно и эффективно занимается аспектами проблемы эффективной и надежной сейсмозащиты строительных объектов, в частности, проблемой паспортизации, традиционной и активной сейсмозащиты строительных объектов. Сотрудниками института собран и обработан обширнейший фактический материал по паспортизации Алушты и Ялты; создан автоматизированный комплекс по паспортизации и т.д.

ВЫВОДЫ

1. Страхование, паспортизация и активная сейсмозащита, являются неотъемлемыми компонентами эффективной и надежной сейсмозащиты зданий и сооружений.
2. В новых нормативных документах целесообразно отразить эти вопросы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеенков Д.А., Бургман И.Н. Инженерный анализ последствий сильных землетрясений.//Обзорная информация. Строительство и архитектура./Серия Строительные конструкции. Вып. 3, М.: ВНИИТПИ. 1992, с. 56.
2. Казина Г.А. Последствия землетрясений в Мексике 19 и 20 сентября 1985 г. (Великобритания, Мексика).// Строительство и архитектура./Серия 14. Строительство в особых условиях. Сейсмостойкое строительство. Экспресс-информация. М.: ВНИИИС, вып.9. с. 14-18.
3. Динамическая паспортизация сооружений как составная часть СНиП'А.// Міжвідомчий науково-технічний збірник праць (будівництво)/ Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій Держбуду України. Вип. 60. Киев, НДІБК, 2004 стр. 193-198, с. 710.
4. Пивень И.С. Последствия землетрясений 6 мая 1976 г. в городе Джемона и 4 марта 1977 г. в Бухаресте (Италия, СРР)./Реферативный сборник. Серия 14. Сейсмостойкое строительство. Отечественный и зарубежный опыт. М.: ЦИНИС, 1974, вып. 11, с. 53-55.
5. Поляков С.В., Сейсмостойкие конструкции зданий: Учебное пособие для вузов. - 2-е изд. М.: Высшая школа, 1983. -304 с.
6. Эйби Дж. Землетрясения: Пер. с англ. -М.: Недра, 1982, 264 с. Пер. изд.: Новая Зеландия, 1980.

Чемодуров В.Т., д.т.н., профессор

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Математическое моделирование динамических нагрузок в процессе сейсмической активности

В статье предлагается модель сейсмического сигнала, основанного на теории случайных функций. Центральное место уделено математическому описанию движения частиц грунта в реальном процессе их колебаний. С этой целью используются вероятностные методы представления случайных функций в виде гармонических рядов, спектрального разложения дисперсии случайного процесса. Данный подход к моделированию сейсмического сигнала носит дискуссионный характер, так как известно, что структура сейсмического сигнала определяется механизмом очага и закономерностями процесса распространения сигналов сейсмических волн в упругом полупространстве. Вместе с тем, сейсмический сигнал всегда осложнен фоном механических шумов, носящих характер случайного процесса. Применим общую теорию волновых процессов к его моделированию.

волновые процессы, сейсмическая активность, случайный процесс, коэффициент затухания, дисперсия, корреляция, спектральная плотность, гармоника

Применимость разработанной методики расчета параметров нерегулярных волновых процессов апробирована при изучении влияния волнения моря на движущиеся объекты.

На практике часто встречаются случайные процессы, обладающие важным свойством – стационарностью. Стационарным называется такой процесс, вероятностные свойства которого не зависят от начала отсчета времени t . Свойством стационарности обладают установившиеся процессы вдали от переходных режимов. К их числу вполне возможно отнести процессы, достаточной длительности во времени. Свойство стационарности существенно упрощает весь аппарат теории случайных процессов. Так у стационарного процесса средняя и дисперсия есть постоянные числа.

Установившийся случайный процесс обладает еще одним существенным свойством – ординаты его распределяются по нормальному закону. Эти законы полностью определяются средними значениями и корреляционными моментами. Для данных процессов корреляционная функция имеет вид затухающей косинусоиды (рис. 1).

Затухающая косинусоида такого типа хорошо аппроксимируется формулой

$$K_x(\tau) = D_x e^{-\alpha|\tau|} \cos \beta\tau, \quad (1)$$

которая широко используется на практике.

Входящие в (1) величины α и β имеют размерность частоты (1/с) и связаны с характеристиками корреляционной функции $K_x(\tau)$, D_x – дисперсия.

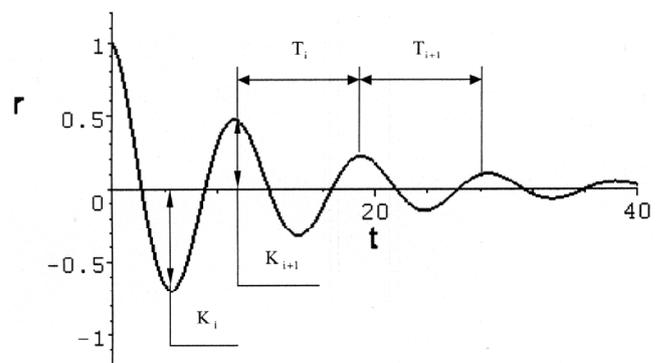


Рис.1.

Пусть $T_i, i = \overline{1, n}$ есть периоды $K_x(\tau)$. Средний период будет равен

$$T_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_i. \quad (2)$$

Величина β представляет собой среднюю частоту корреляционной функции

$$\beta = \frac{2\pi}{T_{cp}}, \quad (3)$$

параметр α является ее коэффициентом затухания.

Обозначим ν_i – логарифмический декремент затухания соседних экстремумов K_i и K_{i+1} .

$$\nu_i = \ln \left| \frac{K_i}{K_{i+1}} \right|. \quad (4)$$

Средний декремент затухания будет

$$v_{cp} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m v_i. \quad (5)$$

В этом случае параметр α определяется выражением

$$\alpha = \frac{v_{cp}}{T_{cp}/2} = v_{cp} \frac{2}{T_{cp}} \frac{\pi}{\pi} = v_{cp} \frac{\beta}{\pi}. \quad (6)$$

Для физически одинаковых случайных процессов отношение

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{v_{cp}}{\pi}$$

оказывается довольно устойчивым.

Для учета начального сдвига фазы кривой

$K_x(\tau)$ Фирсовым Г.А. [3] предложена следующая формула для описания случайного процесса

$$K_x(\tau) = D_x e^{-\alpha|\tau|} \times \left(\cos \beta \tau - \frac{\alpha \beta}{2\alpha^2 + \beta^2} \sin \beta |\tau| \right). \quad (7)$$

На практике весьма полезной оказывается еще одна характеристика стационарных случайных процессов, которую называют их спектральной плотностью. Для выяснения смысла этой характеристики рассмотрим вначале некоторую неслучайную функцию $X(t)$. Эту функцию можно представить в виде суммы отдельных гармоник с частотами ω_i и амплитудами A_i и B_i .

$$X(t) = A_0 + \sum_{i=1}^n (A_i \cos \omega_i t + B_i \sin \omega_i t). \quad (8)$$

Величины A_0, A_i, B_i находятся как коэффициенты ряда Фурье. Выражение (8) можно записать в виде

$$X(t) = A_0 + \sum_{i=1}^n C_i \cos(\omega_i t + \varphi_i), \quad (9)$$

где $C_i = \sqrt{A_i^2 + B_i^2}, \varphi_i = \arctg \frac{B_i}{A_i}$.

Спектром функции $X(t)$ называют функцию,

определяющую зависимость амплитуд C_i от частот ω_i . Эта функция характеризует внутреннюю структуру неслучайного процесса $X(t)$.

Теперь рассмотрим стационарный случайный процесс $X(t)$. Доказано, что такой процесс можно разложить также на элементарные гармоники с частотами ω_i и амплитудами u_i и v_i , которые в отличие от неслучайной функции будут случайными величинами. Таким образом, всякий стационарный случайный процесс можно представить в виде

$$X(t) = m_x + \sum_{i=1}^n (u_i \cos \omega_i t + v_i \sin \omega_i t), \quad (10)$$

где m_x – среднее процесса.

Если рассматривать волнение моря как стационарный процесс с постоянной координатой по глубине x , то в этом случае $m_x = 0$. Процесс (10) будет стационарным в широком смысле при соблюдении следующих условий:

- средние значения случайных величин равны нулю $m_{u_i} = m_{v_i} = 0$;
- дисперсии случайных величин одинаковы $D_{u_i} = D_{v_i} = D_i$;
- величины u_i и v_i некоррелированы при каждом i $K_{u_i v_i} = 0$.

Представление $X(t)$ в форме (10) при соблюдении перечисленных условий называется каноническим разложением случайного процесса.

Дисперсия процесса (10) по теореме о дисперсии суммы некоррелированных случайных величин

$$D_x = \sum_{i=0}^n (D_{u_i} \cos^2 \omega_i t + D_{v_i} \sin^2 \omega_i t) = \sum_{i=0}^n D_i, \quad (11)$$

то есть равна сумме дисперсий амплитуд элементарных гармоник.

Имея в виду непрерывность частот ω_i , удобно рассмотреть частоты на равных интервалах $\Delta\omega$ и ввести понятие плотности дисперсии

$$S_x(\omega_i) = \frac{D_i}{\Delta\omega}. \quad (12)$$

Здесь $S_x(\omega_i)$ – средняя дисперсия на интер-

вале частот $\omega_i \leq \omega \leq \omega_{i+1}$. На основании (11) будем иметь

$$D_x = \sum_{i=0}^n D_i = \sum_{i=0}^n S_x(\omega_i) \Delta\omega. \quad (13)$$

Перейдя к пределу $\Delta\omega \rightarrow 0$, $n = \infty$, $\omega_i = \omega$ будет непрерывным параметром. Получим

$$D_x = \int_0^{\infty} S_x(\omega) d\omega. \quad (14)$$

Непрерывная функция $S_x(\omega_i)$ называется спектральной плотностью случайного стационарного процесса. Функции $S_x(\omega_i)$ и $K_x(\tau)$ связаны друг с другом косинус-преобразованием Фурье

$$S_x(\omega) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} K_x(\tau) \cos \omega \tau d\tau. \quad (15)$$

Нормированной спектральной плотностью называют функцию

$$s_x(\omega) = \frac{S_x(\omega)}{D_x}, \quad (16)$$

очевидно

$$\int_0^{\infty} s_x(\omega) d\omega = 1. \quad (17)$$

Используя зависимость (15) для корреляционной функции (7) можно получить

$$S_x(\omega) = D_x \frac{4}{\pi} \frac{ab^2}{2\alpha^2 + \beta^2} \times \frac{\omega^2 + \alpha^2}{\omega^4 + 2a^2\omega^2 + b^4}, \quad (18)$$

где $a^2 = \alpha^2 - \beta^2$, $b^2 = \alpha^2 + \beta^2$.

Частота ω_1 максимума функции (18) определяется из уравнения

$$\frac{dS_x(\omega)}{d\omega} = 0. \quad (19)$$

$$\omega_1 = \beta \sqrt{\sqrt{1 + 4 \frac{\alpha^2}{\beta^2}} - \frac{\alpha^2}{\beta^2}}. \quad (20)$$

С учетом того, что $\frac{a}{\beta} \approx 0.2$, будем иметь

$$\omega_1 \approx 1,02\beta, \quad (21)$$

то есть частота максимума спектра приблизительно равна средней частоте корреляционной функции. Это обстоятельство часто используют при рассмотрении спектров случайных процессов.

По формуле (18) может быть построен спектр волнового процесса, если заданы параметры его корреляционной функции α и β , а также известна дисперсия D_x . Покажем это на примере хорошо изученного волнения моря. На рисунке 2 приведены нормированные спектры для различной балльности волнения моря 8, 6 и 4 балла (соответственно кривые 1, 2 и 3). Как видно, с уменьшением интенсивности волнения частота максимума спектра ω_i смещается вправо.

В случае двумерного волнения спектр будет одномерным, $S_x(\omega_i)$ зависит только от частоты ω .

Существенным для характеристики спектра является его площадь

$$D_\varepsilon = \int_0^{\infty} S_\varepsilon(\omega) d\omega. \quad (22)$$

Дисперсия D_B связана с интенсивностью волнового процесса. Она возрастает с увеличением амплитуды волнения.

Ширина спектра волнения характеризуется параметром ε

$$\varepsilon = \left(1 - \frac{\left[\int_0^{\infty} \omega^2 s_\varepsilon(\omega) d\omega \right]^2}{\int_0^{\infty} \omega^4 s_\varepsilon(\omega) d\omega} \right)^{1/2} \quad (23)$$

Если $\varepsilon \leq 0,4$, то спектр называют узким, а

функция $s_B(\omega)$ сосредоточена вблизи одной частоты. При широком спектре, когда $\varepsilon > 0,4$, $s_B(\omega)$ распределена в более широком диапазоне частот ω . Выражение формы спектра в виде

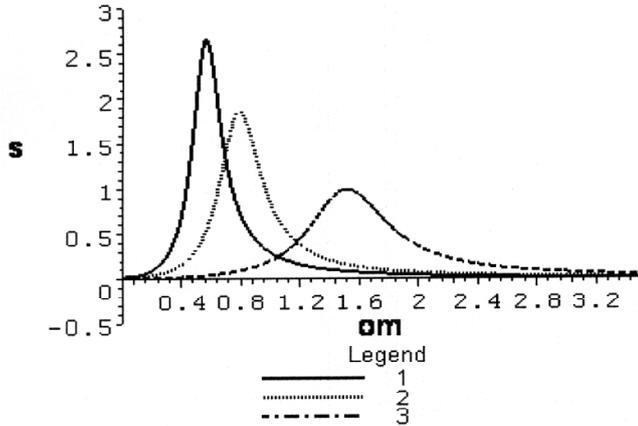


Рис.2.

$$s_\varepsilon(\omega) = \frac{S_\varepsilon(\omega)}{D_\varepsilon}$$

удобно для подбора аппроксимирующих функций. При этом дисперсия D_B служит масштабом спектра $s_B(\omega)$ при заданной функции $s_B(\omega)$.

Как правило в большинстве практических случаев отношение

$$\frac{\alpha}{\beta} = v_{cp} \frac{1}{\pi} \quad (24)$$

носит довольно устойчивый характер и колеблется вблизи $\alpha/\beta \approx 0,21 - 0,22$. Это позволяет назначать один из параметров (например, b) и определять второй приближенно по (24).

Как было показано выше, волновые случайные процессы достаточно хорошо описывается корреляционной функцией (7), которая имеет спектр (18).

Для данного спектра характерно наличие ординат при $\omega = 0$ и $\omega = \infty$. При $\omega = 0$ имеют

$$S_\varepsilon(0) = \frac{4}{\pi} D_\varepsilon \frac{\alpha b^2}{2\alpha^2 + \beta^2} \frac{\alpha^2}{b^4}. \quad (25)$$

При $\omega = \beta$ получим

$$S_\varepsilon(\beta) = \frac{4}{\pi} D_\varepsilon \frac{\alpha b^2}{2\alpha^2 + \beta^2} \frac{b^2}{\alpha^4 + 4\alpha^2 \beta^2}. \quad (26)$$

Эта ордината равна максимальной.

Рассмотрим отношение

$$\frac{S_\varepsilon(0)}{S_\varepsilon(\beta)} = \left(\frac{\alpha}{\beta}\right)^4 \frac{4 + \frac{\alpha_2}{\beta_2}}{\left(1 + \frac{\alpha^2}{\beta^2}\right)^3}. \quad (27)$$

Если $\alpha/\beta = 0,2$, то $S_B(0) = 0,005 S_B(\beta)$.

Как видно, ордината спектра при $\omega = 0$ достаточно мала. При $\omega = \infty$ спектр (18) быстро затухает. Таким образом, для оценки волновых процессов достаточно рассматривать только существенную часть спектра. Что касается расположения спектра по оси частот, то, как отмечалось, оно определяется частотой его максимума ω_1 .

При $\alpha/\beta = 0,2$ отличается от β на 1-2%.

Поэтому практически считают, что частота максимумов спектра (18) $\omega_1 = \beta$, то есть равна средней частоте корреляционной функции $K_B(\tau)$ (7).

Параметр α определяет ширину спектра. Чем меньше α , тем ближе процесс волнения к регулярному и тем уже спектр. Его ординаты будут более сосредоточены вблизи частоты $\omega = \beta$.

Это значение дисперсии волновых ординат превышает величину, задаваемую формулой (28) на 17%. Отсюда видно, что установление расчетных значений ширины волновых спектров имеет существенное значение. Представляется, что значение ε достоверно выбирать из экспериментальных данных.

Вопрос о том, на какую динамическую нагрузку должны рассчитываться строительные сооружения, является наиболее сложным и противоречивым в процессе проектирования.

Бесспорно, что основным принципом при решении этого вопроса должно быть максималь-

ное приближение расчетных параметров к реально возможному, причем наиболее тяжелым. В этом отношении вероятностные методы обладают бесспорными преимуществами, так как они позволяют при случайном характере внешнего воздействия учесть их реальные вероятностные законы вместо условного выбора отдельных возможных значений или реализаций.

С целью обеспечения высокой надежности строительных конструкций их проектирование следует производить исходя из такого режима сейсмической нагрузки, который может быть встречен в процессе эксплуатации и является наиболее тяжелым в отношении внешних сил, действующих на сооружение.

После выбора волнового процесса и его параметров программируется расчет нормированной спектральной плотности для ряда дискретных значений ω_i . Как показывает опыт, интервал частот выбирается от $\omega = 0$ до $\omega \leq 1,6$. Использование нормированной спектральной плотности удобно с той точки зрения, что она не зависит от дисперсии реального волнового процесса.

$$s(\omega) = \frac{4}{\pi} \frac{\alpha b^2}{2\alpha^2 + \beta^2} \frac{\omega^2 + \alpha^2}{\omega^4 + 2a^2\omega^2 + b^4}. \quad (28)$$

Каждому значению частоты ω_i соответствует дисперсия i -ой элементарной волны

$$\sigma_i^2 = D_s s(\omega_i) \Delta\omega, \quad \sigma_i = \sigma_s \sqrt{s(\omega_i) \Delta\omega}. \quad (29)$$

Ординаты частиц поверхности грунта в заданном направлении рассчитываются как сумма элементарных гармоник

$$x_g = \sum_{i=0}^{\infty} (u_i \sin \omega_i t + v_i \cos \omega_i t) \sigma_i \quad (30)$$

В этих формулах u_i и v_i – случайные величины с нормальным нормированным распределением, у которых математические ожидания равны нулю, а дисперсии единице.

Скорости и ускорения частиц грунта рассчитываются по формулам

$$\left. \begin{aligned} v_{xg} = \dot{x}_g &= \sum_{i=1}^n (-u_i \sin \omega_i t + v_i \cos \omega_i t) \omega_i \sigma_i, \\ \dot{v}_{xg} = \ddot{x}_g &= -\sum_{i=1}^n (u_i \cos \omega_i t + v_i \sin \omega_i t) \omega_i^2 \sigma_i. \end{aligned} \right\} \quad (31)$$

В данных формулах бесконечный ряд гармоник заменен на конечное их значение, так как дисперсии элементарных волн при больших частотах стремятся к нулевому значению.

ВЫВОДЫ

1. Главным в статье является развитие метода оценки параметров движения частиц грунта, определяющих силовое воздействие на строительное сооружение, на основе модели нерегулярного волнового процесса. Такой подход дает возможность получить объективную оценку физических явлений и процессов на этапе оценки прочностных характеристик объектов в процессе их эксплуатации.
2. Методика моделирования процессов нерегулярного волнения грунта при землетрясениях основана на теории случайных процессов. Если дисперсия волн постоянна при заданной активности землетрясения, то волновой процесс обладает свойством стационарности. Это свойство позволяет представить случайный процесс волнения в виде суммы отдельных его гармоник с распределением общей дисперсии волны на составляющие, в зависимости от выбора корреляционной функции волнения и его спектральной плотности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Екимов В.В. – Вероятностные методы в строительной механике корабля. «Судостроение», Л., 1966 г.
2. Свешников А.А. – Определение вероятностных характеристик трехмерного волнения моря. Известия АН СССР ОТН N3, 1959 г.
3. Фирсов Г.А. – Об энергетическом спектре морского волнения. Труды ЦНИИ МСП, вып. 127, 1958г.

Раздел 3. Строительные материалы и изделия

УДК 697.12.13.

Казьмина А.И., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Повышение уровня тепловой защиты зданий при их эксплуатации и реконструкции

В статье рассмотрены проблемы обоснования тепловой защиты зданий с учетом климатических факторов, предложен классификатор конструктивных решений ограждающих конструкций с применением эффективных теплоизоляционных материалов.

тепловая защита, энергосбережение, утилизация тепла, термическое сопротивление, климатические факторы, теплопотери, солнечная радиация.

В Крыму в 1950-1970г. построено около 40% общей площади жилых домов. Представлены они сериями типовых проектов (в основном выполненных из крупных блоков природного камня крымских месторождений). Во многих городах Крыма построены 2^х этажные жилые здания из штучного камня и кирпича.

Это дома различных типов и модификаций (односекционные, многосекционные – для малосемейных; с малогабаритными и обычными квартирами). Главная особенность 2-5 этажного жилищного фонда – невысокое планировочное качество квартир, а так же осязаемое моральное старение.

Характерно, что 80% этих зданий имеют конструктивную схему с продольными несущими стенами с пролетом 6,0 м (2^х пролетные).

Функционально-планировочные качества 2-5 этажных жилых домов, как правило, с весьма ограниченной номенклатурой типов одно-, двух- и трехкомнатных квартир определяется малыми площадями квартир по сравнению с действующими в наше время нормами.

Поэтому можно сделать вывод, что жилые районы этого периода застроены в соответствии с количественными, а не качественными критериями.

В годы строительства 2-5 этажных жилых домов по типовым проектам массовых серий фактическое сопротивление теплопередаче нагруженных стен из-за ряда недостатков, как проектного, так и производственного характера было на 3-10% ниже нормативного, особенно при ориентации на северные, северо-восточные и северо-западные румбы. В то время, требуемое сопротивление теплопередаче R_0 (тр) было установлено равным $0,8 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

В настоящее время в соответствии с последними изменениями к СНиП II-3-79** «Строй-

тельная теплотехника» приказом Госкомитета Украины по делам градостроительства и архитектуры от 27 июня 1996г. № 117 для Крымского региона требуемое сопротивление теплопередаче наружных стен, как при новом строительстве, так и при реконструкции жилых зданий в зависимости от материала стен и ее конструкции составляет $1,7 - 1,9 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$ (рис 1а, 1б, 1в).

Комфортные условия для человеческого организма, которые должны приниматься во внимание при проектировании, складываются из двух элементов: внешних климатических условий и внутреннего микроклимата здания.

Взаимодействие между внешними климатическими условиями и микроклиматом помещения сказывается, главным образом, на ограждающих конструкциях.

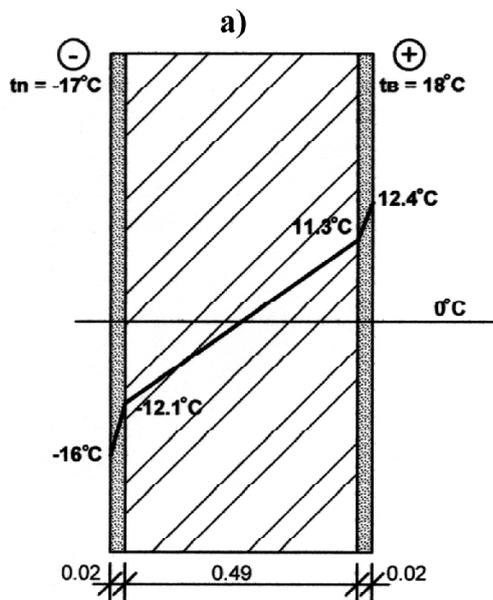
В поверхностях ограждающих конструкций происходит соприкосновение двух встречных энергетических потоков, поэтому именно здесь должен осуществляться контроль над энергетическими процессами.

Вследствие того, что ограждающие конструкции регулируют количество теплопотерь и теплопоступлений, они представляют возможность для использования условий окружающей среды.

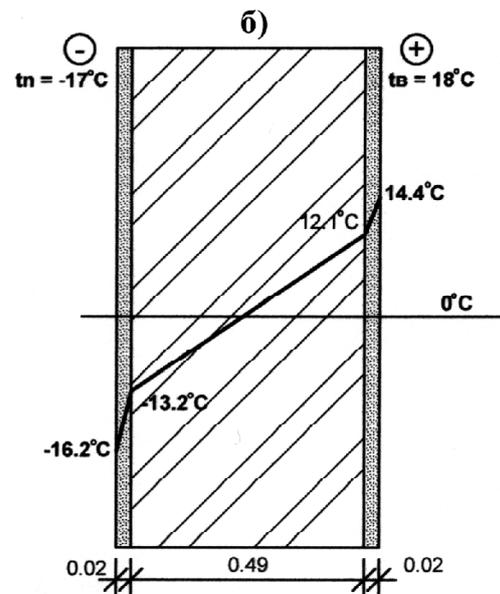
Одним из таких условий является учет солнечной радиации на вертикальные поверхности зданий различной ориентации.

Эти вопросы не учитывали при проектировании рассматриваемых 2х-5ти этажных жилых зданий.

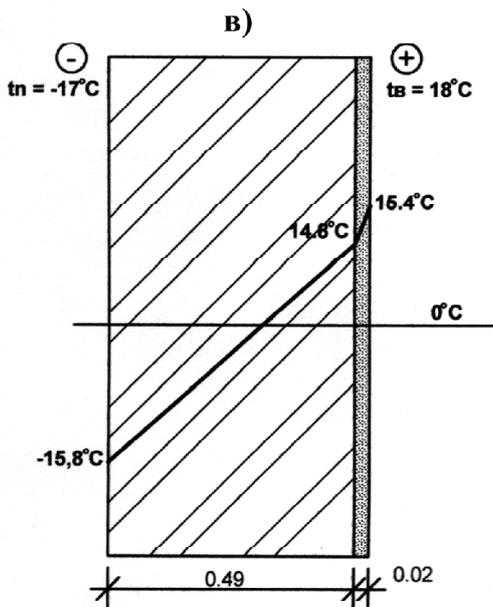
Количество радиационного тепла, поступающего на вертикальные поверхности стен, имеет важное значение для температурного поля ограждающих конструкций, как в летних, так и в зимних условиях эксплуатации зданий.



$R_o = 0,828 \text{ м}^{20} \text{ C/Вт}$
в кирпичной стене
 $R_o^{тр} = 1,7 \text{ м}^{20} \text{ C/Вт}$



$R_o = 0,963 \text{ м}^{20} \text{ C/Вт}$
в стене из камня ракушечника
 $R_o^{тр} = 1,7 \text{ м}^{20} \text{ C/Вт}$



$R_o = 0,669 \text{ м}^{20} \text{ C/Вт}$
в стене из блоков-известняков
 $R_o^{тр} = 1,9 \text{ м}^{20} \text{ C/Вт}$

$R_o^{тр}$ -- сопротивление теплопередаче наружной ограждающей конструкции для III температурной зоны Украины (Крым).

Большая часть ограждающей конструкции находится в зоне отрицательных температур, а сопротивление теплопередаче почти в 2,5-3 раза меньше нормативного, установленного в приложении к СНиП II - 3 - 79**.

Рис.1. Линии распределения температур в существующих ограждающих конструкциях без утепления (г. Симферополь)

Наружные ограждающие конструкции существующего жилого дома находятся в неравных климатических условиях, ибо в Крыму в зимний период ветры северного направления (северный, северо-восточный и северо-западный) оказываются не только самыми «холодными», но и преобладающими.

Для выполнения теплотехнического рас-

чета ограждающих конструкций нормативный коэффициент α_n , принимающийся для поверхностей соприкасающихся непосредственно с наружным воздухом, равен $20 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град.} [5]$.

Применение коэффициента среднего значения не может обеспечить необходимый тем-

пературный режим в помещениях, ориентированных на наиболее неблагоприятную в отношении действия преобладающих холодных ветров.

Поэтому расчет теплотерь через ограждающие конструкции при реконструкции этих зданий должен быть дифференцированным в соответствии с данными о господствующем направлении ветра, его средней скорости и средней температуре воздуха, соответствующей ветру каждого направления.

Все эти данные есть в климатических паспортах городов Крыма и частично Украины, разработанных в предыдущих исследованиях.

С ветровыми условиями и относительной влажностью связаны осадки.

Наружная поверхность ограждения подвергается воздействию осадков различной интенсивности и продолжительности.

Особенно тяжелые условия увлажнения стен складываются при сильном ветре. Ограждающие конструкции жилых домов 50 – 70 гг. не имели достаточной влагоизоляции, что привело к проникновению дождевой воды в стены и образованию сырости в квартирах, особенно в тех, которые располагаются на северных, северо-восточных и северо-западных румбах. Это приводит к увеличению коэффициента теплопроводности λ и снижает теплоизолирующую способность ограждения.

Поэтому при оценке теплозащитных характеристик в момент реконструкции необходимо использовать адресно-реальное значение коэффициента λ в условиях эксплуатации здания, а не принимать его нормативное значение в сухом состоянии согласно СНиП П-3-79**. Этот вопрос следует учитывать при выборе материала для теплоизоляции наружных ограждающих конструкций.

Согласно расчетам теплотери в существующем жилом доме 50 – 70 г. строительство превышают нормативные на 50 – 60%, особенно за счет больших теплотерь через окна в квартирах, в лестничных клетках, через двери.

Наибольшие потери имеют квартиры в верхних и нижних этажах.

Так, например, теплотери:

через окна – 32%;

через окна в лестничной клетке – 42%;

через входные двери в здание – 9%.

С экономической точки зрения замена окон ниже стоимости дополнительной защиты наружных стен, но система наружной теплоизоляции позволяет не только экономить расход энергоносителей на 25 – 30%, но и будет обеспечивать эффективную защиту конструкции зданий от воздействия внешней среды, дополнительную звукоизоляцию, возможность изменения цветового и фактурного решения фасадов, увеличивать безремонтный срок службы здания.

Роль наружных ограждающих конструкций в энергосбережении при эксплуатации зданий следует рассматривать во взаимодействии с их долговечностью. Необходимость комплексного подхода возросла с повышением требований к тепловой защите.

Для выполнения новых требований при определении общего сопротивления теплопередач, которые даны в изменении к СНиП П-3-79** «Строительная теплотехника» необходимо применение эффективных утеплителей.

При выборе эффективного утеплителя следует учитывать следующие факторы:

минимальные энергозатраты при производстве;

малая теплопроводность;

высокое сопротивление воздухопроницаемости;

низкая огнестойкость;

совместимость с основным материалом стены.

Обилие продукции на строительном рынке делает их выбор весьма проблематичным, так как необходимо учитывать не только стоимость материала, но и климатические параметры района строительства, тип здания, требования по тепло-, гидро- и звукоизоляции отдельных строительных конструктивных элементов.

Как располагать теплоизоляцию: внутри или снаружи?

Корректировка размещения и состава теплоизолирующего слоя является чрезвычайно важной задачей.

В ряде случаев возможно (а иногда и более дешево) размещать теплоизолирующий слой с внутренней стороны ограждающих конструкций. Это несколько уменьшит габариты помещений (рис. 2а, 2б, 2в).

Классификация традиционных утеплителей с физико-механическими показателями.

Материалы	Коэффициент теплопроводности, Вт/м °С	Плотность, кг/м ³	Рабочая температура °С	Прочность прижатия, МПа
1	2	3	4	5
Алвеолит Алвеолен	0,33 – 0,39	25 - 250	-80... +130	0,15 – 0,3
Пенофол	0,037 – 0,038	25 - 45	-60... +100	0,03 – 0,2
Пенофол –2000	0,049 – 0,05	...	-60... +100	0,04 – 0,23
Полиэтиленовые	0,027 – 0,04	33	60... +15	0,035
Минераловатные	0,037 – 0,047	35 - 150	-60... +400	0,006 – 0,2
Стекловатные и стекловолоконные	0,03 – 0,054	10 - 150	-60... +480	0,008 – 0,025
Полистирольные (пенополистирольные)	0,027 – 0,037	25 - 45	-50... +75	0,15 – 0,7
Полиуретановые (пенополиуретановые)	0,016 – 0,06	40 - 45	-180... +250	до 2,5
Пенопласты	0,034 – 0,047	авг.35	-50... +120	0,003 – 0,025
Эволит - Термо	0,06 – 0,1	250 - 480	0... +800	1,2 – 1,5

С точки зрения теплофизики общее термическое сопротивление не зависит от последовательности расположения слоев различных материалов в ограждающих конструкциях. Однако, с точки зрения диффузии водяных паров слои различных материалов должны располагаться в строгой последовательности, при которой сопротивление теплопередаче уменьшится, сопротивление паропроницанию возрастет снаружи внутрь. Нарушение этого условия приведет к конденсации влаги в сечении ограждающей конструкции.

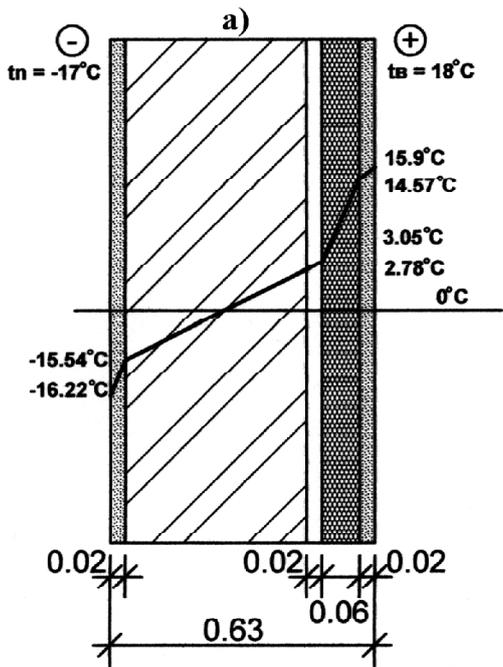
При размещении теплоизоляции с внутренней стороны влага, как правило, конденсируется на границе внутренней стены и теплоизоляции. Повышенная влажность снижает теплотехнические характеристики, вызывает активный рост грибков, плесени и, в конечном счете, приводит к разрушению конструкции.

В Финляндии в свое время снесли тысячи квадратных метров жилья, поскольку у жителей таких домов резко возросло количество астматических заболеваний. Еще одним недостатком такой системы является существование мостика холода, который приводит к образованию конденсата и растрескиванию конструкции.

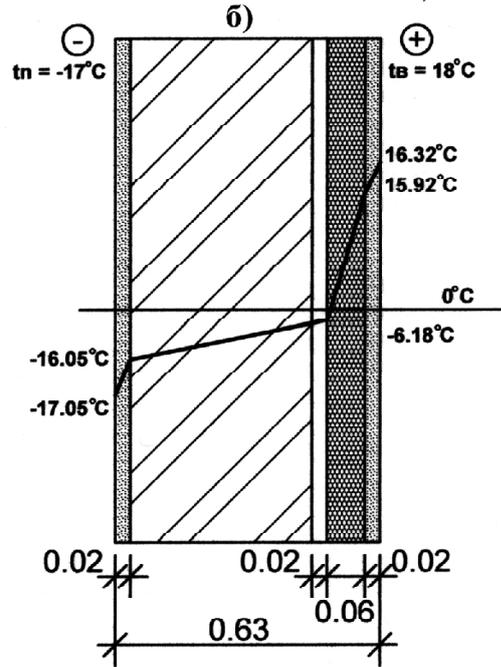
Наружная теплоизоляция при сочетании слоя обшивки со штукатуркой, хотя и тре-

бует относительно больших первоначальных затрат, позволяет полностью покрыть здание слоем теплоизоляции, решив таким образом проблему мостиков холода, более равномерно, с минимальными перепадами температур рационально использовать внутреннее тепло в здании, так как в этом случае строительный объем здания – накопитель тепловой энергии, и, как результат, минимизация эксплуатационных расходов (рис 3а, 3б, 3в).

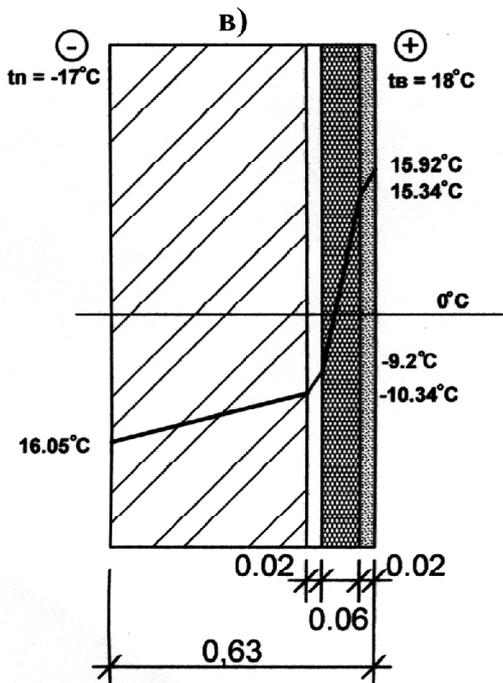
Система наружной теплоизоляции позволяет не только экономить расход энергоносителей на 25 – 30%, но и обеспечивает эффективную защиту конструкций дома от воздействия внешней среды. (табл.1.)



$R_0 = 2.060 \text{ м}^2 \text{ C/Вт}$
в кирпичной стене



$R_0 = 2.610 \text{ м}^2 \text{ C/Вт}$
в стене из камня ракушечника



$R_0 = 2.180 \text{ м}^2 \text{ C/Вт}$
в стене из естественного
камня известняка

При размещении теплоизоляции с внутренней стороны стены, влага, как правило, конденсируется на внутренней грани стены и теплоизоляции. Повышенная влажность снижает теплотехнические характеристики, вызывает рост грибков, плесени и, в конечном счете приводит к разрушению конструкции. Конструкция стены находится в зоне отрицательных температур.

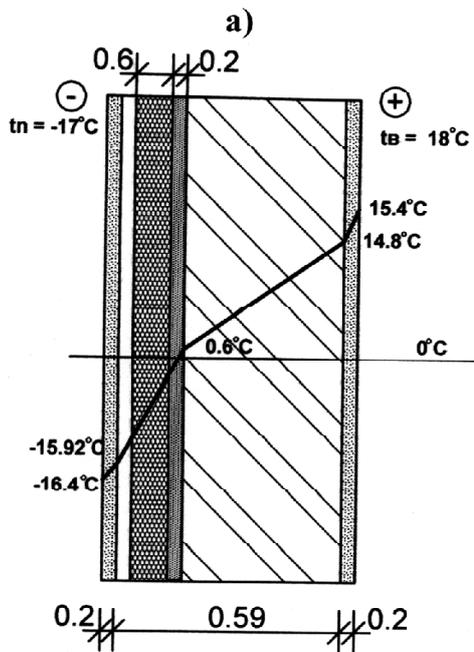
Рис.2. Линии распределения температур в толще ограждающей конструкции при утеплении изнутри (г. Симферополь)

Таблица 2.

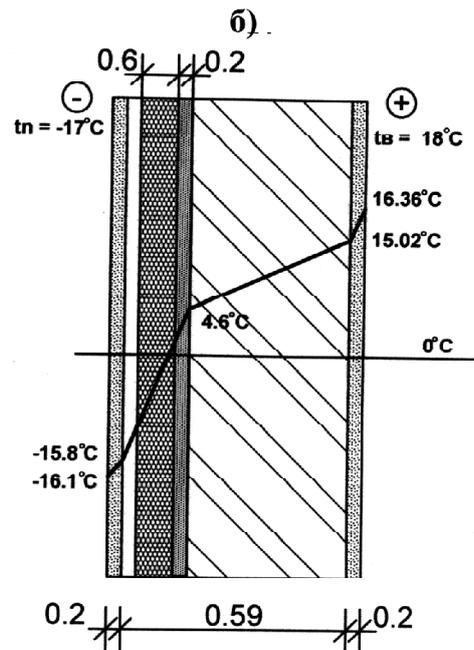
Классификатор конструктивных решений ограждающих конструкций с применением эффективных теплоизоляционных материалов *. (Фрагменты классификатора)

№	Основные системы теплоизоляции	Типы основных систем	Структура системы	Утеплители коэффициентом теплопроводности	Толщина утеплителя, мм				Особенности типов систем теплоизоляции
					Материал стен				
					Кирпич		Камень, ракушечник	Блоки, прир.	
380	510	500	500						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Многослойная система "Мокрого" типа	"Теплый дом"	1а-Внутренняя отделка; 1-стена;	ROCKWOOL (минеральная вата) $\lambda=0,037$	80	70	50	60	Система имеет вспомогательные элементы угловые направляющие, цокольные и карнизные профили, элементы примыкания, уплотняющие ленты. Система позволяет не только сократить эксплуатационные расходы, в том числе на отопление (на 40-50%), но и снизить нагрузки на фундамент
			2-клеевой состав;						
			3-утеплитель	$\lambda=0,040$	100	80	60	70	
			4-арматурная сетка	$\lambda=0,047$	70	60	50	60	
			5-выравнив. слой	Полистерол (вспененный и экструдированный)					
			6-финишный слой	$\lambda=0,027$	70	60	50	60	
2	Многослойная система "Мокрого" типа	"Термофасад" (ЦНИИ промзданий Москва)	1а-Внутренняя отделка; 1-стена; 2-утеплитель; 2-стальная армированная оцинкованная сетка;	Минераловатные плиты PAL 1, PAL 2 Производства "Парок" (базальтовая вата) $\lambda=0,039$	70	70	0	70	Система "Термофасад"- усиление теплозащиты стены на подвижном основании. Подвижные кронштейны и температурные швы исключают передачу осадочных деформаций на отделочно штукатурный слой, воздействии температурных и ветровых нагрузок на поверхность температурного слоя не передается на несущие элементы здания, что обеспечивает долговечность.
			3-защитно-декоративный слой						
				$\lambda=0,035$	90	80	71	81	
				$\lambda=0,040$	110	100	72	82	
				$\lambda=0,047$	120	110	90	100	
3	Многослойная система "Мокрого" типа	Тех-color (Германия)	1-утепляемая стена	Минеральная плита фасада Батс	$\lambda=0,037$	105	95	100	Система имеет один недостаток-ее можно монтировать только при t возд. $+5^{\circ}C$. Эта система имеет общее термическое сопротивление ограждающей конструкции при постоянной внутренней $t +20^{\circ}C$. Система позволяет устранить сквозняки вдоль стен, поддерживать необ ходимую влажность.
			2-старая наружная отделка;						
			3-специальный клеящий состав;	$\lambda=0,045$	115	105	95	105	
			4-теплоизоляц. слой;	$\lambda=0,047$	120	110	100	110	
			5-армирующий слой из клеевого минарального состава;	Бесусадочный полис тирол с антипиреном $\lambda=0,027$	80	70	60	70	
			6-сетка из стекловолонна;	$\lambda=0,030$	85	80	70	80	
			7-кварцевая грунтовка	$\lambda=0,035$	90	85	80	90	
			8-декоративная отделка.	$\lambda=0,037$	105	95	100	95	

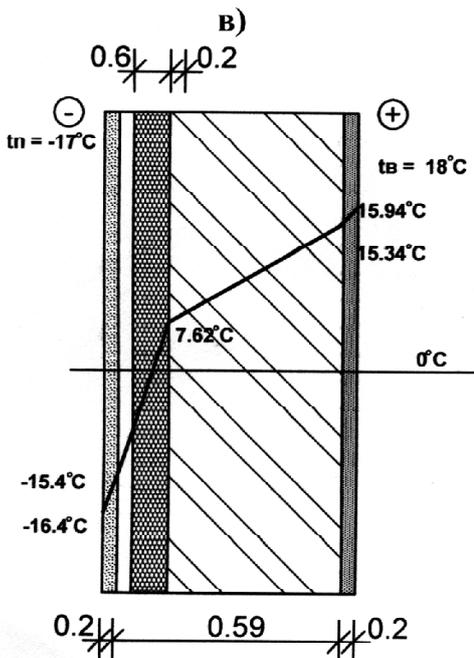
* - Классификатор разработан в научно-исследовательской работе.



$R_o = 2.060 \text{ м}^2\text{C/Вт}$
в кирпичной стене



$R_o = 2.610 \text{ м}^2\text{C/Вт}$
в стене из камня ракушечника



$R_o = 2.180 \text{ м}^2\text{C/Вт}$
в стене из естественного
камня известняка

При наружном утеплении
снижение температуры по
толщине существующей
стены происходит достаточно
медленно и плавно. И стена
находится в зоне
положительных температур.

Рис.3. Линии распределения температур в ограждающих конструкциях зданий с размещением теплоизоляции снаружи (г. Симферополь)

ВЫВОДЫ.

1. Реконструкцию жилищного фонда и строительство нового жилья необходимо рассматривать как единый процесс, обеспечивающий продление жизненного цикла домов, повышения их комфортности и энергоэкономичности.
2. При реконструкции зданий рационально сочетать энергосберегающие меры с вопросами улучшения архитектурных характеристик и уровня комфорта, учитывая при этом климатические факторы данного района, по климатическим паспортам городов.
3. При разработке проекта реконструкции необходимо выявить резервы повышения энергоэффективности здания, не задействованные в нормах строительной теплотехники.
4. Для эффективного применения теплоизоляционных материалов должна быть разработана методика оценки, учитывающая специфические свойства каждой группы теплоизоляционных материалов. Только при сравнительном подходе каждый изоляционный материал сможет занять свою нишу в обеспечении долговечности наружных ограждающих конструкций энергосберегающих зданий.
5. При оценке теплоизоляционных характеристик в момент реконструкции необходимо использовать адресно-реальное значение коэффициента теплопроводности в условиях эксплуатации здания, а не принимать его нормативное значение в сухом состоянии согласно СНиП II – 3 – 79**.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Гликин С.М., Хуснимордова А.Г. Перспективы применения пенофола в конструкциях систем. Промышленное и гражданское строительство 2001 №2, с.40-41.
2. Ершов М.Н. Система утепления и отделки фасадов с использованием ограждающей изоляции. Промышленное и гражданское строительство 2002 №12 с.34-36.
3. Умнякова Н., Матвиевский А. Утепление существующих ограждающих конструкций. Технология строительства 2001 №4.
4. Максиенко В. А. Современные тенденции в решении наружных ограждений зданий и сооружений. Промышленное и гражданское строительство.
5. СНиП II – 3 – 79** «Строительная теплотехника».
6. СНиП 2.01.01. – 82 «Строительная климатология и геофизика».
7. Приказ Госкомитета Украины по делам градостроительства и архитектуры от 27 июня 1996г. №117 (дополнения и изменения с СНиП II – 3 – 79** «Строительная теплотехника»).

Лавринев П.Г., к.т.н., доцент, Лукьянченко М.А., инженер, Бородачева Т.И., инженер, Пашенко С.Н., инженер.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Арболит на основе обрезков виноградной лозы.

Исследована возможность изготовления арболита на основе обрезков виноградной лозы и портландцемента, который по своим физико-механическим характеристикам, теплофизическим свойствам, биостойкости весьма близок к арболиту на древесных опилках.

обрезки виноградной лозы, древесные опилки, арболитобетонная смесь, дистиллерная жидкость.

В последнее время все больший интерес исследователи и производственники проявляют к минеральным и органическим отходам различных производств. Использование вторичных ресурсов и, прежде всего, промышленных отходов, чрезвычайно важно по ряду причин – это обеспечивает производство богатым источником дешевого и часто уже подготовленного сырья, приводит к экономии капитальных вложений, предназначенных для строительства предприятий, добывающих и перерабатывающих сырье и повышению уровня их рентабельности, высвобождению значительных площадей земельных угодий и снижению степени загрязнения окружающей среды и т. д. Поскольку объем много тоннажных, побочных и попутных продуктов различных отраслей промышленности постоянно возрастает, последовательное повышение уровня их использования становится важнейшей общегосударственной задачей, так как научно-обоснованное использование этих отходов дает значительный экономический эффект.

Проблема переработки вторичного сырья приобретает в наше время также и острый социальный характер. Это связано, в первую очередь, не только с усиливающимся загрязнением природной среды, но и с ограниченностью традиционных природных ресурсов.

Отмеченное выше, в полной мере относится к использованию лесных запасов и отходов виноградной лозы и действительно, часто в районах, где отсутствуют промышленные запасы леса, на больших площадях выращивают виноград, а поскольку виноградный куст требует ежегодной обрезки, то это довольно солидный источник сырья. Так, например, на юге Украины и в Молдавии ежегодно сжигается около одного миллиона кубометров обрезков виноградной лозы. В несколько раз большие объемы уничтожаются в Болгарии, Венгрии, Румынии, Италии,

Франции и др. странах [1].

Издавна лозу использовали, как армирующий материал в саманных постройках в Средней Азии, на юге Одесской и Николаевской областей, Молдавии и в Крыму.

В 20-тых годах во Франции была получена удовлетворительного качества бумага, состоящая на 2/3 из древесины лозы. В 30-х годах в СССР изучали вопрос получения беленной целлюлозы из обрезков виноградной лозы для выработки бумаги. Аналогичные исследования в этот период проводили в Германии [3].

Наиболее активно развернулись исследования по промышленному использованию обрезков виноградной лозы в 60-х гг. В этот период в Грузии была исследована возможность использования виноградной лозы для производства древесноволокнистых плит мокрым способом, тарного и кровельного картонов и строительных плит. Во Франции опробован процесс получения плит из лозы, облицованной шпоном или пластиком. В Болгарии изучено влияние режимов прессования на некоторые физико-механические свойства древесностружечных плит из обрезков виноградной лозы. Интересные научно-исследовательские работы по применению в качестве сырья обрезков виноградной лозы для производства ДВП и ДСП в условиях Молдавии выполнены в 1971-1973 гг. Оригинальную работу с оптимизацией условий изготовления лигно-углеводных древесных пластиков (ЛУДП) без добавления связующих провели в 1977 г. в Уральском лесотехническом институте. Но наиболее значимые научно-исследовательские работы, проведенные как в лабораторных, так и в производственных условиях, были выполнены Стояновым В.В. и его учениками [1, 2]. Эти исследования позволяют рекомендовать для переработки обрезков виноградной лозы три способа:

сухое горячее прессование без добавления связующих;
 прессование с использованием в качестве связующих полимеров;
 изготовление изделий на минеральных вяжущих.

На основе использования рекомендуемых способов переработки лозы были изготовлены и исследованы различные строительные материалы и изделия. Вместе с тем, анализ и решение проблемы переработки виноградной лозы в строительные изделия позволили установить целый ряд вопросов, решение которых позволит не только улучшить экологическую обстановку в Крымском регионе Украины, но и значительно увеличить объемы природного сырья.

На кафедре «Технология производства строительных материалов и изделий» Национальной академии природоохранного и курортного строительства проведены научно-исследовательские работы по изучению возможности использования обрезков виноградной лозы крымских сортов в производстве стенового камня.

Для проведения экспериментальных исследований по изготовлению арболита использовали полпортландцемент Бахчисарайского цементного завода марки 400 (активность портландцемента равнялась 412 кг/см^2). В качестве органического заполнителя использовали обрезки виноградной лозы, которые дробили вручную. Длина обрезков лозы равнялась $45 \div 55 \text{ мм}$.

Для сравнения с традиционным арболитом в качестве органического заполнителя использовали отходы деревообрабатывающей промышленности-опилки, которые просеивали через сито с размером ячейки равным 10 мм.

Арболитобетонную смесь затворяли обычной водопроводной водой. В качестве добавки использовали дистиллерную жидкость, являющуюся отходом содового производства Красноперекопского завода. Расход добавки был принят от „0" до 100%, т. е. арболитобетонную смесь готовили только на дистиллерной жидкости (без обычной воды затворения). Эта жидкость одновременно служила не только минерализатором, которая нейтрализовала действие вредных для портландцемента водорастворимых или экстрактивных веществ древесины (сахаристые вещества, смоляные кислоты), но и ускоряла процесс твердения арболитобетонной смеси благодаря действию хлоридов кальция,

содержащихся в дистиллерной жидкости.

Арболитобетонную смесь тщательно перемешивали вручную. Стандартные образцы размером $15 \times 15 \times 15 \text{ см}$ формовали на лабораторной виброплощадке с пригрузом. Затвердевшие образцы испытывали после затвердения в тепло-влажностных условиях в 28-суточном возрасте на гидравлическом прессе П-125.

Для производства арболита была использована следующая последовательность технологических операций. В чашу для перемешивания арболитобетонной смеси засыпали взвешенную порцию нарезанных длиной $45 \div 55 \text{ мм}$ обрезков виноградной лозы. Обрезки использовали с естественной влажностью. Затем к ним добавляли определенное количество минерального вяжущего (портландцеента). После тщательного ручного перемешивания добавляли воду затворения (без добавки и с добавкой). Снова тщательно перемешивали, после чего свежеприготовленную арболитобетонную смесь загружали в стандартные формы для изготовления опытных образцов-кубов. Заполненные арболитобетонной смесью формы после уплотнения на стандартной лабораторной виброплощадке (амплитуда колебаний 0.5мм) помещали в камеру нормального твердения, где они находились в течение 28 суток.

Все исследования были проведены на базе ранее предложенной инженерной модели строения однолетнего стебля виноградной лозы в виде пустотелой трубки, усиленной через небольшие расстояния круговыми ребрами-узлами. Анатомия межузлового участка стебля близка к древесине лиственных пород, узловые части имеют определенные особенности. Специфика анатомического строения узла такова, что древесина здесь состоит из довольно крупных, плотно прижатых друг к другу паренхимных клеток и имеет (в отличии от междоузлий) зернистое строение.[1.5]

Для контрольной серии образцов в качестве органического заполнителя использовали отходы деревообрабатывающей промышленности — опилки.

Для изучения физико-механических свойств затвердевшего арболита были проведены по 6 серий опытов с различным процентным содержанием химической добавки (дистиллерной жидкости). Эту добавку вводили в зависимости от процентного содержания воды затворения в арболитобетонной смеси, т.е. на сколько снижа-

ли количество воды затворения, на столько увеличивали количество указанной добавки. При этом водоцементное отношение оставалось постоянным.

Методика исследований возможности использования обрезков виноградной лозы для производства арболита предусматривала определение следующих физико-химических характеристик: среднюю плотность арболита и его предел прочности на осевое сжатие. Для всех видов испытаний использовали обрезки древесной однолетней виноградной лозы диаметром 4-10 мм. Результаты проведенных экспериментальных исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Прочности арболита при различном расходе добавки (дистиллерной жидкости).

№ п/п	Расход воды, %	Расход добавки, %	Средняя плотность, кг/м ³	Прочность на сжатие,	Органический наполнитель
1	2	3	4	5	6
1	100	0	531	1.62	Обрезки виноградной лозы
2	80	20	537	1.93	
3	60	40	572	2.17	
4	40	60	591	2.35	
5	20	80	612	2.41	
6	0	100	641	2.14	
7	100	---	527	1.82	Древесные опилки
8	80	20	532	2.13	
9	60	40	564	2.55	
10	40	60	572	2.67	
11	20	80	593	2.71	
12	0	100	628	2.52	

Примечание: расход портландцемента—250 кг/м³
расход наполнителя—160 т/м³

Анализ полученных результатов, приведенных в таблице, показывает, что введение в качестве добавки дистиллерной жидкости в состав арболитобетонной смеси увеличивает прочность арболита, т. е. Эта добавка ускоряет процессы твердения портландцемента, и то только до определенных пределов. Так, например, при полной замене воды затворения дистиллерной жидкостью прочность на осевое сжатие даже, как свидетельствуют результаты опытов, несколько снижается. Это снижение прочности можно объяснить тем, что в состав дистиллерной жидкости входят не только хлориды, но и другие примеси. С другой стороны, даже такие “”сильные”” ускорители твердения портландцемента, как хлориды (хлористый кальций) имеют не беспредельные возможности.

В процессе проведения данной серии опытов было также обнаружено, что с увеличением

количества добавки средняя плотность арболита увеличивается. Это характерно как для арболита на основе обрезков виноградной лозы, так и на основе древесных опилок. Например, при введении 20% добавки средняя плотность арболита на основе древесных опилок составила 532 кг/м³, а при затворении арболитобетонной смеси только одной дистиллерной жидкостью средняя плотность затвердевшего арболита составила 628 кг/м³.

Известно, что с увеличением расхода портландцемента прочность и средняя плотность арболитовых изделий увеличиваются.

Для проведения данной серии опытов расход портландцемента изменяли от 100 до 400 кг/м³. В качестве затворителя для вяжущего брали 50% водопроводной воды и 50% дистиллерной жидкости. При этом водоцементное отношение было принято 0.55. Результаты проведенных исследований представлены в табл. 2.

Таблица 2.

Прочность и средняя плотность арболита при различном расходе портландцемента.

№ п/п	Расход цемента, %	Средняя плотность, кг/м ³	Прочность на сжатие,	Органический наполнитель
1	100	419	0.4	Обрезки виноградной лозы
2	200	531	1.7	
3	300	652	2.7	
4	400	776	4.5	
5	100	413	0.5	Древесные опилки
6	200	527	1.8	
7	300	641	2.9	
8	400	762	4.7	

Анализ результатов данной серии опытов показывает, что увеличение прочности арболита на основе древесных опилок составило от 0.5 МПа до 4.7 Мпа при расходе минерального вяжущего 400 кг/м³.

Рост прочности арболита на основе обрезков виноградной лозы практически такой же, как у арболита на основе древесных опилок (опыты 1—4). Средняя плотность арболита (независимо от вида органического наполнителя) увеличивается примерно одинаково (см. табл. 2).

В процессе анализа прочностных характеристик арболита, полученных в двух сериях опытов было установлено, что прочность арболита на дробленой виноградной лозе несколько ниже, чем у арболита на основе древесного наполнителя. Объясняется это тем, что дробленые обрезки виноградной лозы имеют некоторые

особенности по сравнению с древесным заполнителем. Это в первую очередь касается размеров древесных частиц и их геометрии. Так, размеры древесных частиц (в соответствии с [6]) устанавливаются — длина 4-40 мм, толщина не более 5 мм, а ширина не более 10 мм. Существующие приемы дробления лозы предусматривают, что преимущественно (85%) размеры частиц будут до 50 мм, а остальные до 100 мм. Дробленая лоза представляет собой короткие полые цилиндрические трубки, легко насыщаемые водой. Кроме того, на таких трубках зачастую сохраняется кора, которая ухудшает сцепление в этих местах лозы с цементным камнем.

ВЫВОДЫ:

На основании проведенных экспериментальных исследований было установлено:

Арболит на основе дробленой виноградной лозы и порландцемента по своим физико-механическим характеристикам, теплофизическим свойствам, биостойкости весьма близок к арболиту на древесных опилках.

Легкая пористая виноградная лоза снижает плотность, коэффициент теплопроводности, хрупкость арболитовых изделий, улучшает теплозащитные, гигиенические (эксплуатационные) свойства материала, облегчает его механическую обработку, а минеральное вяжущее придает арболиту прочность, морозостойкость, биостойкость.

Арболит на основе дробленой виноградной лозы можно отнести к группе легких бетонов—конгломератов с композитной волокнистой структурой, основные компоненты которой—частицы органического заполнителя растительного происхождения и минеральное вяжущее—портландцемент.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Стоянов В.В. Лозолитовые материалы и конструкции./ Одесса, «Город мастеров».—2001, 134 с.
- Стоянов В. В., Черненко И. В., Мазурик В. И., Яхонтова Н. Е. и др. Экспериментальное исследование деформативности стеновых панелей с утеплителем из лозолита. /В.ж-ле «Известия ВУЗов. Строительство и архитектура». Н., 1986, №5
- Петри Б. Н. Разработка метода и основ технологии производства плитных пластиков из дробленой виноградной лозы без добавления связующих./Отчет Уральского лесотехнического института. — Свердловск, 1977.—184 с.
- Лавренев П. Г. Производство ксилолита из отходов Красноперекского бромного завода. // В сб.: Актуальные проблемы снижения материалоемкости в строительстве». Республиканский дом экономической и научно-технической пропаганды. Крымское областное правление НТО Стройиндустрии. КИПКС,— Севастополь, 1991.-196 с.
- Мержанин А. С. Виноградарство. М., Колос, 1967, 462 с.
- Руководство по проектированию и изготовлению изделий из арболита. М., Стройрейиздат.—1974—88 с.

Макарова Е.С., аспирант

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Влияние структурных параметров на прочность золокерамических материалов наполненной каркасно-сотовой структуры.

Исследована зависимость прочности золокерамических материалов наполненной каркасно-сотовой структуры от параметров их структуры. Получены корреляционные уравнения зависимости прочности от объемного содержания золы в материале. Выявлены особенности технологии изготовления гранул, обеспечивающие получение золокерамического кирпича М150–М200 с повышенным содержанием золы.

золокерамический материал, наполненная каркасно-сотовая структура, структурные параметры, прочность.

Эффективным способом утилизации золуносителей ТЭС является их использование в многотоннажном производстве золокерамического кирпича [1]. Увеличение объема переработки зол в керамической промышленности связано с необходимостью разработки новых технических и технологических решений. Одной из наиболее эффективных, является технология получения золокерамического кирпича наполненной каркасно-сотовой структуры [2]. Суть этой технологии состоит в получении гранул из зол ТЭС методом гранулирования, нанесения на полученные гранулы тонкого слоя глины, содержащего добавку-плавень, полусухого прессования и обжига изделий. При этом количество утилизируемой золы может быть увеличено на 20-25% по сравнению с традиционной технологией изготовления золокерамического кирпича [2].

Внутренняя структура кирпича, изготовленного по описанной выше технологии, представляет собой прочный керамический каркас, образующий замкнутые ячейки-соты, заполненные золой. Механическую нагрузку при эксплуатации конструкций из кирпича воспринимает керамический каркас. Он, в основном, определяет механические свойства изделий. По-видимому, чем массивнее каркас, т.е. толще слой глины на гранулах золы, тем выше прочность золокерамического кирпича. Однако, при увеличении толщины стенок каркаса уменьшается размер сот и, соответственно, объем утилизируемой золы.

Для получения золокерамического кирпича необходимой прочности с максимальным объемом вовлеченной в его структуру золы необходим выбор оптимальной структуры материала.

В настоящей статье приведены результаты исследований, целью которых являлось изучение влияния структурных параметров на прочность золокерамических материалов наполненной каркасно-сотовой структуры.

В качестве основных структурных параметров золокерамических материалов наполненной каркасно-сотовой структуры выбраны среднеарифметический диаметр сот, средняя толщина перегородок каркаса и объемное содержание золы в материале. Определение параметров структуры проводили методом микроскопического количественного анализа (ГОСТ 22023-76). Изучение структурных параметров проводили на образцах-цилиндрах размером 5х5 см. Гранулы из золы Приднепровской ГРЭС изготавливали на лабораторном тарельчатом грануляторе, а затем производили их рассев на фракции 2,5-5,0 мм, 5,0-7,5 мм, 7,5-10,0 мм и 2,5-10 мм. На полученные гранулы накатывали в грануляторе слой порошка, состоящего из высушенной и измельченной глины Зеленогорского месторождения (АР Крым) с добавкой 10% (мас.) стеклобоя. Варьируя временем пребывания гранул в грануляторе, получали двуслойные гранулы с различной толщиной слоя глины и стеклобоя на зольных гранулах каждой фракции. Из каждой партии двуслойных гранул прессовали образцы-цилиндры при удельном давлении 20 МПа, которые затем обжигали в муфельной печи при максимальной температуре обжига 950 °С. Часть полученных образцов распиливали по высоте на 2 равные части-шлифы, которые исследовали под микроскопом, измеряя параметры структуры. А по другой части образцов определяли предел прочности при сжатии материала. Среднеарифметический диаметр сот вычисляли по формуле (1):

$$\bar{d} = \frac{K \sum d}{m_1}, \quad (1)$$

где:

K – цена условной единицы измерения;
 d – измеряемые размеры сечений (хорд) сот;
 m_1 – количество замеров (хорд) на плоскости шлифа.

Среднюю толщину перегородок каркаса вычисляли по формуле (2):

$$l = \frac{1 - V}{S}, \quad (2)$$

где:

V – объемное содержание сот в долях единицы;

S – поверхность сот, ($S = 4 m_1 / L$), мм²/мм³;

Объемное содержание золы в золокерамическом материале (в уплотненном состоянии) рассчитывали по формуле (3):

$$V = \frac{\sum d}{L}, \quad (3)$$

где:

L – общая длина секущей, равная сумме длин сот и перегородок каркаса в условных единицах измерительного прибора.

Результаты испытаний приведены в табл. 1.

Анализируя результаты, приведенные в табл. 1, можно сделать вывод, что с увеличением диаметра сот, т.е. диаметра гранул, предел прочности образцов при сжатии уменьшается. Например, при росте среднеарифметического диаметра сот с 3,6 мм до 8,5 мм при толщине перегородок каркаса 1 мм прочность уменьшается с 18,1 МПа до 16,9 МПа, т.е. на 7%. Увеличение толщины перегородок каркаса с 0,3 мм до 2 мм для всех исследуемых фракций гранул приводит к росту прочности образцов в 2-2,2 раза. Следует отметить, что практически для всех фракций при толщине перегородок каркаса 0,5-1 мм предел прочности при сжатии составляет 14,3-18,1 МПа, т.е. находится на уровне золокерамического кирпича марки М 150. Сравнивая прочность образцов, изготавливаемых из нерассеянной фракции гранул 2,5-10 мм (см. табл. 1), можно увидеть, что их прочность незначительно меньше прочности образцов из гранул фракции 2,5 – 5 мм. Это свидетельствует о нецелесообразности фракционирования гранул при производстве золокерамического кирпича, что существенно упрощает технологический процесс его изготовления.

Таблица 1.

Зависимость предела прочности при сжатии обожженных золокерамических образцов наполненной каркасно-сотовой структуры от параметров структуры.

Диаметр свежесформованных гранул золы, мм	Среднеарифметический диаметр сот \bar{d} , мм	Средняя толщина перегородок каркаса l , мм	Предел прочности при сжатии, $\sigma_{сж}$, МПа
2,5 – 5,0	3,5	0,31	10,4
	3,7	0,52	16,0
	3,4	0,94	18,1
	3,9	1,41	20,7
	3,6	2,00	23,0
5,0 – 7,5	6,1	0,30	10,1
	6,4	0,57	14,9
	6,6	1,10	18,0
	6,0	1,48	19,7
	6,4	1,92	20,3
7,5 – 10,0	8,3	0,33	9,9
	8,8	0,50	14,3
	8,7	1,00	16,9
	8,5	1,52	18,1
	8,5	1,98	20,0
2,5 – 10,0	6,6	0,32	10,0
	6,1	0,51	15,1
	6,9	0,97	17,8
	7,1	1,51	19,4
	7,0	1,95	20,5

Зависимость прочности от объемного содержания золы в золокерамических образцах наполненной каркасно-сотовой структуры приведена на рис. 1. Результаты исследований аппроксимированы на компьютере методом наименьших квадратов с использованием программы Excel, получены корреляционные уравнения этой зависимости, описываемые полиномами второй степени с коэффициентами корреляции (среднеквадратичное отклонение) $R^2 = 0,9231 - 0,9656$.

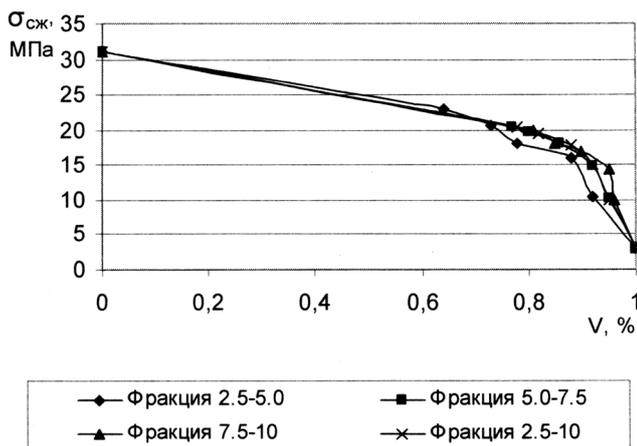


Рис. 1. Зависимость предела прочности при сжатии ($\sigma_{сж}$) от объемного содержания золы (V) в золокерамических материалах наполненной каркасно-сотовой структуры.

Корреляционные уравнения зависимости

$\sigma_{сж} = f(V)$ имеют вид:

$$\sigma_{сж} = - 44,18 V^2 + 18,288V + 30,854, R^2 = 0,9656 \text{ (диаметр } 2,5 - 5,0 \text{ мм)}$$

$$\sigma_{сж} = - 60,818 V^2 + 35,404V + 30,929, R^2 = 0,9544 \text{ (диаметр } 5,0 - 7,5 \text{ мм)}$$

$$\sigma_{сж} = - 69,789 V^2 + 45,039V + 30,953, R^2 = 0,9345 \text{ (диаметр } 7,5 - 10 \text{ мм)}$$

$$\sigma_{сж} = - 67,143 V^2 + 41,652V + 30,951, R^2 = 0,9511 \text{ (диаметр } 2,5 - 10,0 \text{ мм)}$$

Обобщающее корреляционное уравнение, полученное обработкой всех экспериментальных данных следующее

$$\sigma_{сж} = - 52,259 V^2 + 27,682 V + 30,846, R^2 = 0,9231$$

Анализ графической зависимости (см. рис. 1) свидетельствует о том, что при объемном содержании золы в золокерамическом материале наполненной каркасно-сотовой структуры

70-90 % предел прочности при сжатии составляет 15,0-20,0 МПа, что соответствует марке кирпича М150 – М200. При этом объемном содержании золы средняя толщина перегородок каркаса составляет 0,5-1,5 мм. Сопоставляя данные табл. 1 и рис. 1 можно сделать вывод, что технология изготовления двуслойных гранул должна обеспечивать толщину стенок каркаса обожженного материала не менее 0,5-1 мм. Тогда объем утилизируемой золы в золокерамическом материале наполненной каркасно-сотовой структуры увеличится на 20-25% по сравнению с ее объемом в обычном золокерамическом кирпиче.

ВЫВОДЫ

1. Изучено влияние структурных параметров (среднеарифметического диаметра сот, средней толщины перегородок каркаса, объемного содержания золы) на прочность золокерамического материала наполненной каркасно-сотовой структуры.
2. Получены корреляционные уравнения зависимости предела прочности при сжатии от объемного содержания золы в золокерамическом материале наполненной каркасно-сотовой структуры, позволяющие прогнозировать прочность материала в зависимости от параметров структуры.
3. Показано, что при изготовлении гранул золы нет необходимости в их фракционировании, что упрощает технологию производства. Кроме того, технология гранулирования при накатке на гранулы золы слоя глины с плавнем, должна обеспечивать толщину стенок каркаса материала в пределах 0,5-1 мм, что позволит увеличить объем утилизируемой золы в золокерамическом кирпиче М150 – М200 наполненной каркасно-сотовой структуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Панченко Н.В., Федоркин С.И. Ресурсосберегающая технология производства керамического кирпича на основе зол ТЭС и щелочесодержащих отходов промышленности//Строительные материалы и изделия. – 2003. №1. –С.13-15.
2. Макарова Е.С., Федоркин С.И. Технология производства золокерамических материалов наполненной каркасно-сотовой структуры//Строительство и техногенная безопасность. – Симферополь: КАПКС. – 2004. – вып. 9. – С.76-77.

Сиволап А.В., ст. преподаватель

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Бетоны с активными минеральными добавками

Определены основные физико-технические характеристики бетонных смесей и бетонов с использованием добавки-модификатора Геокон G14 и золы-уноса от термической переработки ТБО.

минеральные добавки, активность, структура, свойства, бетон

Минеральные добавки представляют собой тонкоизмельченные материалы, которые могут быть разделены на две группы: природные (известные под общим названием «пуццоланы») и искусственные (отходы промышленности). Наиболее представительной является вторая группа, к которой относятся побочные продукты тепловых электростанций, металлургических печей, предприятий по термической переработке твердых бытовых отходов. Образующиеся на этих предприятиях отходы должны быть соответствующим образом удалены. Сброс их в отвалы создает проблемы для окружающей среды. Использование вяжущих свойств некоторых из указанных отходов делает их применение экономически выгодным, что и объясняет актуальность данной темы.

Исследованию минеральных добавок в качестве компонентов портландцементных бетонов или смешанных портландцементов посвящен ряд научных работ таких ученых как Волженский А.В. [1], Высоцкий С.А [2], Дворкин Л.И. [3] и др., но вопросам использования новых добавок, как природного, так и искусственного происхождения в настоящее время уделяется недостаточно внимания.

В ходе исследований автором были решены следующие задачи:

-определены основные физико-технические характеристики бетонных смесей и бетонов с использованием добавки-модификатора Геокон G14;

-изучена возможность использования в качестве активной минеральной добавки золы-уноса от термической переработки ТБО и исследованы свойства полученных бетонов.

Свойства цементных бетонов, как капиллярно - пористых композитных материалов, определяет их структура, которая образуется в результате затвердевания бетонной смеси и последующего твердения бетона.

Под структурой бетона обычно подразуме-

вают широкий комплекс понятий, в который включают строение материала на самых различных уровнях, начиная от атомно-молекулярных структур, составляющих бетон компонентов, и кончая макроструктурой бетона, как композиционного материала, состоящего из цементно-песчаного раствора и крупного заполнителя [8]. Как следствие этого, в бетоне выделяют три структурных элемента: цементный камень, заполнитель и контактный слой между ними [7].

Управлять процессом структурообразования и структурой бетона можно путем введения различных добавок, в том числе – минеральных. Их использование оказывает благоприятное влияние на многие свойства бетона. Это связано либо с физическим эффектом, который проявляется в том, что мелкие частицы обычно имеют более тонкий гранулометрический состав, чем портландцемент, либо с реакциями активных гидравлических составляющих. Минеральные добавки могут оказывать влияние на состав бетонной смеси, реологические свойства пластичного бетона, степень гидратации портландцемента, прочность и проницаемость затвердевшего бетона, сопротивление трещинообразованию при тепловой обработке, уменьшение воздействия различных щелочей на кремнезем, а также на сопротивление при сульфатной агрессии.

В качестве добавки природного происхождения в исследованиях использовали модификатор свойств бетона Геокон G14 (производитель ЗАО «Евроресурс Корп» г. Киев), который представляет собой композиционный материал с минеральной частью из высокоактивных оксидов кремния. Органическая часть представлена суперпластификатором, регуляторами сроков схватывания и др. добавками. Плотность модификатора составляет $440 \text{ кг} / \text{м}^3$, истинная плотность – $2450 \text{ кг} / \text{м}^3$, удельная поверх-

ность, определенная методом воздухопроницаемости равна $1100 \dots 1160 \text{ м}^2 / \text{кг}$.

Бетонные смеси готовили с применением диоритового щебня НК=10 мм; кварцевого песка МК = 1,6; портландцемента М400 Бахчисарайского комбината ЗАО «Стойиндустрия».

Было установлено, что введение в состав бетона модификатора Геокон G14 в количестве 3 и 6% сверх массы цемента снижает водопотребность на 16 и 20% соответственно, при одинаковой осадке конуса. Для заданной консистенции бетона снижение водопотребности приводит к общему улучшению его технологических свойств. Введение тонких частиц добавки усиливает влияние портландцементных зерен на снижение пористости в бетонной смеси, что снижает потребность в воде для получения бетона заданной консистенции.

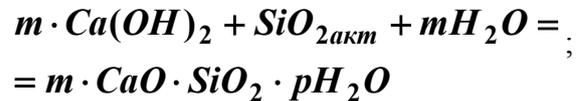
Присутствие тонкодисперсных частиц активной минеральной добавки между частицами заполнителей помогает уменьшить отделение цементного молока. Значительное уменьшение количества каналов водоотделения в бетоне способствует снижению расслоения [4].

При замене цемента, имеющего плотность около $3100 \text{ кг} / \text{м}^3$, равным по массе количеством Геокон G14, плотностью $2450 \text{ кг} / \text{м}^3$, примерно на 20% увеличивается содержание теста, что приводит к улучшению удобоукладываемости бетонных смесей и качества тощих бетонов.

Введение модификатора G14, содержащего кремнеземистые и глиноземистые компоненты, качественно не меняет характера взаимодействия клинкерных минералов с водой. Однако, скорость гидролиза и гидратации C_3S , C_2S и других минералов возрастает. Это объясняется, прежде всего, тем, что в цементном тесте, содержащем добавку на единицу массы клинкера, приходится больше воды, чем в тесте из портландцемента. Таким образом, происходит более быстрая гидратация зерен клинкера. Кроме того, активная добавка, связывая гидроксид кальция в нерастворимые соединения, снижает его концентрацию в водном растворе твердеющей цементной массы и тем ускоряет гидролиз содержащихся в клинкере силикатов кальция [1].

Реакции между продуктами гидратации клинкера и активными компонентами модификатора Геокон G14 - вторичные процессы. Они заключаются, прежде всего, во взаимодействии

$Ca(OH)_2$ с активным кремнеземом добавки и образовании гидросиликатов с общей формулой CSH(B):



Одновременно аморфизованный метакаолинит при обычных температурах взаимодействует с гидратом кальция с образованием гидрата геленита и гидросиликатов кальция [1]. Новообразования имеют вид тонких волокон, пластинок и лепестков неправильной формы, образуют менее компактную фазу C-S-H по сравнению с фазой C-S-H в гидратированных портландцементных, что создает эффект заполнения больших пор. Добавка в бетонную смесь модификатора Геокон G14 в количестве 3 и 6% повышает плотность затвердевшего бетона на 3...7% и снижает водопоглощение бетона на 15...20%.

На механические свойства и характеристик долговечности бетона оказывает существенное влияние зона контакта между заполнителем и гидратированным цементным тестом. В нормальных портландцементных бетонах зона контакта обычно менее плотная, чем массивное тесто, и включает большое количество пластинчатых кристаллов гидроксида кальция, у которых ось *C* перпендикулярна поверхности заполнителя. Следовательно, она более подвержена образованию микротрещин при растягивающих усилиях.

В связи с тем, что Геокон G14 способен изменять водопотребность, консистенцию, водоотделение, уменьшать размеры пор в гидратированном портландцементном тесте, то он может оказывать положительное влияние на структуру и механическую прочность контактной зоны, что в итоге приводит к повышению прочности и долговечности бетона.

Как видно из результатов, приведенных на рис. 1, прочность бетона, к которому добавлен Геокон G14, при заданном содержании цемента и постоянной удобоукладываемости, возрастает, начиная с самых ранних сроков твердения в нормальных условиях. При заданной удобоук-

ладываемости ($OK = 7$ см) можно снизить водоцементное отношение с 0,47 (контрольный образец) до 0,39 и 0,37 (при введении 3 и 6% G14, соответственно). Прирост прочности, начиная с возраста 3 сут., стабилизируется и составляет около 35% (3% G14) и 58% (6% G14).

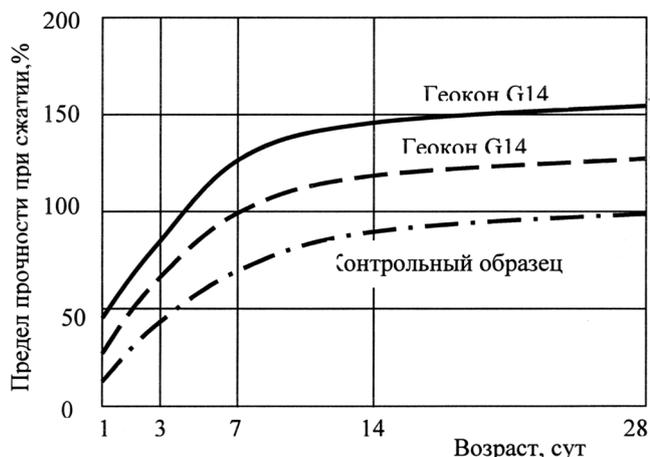


Рис.1. Динамика роста прочности бетонов с модификатором Геокон G14

Результаты экспериментов свидетельствуют о том, что при использовании бетонов заданной прочности, введение в их состав добавки-модификатора Геокон G14 в указанных пределах, позволяет сократить расход цемента на 15...20%.

Из минеральных добавок второй группы (отходы производства) были изучены состав и свойства золы-уноса от сжигания твердых бытовых отходов (ТБО) и бетоны с ее использованием.

Зола-уноса представляет собой пылевидные частицы продуктов сгорания бытового мусора, содержащие некоторое количество более крупных (до 150 мкм) частиц и агрегатов того же происхождения. Истинная плотность золы, набранной в различное время года, колеблется от 2150 до 2300 кг/м³ насыпная плотность – 450... 550 кг/м³; в виброуплотнённом состоянии – 650... 850 кг/м³, удельная поверхность составляет 120... 170 м²/кг. Частицы золы имеют округлую форму с шероховатой поверхностью.

Химический состав (мас. %): SiO_2 - 17,8...28,8; Fe_2O_3 - 5,1...11,1; Al_2O_3 - 8,1...19,6; TiO_2 - 0,6...1,3; CaO - 21,3...27,7;

MgO - 5,0...9,3; Na_2O - 1,6...5,3; SO_3 - 6,7...9,3; ппп - 7,2...11,1. Важным оксидом в со-

ставе золы является SiO_2 , который вместе с Al_2O_3 может принимать участие в образовании низкоосновных кальциевых гидросиликатов и гидроалюминатов. Водорастворимые щелочные соединения находятся в незначительных количествах, что даёт возможность использовать золу в качестве добавки к цементным бетонам [6].

Зола от термической переработки ТБО относится к кислым ($M_o < 1$), по $M_{зжс}$, M_a , MK – к активным, по $M_{зк}$ – к малоактивным. В возрасте 28 суток образцы из зольного теста нормальной густоты ($НГ=46\%$) имели предел прочности при сжатии 0,3 МПа. Увеличение или уменьшение количества воды при затворении на 35 и 45% незначительно влияет на прочностные показатели.

Установлено, что с увеличением содержания золы, обладающей большей водопотребностью, чем цемент, возрастает вязкость цементного теста (табл. 1). Это можно объяснить строением частичек золы, имеющих развитую поверхностную пористость, которая наблюдается у частиц размером более 100 мкм.

Таблица 1.

Прочность цементно-песчаных смесей с золой

Состав раствора Ц:З:П:В	Консистенция раствора (распыль конуса), мм	Предел прочности, МПа	
		при сжатии	растяжении при изгибе
1:0,05:3,15:0,44	111	26.9	10.7
1:0,11:3,33:0,47	111	25.2	8.5
1:0,18:3,53:0,49	107	24.8	7.5
1:0,25:3,75:0,53	108	23	7
1:0,33:4,00:0,56	106	20.2	6.9
1:0,43:4,29:0,60	104	11.1	4.7
1:0,54:4,62:0,65	102	9.4	3.9
8. 1:0:3:0,42	113	24.7	11.5

Дополнительный помол, вскрывая активные поверхности стекловидных составляющих золы способных к пуццолонической реакции, резко увеличивает ее активность. Увеличение удельной поверхности золы до 400...450 м²/кг приводит к возрастанию прочности на 50% [5].

Введение в состав цементных бетонов вместо цемента золы в количестве 5...15% от массы цемента, не приводит к снижению прочностных показателей, водопотребность при этом возрастает незначительно (на 3...5%). При этом увеличивается объем цементного теста на 30%, снижается водоотделение, но, вследствие угловатости частиц золы, не наблюдается улучшение удобоукладываемости.

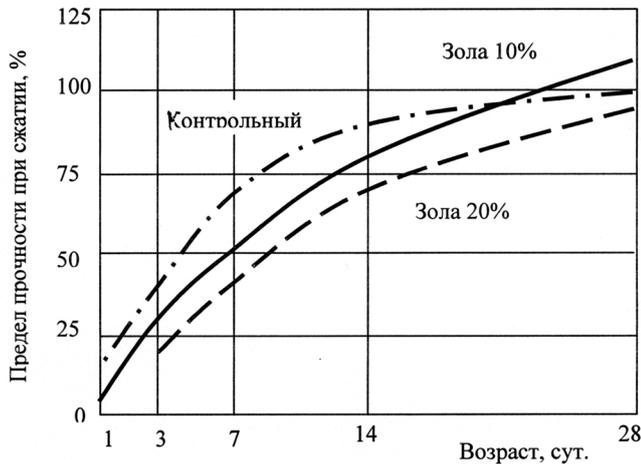


Рис.2. Динамика роста прочности с золой-уноса

Как видно из данных, представленных на рис.2, тощие (расход цемента 180...200 кг/м³) бетоны с заменой части цемента соответствующим количеством золы-уноса имеют замедленную кинетику набора прочности. В начальные сроки твердения прочность образцов с золой на 12...17% ниже, чем у контрольных, однако в возрасте 28 сут. практически выравнивается. Замена 20% вяжущего золой приводит к снижению прочности на 7%, при замене 5...15% цемента соответствующим количеством золы-уноса прочность образцов выше, чем у контрольного.

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования позволили определить основные физико-технические характеристики бетонных смесей и бетонов с использованием добавки-модификатора Геокон G14 и золы-уноса от термической переработки ТБО. Обоснована возможность замены части вяжущего вещества с сохранением физико-механических показателей. Использование минеральных добавок позволяет не только значительно улучшить технические характеристики бетонов, но и решает экологическую задачу утилизации отходов производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества. – М.: Стройиздат, 1986. – 464с.
2. Высоцкий С.А., Бруссер М.И., Смирнов В.П., Царик А.М. Оптимизация состава бетона с дисперсными минеральными добавками // Бетон и железобетон. – 1990. №2 – с.7-9.
3. Дворкин Л.И., Пашков И.А. Строительные материалы из отходов промышленности. К.: Вища школа, 1989. – 208с.
4. Добавки в бетон /В.С.Рамачандран и др. – М.: Стройиздат, 1988.-575 с.
5. Сиволап А.В., Шмигальский В.Н. Вяжущие на базе отходов мусоросжигания //Тез. докл. конф. Строительство и проблемы экологии. – Симферополь, 1992. – с. 79-80.
6. Сиволап А.В., Шмигальский В.Н. Использование шлакозолоотходов мусоросжигания для изготовления строительных изделий и материалов //Тез. докл. конф. Утилизация промышленных отходов для производства экологически чистых и эффективных строительных материалов. – Ровно, 1991. – с. 10-12.
7. Состав, структура и свойства цементных бетонов. под ред. Г.И. Горчакова. М.: Стройиздат. 1976. – 144с.
8. Шейкин А.Е., Чеховский Ю.В., Бруссер М.И. Структура и свойства цементных бетонов.- М.: Стройиздат, 1979.-344с.

Свищ И.С., к.т.н., доцент, Павлова Е.В., студентка

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Влияние технологических факторов на сроки схватывания и прочность шлакощелочного вяжущего вещества

жидкое стекло, доменный гранулированный шлак, шлакощелочное вяжущее, вещество, начало схватывания, конец схватывания, тонкость помола, плотность раствора, растворошлаковое отношение, прочность

Проблемы экологической безопасности, сохранения окружающей среды, экономного расходования сырьевых и энергетических ресурсов заставляют проявлять интерес исследователей к разнообразным отходам, побочным и вторичным продуктам различных отраслей промышленности. Научный подход в исследовании свойств, характеристик, в обосновании использования отходов производства в индустрии строительных материалов может дать значительный экономический эффект.

Одним из направлений данной проблематики является использование отходов металлургического производства в строительной индустрии, в частности изготовления шлакощелочных вяжущих веществ. Большая плеяда отечественных ученых таких, как В.Д. Глуховский, П.В. Кривенко, В.А. Пахомов, С.Ф. Крисанов, Г.С. Ростовская, Р.Ф. Рунова, Г.В. Румына, В.Г. Шкляренко, В.Н. Старчук, В.А. Ракша, В.Л. Герасимчук и др., исследовали разнообразные свойства, характеристики, условия эксплуатации и применения шлакощелочных вяжущих и бетонов на их основе, в производстве строительных материалов, изделий и конструкций.

Известно, что для производства шлакощелочных вяжущих веществ используют разнообразные виды шлаков металлургических производств и щелочесодержащих компонентов, таких как сода, содощелочной плав, жидкое стекло. Свойства шлакощелочных вяжущих веществ, а именно набор прочности, скорость гидратации, твердение композиций зависят от химико-минералогического и фазового состава шлака, а так же от природы щелочного компонента [1]. Рассматривая химико-минералогический состав портландцемента и шлакощелочного вяжущего вещества в качестве аналога силикатной составляющей

портландцемента C_2S и C_3S , содержание которой в нем превышает 70%, может быть принят (с определенной степенью приближения) силикат натрия – растворимое стекло [2]. Важной зависимостью для шлакощелочного вяжущего вещества является связь технологических (Р/Ш, сроки схватывания) и механических свойств (предел прочности при сжатии и изгибе). Наиболее малоизученной областью шлакощелочных вяжущих и бетонов на их основе является использование жидкого стекла с силикатным модулем $M_c = 1.5...1.7$. На данный момент существует широкая база экспериментальных данных о свойствах разнообразных шлакощелочных бетонов на основе мета- и дисиликатов натрия. Но область исследований шлакощелочных вяжущих веществ и бетонов, а особенно легких бетонов, с применением жидкого стекла с силикатным модулем $M_c = 1,5...1,7$ весьма мало изучена

В экспериментальной части работы были использованы доменный молотый гранулированный шлак с удельной поверхностью в пределах $S_{уд} = 2750 - 4100 \text{ см}^2/\text{г}$ и водный раствор жидкого стекла с силикатным модулем $M_c = 1,5...1,7$. Составы шлакощелочного вяжущего вещества исследовали на Днепродзержинском и Донецком натриевых силикатных стеклах с плотностью в диапазоне от 1,14 до 1,20 $\text{г}/\text{см}^3$, силикатным модулем соответственно $M_c = 1,53...1,58$ и $M_c = 1,67...1,7$.

Исследовали технологические и прочностные свойства шлакощелочного вяжущего вещества (ШЩВ). Наиболее детально исследовали сроки схватывания ШЩВ и их зависимость от Р/Ш, от плотности жидкого стекла, а также от удельной поверхности помола доменного гранулированного шлака. Эти зависимости отображены на графиках (Рис. 1, 2, 3) и прочностные характеристики ШЩВ (Рис.4).

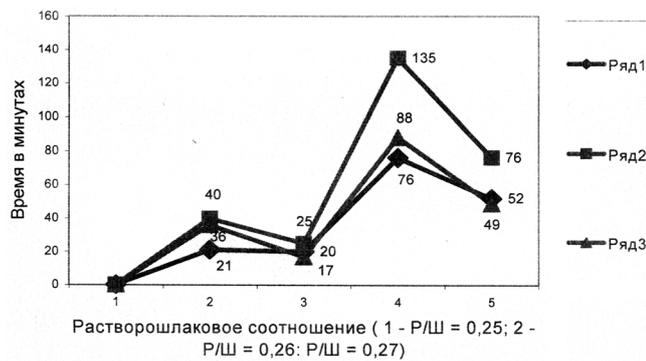


Рис. 1. Влияние растворошлакового соотношения на сроки схватывания шлакощелочного вяжущего вещества на основе жидких стекол с силикатным модулем $M_c = 1,5...1,7$.

Анализируя графики на рис.1 необходимо отметить, что сроки схватывания ШЩВ, а именно начало схватывания и конец схватывания находятся в пределах допустимых стандартом. Исключением является ряд 3. Так начало схватывания ШЩВ на Днепродзержинском жидком стекле при Р/Ш = 0,25 составляет 21 минуту, а при Р/Ш = 0,26 - 40 минут, при Р/Ш = 0,27 - 36 минут, а конец схватывания при Р/Ш = 0,25 составляет 76 минут, а при Р/Ш = 0,26 - 136 минут. Несколько иные результаты получены для ШЩВ на Донецком жидком стекле. Так начало схватывания находится в пределах от 17 минут при Р/Ш = 0,27 (ряд 3) до 25 минут при Р/Ш = 0,26, а конец схватывания от 49 минут при Р/Ш = 0,27 до 76 минут при Р/Ш = 0,26. Если сравнивать сроки схватывания с обычным портландцементом, то необходимо отметить, что нормальная водопотребность портландцемента находится в пределах от 22 до 28%, определяемая по стандартной методике при помощи прибора Вика, а сроки схватывания находятся в пределах от 55 минут начало схватывания до 10...11 часов конец схватывания [4]. Из графика на рис. 1 видно, что приведенные результаты сроков схватывания подтверждают реальные пределы растворошлакового соотношения на жидком стекле с силикатным модулем $M_c = 1,53...1,67$. Поэтому для шлакощелочного вяжущего на жидком натриевом стекле с $M_c = 1,5...1,7$ реальны границы Р/Ш = 0,25...0,27. Необходимо также отметить, что представленные результаты на рис.1 характерны для жидкого стекла с плотностью $\rho = 1,18 \text{ г/см}^3$.

Если анализировать результаты влияния Р/Ш на сроки схватывания ШЩВ на жидких стек-

лах с другими показателями плотности, то необходимо отметить, что сроки схватывания ШЩВ на жидком стекле с показателями плотности $\rho = 1,14 \text{ г/см}^3$ и $\rho = 1,16 \text{ г/см}^3$ соответственно составляет пределы от 15 до 55 минут начало схватывания и от 117 до 274 минут окончание схватывания, что также удовлетворяет требованиям стандарта, за исключением ряда 3 на Донецком жидком стекле, где начало схватывания составляет 15 минут. Исследования проводили также с Р/Ш в пределах 0,23...0,245 на разных плотностях от 1,12 до 1,20 г/см^3 . Стабильные результаты достигались на меньших плотностях, т.е. $\rho = 1,12...1,16 \text{ г/см}^3$. Так, например, при плотности $\rho = 1,16 \text{ г/см}^3$ и Р/Ш = 0,243 начало схватывания наступило через 48 минут, а конец схватывания через 330 минут; при плотности $\rho = 1,16 \text{ г/см}^3$ и Р/Ш = 0,227 начало схватывания наступило через 42 минуты, а конец схватывания через 220 минут; при плотности $\rho = 1,20 \text{ г/см}^3$ и Р/Ш = 0,235 начало схватывания наступило через 13 минут, а конец схватывания наступил через 35 минут; при плотности $\rho = 1,15 \text{ г/см}^3$ и Р/Ш = 0,23 начало схватывания наступило через 55 минут, а конец схватывания наступил через 390 минут; при плотности $\rho = 1,18 \text{ г/см}^3$ и Р/Ш = 0,238 начало схватывания составило 17 минут, а конец схватывания наступил через 126 минут. Повторяемость результатов в этих пределах нестабильная, исследования продолжаются с использованием различных добавок.

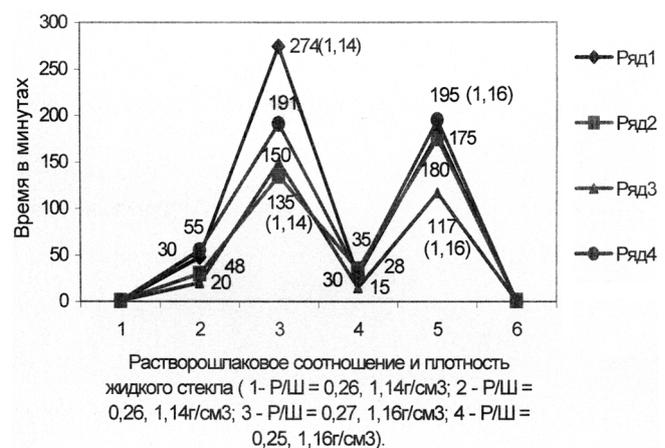


Рис. 2. Влияние растворошлакового соотношения на сроки схватывания шлакощелочного вяжущего.

На сроки схватывания ШЩВ существенное влияние оказывает не только плотность жидкого стекла, растворошлаковое отношение, химико-минералогический состав, технология приготовления, но и тонкость помола доменного гранулированного шлака. Это влияние можно проследить, рассмотрев графическую часть рис.3. Так например, сравнивая ряд 2 (показатели удельной степени помола $S_{уд} = 3,1 \text{ см}^2/\text{кг}$, $\rho = 1,18 \text{ г/см}^3$, $P/Ш = 0,26$) с рядом 5 (показатели удельной степени помола $S_{уд} = 4,1 \text{ см}^2/\text{кг}$, $\rho = 1,14 \text{ г/см}^3$, $P/Ш = 0,2$), необходимо отметить, что начало схватывания ШЩВ на Днепродзержинском жидком стекле ряд 2 составляет 20 минут, а для ряда 5 - 30 минут, конец схватывания соответственно 135 минут и 88 минут. На Донецком жидком стекле для ряда 2 начало схватывания составляет 25 минут, а для ряда 5 - 35 минут, конец схватывания соответственно 76 и 175 минут. Результаты в пределах допустимых стандартом. Однако прослеживается следующая зависимость, чем выше плотность жидкого стекла, тем меньше время начала схватывания. Удельная поверхность помола шлака, в данных пределах, менее влияет на сроки схватывания. Поэтому при $P/Ш = \text{const}$, главный фактор, влияющий на сроки схватывания это плотность жидкого стекла.

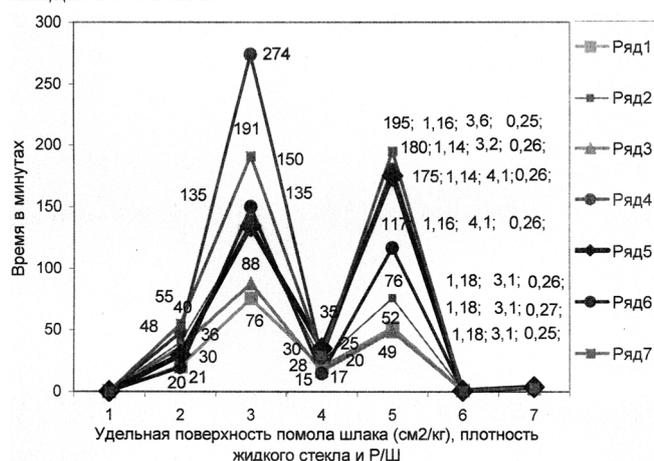


Рис.3. Влияние удельной поверхности помола доменного гранулированного шлака, плотности жидкого стекла и $P/Ш$ на сроки схватывания ШЩВ.

Удельная поверхность помола шлака становится главным фактором, влияющим на сроки схватывания ШЩВ на жидких стеклах с $M_c = 1,5 \dots 1,7$, в том случае, если плотность жидкого стекла $\rho = \text{const}$. Это подтверждает анализ сравнения рядов 4 и 5, а также рядов 6 и 7, на

рис.3. При сравнении экспериментальных показателей сроков схватывания с данными [3], надо отметить удовлетворительную сходимость результатов в диапазоне плотностей нормализованного жидкого стекла $\rho = 1,15 \dots 1,20 \text{ г/см}^3$, при некоторых существенных отличиях, связанных с различием в диапазоне удельной поверхности помола шлака, разновидностей шлака, разновидностей жидких стекл и т.д. Помол шлака производили в лабораторной шаровой мельнице, а удельную поверхность помола проверяли на ПСХ – 4 по стандартной методике. Зависимость прочности ШЩВ от плотности жидкого стекла, $P/Ш$, удельной тонкости помола шлака приведены на графиках рис.4. Шлакощелочное вяжущее вещества ряда 2 изготовлено на Днепродзержинском жидком стекле, а ряда 4 на Донецком жидком стекле. Наиболее стабильные результаты были получены при $P/Ш = 0,26$. Анализируя, точки 2,4,5,6,8 необходимо отметить, что чем выше удельная тонкость помола шлака, тем выше его



Рис. 4. Влияние плотности жидкого стекла, удельной поверхности помола и растворошлакового отношения на предел прочности при сжатии образцов кубиков размером 2х2х2 см из шлакощелочного вяжущего, испытанных в 28 суток естественного твердения.

прочностные характеристики. Важным фактором, влияющим на прочностные показатели шлакощелочного цемента, является возраст молотого шлака, применяемого для изготовления вяжущего. Так на примере точек 5 и 6 видно, что предел прочности при сжатии шлакощелочного камня при невысоких показателях плотности жидкого стекла равен соответственно 48,9 и 57,6 МПа. Для этих составов применяли шлак с удельной поверхностью помола $S_{уд} = 4100 \text{ см}^2/$

г и в возрасте двух суток после помола. Образцы кубиков 2x2x2 см, изготовленные из этих составов, на третьи сутки после естественного твердения при температуре окружающей среды 24 ± 2 °С показали прочность на сжатие, составляющую 65...70% от прочности в 28 суток естественного твердения.

ВЫВОДЫ:

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Сроки схватывания шлакощелочного вяжущего вещества на жидком натриевом стекле с силикатным модулем $M_c = 1,5 \dots 1,7$ зависят от растворошлакового отношения, плотности жидкого стекла и тонкости помола шлака.
2. Наиболее достоверная область растворошлакового соотношения, при которой сроки схватывания ШЩВ на жидком натриевом стекле с $M_c = 1,5 \dots 1,7$ соответствуют требованиям стандарта, находится в пределах 0,25...0,27, т.е. 25...27%.
3. Прочность шлакощелочного цементного камня зависит от тонкости помола шлака, возраста шлака после помола, плотности жидкого стекла и Р/Ш.
4. Чем выше тонкость помола шлака, тем выше показатели прочности шлакощелочного цементного камня.
5. Оптимальная область удельной поверхности помола шлака находится в пределах 3000...3500 см²/г.
6. Оптимальные результаты прочности ШЩВ и сроков схватывания получены на натриевых жидких стеклах с силикатным модулем $M_c = 1,5 \dots 1,7$ с плотностью в пределах 1,14...1,18 г/см³.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. П.В. Кривенко, Е.К. Пушкарева. Долговечность шлако-щелочного бетона. – К., Будівельник, 1993, - 224 с.
2. Щелочные и щелочно-щелочноземельные гидравлические вяжущие вещества и бетоны./ под редакцией В.Д. Глуховского/. – К., «Вища школа», 1979, - 232 с.
3. О.Н. Олейник. Шлакощелочные вяжущие и бетоны с использованием щелочных силикатных суспензий. / Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/. Симферополь, 2001, - 167 с.
4. Состав, структура и свойства цементных бетонов./под редакцией Г.И. Горчакова/. – М.: Стройиздат, 1976, - 144 с.

Чернявский В.Л., д.т.н., профессор
ХГТУСА

Об адаптивности бетона к противокоррозионной пропитке модифицированным петролатумом

Анализ способов термоградиентной пропитки сборных, монолитных и ремонтируемых без демонтажа строительных конструкций.

бетон, железобетон, пропитка, технические силикаты, водонепроницаемость, коррозионная стойкость

Поверхностная пропитка строительных конструкции из бетона и железобетона является одним из наиболее эффективных способов вторичной защиты от большинства жидких и газообразных агрессивных сред.

Доказано, что пропиточные материалы после отверждения должны оставаться достаточно эластичными и ни в коем случае не хрупкими, т.е. характеризоваться высокой деформативностью; при этом значение их модуля деформаций играет второстепенную роль. Примером технической реализации является разработанная в Харьковском Промстройниипроекте [1] пропиточная композиция на основе модифицированного петролатума, которая характеризуется высокой технологичностью и придает широкий спектр противокоррозионных свойств бетону на основе технических силикатов. В качестве транспортирующих веществ для пропиточных композиций предложено использовать высокомолекулярные углеводороды ряда $C_{19}H_{40} \dots C_{53}H_{108}$, в частности петролатум, представляющий смесь парафинов и церезинов с остаточным маслом, получаемый при депарафинизации масел сернокислотной или селективной очистки. В качестве маслорастворимых поверхностно-активных веществ выбраны высшие жирные кислоты, содержащие карбоксильную группу - $COOH$ и углеводородный радикал R состава C_nH_{2n+1} , включающий от 10 до 24 атомов углерода. Высшие жирные кислоты, полученные окислением парафиновых углеводородов, характеризуются высокой поверхностной активностью на границе масло-материал основного характера. В основе процесса взаимодействия высших жирных кислот с цементным камнем лежат две стадии. Первую определяет их способность адсорбироваться в порах цементного камня; вторую - взаимодействие полярных

группы с CaO и образованием гидрофобных нерастворимых в воде кальциевых солей высших жирных кислот.

На поверхности гидроксида кальция, структура которого представлена рядами октаэдров $Ca(OH)_2$, гидроксильная группа может быть замещена карбоксилат-анионом. Это возможно для всех гидросиликатов кальция, структуры которых по Н.В.Белову, сохраняет генетический

код $CaO_6 - Ca(OH)_6$. Чем ниже основность гидросиликатов кальция, тем фиксация молекул высших жирных кислот на их поверхности будет менее частой. Теоретически количество адсорбирующих высших жирных кислот определяется общей внутренней поверхностью пор во всем диапазоне размеров, начиная с

$r = 5 \cdot 10^{-9}$ м и заканчивая порами с

$r = 5 \cdot 10^{-5}$ м. Рассчитана удельная поверхность пор каждой группы размеров и определено вероятное количество адсорбированных высших жирных кислот при условии, что площадь,

занимаемая молекулой, составляет 21 \AA^2 . Расчеты показывают, что лишь поры с

$r < 5 \cdot 10^{-9}$ м могут оказаться свободными от

цепочек $R - COO -$. Однако это практически не влияет на эффект пропитки цементного камня. Методами физико-химического анализа исследованы смеси высших жирных кислот с гидратированными клинкерными минералами, гидроксидом кальция и цементным камнем при нормальных и повышенных температурах. Подтверждено наличие хемосорбционного взаимодействия CaO -содержащих фаз с группами

$R - COO -$, в результате чего образуются кальциевые соли высших жирных кислот. Сульфат и карбонат кальция практически индиффе-

рентны к группам $R - COO -$. Дефицит активного СаО можно компенсировать предварительной обработкой бетона известковым водным раствором. Глубина пропитки определяется составом бетона, рецептурой пропиточной композиции способом пропитки и колеблется от 5 до 15 мм в зависимости от марки бетона по водонепроницаемости. Скорость водопоглощения пропитанного бетона уменьшается на 2...3 порядка, а его (коррозионная стойкость увеличивается в 10... 15 раз, морозостойкость практически не ограничена. Забивные сваи с поверхностной пропиткой после 15 лет эксплуатации в сильно минерализованных грунтовых водах не имеют признаков коррозионного разрушения защитного слоя.

В Харьковском Промстройинипроекте разработаны и реализованы в производственных условиях пять способов термоградиентной пропитки сборных, монолитных и ремонтируемых без демонтажа строительных конструкций.

Первый способ заключается в одно- или двухстадийном кратковременном локальном нагреве бетонной поверхности до 100°C с последующим нанесением пропиточной композиции. Способ предназначен для проведения противокоррозионных работ на строительной площадке в любое время года, а также для восстановления защитных свойств частично прокорродировавшего бетона строительных конструкций при их ремонте.

Второй способ осуществляется непосредственно в опалубочных формах, на которые взамен смазки наносят пропиточную композицию, затем укладывают арматуру и бетонную смесь, снова наносят на поверхность отформованной бетонной смеси композицию и изделие подвергают обычной термообработке при температуре не ниже 80°C. Пропитка происходит за счет градиента давления в твердеющем бетоне. Способ предназначен для предприятий сборного железобетона.

Третий способ позволяет пропитывать конструкции, подвергаемые периферийному электронагреву при отрицательных температурах. Способ можно использовать не только при зимнем бетонировании, но и при проведении работ в условиях действующего объекта, когда требуется высокий темп

ведения бетонных работ.

Четвертый способ предназначен для поверхностной пропитки бетонных и железобетонных конструкций с использованием инсоляции. Пропиточную композицию наносят на поверхность свежееуложенной бетонной смеси, а пропитка происходит за счет градиента давления на ранних стадиях гидратационного структурообразования бетона. В этом случае пропиточная композиция препятствует обезвоживанию бетона при твердении в условиях сухого жаркого климата.

Пятый способ - традиционный, предусматривает пропитку в ваннах при повышенных температурах; предназначен в основном для мелкогабаритных изделий и конструкций, изготавливаемых на предприятиях стройиндустрии или на строительной площадке.

Гидрофобно-кольматирующие композиции на основе петролатума и высших жирных кислот могут применяться в качестве поверхностной пропитки бетона строительных конструкций различного размера и назначения. Они существенно повышают стойкость бетона за счет образования кальциевых солей высших жирных кислот (синтетических жирных кислот и их кубового остатка) в результате взаимодействия СаО-содержащих фаз цементного камня с группами $R - COO -$. Предложенные технические решения термоградиентной пропитки бетона практически реализованы на заводах сборного железобетона, при строительстве энергетических объектов, возведении и ремонте зданий и сооружений предприятий черной металлургии Украины. Отметим, что все пять способов могут осуществляться как при нормальных, так и пониженных температурах окружающей среды.

Нами было показано [2], что адаптационные свойства бетона строительных конструкций в условиях внешних воздействий могут эффективно проявляться лишь при наличии в бетоне системных признаков, к которым относится материально-энергетическая база обеспечения адаптации, механизмы использования ресурса этой базы, а также возможность регулирования адаптационного процесса в целостных рамках технического объекта. Успешная реализация перечисленных признаков определяется обязательным условием — адаптироваться могут

лишь структурно-изменяемые объекты, к которым, несомненно, принадлежит бетон. Структурно-функциональная изменчивость этого материала проявляется на всех стадиях его образования при изготовлении строительных изделий (конструкций) и их существования в виде элементов зданий и сооружений. Собственно структурная изменчивость особенно интенсивно проявляется в периоды, когда бетонная смесь в конкретных технологических условиях превращается в бетон, а также, когда в период эксплуатации в бетоне протекают деструктивные процессы, связанные с воздействием внешней среды. Противокоррозионную поверхностную пропитку разработанными нами гидрофобно-кольматирующими композициями на основе высокомолекулярных углеводов целесообразно производить при изготовлении (возведении) конструкций и при их ремонте (восстановлении).

Остановимся более подробно на саморегуляции процесса пропитки в зависимости от главного свойства пропитываемого бетона, а именно его проницаемости. Естественно, что чем ниже марка бетона по водонепроницаемости, тем на большую глубину проникает пропиточная композиция (Рис.1).

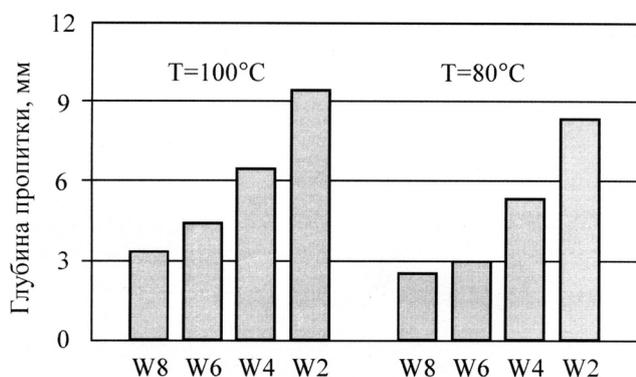


Рис.1. Значения глубины пропитки композицией из модифицированного петролатума бетонов различной марки по водонепроницаемости

При этом замечен любопытный факт: для данной композиции при одинаковом времени пропитки глубина проникновения композиции в бетон возрастает с повышением его проницаемости, а коррозионная стойкость после трехлетнего воздействия водного раствора сульфата натрия оказывается в среднем практически одинаковой. Этот результат имеет весьма важное

практическое значение по следующей причине.

При возведении (изготовлении) крупноразмерных конструкций часто сталкиваются с фактом несоблюдения постоянства свойств бетона (при удовлетворительном классе бетона по прочности) из-за нарушений технологических правил бетонирования; при проведении ремонта, естественно имеет место различная степень коррозионных повреждений. По нашим данным такие различия в обоих случаях могут выразиться в том, что марка бетона по водонепроницаемости на отдельных участках конкретного конструктивного элемента будет отличаться на одну-две ступени и соответствовать маркам W2, W4, W6. Но, выбрав режим пропитки для бетона худшего качества, можно гарантированно получить на более «благополучных» участках конструкции равнозначный по достигнутой глубине пропитки результат противокоррозионного качества новой либо эксплуатировавшейся конструкции. Таким образом, при одном и том же режиме пропитки каждый участок поверхностного слоя пропитывается на различную по прониканию пропиточной композиции, но равноэффективную по противокоррозионным свойствам глубину.

ВЫВОДЫ:

Подтверждено одно из положений принципа адаптивности, связанное с саморегуляцией свойств бетона после пропитки практически без корректировки исполнителем работ параметров технологического процесса пропитки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Чернявский В.Л. Повышение антикоррозионных свойств бетона. — Киев: Будивэльник. - 1983. - 88 с.
- 2.Чернявский В.Л. Адаптация бетона. - Днепропетровск: Новая Идеология. - 2002.-116 с.

Раздел 4. Технология промышленного и гражданского строительства

УДК 621.926.4 (088.8)

Корохов В.Г., к.т.н., профессор, Бурова И.В., ассистент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Методика расчета производительности и потребляемой мощности измельчителя для сыпучих стройматериалов

Приводится методика проектного и проверочного расчетов производительности и потребляемой мощности измельчителей молоткового типа производительностью до 10 т/ч для цемента, шлака для шлакопортландцемента, известняка перед отжигом.

Измельчитель, производительность, мощность, удельное энергопотребление, плотность, молотки, классифицирующая решетка, степень измельчения, сырье.

Молотковый измельчитель с центральной загрузкой сырья предназначен для измельчения комков цемента, шлака для шлакопортландцемента, для измельчения известняка перед обжигом его на известь. Основные требования к измельчителям состоят в эффективности их работы при малом энергопотреблении, в высокой производительности при небольших размерах, в высокой надежности при малой трудоемкости обслуживания.

Описываемая конструкция измельчителя в значительной мере удовлетворяет перечисленным требованиям благодаря нескольким отличительным особенностям. Первая из них в том, что классифицирующая решетка для разделения измельченных и крупных фракций сырья прикреплена к ротору и вращается вместе с ним. Такая конструкция ротора с расположенными внутри цилиндрической решетки молотками, измельчающими сырье, образует вращающуюся камеру измельчения, в которой возникают центробежные силы инерции, действующие на каждую частицу сырья и побуждающие мелкие из них вылетать из камеры через отверстия решетки. Это своевременно освобождает камеру от мелких фракций сырья, исключает их перемешивание с крупными и неоправданное энергопотребление. Одновременно повышается производительность машины. Вторая особенность этого измельчителя, позволившая упростить его конструкцию и повысить надежность работы, состоит в том, что для вала ротора не используются опорные подшипниковые узлы, так как ротор с молотками и классифицирующей решеткой смонтирован на валу электродвигателя, опирающемся на подшипники статора двигателя. Кроме того, корпус измельчителя прикреплен к фланцу этого же электродвигателя, имеющего лапы, что исключило необходимость в создании станины для этой маши-

ны, так как функции станины выполняет сам электродвигатель.

Эта конструкция измельчителя защищена авторскими свидетельствами №691189 и №1607939. Выпущено восемь измельчителей такой конструкции производительностью 10 т/ч.

Устройство измельчителя.

Внутри корпуса 1 расположен ротор 2 с шарнирно подвешенными молотками 3 на осях 4 и жестко прикрепленной к нему классифицирующей сетчатой цилиндрической решеткой 5. Между этой цилиндрической решеткой 5 и молотками 3 расположены неподвижные контрножи 6 треугольного поперечного сечения, которые прикреплены к крышке 7 корпуса 1. К этой же крышке 7 прикреплен загрузочный бункер 8. Ротор измельчителя приводится во вращение электродвигателем 9, к фланцу которого прикреплен корпус 1. Между корпусом 1 и фланцем электродвигателя 9 расположена разделительная камера 10 с манжетными уплотнениями, предохраняющими электродвигатель от попадания в него пыли измельчаемого материала.

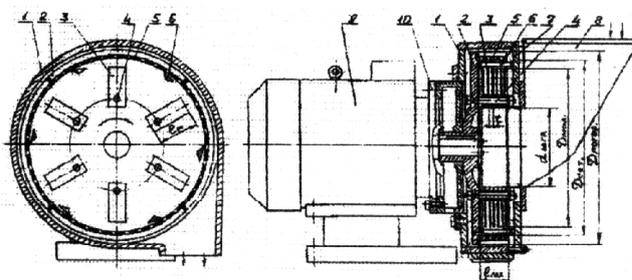


Рис.1. Молотковый измельчитель.

Работа измельчителя осуществляется следующим образом. Подлежащее измельчению сырье поступает в загрузочный бункер 8, из которого попадает в загрузочное пространство в центральной части вращающегося ротора 2. Цент-

робежными силами оно отбрасывается в направлении к внутренней поверхности классифицирующей решетки 5 и при этом ударами молотков 3 разбивается на мелкие частицы. Измельченные частицы, размер которых менее размера отверстий классифицирующей решетки 5, пролетают через эти отверстия, попадая на внутреннюю поверхность корпуса 1, откуда выбрасываются через выгрузной патрубок этого корпуса. Недоизмельченные частицы сырья, попавшие на внутреннюю поверхность вращающейся классифицирующей решетки 5, снимаются с нее неподвижными контрножами 6, попадают под удары молотков 3 и доизмельчаются. Мелкие частицы центробежными силами выбрасываются через отверстия классифицирующей решетки 5, а более крупные опять контрножами 6 снимаются с нее и доизмельчаются молотками 3. Степень измельчения сырья зависит от размера отверстий классифицирующей решетки 5, от числа молотков 3, свободно подвешенных на осях 4, от шага их расположения, от частоты вращения ротора. Требуемая степень измельчения сырья достигается путем опытной вариации указанных параметров рабочих органов и режима работы измельчителя.

При проектировании измельчителя заданной производительности, предназначенного для определенного вида сырья с известными показателями физико-механических свойств, исходной и конечной гранулометрии, для первоначального определения геометрических параметров рабочих органов измельчителя, которые во многом зависят от гранулометрии исходного сырья, целесообразно использовать приведенные ниже рекомендации, выработанные на основании обобщенных результатов исследования и испытаний экспериментального и опытного образцов измельчителей, их проектирования и корректировки конструкции.

Размеры рабочих органов измельчителя:

1. Длина молотка ($l_{\text{мол}}$) должна в 1,5...1,7 раза быть больше самых крупных кусков поступающего в измельчитель сырья. При меньшей длине молотка возможно заклинивание этих кусков между контрножами и осями с подвешенными на них молотками. При большей длине молотка – неоправданно растут размеры машины. Рекомендуемые толщина молотка – 5...7 мм, шаг (t) разме-

щения их на оси 15...20 мм.

2. Диаметр, на котором располагаются оси молотков на роторе, определяется требуемым диаметром загрузочного отверстия

($d_{\text{загр}}$). Диаметр этого отверстия должен в 2,5...3,5 раза превосходить размер наиболее крупных кусков сырья, поступающих в бункер. При меньшем диаметре загрузочного отверстия – возможно образование заторов сырья на переходном участке из бункера. Поэтому диаметр расположения осей молотков должен быть таким, чтобы концы молотков, надетых на оси, находились за пределами окружности $d_{\text{загр}}$.

3. Количество осей (s), на которых подвешены молотки, может быть равно трем, четырем или шести. Это уточняется проверочным расчетом и испытаниями измельчителя. Но во всех случаях должно соблюдаться условие, что расстояние (просвет) между соседними осями с молотками должно быть больше наибольшего куска загружаемого сырья, иначе крупные куски материала заклинят в этом месте.

4. Внутренний диаметр сетчатой классифицирующей цилиндрической решетки ($D_{\text{сет}}$) должен быть больше диаметра описанной окружности вращения молотков ($D_{\text{мол}}$) на 30...40 мм, чтобы в этом зазоре разместились неподвижные контрножи, не соприкасающиеся с молотками и этой решеткой.

Диаметр ротора ($D_{\text{рот}}$) с крыльчаткой превосходит $D_{\text{сет}}$ на 40...50 мм.

5. Минимальная длина цилиндра сетчатой классифицирующей решетки ($l_{\text{сет}}$) должна быть в 1,5...1,7 раза больше наибольшего куска загружаемого сырья. Этот размер ($l_{\text{сет}}$) определяет собой длину оси и число молотков (z), размещенных на одной оси.

Длина ротора (L_p) превышает $l_{\text{сет}}$ на 20...25 мм.

6. Диаметр отверстий сетчатой классифицирующей решетки – от 3 до 5 мм. Относительная площадь живого сечения отверстий (γ) решетки должна быть не менее 25%.

Она определяется из зависимости

$$\gamma = \frac{\sum F_{отв}}{F_{сет}} \cdot 100\%, \quad i = \frac{V_{ср.мат}}{\delta};$$

где $\sum F_{отв}$ – суммарная площадь отверстий сетчатой классифицирующей решетки;

$F_{сет}$ – общая площадь сетчатой решетки по ее габаритным размерам.

Приведенные ниже зависимости позволяют выполнить проектный и проверочный расчеты производительности и потребляемой мощности измельчителей производительностью до 10 т/ч по исходному сырью.

Производительность (Q) измельчителя определяется по эмпирической зависимости:

$$Q = k \cdot \frac{\rho \cdot (D_{сет}^2 - d_{н.пр}^2) \cdot t \cdot z \cdot s \cdot n_p \cdot 60}{i}, \text{ кг/ч, (1)}$$

где k – коэффициент, зависящий от твердости измельчаемого материала; для указанных выше материалов его значения могут быть в пределах от 7 до 10;

ρ , кг/м³ – плотность измельчаемого материала;

$D_{сет}$, м – внутренний диаметр сетчатого классифицирующего цилиндра;

$d_{н.пр}$, м – диаметр нерабочего пространства камеры измельчения, занятого шарнирным закреплением молотков на осях:

$$d_{н.пр} = d_{загр} + 0,5l_{мол}$$

$d_{загр}$, м – диаметр загрузочного отверстия;

$l_{мол}$, м – длина молота;

t , м – шаг размещения молотков на оси;

z , шт. – число молотков на одной оси;

s , шт. – число осей с расположенными на них молотками;

n_p , об/мин – частота вращения ротора; в зависимости от требуемой производительности машины и степени измельчения материала назначается в соответствии с частотой вращения вала электродвигателя: 725 об/мин; 930 об/мин; 1460 об/мин или 2930 об/мин; с увеличением частоты вращения ротора дисперсность получаемых частиц уменьшается;

i – степень измельчения материала;

$V_{ср.мат}$, мм³ – средний характерный объем куска материала, подлежащего измельчению;

δ , мм³ – объем частицы материала после измельчения.

Потребляемая мощность ($N_{мп}$) на валу ротора измельчителя складывается из следующих составляющих:

$$N_{мп} = (N_{изм} + N_{р.мп} + N_{возд})K, \quad (2)$$

где $N_{изм}$ – мощность, расходуемая на измельчение материала;

$N_{р.мп}$ – мощность, расходуемая на срезание контрножами слоя уплотненного материала с внутренней поверхности классифицирующего цилиндра и расходуемая на трение контрножей о материал;

$N_{возд}$ – мощность, расходуемая на преодоление трения ротора о воздух и на удаление измельченной массы из внутренней поверхности корпуса измельчителя;

$K = 1,25$ – коэффициент запаса мощности.

Мощность, расходуемая на измельчение материала:

$$N_{изм} = \frac{A_{изм} \cdot f_{нач} \cdot \gamma_{пл.изм} \cdot Q}{3600 \cdot \eta_1 \cdot 1000}, \text{ кВт, (3)}$$

где $A_{изм}$, Дж/см² – удельная работа измельчения материала; находится в пределах от 0,35 до 0,45 Дж/см²;

$f_{нач}$, см²/кг – удельная начальная площадь поверхности 1 кг материала до измельчения; – отношение площади поверхности одного кг материала после измельчения к площади поверхности одного кг до измельчения;

Q , кг/ч – производительность измельчителя;

$\eta_1 = 0,7 \dots 0,8$ – коэффициент полезного действия при измельчении материала.

Мощность, расходуемая на срезание материала и трение контрножей:

$$N_{P.mp} = \frac{A_{P.mp} \cdot Q \cdot f}{3600 \cdot \eta_2 \cdot 1000}, \text{ кВт}, \quad (4)$$

где $A_{P.mp}$, Дж/см² – удельная работа срезания слоя уплотненного материала; находится в пределах от 0,3 до 0,4 Дж/см²;

f , см²/кг – удельная поверхность срезаемого слоя материала с внутренней поверхности классификатора, приходящаяся на 1 кг материала; определяется толщиной слоя – около 1 см, $l_{сет}$, длиной L стружки – около 20...30 см;

$$f = l_{сет} \cdot L_{струж}.$$

$\eta_2 = 0,4 \dots 0,45$ – коэффициент полезного действия при срезании и трении.

Мощность, расходуемая на преодоление трения о воздух и на удаление измельченного материала:

$$N_{возд} = 2,6 \cdot 10^{-8} \cdot l_{сет} \cdot D_{ротор}^4 \cdot n_p^3, \text{ кВт}, \quad (5)$$

где $l_{сет}$, м – длина сетчатого цилиндра;

$D_{ротор}$, м – диаметр ротора;

n_p , об/мин – частота вращения ротора.

По вычисленному значению потребляемой

мощности (N_{mp}) подбирается электродвигатель асинхронный общего применения, фланцевый на лапах. Расхождение расчетных и фактических показателей производительности и потребляемой мощности находилось в пределах $\pm 20\%$ в зависимости от физико-механических свойств и гранулометрического состава исходного сырья.

ВЫВОДЫ

1. Предлагаемая методика с зависимостями (1); (2); (3); (4) и (5) позволяет выполнить проектный и проверочный расчеты производительности и потребляемой мощности молотковых измельчителей для сыпучих стройматериалов производительностью до 10т/ч с расхождением расчетных и фактических показателей $\pm 20\%$ в зависимости от физико-механических свойств и гранулометрического состава исходного сырья.
2. Молотковый измельчитель с вращающейся классифицирующей решеткой, смонтированный на фланцевом электродвигателе на лапах, обеспечивает минимальное удельное энергопотребление и высокую удельную производительность (на единицу веса и площади машины).
3. Центральное расположение загрузочного отверстия в измельчителе создает автовентиляционный эффект: вращением ротора, подобно крыльчатке насоса, засасывается воздух в корпус измельчителя через это центральное отверстие и бункер. Воздух выдувается через отверстия классифицирующей решетки, захватывая этим потоком уже измельченные частицы и удаляя их из камеры измельчения. За счет этого увеличивается производительность измельчителя и снижаются удельные энергозатраты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ковалев А.А., Морозов А.Д. Исследование энергетических характеристик пневмомеханической установки для сыпучих материалов. – Симферополь: КАПКС, - 2004г.
2. Кавецкий Г.Д., Королев А.В. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: Агропромиздат, 1991г.
3. Авторское свидетельство СССР №691189, кл.В02 С 13/02, 1979г.
4. Авторское свидетельство СССР №1607939, кл.В02 С 13/02, 1990г.

Корохов В.Г. к.т.н., профессор

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Пневмомеханический активатор для дисперсных стройматериалов

Приводится устройство и принцип работы пневмомеханического активатора, предназначенного для увеличения степени дисперсности цемента, шлака, известняка при экономичном удельном энергопотреблении процесса доизмельчения за счет использования в конструкции машины ротора с подвешенными молотками-измельчителями, который одновременно, подобно центробежному вентилятору, засасывает воздух в камеру измельчения сырья для своевременного удаления образующихся мелкодисперсных частиц.

ротор, молотки, вентилятор, энергопотребление, дисперсность, измельчение.

В отличие от известных измельчителей различных конструкций для крупных сыпучих стройматериалов, рассматриваемый пневмомеханический активатор предназначен для увеличения степени дисперсности зернистых частиц цемента, шлака, известняка и получения мелкодисперсных строительных материалов со значительно большей активной поверхностью. Эффективность работы активатора и экономичные удельные энергозатраты на процесс доизмельчения сырья достигаются за счет той особенности его конструкции, что в качестве рабочих органов в нем используется ротор с молотками, который одновременно, как центробежный вентилятор, засасывает воздух в камеру измельчения сырья для своевременного удаления образующихся мелкодисперсных частиц. Эта конструкция защищена патентом Российской Федерации № 99123303/43 (024648) от 04.11.1999 г.

Пневмомеханический активатор устроен следующим образом.

К фланцу электродвигателя 1 прикреплен корпус 2 с размещенным в нем ротором 3. Молотки 4 подвешены на пальцах 5 ротора 3. Ротор 3 смещен вниз относительно оси корпуса 2 на величину S , и в серповидном зазоре между этим корпусом 2 и окружностью, описываемой концами вращающихся с ротором 3 молотков 4 на внутренней поверхности корпуса 2 закреплены ребра различной высоты: ребра 6 и 7 - наибольшей высоты, ребра 8 и 9 - меньшей высоты, ребра 10 и 11 - еще меньше; все они параллельны оси ротора. Классификатор 12 в виде перфорированного желоба расположен между двумя соседними ребрами 10 и 11 и закреплен в пазах 13 и 14. Корпус 2 закрыт крышкой 15 с прикрепленным к ней загрузочным бункером 16. В нижней части корпуса 2 имеется выгрузочное окно 17. Отверстие 18 в нижней части загрузоч-

ного бункера перекрывается подвижным шибером 19, перемещая который можно изменять сечение этого отверстия. Под отверстием 18 находится наклонный желоб 20, примыкающий к отверстию 21 в крышке 15. Ось этого отверстия 21 совмещена с осью ротора 3, которая расположена ниже оси корпуса 2 на величину S .

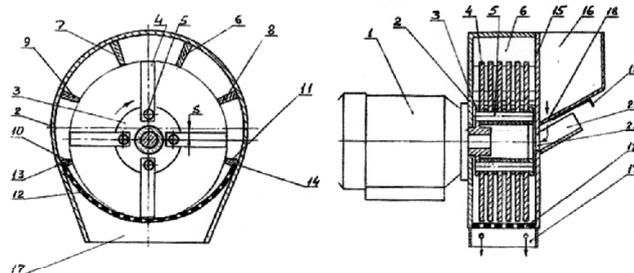


Рис.1. Пневмомеханический активатор

Активатор работает следующим образом.

Подлежащий активации (доизмельчению) материал, зернистого гранулометрического состава, поступает в бункер 16, из которого под действием сил тяжести через отверстие 18, перекрываемое подвижным шибером 19, высыпается в наклонный желоб 20. Это отверстие 18 и шибер 19, выполняют функцию регулируемого дозатора. Они обеспечивают непрерывную подачу нужного количества материала в единицу времени в желоб 20 в соответствии с производительностью активатора. Для этого отверстие 18 открывают шибером 19 на нужную величину. По желобу 20 материал соскальзывает к отверстию 21 в крышке 15 и, увлекаемый потоком воздуха, поступает через это отверстие внутрь корпуса 2 - в рабочую камеру измельчения. Свободное падение сыпучего материала из бункера 16 через отверстие 18 на наклонный желоб 20 и движение материал по этому желобу позволяет легко визуально контролировать непрерывное поступление материала внутрь корпуса 2, то есть - равномерность работы ма-

шины. При необходимости очистки отверстия 18 от крупных или инородных предметов, это осуществляется легко и в безопасных условиях, поскольку это отверстие находится вне зоны вращения ротора 3 с молотками 4. Вращением ротора 3, подобно ротору центробежного вентилятора – воздуходувки, непрерывно засасывается воздух в корпус 2 через отверстие 21, захватывая материал в желобе 20 и, подобно форсунке, воздухом забрасывается этот сыпучий материал из желоба 20 в зону измельчения, равномерно распределяя его в рабочем объеме корпуса 2. Измельчение зернистых частиц материала происходит в результате соударения их с молотками 4, а также с ребрами 6; 7; 8; 9; 10 и 11, с внутренними поверхностями корпуса 2 и с классификатором 12. Поскольку воздушный поток создает равномерное распределение частиц материала в рабочей зоне вращения молотков 4, то увеличивается вероятность многократных соударений этих частиц с молотками 4, что сокращает продолжительность нахождения материала в корпусе 2, тем самым повышая производительность активатора и снижая удельный расход энергии. Упомянутые ребра различной высоты препятствуют вращательному движению материала вместе с ротором 3 вокруг оси его вращения, что тоже увеличивает частоту и скорость соударений частиц материала с молотками. Образовавшиеся мелкие частицы материала захватываются воздушным потоком, нагнетаемым в корпус 2 через отверстие 21, и выдуваются из камеры измельчения через отверстия желоба – классификатора 12, и далее через выгрузочное окно 17. Более крупные частицы материала, не прошедшие через отверстия классификатора 12, подвергаются доизмельчению. Если необходимо изменить дисперсность получаемого материала, то оператор выключает электродвигатель 1, после остановки ротора 3 открывает крышку 15 и выдвигает классификатор 12 из пазов 13 и 14. После чего в эти пазы устанавливается классификатор с перфорационными отверстиями иного размера. Таким образом, процесс переналадки активатора весьма прост.

Результаты проведенных исследований экспериментального образца активатора подтвердили высокую эффективность его работы при измельчении различных видов сырья. Изготовление активаторов такой конструкции возможно на небольших металлообрабатывающих предприятиях, оснащенных широко применяемым станочным оборудованием.

ВЫВОДЫ:

1. За счет описанных особенностей конструкции активатора с молотковыми рабочими органами на вращающемся роторе и одновременного образования воздушного потока, всасываемого внутрь корпуса, создается положительный эффект, заключающийся в улучшении однородности получаемого мелкодисперсного материала, в снижении удельного расхода энергии и в повышении удельной производительности переработки материалов (на единицу веса и площади машины).
2. Использование регулируемого шибером отверстия в нижней части бункера и наклонного желоба для подачи материала в камеру измельчения позволило осуществить требуемое дозирование этого материала, визуальный контроль за работой машины, повысить удобство и безопасность ее эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Установки для активизации и смешивания дисперсных суспензий / В.И. Гуйтур, П.Г. Лавринев – Николаев, МДУ; 2004 г.
2. Ковалев А.А., Морозов А.Д. Исследование энергетических характеристик пневмомеханической установки для сыпучих материалов. Симферополь. КАПКС. – 2004 г., вып. 9.
3. Патент Российской Федерации № 99123303/43 (024648) от 04.11.1999 г.

Морозов А.Д., к.т.н. профессор, Куксин А.Н., аспирант, Жидов С.Н., аспирант
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Исследование геометрии пневмотранспортных шнеков

Приводятся результаты сравнительных испытаний и исследований в производственных условиях пневмотранспортных шнеков различной геометрии.

Пылевидный груз, пневмотранспортная установка, шнек, осевая нагрузка.

Существующее пневмовинтовое оборудование для транспортирования пылевидных грузов в настоящее время выпускается со шнеками уменьшающегося шага (фирмы «Петерс», «Цементанлагенбау», «Фуллер» и др.) и увеличивающегося шага (С.-Петербургский завод строительных машин). В НАПКС разработана и запатентована конструкция сборного шнека постоянного шага со сменной усиленной напорной частью уменьшающегося шага на участке последнего (открытого) витка. Шнек конструкции НАПКС (автор Морозов А.Д. и др.) более технологичен в изготовлении, имеет усиленную сменную напорную часть уменьшающегося шага, компенсирующую давление транспортируемого материала в канале шнека и ресурс работы в 1,5?2 раза больше. С целью изучения распределения нагрузок по длине канала шнека, определения осевых нагрузок на шнек и подшипники вала, удельных энергозатрат на транспортирование материала, были проведены сравнительные испытания шнеков.

Сравнительные испытания шнеков различной геометрии диаметром 0,2 м были проведены в производственных условиях – на пневмоустановках типа ТА-15.

На рис.1 и рис.2 представлены полученные экспериментальные эпюры (кривые 1-3) распределения фронтальных избыточных давлений

P_ϕ по длине L_k каналов различных конструкций шнеков с наружным диаметром 0,2 м, т.е. для пневмоустановок типа ТА-15, ТА-15А, ЭПШВ-100М и др. при транспортировании цемента и минерального порошка.

Кроме того, на рис. 1 и рис. 2 представлены зависимости удельных энергозатрат $N_{ш}/\Pi$ от производительности Π пневмоподъемника со шнеками, имеющими различную геометрию

(кривые 4-6), где $N_{ш}$ – мощность, потребляемая шнеком.

Длина оси напорного участка шнеков L_n равна 0,5 м, а средняя длина канала напорного участка шнека определяется из выражения:

$$L_k^{cp} = L_n \frac{1}{\sin \lambda_{cp}}; \quad (1)$$

$$\lambda_{cp} = \arctg \frac{t}{\pi d_{cp}}$$

$$\sin \lambda_{cp} = 0,2250 \div 0,2588$$

$$L_k^{cp} = \frac{0,5}{0,2419} \cong 2,067 \text{ м}$$

где: t - шаг витков ($t = 0,096 - 0,13$ м);

d_{cp} - средний диаметр витков ($d_{cp} = 0,148 - 0,155$ м);

λ - угол подъема витка шнека ($\lambda = 13 - 15^\circ$).
Располагая некоторым запасом проверен-

ных экспериментальных величин P_ϕ и P_0 для однозаходных шнеков различных диаметров, можно составить расчетное уравнение для определения осевых усилий S на шнеках различной длины с измененной геометрией

$$S = \frac{\pi}{4} P_k \times d^2 + \int_0^{L_k} (P_\phi - P_0) \frac{d - d_1}{2} \cos \lambda dL - \frac{\pi}{4} P_n (d_1^2 - d^2) \quad (2)$$

где P_n и P_k – среднее давление транспортируемого груза на торцевые поверхности вала шнека в начале и в конце, Па;

d и d_1 – наружный и внутренний диаметры шнека, м;

P_0 – давление материала на тыльную часть витка шнека, Па.

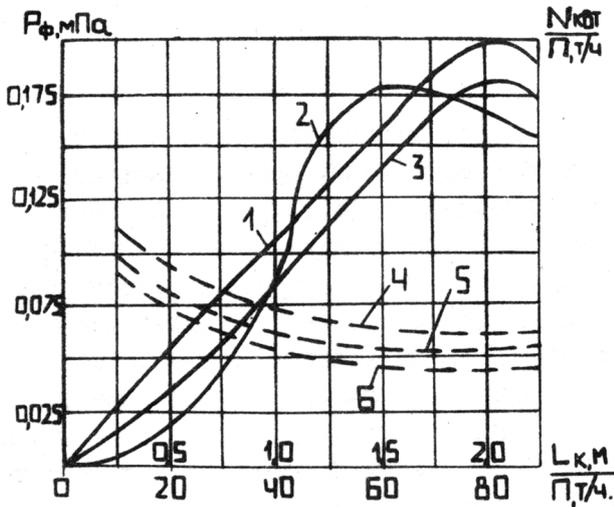


Рис. 1 Зависимости распределения избыточных давлений P_ϕ по длине L_k каналов шнеков и удельных энергозатрат

$N_{ш}/\Pi$ от производительности Π пневмоподъемника при транспортировании цемента.

- 1- эпюра P_ϕ по длине L_k канала шнека уменьшающегося шага от 0,13 до 0,096 м;
- 2- P_ϕ по длине L_k канала шнека увеличивающегося шага от 0,096 до 0,13 м;
- 3- P_ϕ по длине L_k канала шнека постоянного шага 0,12 м с компенсатором давления в канале;
- 4- $N_{ш}/\Pi$ от Π шнеков уменьшающегося шага;
- 5- $N_{ш}/\Pi$ от Π шнеков увеличивающегося шага;
- 6- $N_{ш}/\Pi$ от Π шнеков постоянного шага с компенсатором давления конструкции НАПКС.

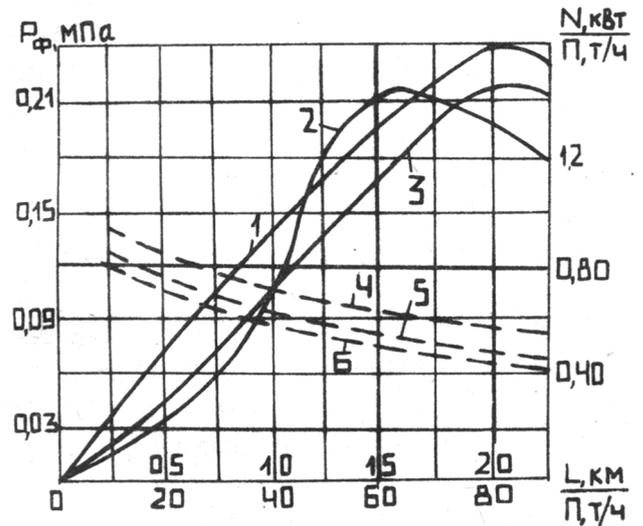


Рис.2 Зависимости распределения избыточных давлений P_ϕ по длине L_k каналов шнеков и удельных энергозатрат

$N_{ш}/\Pi$ от производительности Π пневмоподъемника при транспортировании минпорошков.

- 1- эпюра P_ϕ по длине L_k канала шнека уменьшающегося шага от 0,13 до 0,096 м;
- 2- P_ϕ по длине L_k канала шнека увеличивающегося шага от 0,096 до 0,13 м;
- 3- P_ϕ по длине L_k канала шнека постоянного шага 0,12 м с компенсатором давления в канале;
- 4- $N_{ш}/\Pi$ от Π шнеков уменьшающегося шага;
- 5- $N_{ш}/\Pi$ от Π шнеков увеличивающегося шага;
- 6- $N_{ш}/\Pi$ от Π шнеков постоянного шага с компенсатором давления конструкции НАПКС.

Давление P_ϕ и P_0 по глубине шнекового канала принимаем постоянным.

Длина шнекового канала на участке с постоянным значением шага t_i находится из выражения

$$L_{ki} = \frac{t_i}{\sin \lambda_{cpi}} \quad (3)$$

Для участков с постоянным и переменным значением шага шнека интегрирование выполняется раздельно.

Третий член в формуле (2) учитывает влияние подпитывающего устройства на величину избыточного давления в зоне приемной (загрузочной) камеры. Предлагаемое уравнение позволяет определять осевую силу, а следовательно, и осевые нагрузки на несущие подшипники шнека с достаточной точностью ($\pm 15,0\%$). Расхождение аналогичных расчетов S на шнеках пневмоустановок типа ТА-21; ТА-19; ТА-19А; ТА-27; ТА-27А; ЭНПВ-60М с экспериментальными (опытными) значениями S составляет не более 13%, а на шнеках пневмоустановок типа ТА-14; ТА-14А; ЭНПВ-40М до 11%.

Уравнения, рекомендуемые для определения S на шнековых прессах и экструдерах, дают значительную погрешность (150?300%).

Расчет силы S по известным методикам по величине подводимой к шнеку мощности дает погрешность 40-80%.

Анализируя кривые 1-3 (рис. 1 и рис.2), можно сделать вывод, что наибольшее давление P_ϕ , развиваемое шнеком с увеличивающимся шагом, находится на расстоянии примерно двух шагов от конца шнека; таким образом, один-полтора концевых витков навивки не несут достаточной функциональной нагрузки для уменьшения интенсивности и объема фильтрации воздуха из смесительной камеры в приемную, а следовательно, и не обеспечивают стабильной работы с расчетной производительностью, хотя общие энергозатраты и интенсивность износа у них меньше, чем у шнеков, работа которых характеризуется эпюрами 1 и 3. Сравнивая целесообразность различной геометрии шнеков

(на основании эпюр P_ϕ и P_m), можно сделать вывод, что при заданном среднем давлении в смесительной камере 0,12 МПа предпочтение следует отдать шнекам постоянного шага конструкции НАПКС, так как у них меньше удельные энергозатраты по сравнению со шнеками уменьшающегося шага (кривые 4-6, рис.1 и

рис.2), проще технология изготовления и ремонтного восстановления, больше ресурс работы.

Так как было установлено, что один-полтора витка пера концевого напорного участка серийного шнека увеличивающегося шага не несут достаточной функциональной нагрузки по уменьшению интенсивности и объема фильтрации воздуха из смесительной камеры в приемную, было решено изготовить шнеки постоянного шага конструкции НАПКС диаметром 0,14 м; 0,15 м и 0,2 м более короткими. При производственных испытаниях этих шнеков, укороченных на 0,5 и 0,7 среднего шага навивки, увеличения прорыва воздуха в приемную камеру не было обнаружено даже у пневмонасосов возросли производительность и ресурс работы, снизились удельные энергозатраты и трудоемкость изготовления.

ВЫВОДЫ:

1. В результате проведенных сравнительных испытаний пневмотранспортных шнеков различной геометрии, была установлена целесообразность применения в серийных пневмотранспортных установках сборных шнеков постоянного шага со сменной усиленной напорной частью уменьшающегося шага (конструкция НАПКС).
2. Экспериментально установлено распределение избыточных давлений транспортируемых материалов (цемента и минпорошка) по длине каналов шнеков различной геометрии и рекомендована формула для определения осевых усилий на шнеки и подшипники валов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Калинушкин М.П. Пневмотранспортное оборудование. – Л.: Машиностроение, 1986, - 286 с.
2. Костецкий Б.И. Надежность и долговечность машин. – К.: Техника, 1985. – 408 с.
3. Морозов А.Д. Научные основы создания пневмомеханических разгрузочно-транспортных машин. Симферополь, РИО НАПКС, 2002, - 256с.

Раздел 5. Техногенная безопасность

УДК 333,93

Афанасьева М.Ю., аспирант

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Состояние водных ресурсов большой Феодосии и проблемы модернизации водного хозяйства

В работе приводятся результаты исследования состояния системы водоснабжения Большой Феодосии, проведенного автором в течение 2001 – 2004 г.г. Основой системы водообеспечения Большой Феодосии является централизованное водоснабжение, а главными источниками централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения являются два водохранилища сезонно наливного типа, использующие воду Северо-Крымского канала – Феодосийское и Фронтное. Автором в качестве регионального координатора проекта «Вода для устойчивого развития и здоровья в Крыму» проведен мониторинг качества питьевой воды централизованного водоснабжения в течение 2004 года. Выявлено, что район Большой Феодосии является в настоящее время одним из наиболее экологически неблагоприятных, а наиболее острой проблемой региона является некачественная питьевая вода, особенно по показателям мутности и цветности. Приводятся причины плохого качества питьевой воды и пути улучшения обеспечения населения чистой водой в объеме необходимой суточной физиологической нормы для каждого жителя.

водоснабжение, водообеспечение, водозабор, водные источники, питьевая вода, подземные воды, водосборник, микроорганизмы, очистительные технологии, очистные сооружения,

1. Водные ресурсы Большой Феодосии

Вопросы реформирования водного хозяйства Крыма как наиболее важной отрасли связаны, прежде всего, с проблемами плохого качества питьевой воды.

Район Большой Феодосии является одним из наиболее экологически неблагоприятных, а наиболее острой проблемой региона является некачественная питьевая вода. За последние несколько лет ситуация с обеспечением населения Большой Феодосии питьевой водой резко ухудшилась.

Район Большая Феодосия расположен в юго-восточной части Крымского полуострова на стыке границ горного и равнинного Крыма. Его граница проходит по северному подножию Эчки-Дага (с. Щebetовка), г. Узун-Сырт, включает верховья реки Байбуги и хребет Эгет-Оба, огибает озеро Ачи, спускается с балки Песчаной к Чёрному морю. С юга зону ограничивает берег бухт Лисьей, Коктебельской, Тихой, Двужкорной и Феодосийского залива. С северо-запада на юго-восток на территории Большой Феодосии протянулся на 15 км хребет Эгет-Оба.

Наибольшую долю в естественном водном балансе района Большая Феодосия составляют подземные воды. Особенности их формирования определены геологическими характеристиками района Большой Феодосии. Накопление подземных вод в районе происходит за счёт инфильтрации атмосферных осадков, подтока имеющихся подземных вод и конденсации воды в пустотах горных пород. Подземные воды района имеют выход воды на поверхность, в

основном, в виде родников. Система накопления подземной воды, а также воды, получаемой в конденсаторах атмосферной влаги, еще три столетия назад позволяла обеспечивать 70 тыс. жителей Феодосии питьевой водой. Способ распределения воды был настолько рациональным, что может использоваться при реформировании водного хозяйства на современном этапе.

Так, на склонах хребта Тепе-Оба были естественные и искусственно созданные конденсаторы атмосферной влаги в виде огромных куч щебня и гальки, засыпанных на непроницаемое основание, имеющее форму пологой воронки, откуда конденсированная при определённых метеорологических условиях вода стекала в водосборники [1].

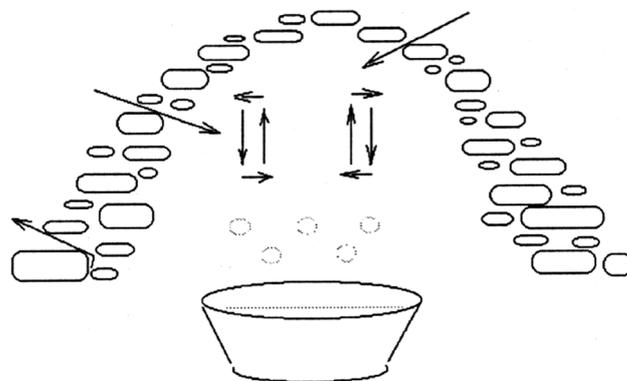


Рис.1 Схема накопления воды в конденсаторе / по Ф.Зибольду/

Использовался и другой способ добычи воды, основанный на проведении дренажных работ: на склонах в шахматном порядке выка-

ывались траншеи, которые засыпались щебнем. Из этих траншей вода поступала в колодцы, а оттуда поступала в каменные бассейны, которые назывались фонтанами. Раздаточные фонтаны в городе представляли собой закрытые плитами каменные цистерны, а также открытые бассейны, откуда жители разбирали воду, из некоторых бассейнов вода поступала по керамическим трубам в колодцы. Пользовались и дождевой водой, которую собирали в устьях балок.

Распределение воды, накапливаемой в главной цистерне, на склон горы Митридат за счёт осадков, генуэзских колодцев и конденсаторов, было очень рациональным. Так, отвод воды осуществлялся тремя ярусами. В засушливые годы, когда вода не достигала уровня среднего ряда отводных отверстий, подача воды происходила по водоводам нижнего яруса, которые были соединены только с самыми жизненно необходимыми объектами: питьевыми фонтанами, больницами и др. В более благоприятные годы, когда вода накапливалась примерно в 2/3 резервуара, включались водоводы не только с нижнего, но и среднего уровня. Тогда вода поступала в домовладения и учреждения. В особо благоприятные периоды полного накопления воды в резервуаре производилась подача воды на промышленные объекты, мастерские на окраине города.

2. Результаты исследования качества исходной воды Феодосийского и Фронтowego наливных водохранилищ

Баланс используемых водных ресурсов Большой Феодосии значительно изменился после начала водопользования из искусственных водохранилищ.

В 1956 году построено Насыпновское водохранилище, а в 1972 году в Феодосию пришла днепровская вода через Феодосийское, а затем и Фронтowego водохранилища.

В 2001 году численность населения города Большой Феодосии возросла по сравнению с 1910 годом в 3,33 раза, а водопотребление за этот период возросло в 103,4 раза. Очевидным становится факт потери значительного количества воды при транспортировке ее по водоводам от ВОС до потребителя.

Несмотря на то, что уже более 30 лет город пользуется днепровской водой, поступающей по Северо-Крымскому каналу, проблема «чистой

воду» становится всё более острой, а в последнее время – кризисной. По данным автора качество исходной днепровской воды, поступающей на КОС из Феодосийского и Фронтowego водохранилищ, ежегодно превышает допустимые нормы по мутности, цветности и микро-биологическим показателям согласно ГОСТа 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения». Проверка проб исходной воды независимой лабораторией от 19 июля 2002 года, аккредитованной на техническую компетентность Госстандартом Украины, подтвердила, что исходная вода Феодосийского водохранилища не соответствует ГОСТ 2874-84 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством» по санитарно-микробиологическим показателям:

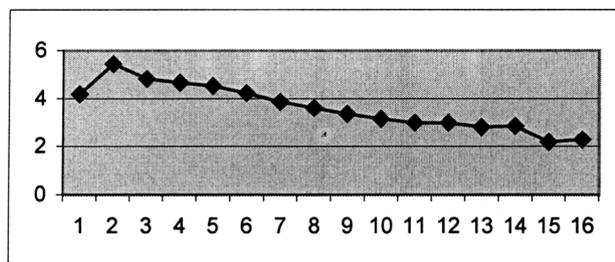
- количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ в 1 см³ превышает в пробе НД в 7,25 раз (норма – 100, фактически – 725);
- бактерии группы кишечной палочки в 1 дм³ превышают НД в 31 раз (норма – 3, фактически – 93).

Нами выявлены основные причины кризисной ситуации в водообеспечении Феодосии, которые заключаются в следующем:

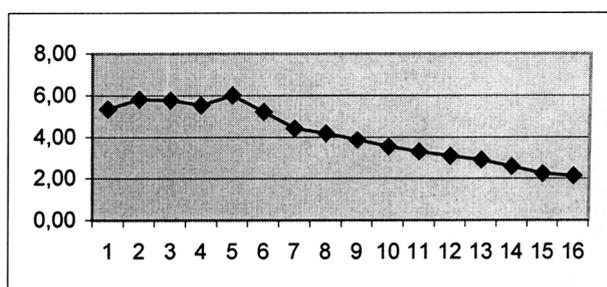
- водохранилища исходной питьевой воды плохо защищены от сточных вод;
- очистительные технологии, применяемые на Феодосийских водоочистных сооружениях, основаны на гиперхлорировании; поскольку вода СКК содержит большое количество органических соединений, в результате очистки в питьевой воде появляются хлорорганические загрязнители;
- отсутствуют зарезервированные водные источники;
- водоводы централизованного водоснабжения изношены на 80%, что приводит с одной стороны к колоссальной утечке воды, вследствие чего резко возрастают тарифы на воду, а с другой стороны - к загрязнению питьевой воды непосредственно в подающей системе на этапе ВОС – потребитель.

Кроме того, результаты исследований показали, что в настоящее время в системе водоснабжения возникла чрезвычайная ситуация вследствие того, что накопившийся с 1987 года в зоне подводного канала ил почти перекрывает забор воды из Фронтowego водохранилища (подводные исследования Н.В. Шелкович, 2001 г.)

Результаты подводного обследования были подтверждены начальником Фронтowego гидроузла Лукьяненко А.Н. в январе 2003 года путем замеров высоты верхней границы илового купола над подводным каналом башни водохранилища



а)



б)

Рис. 2. Результаты измерений высоты илового купола в двух продольных разрезах вдоль подводного канала Фронтowego водохранилища (единица измерения – метр), 15 января 2003 г.

(а) – первая труба водозабора; (б) – вторая труба водозабора

В результате выполненной работы были подготовлены проекты и технологические схемы, позволяющие улучшить качество исходной воды водохранилищ. В настоящее время эти проекты профинансированы и реализуются.

3. Исследование возможностей использования альтернативных источников водоснабжения Феодосийского региона

Учитывая отсутствие резервных источников водоснабжения Феодосийского региона, автором проведено изучение состояния альтернативных водных источников. Выявлено, что наиболее перспективным является использование воды Субашских ключей - природного водосборника пресной воды Юго-восточного Крыма [2].

Качество воды из Субашских источников высокое, поэтому частично проблему беспере-

бойного водообеспечения населения г. Феодосии и региона можно решить по историческому опыту использования природных местных источников подземной воды, в частности субашской воды из Субашских источников с запасами 13, 6 тыс. куб. метров в сутки.

Водные запасы северных склонов Агармышша, где имеется выход субашской воды, оцениваются в 33,7 тысяч м³ / сутки. Кроме Агармышского массива, основную роль в питании водонесных горизонтов играют Субашские источники и водосборные галереи около деревни Кринички.

С древних времён эти источники использовались местным населением. Вокруг Агармышша существовала густая сеть древних водопроводов, которая в настоящее время практически разрушена.

В конце 19 века – в начале 20 века водой мощных источников пользовались в имениях: Субаш (бывшее имение Айвазовского), Шейх_Мамай (бывшее имение Ламиси), Кринички (бывшее имение Микеладзе), асан_Бай (бывшее имение Стамболи) и другие.

На окраине Субашского выступа с южной стороны деревни Золотой Ключ располагаются мощные восходящие источники: «Большой Богатырь» (дебит 99,8 литров в секунду), «Малый Богатырь» (дебит 27,7 литров в секунду) и «Сердце» (дебит 80,39 литров в секунду).

В 1887 – 1889 годах по дарственной грамоте Ивана Константиновича Айвазовского был проведён самотечный водопровод протяжённостью 28,8 км.

В 1888 году в город пришла вода из Субашского источника, подаренная городу Айвазовским (50 тысяч вёдер в сутки). Кроме водопровода из Субашского источника, вода поступала и из источника Кошка-Чокрак, однако, в настоящее время она практически не используется, так как все древние бассейны – водосборники и почти все водоразборные колонки разрушены.

Однако в настоящее время пришедший в негодность водовод выкопан, кроме того, в городе полностью разрушена сеть водоразборных колонок, через которые раньше обеспечивали население высококачественной питьевой водой Субашских источников.

В настоящее время население г. Феодосии составляет 73,6 тысяч жителей и при прокладке водопровода будет возможность обеспечить

каждого жителя чистой водой в объёме необходимой суточной физиологической нормы. Такой альтернативный путь водообеспечения даст надёжный дополнительный источник, который одновременно выполнит роль резервного.

ВЫВОДЫ:

Исследование состояния системы водоснабжения Большой Феодосии, проведенного автором в течение 2001 – 2004 года, показало, что район Большой Феодосии является в настоящее время одним из наиболее экологически неблагополучных. Наиболее острой проблемой региона является некачественная питьевая вода, особенно по показателям мутности и цветности, что, прежде всего, связано с нарушением технологической схемы очистки исходной воды, профилактического обслуживания сезонно наливных водохранилищ, износом водо-разводящей сети. Выявлено, что модернизация водного хозяйства региона потребует не только больших инвестиций, но и изменения системы управления водным хозяйством. В качестве срочных региональных мер необходимо реализовать проекты по улучшению качества исходной воды водохранилищ и по использованию альтернативных источников подземной воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ф.И. Зибольд. Опыт произведения древне-феодосийского способа добывания питьевой воды. 1907 г. , 28 с.
2. Афанасьева М.Ю. Подземные водосборные галереи. Феодосия, Изд. «Экма», 2004 г., с.7
3. Б.М. Борисов, А.Н. Ковальчук, В.С. Тарасенко. Об альтернативных источниках питьевой воды для юго-восточного Крыма. Сборник научных трудов участников Международной научно-практической конференции в г. Щёлкино, 23-25.09.2003 г., Симферополь-Щёлкино, 2003 г., с.27-29.
4. Афанасьева М. Состояние водных ресурсов Большой Феодосии и проблемы реформирования водного хозяйства. Устойчивый Крым. Водные ресурсы, под ред. Тарасенко В.С., Симферополь.- «Таврида», 2003 г. - С. 252 – 255.

Бугаевский Г.Н., д. физ.-мат. н., профессор, Ковалев В.Я., к. арх., профессор
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Комплексная научная основа устойчивого функционирования и развития курортных зон

Предлагается комплексное научное обследование площадей будущего строительства или территорий существующей застройки в связи с предстоящей ее реконструкцией, направленное на зонирование территории по интенсивности и частоте колебаний при землетрясениях. Это обследование является необходимой мерой оптимального функционирования курортов и зон отдыха

устойчивое функционирование, динамическое зонирование, спектр сейсмических колебаний, собственные частоты, ландшафтная архитектура

Необратимое усложнение демографической и экологической обстановки требует оптимизации размещения стационарных объектов - зданий и различных сооружений как на новых, так и освоенных ранее территориях. Задача должна рассматриваться как многофакторная оптимизационная, учитывающая не только антропогенные экологические, некоторые экономические и социальные факторы, но и характеристики естественных условий: геодинамических, сейсмологических, геопатогенных. В результате ее решения должно быть произведено картирование многомерной функции в координатах, определенных для рассматриваемой территории. Решение такой задачи, предваряющее капитальное строительство или реконструкцию существующего комплекса, в экономическом и социальном планах несравненно более целесообразно, чем только архитектурно-эстетическое или тем более стихийное освоение территории.

Для таких сейсмоопасных зон как Крым, юго-запад Одесской области, Закарпатье оптимальное освоение территории должно основываться на количественном учете сейсмического воздействия предстоящих землетрясений. Частотный спектр этого воздействия, изменяющийся не только от региона к региону, но и в пределах региона в зависимости от локальных грунтовых, инженерно-геологических условий, создает вариации опасности резонанса для сооружений. Необходимо выявить эти вариации, зонировать территорию по интенсивности воздействий и частоте преобладающих сейсмических колебаний. Необходимо также оценить частоты собственных коле-

баний сооружений – проектируемых – на основе математического моделирования, существующих, реконструируемых – с использованием экспериментальных наблюдений.

Такие решения необходимо выполнить, прежде всего, для рекреационных зон - территорий курортов, пансионатов и т.д. Это целесообразно делать не только исходя из их функциональных задач, но и в связи с относительной возможностью вариаций в этих зонах размещения искусственных объектов (зданий, различных сооружений) и проектируемых участков естественной природы - объектов ландшафтной архитектуры. Целенаправленность этих вариаций должна основываться на результатах названной выше оптимизации. В Крыму, в конечном счете, она определяет инженерный и методический подход к так называемому устойчивому функционированию курортных комплексов и оздоровительных учреждений в уникальных, сложных природных условиях Южного бережья. Можно отметить, что такой подход пригоден для большинства курортных территорий, так как хорошо известно и объяснимо совпадение зон, активных в геодинамическом, сейсмическом и других проявлениях, с областями, ценными в лечебном и рекреационном отношении.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства имеет опыт и технику для описанных исследований. В частности, ясно, что уже в настоящее время комплекс количественных и полуквантитативных исследований (параметров рельефа, геоморфологии, сейсмических явлений, оползней, режима подземных и

поверхностных вод, архитектурно-ландшафтных оценок, характеристик растительности) может быть поставлен на основу инструментального динамического зонирования территории с помощью калиброванной аппаратуры. Результатом описанных выше комплексных исследований будет такое функциональное зонирование территории, при котором для размещения зданий и сооружений будут использоваться участки, динамически наиболее устойчивые в отношении комплекса перечисленных характеристик. Менее пригодные для них участки должны отводиться под парковые комплексы, отдельные плоскостные сооружения и объекты хозяйственно-коммунального назначения.

При реконструкции и новом строительстве санаторно-курортных комплексов существенное значение для их последующего устойчивого функционирования имеет использование специальных архитектурных и механико-конструкторских решений, связывающих свойства сооружения и несущего грунта. Так, для сложных горных условий Крыма наиболее пригодны террасные и каскадные типы зданий, а также галерейно-коммуникационные дома. Эти типы зданий, как правило, не только обеспечивают возможность сохранения существующего природного ландшафта, но и создают укрепление склонам за счет конструкции самих зданий без дополнительных инженерных сооружений. Применение тех и других типов зданий не только не удорожает строительство комплексов, но и создает выгоду их эксплуатации. Для наиболее сейсмоопасных участков территории эффектив-

но использование разработанных в институте систем сейсмоизоляции, устанавливаемой между фундаментом и выше расположенным зданием. Такие системы рассчитаны на снижение сейсмического эффекта сильного землетрясения на 1-2 балла. Поэтому их применение снижает требования к сейсмостойкости самого здания, упрощает и удешевляет его строительство.

ВЫВОДЫ

Обеспечение устойчивого функционирования и развития лечебных и рекреационных комплексов, особенно в современный период геодинамической активизации, требует строительства и реконструкции сооружений, основанных на современных научных методах спектрально-динамического зонирования и территорий и самих сооружений.

Ветрова Н.М., к.э.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Подходы к региональному управлению экологической безопасностью

Исследованы современные теоретические подходы к управлению экологической безопасностью окружающей среды на региональном уровне.

управление экологической безопасностью, принципы, функции экологического менеджмента

В текущий период на территории Украины экологическую ситуацию в целом можно рассматривать как критическую, хотя за 1995-2002 гг. отмечено снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников - в 1,4 раза. Также уменьшился объем загрязненных сбросов сточных вод (этот показатель сократился с 4,65 млрд. м³ до 2,92 млрд. м³) [1]. Однако, если с 1995 г. до 1998 г. зафиксировано снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду, что отражает позитивная динамика количества залповых аварийных загрязнений (с 303 до 127 случаев), то в дальнейшем постепенно тенденция меняется в худшую сторону: после 1998 г. до 2002 отмечен постоянный рост данного показателя.

В этих условиях общее состояние окружающей среды в стране остается неудовлетворительным. Сложившаяся ситуация связана в первую очередь со структурными деформациями народного хозяйства, при которых на протяжении длительного времени преимущественно развивались сырьевые, наиболее экологически опасные отрасли промышленности. Экономике Украины присущ высокий удельный вес ресурсоемких и энергоемких технологий, внедрение и наращивание которых осуществлялось еще в СССР, когда экономили в первую очередь на строительстве необходимых очистных сооружений или природоохранных мероприятиях. Все еще низким остается уровень использования инновационных, ресурсосберегающих и природоохранных технологий, включая и технологии переработки, утилизации и хранения отходов.

Указанные факторы и отсутствие необходимых объемов инвестиций для обновления технологий и осуществления системы природоохранных мер определили неудовлетворительное состояние окружающей среды. При этом экологическая ситуация отличается в различных регионах страны в зависимости от особенностей

ресурсных и экономических территориальных подсистем. В результате специалисты оценивают риски возникновения экологически опасных ситуаций в Украине значительно выше, чем в развитых странах [2, с.40-42].

Учитывая вышеприведенное, на национальном, региональном уровнях и на отдельном объекте (предприятии) должны постоянно и последовательно решаться острые текущие и перспективные вопросы экологической безопасности и охраны окружающей природной среды. При этом одной из нерешенных проблем в сфере экологической безопасности является формирование концепции организации системы регионального уровня управления экологическим состоянием, рассмотрение которой являлось *целью* данной статьи.

Основы теории экологической безопасности разработаны Реймерсом Н.Ф. [3], Даниловым-Данильяном В.И. [4], Боковым В.А., Луциком А.В. [2] и многими другими учеными различных научных направлений. При этом вопросам экологической безопасности государства все больше уделяется внимания, поскольку она рассматривается как составляющая национальной безопасности [5]. Сегодня в Украине, как и во многих странах, интерес к этой проблематике постоянно повышается.

Следует отметить, что значительные работы по теории и практике экологического менеджмента посвящены управлению в катастрофических ситуациях [6, 7], подходы и принципы которого реализованы в создании и обеспечении функционирования национальной Правительственной информационно-аналитической системы чрезвычайных ситуаций. В основе данного подхода к управлению экологической безопасностью лежит принцип оптимального распределения ресурсов оперативного реагирования между совокупностью источников потенциальной опасности, который позволяет эффективно их использовать в случае угрозы и

возникновения чрезвычайных ситуаций на территории страны или региона.

Представленный подход применяется в условиях недетерминированной (совокупности случайных факторов) составляющей безопасности и получил название «логико-вероятностная концепция» [6, 7]. При этом катастрофические ситуации «характеризуются глубокими и необратимыми изменениями природы, утраты природных ресурсов и резким ухудшением условий проживания населения [2, с.66]» и поэтому управление экологической безопасностью в таких условиях (или предотвращение их) имеет особенности, как на организационном, так и на психологическом уровне.

В.М. Котляковым, Б.И. Кочуровым по степени остроты, кроме катастрофических, выделяются «критические», «напряженные», «удовлетворительные» и «условно благоприятные» экологические ситуации. При этом отмечается постоянно присутствующая техногенная и природно-антропогенная нагрузка, которая не носит явно выраженный экстремальный характер и управление безопасностью в таких условиях требует адекватных ситуациям специальных систем и методов. Особенно это относится к региональным аспектам безопасности.

Реакцией на указанную проблематику стало формирование и развитие экологического управления или экологического менеджмента. Кроме того стали выделять проблемы экологизации производства, которые отражают степень соответствия всех элементов производства (средств и предметов труда) требованиям рационального природопользования и ресурсосбережения, а также возможность гарантии экологической безопасности окружающей среды.

При этом управление в экологической сфере не противоречит сущности, принципам, инструментам управления как процесса в системах с социальной составляющей: под *системой управления* понимается множество закономерно взаимосвязанных элементов управления (цель, структура, задачи, технологии, персонал), объединенных в единый механизм, способный достигать поставленных целей, принимать скоординированные эффективные решения [9, с. 75-77]. В управлении выделены и реализуются три инструмента: иерархия организации - действия при подчинении, принуждении различными видами средств, что определено системой

принятия и реализации решений в системе; организационная культура – вырабатываемые и признаваемые общностью ценности, нормы, установки, шаблоны поведения; рыночный механизм – система обеспечения равных прав и возможностей в отношениях элементов социально-экономических процессов. В процессе управления реализуется совокупность функций – «планирование», «организация», «мотивация», «контроль».

Рассматривая понятийный аппарат управления экологической безопасностью, следует отметить существование различных трактовок и подходов. Так, в [2] используют понятие «управление экологическими ситуациями» и трактуют его как «... систему действий, направленных на достижение определенного уровня качества окружающей среды, которая обеспечила бы нормальное функционирование геосистемы, ее средо- и ресурсовоспроизводящие свойства, здоровую среду обитания для человека, успешное функционирование социальной сферы и экономики, удовлетворяющих материальные и духовные потребности людей [2, с.200]». По данному определению термин «успешное функционирование» вызывает вопросы – требуется его конкретизация. Также в [2] предлагаются следующие пути управления в экологической сфере:

- организация такой хозяйственной деятельности, которая обеспечила бы рациональное природопользование и оптимальный (нормативный) режим функционирования природных систем;
- активное воздействие на природные среды, перевод их из одного состояния в другое.

По первому направлению рассматривается перечень мероприятий, регламентирующих преимущественно действия в периоды неблагоприятных метеоусловий. Второй путь требует серьезных научных обоснований, подготовки, значительных расходов на его осуществление.

В указанной работе Бокова В.А., Лущика А.В. [2] отмечается, что организационные меры должны осуществляться государственными органами управления различного уровня, государственными и частными предприятиями, однако меры не раскрыты.

Кроме рассмотренного, в теории введено понятие «управление техногенно-экологической безопасностью» и в Центре по изучению про-

изводительных сил Украины НАНУ [10] в ряде исследований развивается системно-динамическая концепция управления такого вида безопасностью. В ее основе делается акцент на решение комплексной задачи:

- исследование ситуаций в системе, обуславливающих техногенно-экологическую опасность и ее характер;
- синтез, т.е. возможность реализации такого состояния системы, когда степень безопасности поддерживается на необходимом уровне.

При этом техногенно-экологическая безопасность рассматривается авторами [10] как элемент интегрированной безопасности, которая включает также социально-экономическую составляющую. Процесс управления безопасностью по мнению ученых должен учитывать:

- группу источников опасности, которая включает три блока: «геоэкологическая подсистема», «техноэкологическая подсистема», «первая природа»; экологическую опасность авторы разделяют на природно-ландшафтную, социо-экономическую, антропоцентрическую и эстетическую составляющие;
- группу управления безопасностью объединяющую «блок социально-экологической системы», «блок определения целесообразности уровня интегрированной безопасности»; «блок достижения оптимального уровня интегрированной безопасности посредством реализации ресурсно-экономических возможностей эколого-экономической системы».

В предлагаемой модели управления экологической безопасностью акцент сделан на экономические методы управления. При этом важной задачей является оценка состояния эколого-экономической системы. Для ее решения вводится шесть индексов (потенциалов), каждый из которых связан с собственными ресурсами его обеспечения. Техногенно-экологическую безопасность характеризует один из них.

Близкий научный подход к сущности экологического менеджмента присутствует в работе [11], в которой обосновывается необходимость всестороннего исследования условий формирования и проявления опасности для эффективного управления экологической безопасностью.

Ряд исследователей рассматривают управление экологической безопасностью с позиций обеспечения минимизации возможного ущерба от загрязнения природной среды и воздействия на здоровье человека. Авторами [12] разработаны математические формализованные модели управления техногенными воздействиями, основанные на социально-экономических подходах, но рассмотрен лишь один вид техногенной опасности – радиационная.

Также важным элементом методологии экологического менеджмента является система основных принципов обеспечения экологической безопасности. Измалков В.И. [13] выделяет следующие положения:

- комплекс организационно-технических, социально-экономических и других мероприятий должен быть адекватен антропогенным воздействиям, приводящим к отклонению от допустимых значений параметров, характеризующих экологическую обстановку;
- экологическое обеспечение должно рассматриваться с конкретной привязкой к функционированию объектов, формирующих опасность;
- целесообразность достижения минимально возможных уровней риска антропогенного воздействия на объекты биосферы и происходящие в биосфере негативные изменения, не превышающих научно допустимых их значений;
- универсальность организации управления экологическим обеспечением и преемственность организационных форм и методов экомониторинга в условиях нормального функционирования источников антропогенного воздействия и в аварийных ситуациях;
- взаимодействие и организационное сопряжение всех государственных, ведомственных и территориальных структур, выполняющих функции экологического обеспечения;
- гибкость организационных форм, допускающая сосредоточение усилий на тех или иных проблемах обеспечения экологической безопасности.

По мнению автора, управление экологической безопасностью на различных уровнях, включая региональный, должно осуществлять-

ся с учетом системы принципов:

1. *принцип адекватности управляющей системы объекту управления* отражает необходимость совокупности мероприятий организационно-технического, социально-экономического и других направлений быть адекватной уровню воздействия на окружающую среду (повышение степени возможного воздействия требует повышение уровня управляющей системы);

2. *принцип конкретности управления* отражает требование формирования и осуществления экологических мероприятий с учетом особенностей функционирования объектов, формирующих опасность;

3. *принцип целеполагания*: управление имеет цели обеспечения экологической безопасности окружающей среды от различных видов и масштабов воздействий, которые приводят к отклонению от нормы (предпочтительным показателям) экологической обстановки;

4. *принцип универсальности системы управления*: не противоречивость системы управления экологической безопасностью как аварийного, так и нормального уровня функционирования источников антропогенного воздействия;

5. *принцип иерархии*: система управления экологической безопасностью требует взаимодействия и организационного содействия всех государственных, отраслевых и территориальных структур, выполняющих функции поддержания экологического состояния и при этом соблюдается подчинение в принятии решений;

6. *принцип развития*: система управления экологической безопасностью требует совершенствования организационных форм для экологической безопасности страны, региона, субъекта.

ВЫВОДЫ

В целом в настоящий период в теории экологического менеджмента присутствуют различные мнения, как по понятийному аппарату, так и методическим подходам. Подход к разработке системы управления экологической безопасностью, основанный на соответствующих принципах управления и обеспечении норм показателей допустимого антропогенного воздействия на окружающую среду, представляется отвечающим сущности объекта управления – характеристики экологической безопасности окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Статистичний щорічник України за 2002 рік / За ред. О.Г. Осауменка. – К.: Консультант, 2003. – 864 с.
2. Боков В.А., Лущик А.В. Основы экологической безопасности: Учебное пособие. – Симферополь: СОНАТ, 1998. – 224 с.
3. Реймерс Н.Ф. Экология (теория, законы, правила, принципы, гипотезы). – М.: Россия молодая, 1994. – 367 с.
4. Экология, охрана природы и экологическая безопасность / Под ред. В.И. Данилова -Данильяна. – М.: Изд. МНЭПУ, 1997. – 744 с.
5. Стратегія економічного і соціального розвитку України (2004-2015 роки) «Шляхом Європейської інтеграції» / Авт. кол.: А.С.Гальчинський, В.М.Геєць та ін.; Нац. ін-т стратег. дослідж., Ін-т екон. прогнозування НАН України, М-во економіки та з питань європ. інтегр. України. - К.: ІВЦ Держкомстату України, 2004. -416 с.
6. Екологічна безпека техноприродних геосистем у зв'язку з катастрофічним розвитком геологічних процесів / Гошовський С.В., Рудько Г.І., Преснер Б.М. – К.: ЗАТ “НІЧЛАВА”, 2002.– 624 с.
7. Данілішин Б.М. Природно-техногенні катастрофи: проблема економічного аналізу та управління.– К.: УІНСіР, 2002.– 153с
8. Сычев М.М. Природа активных центров, методы активации гидратации и твердения цементов // Цемент. – 1992. – № 2. – С. 79 – 88.
9. Смирнова В.Г. и др.. Организация и ее деловая среда: 17-модульная программа для менеджеров „Управление развитием организации”. Модуль 2. – М.: „ИНФРА-М”, 1999. -240с.
10. Дорогунцов С.И., Ральчук А.Н. Управление техногенно-экологической безопасностью в контексте парадигмы устойчивого развития: концепция системно-динамического решения. – К.: Наукова думка, 2002. – 200 с.
11. Шмандий В.М. Определение степени техногенной опасности машиностроительных предприятий // Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Междунар. сб. научн. трудов.– Донецк: ДонГТУ.– 1998.– Вып.6, Т.3.– С.287-290
12. Быков А.А., Мурзин Н.В. Проблемы анализа безопасности человека, общества и природы.– С.-Петербург: Наука, 1997.– 247с.
13. Измалков В.И. Экологическая безопасность, методология прогнозирования антропогенных загрязнений и основы построения химического мониторинга окружающей среды.– С.-Петербург: Наука, 1994.–131с

Дьяков И.М., к.т.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Проблемы применения шумозащитных экранов на городской территории и пути их решения

Рассмотрены актуальность защиты городской территории от транспортного шума и наиболее распространенные методы достижения акустической комфортности. Определены основные проблемы, снижающие целесообразность применения шумозащитных экранов на городской территории, и предложены пути их преодоления.

шумозащита, акустическая эффективность, шумозащитные экраны, отражение звука, поглощение звука.

В последние десятилетия борьбе с шумом в Мире уделяется все большее внимание. Шум вызывает у человека неприятные слуховые ощущения, воздействует на нервную систему, приводит к повышению артериального давления, пульса, частоты дыхания, снижению остроты слуха, вызывает головные боли, общую слабость. Длительное воздействие шума вызывает в организме неблагоприятные для здоровья изменения - шумовую болезнь. Нервно-психологическая адаптация к шуму у человека отсутствует.

Увеличение количества транспортных средств при неизменной пропускной способности большинства городских дорог приводит к постоянному росту уровня шума в зданиях и на прилегающих к магистралям территориях [1].

Вопросы борьбы с шумом являются предметом обсуждения на международных конгрессах акустических по акустике. Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) разработана долгосрочная программа работ, направленная на снижение шума в городах.

В европейских странах, США разработаны специальные нормативы по планировке и застройке городов, учитывающие борьбу с шумом. В нормах и рекомендациях по архитектурно-строительному проектированию учитываются мероприятия, ограничивающие шум строительно-акустическими и архитектурно-планировочными средствами.

Борьба с шумом в городах осуществляется по следующим основным направлениям:

- в источнике;
- на пути распространения шума от источника до объекта шумозащиты;
- на объекте шумозащиты.

В ближайшие годы, до тех пор, пока не бу-

дут массово внедрены бесшумные автомобили, борьба с шумом городского транспорта должна осуществляться средствами архитектурно-планировочного и строительного характера.

Шумозащита в городах зависит от приемов планировки, застройки и озеленения, всего комплекса архитектурно-планировочных решений, которые видоизменяют среду и могут создать оптимальные условия для снижения и затухания шума.

Во многих странах интенсивно используются шумозащитные экраны-стенки, как наиболее экономически целесообразный метод борьбы с шумом на пути его распространения. Огибая экран, звук теряет звуковую мощность. Акустическая эффективность экранов обычно не превышает 20-22 дБА, однако это значение в условиях городской застройки зачастую обеспечивает желаемый эффект, а применение экранов более эффективно, чем использование полос зеленых насаждений и территориальных разрывов.

Конструкции экранов-стенок достаточно разнообразны. Для их изготовления используют металл, пластмассы, стекло, камень, железобетон. В ряде зарубежных стран используют прозрачные экраны, позволяющие сохранить обзор прилегающего ландшафта. Их выполняют из акрилового либо других типов пластика. В Украине более распространены экраны, выполненные из железобетонных плит или сплошных элементов ограждения территории.

В последние годы появились биопозитивные шумозащитные экраны, совмещающие преимущества полос зеленых насаждений и шумозащитных конструкций. Как показали исследования, проведенные в НАПКС, биопозитивные шумозащитные экраны обладают более высокой акустической эффективностью, чем плоские же-

лезобетонные, металлические и другие их предшественники. Снижение звука биопозитивными шумозащитными экранами в среднем на 3 - 5 дБ превышает данный показатель плоских железобетонных конструкций [2].

Озеленение экранов, выделяя кислород, фитонциды и поглощая вредные вещества, позволяет частично компенсировать такой недостаток сплошного ограждения, как снижение аэрации. Положительно и влияние биомассы на формирование микроклимата территории, регулирующее температурный и влажностный режим. Сплошное озеленение экрана способствует улучшению эстетического облика сооружения, придавая ему природный характер.

Установлено, что биопозитивные шумозащитные экраны при определенных параметрах оказывают влияние на распространение вредных веществ от выхлопа автотранспорта в воздушной среде, понижая их концентрацию за экраном. Соответственно снижается количество вредных веществ, попадающих в грунт за сооружением.

В настоящее время достаточно перспективно применение биопозитивных шумозащитных экранов как для защиты многоэтажных зданий, так и небольших одно- и двухэтажных домов. Совмещение экрана с ограждением территории в индивидуальной застройке позволяет значительно снизить затраты на возведение конструкции и придать ей целый ряд дополнительных функций.

Несмотря на целесообразность использования шумозащитных экранов для борьбы с транспортным шумом, в Украине кроме экономических аспектов применение шумозащитных экранов сдерживается рядом технических факторов. Целью проводимых исследований является выявление данных факторов и поиск путей их преодоления.

К основным негативным техническим аспектам применения шумозащитных экранов можно отнести следующие:

- Экраны создают искусственные барьеры, организационно изолируя участки территорий;
- Защищая объекты от шума, экраны частично перераспределяют звуковые потоки. Это приводит к ухудшению акустической ситуации в зданиях и на территории со стороны источника шума;

- На участках транспортных магистралей возникает явление резонанса, связанное с отражением звука экранами, застройкой, самими транспортными средствами. Учитывая, что шум транспортных средств является широкополосным, а расстояние до отражающего звук объекта для какой либо частоты, как правило, оказывается кратным длине ее волны, по всей площади транспортной магистрали имеются резонансные участки той или иной частоты шума. Резонансные явления усиливают уровень шума на транспортных магистралях и прилегающих к ним территориях;

- Экраны влияют на ландшафт и эстетический облик города, не всегда благоприятно преобразуя их;
- Отсутствует методика расчета, позволяющая оценить уровень отраженного экраном шума и другие виды влияния экрана на акустическую ситуацию со стороны источника шума.

Преодоление физической изоляции территории возможно путем устройства проходов в экране. Однако акустически незащищенные проходы значительно снижают эффективность экрана. Необходимо применение шумозащищенных разрывов в экране, выполненных в виде акустических клапанов и сводящих к минимуму проникновение шума в уровне экрана. На рис. 1 представлены варианты таких экранных клапанов.

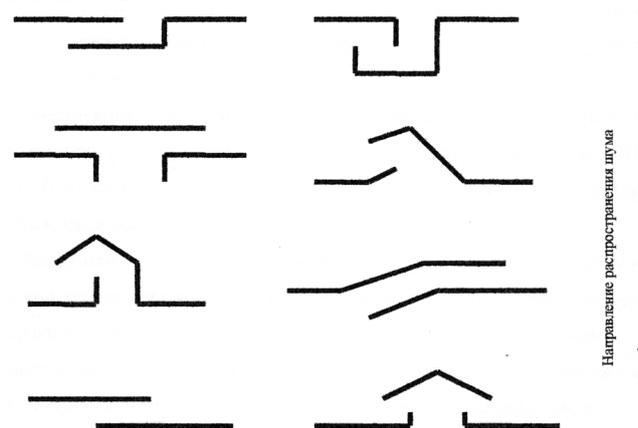


Рис. 1. Схемы акустических клапанов для образования проходов в шумозащитных экранах (в плане)

Для преодоления явления резонанса и снижения уровня шума со стороны источника можно использовать следующие мероприятия:

- озеленение наружных стен зданий и шумозащитных экранов;

- облицовка наружных стен зданий на наиболее неблагоприятных участках звукопоглощающими материалами;
- возведение звукопоглощающих шумозащитных экранов или экранов, отражающих звук в заданном направлении.

Шумозащитные экраны, отражающие шум в определенном направлении, либо предназначенные для защиты от направленного шума, предлагается назвать звукоориентирующими экранами. Такие экраны должны учитывать взаиморасположение источника шума, существующих зданий и самого экрана и отражать звуковые волны в определенном направлении, не вызывая ухудшение акустической обстановки.

Звукоориентирующие шумозащитные экраны могут использовать следующие возможности по уменьшению негативного воздействия отраженного шума:

- рассеивание отраженного шума в пространстве, что приводит к уменьшению его интенсивности;
- отражение шума в направлении, не представляющем интереса с точки зрения шумозащиты, например вверх;
- отражение шума в направлении поверхности земли или грунта засыпки биопозитивного экрана с целью его частичного или полного поглощения.

Конструкция звукопоглощающих экранов должна обеспечивать существенную разницу между поглощенным и отраженным звуком (10:1 и более). Для этих целей можно использовать как специальные материалы, покрытия, так и озеленение, особую конфигурацию элементов, и др.

Исходным материалом для разработки мер по снижению шума на городской территории являются шумовые карты. Они позволяют рационально подбирать и проектировать мероприятия по защите застройки от шума. Так как применение шумозащитных экранов влияет на распределение звуковых волн с обеих сторон конструкции, необходима разработка метода расчета уровня звука, отраженного экранами, зданиями и другими сооружениями, что позволит получить достоверную акустическую картину после применения экранов.

Наиболее сложной является задача преодоления отрицательного визуального влияния шумозащитных экранов на ландшафт и архи-

тектурный облик города. Являясь протяженными объектами, экраны трудно поддаются эстетическому облагораживанию. Предлагаем следующие способы повышения архитектурной выразительности экранов:

- максимальное озеленение экранов вечнозеленой растительностью;
- индивидуальный подбор экранов с учетом рельефа местности, ландшафта и т.д.;
- максимальное использование рельефа для скрытия архитектурных недостатков экранов;
- применение экранов совместно с древесно-кустарниковыми насаждениями, что позволит не только скрыть их, но и повысить шумозащитный эффект;
- сочетание сплошных конструкций с прозрачными участками, озеленением, что позволит избавиться от визуального ощущения протяженной конструкции.

ВЫВОДЫ:

1. Интенсивное развитие транспорта в стесненных условиях городской застройки приводит к необходимости применения эффективных мероприятий по защите от шума. Одним из наиболее приемлемых в настоящее время методов защиты городской территории от шума является возведение шумозащитных экранов.
2. Применение шумозащитных экранов сдерживается рядом технических проблем. Предложены решения некоторых из них:
 - устройство акустических клапанов;
 - применение звукоориентирующих экранов;
 - способы повышения архитектурной выразительности экранов.
3. Необходимо создание эффективной методики расчета экранов, позволяющей учесть все их акустические аспекты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дьяков И.М., Сапронова З.Д. Экологические проблемы промышленно-городских агломераций. В кн. Устойчивый Крым. Общественное экологическое движение.- Симферополь.: Бизнес-информ, 2002.- С. 250-259.
2. И.М. Дьяков, Н.В. Царенко. Исследование эффективности биопозитивных шумозащитных экранов. // Строительство и техногенная безопасность: Сборник научных трудов КИПКС.- Симферополь.: Таврия, 1998.- С. 219-225.
3. Дьяков И.М. Биопозитивные конструкции для комплексной защиты зданий и прилегающих к ним территорий. // Устойчивый Крым.- Симферополь.: Сонат, 2000.- С. 33-35.

Захаров Р.Ю., инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Оценка и повышение при реконструкции экологической надежности оросительных подкачивающих насосных станций водохозяйственного комплекса Автономной Республики Крым

Обоснована возможность повышения экологической надежности оросительных подкачивающих насосных станций водохозяйственного комплекса Автономной Республики Крым при их реконструкции с учетом подбора основных насосов по показателям эксплуатационных режимов.

Оросительная подкачивающая насосная станция, реконструкция, экологическая надежность, эксплуатационный режим.

Стационарные оросительные подкачивающие насосные станции (ПНС), стоящие на балансе Управлений оросительных систем (с 1 января 2005 года Управлений водного хозяйства или Межрайонных управлений водного хозяйства согласно приказа Государственного комитета Украины по водному хозяйству №315 от 10.12.2004 г.) Республиканского комитета по водному хозяйству Автономной Республики Крым относятся к 3 категории надежности как по показателю максимальной подачи, так и по показателю обслуживаемой площади [1].

Расчеты проектной экологической надежности существующих ПНС водохозяйственного комплекса (ВХК) АРК проводились обобщен-

но на основе базовой методики с учетом данных экспертных оценок по надежности элементов ПНС [2].

При относительно равномерной нагрузке насосов (до 2,5 тыс. часов за сезон) экологическая надежность оросительных ПНС лимитируется системой основных насосных агрегатов в период максимальной подачи и составляет

$$P_{\text{эНС проект}} = 0,81 \div 0,83 \text{ (табл.1).}$$

Полученный уровень проектной надежности ПНС соответствует предъявляемым требованиям к оросительным ПНС 5 класса надежности 4 класса сооружений [1], с соответствующими допустимыми потерями урожая до 15% [3].

Таблица 1

Расчет показателей проектной экологической надежности оросительных ПНС ВХК АРК

Наименование систем, ответственных за экологическую надежность	Средняя интенсивность отказов, $10^5 \cdot \lambda$, час ⁻¹	Значение экологической надежности	
		на конец периода максимальной подачи ($t=2500$ часов)	на конец оросительного сезона ($t=4400$ часов)
Основные насосные агрегаты	7,69	0,82	>0,90*
Водозаборное сооружение	3,68	0,91	0,85
Вакуум-система	3,39	0,92	0,86
Напорный трубопровод	3,68	0,91	0,85
Экологическая надежность для НС 3 категории надежности		0,82	0,85
Проектная экологическая надежность ПНС		0,82	

* - с учетом резервирования.

Однако на основании статистических данных по отказам (табл.2) при доверительной вероятности $\gamma = 0,9$ при расчете через нормальный закон распределения [3] фактическая средняя вероятность безотказной работы системы

основных насосных агрегатов составляет $P_{\text{сНА}} = 0,6$

Эта величина лимитирует фактическую эксплуатационную надежность оросительных ПНС ВХК АРК:

$$P_{НС \cdot эк \cdot экс} = P_{с \cdot мин} = P_{сНА} = 0,6$$

В случае применения при реконструкции существующих ПНС методики подбора основных насосов по показателям эксплуатационных режимов [4] средний уровень экологической

надежности ПНС возрастет. Такой вывод можно сделать на основе расчетов экологической надежности ПНС, характеризуемой средневзвешенными технологическими параметрами для ВХК АРК.

Таблица 2

Отказы систем оросительных насосных станций УОС Рескомводхоза АРК в среднем за 1992-2003 г.г. (по данным Рескомводхоза АРК, переработанным автором)

Наименование системы	Количество отказов, шт.	Величина отказов в % от общего количества
Основные насосные агрегаты	620	40,6
Аванкамера	17	1,1
Водозаборное сооружение	23	1,5
Всасывающие трубопроводы	8	0,5
Подъемно-транспортное оборудование	14	0,9
Система дренажа и откачки	24	1,6
Вакуум-система	28	1,8
Система маслоснабжения	49	3,2
Система технического водоснабжения	32	2,1
Арматура внутристанционных коммуникаций	209	13,7
Напорные трубопроводы	258	16,9
Арматура защиты от гидроудара	20	1,3
Водовыпускное сооружение	14	0,9
Система автоматики	109	7,1
Электросистема	103	6,8
ИТОГО	1528	100

На основании рекомендованных и существующих площадей севооборотных участков, количества полей, общего количества дождевальных машин (ДМ) на севооборотном участке, максимального и минимального количества одновременно работающих ДМ, типоразмеров рекомендованных к применению ДМ и технических показателей рекомендованных насосных агрегатов (НА) [5]; сельскохозяйственных культур; дефицитов водопотребления; оросительных норм; количества поливов; расчетного уровня водообеспеченности Северо-Крымского канала (СКК) и других факторов приняты следующие средние показатели для расчета экологической надежности ПНС:

- количество эксплуатационных режимов – 4 шт.;
- количество одновременно работающих ДМ: максимальное – 4 шт.; минимальное – 1 шт.;
- геодезическая высота подъема воды

(максимальное расчетное значение) – 20 м;

- свободный напор на гидранте ДМ – 54 м;
- продолжительность работы за сезон – 2500 час.;
- конструктивный расход ДМ – 50 л/с.

Марки насосов приняты в соответствии с [5] с учетом расчетных значений показателей эксплуатационных режимов [4].

Экологическая надежность системы основных насосных агрегатов оросительной ПНС определяется в такой последовательности:

- надежность работающего НА к концу конкретного эксплуатационного периода вычисляется по формуле:

$$P_{НА} = 0,995 \cdot \exp(-t_{неп}/T_{ср}),$$

где: 0,995 – вероятность безотказной работы элемента в начальный момент времени; $t_{неп}$ – время наработки насоса к концу данного периода нарастающим итогом, час;

T_{cp} – средняя наработка данного насоса до отказа, час.

- в один временной период, соответствующий эксплуатационному режиму, работает один насосный агрегат, обеспечивающий параметры эксплуатационного режима. Другие, большие по производительности, не работающие в данный временной период, насосы рассматриваются как резервные по отношению к работающему с точки зрения обеспечения эксплуатационного режима по графику работы ПНС.

Поэтому экологическая надежность системы основных насосных агрегатов к концу каждого временного периода вычисляется по следующей формуле:

$$P_{эксНА}(t) = \left(1 + \sum_{i=1}^{i=m} \frac{S^i}{i!} \right) \cdot \exp(-S)$$

где m – количество резервных насосных агрегатов по отношению к работающему в данный период, шт.;

S – суммарная относительная наработка работающего и резервных насосов:

$$S = \sum_{i=1}^{i=p} \frac{t_i}{T_i},$$

где p – суммарное количество работающего и резервных по отношению к нему насосов в данный период, $p = l + m$, шт.;

t_i и T_i – соответственно наработка каждого из указанных насосов к концу рассматриваемого периода и средняя наработка до отказа каждого из указанных насосов, час.

- при отсутствии резерва (в период максимальной подачи ПНС, когда работает насос с максимальной производительностью) экологическая надежность системы насосных агрегатов равна минимальной надежности ее наименее надежного в данный период насоса:

$$P_{эксНА} = P_{НА\min};$$

Значения расчетных параметров надежности системы 4 насосных агрегатов (по количеству эксплуатационных режимов) представлены в табл.3.

Минимальная надежность системы основных НА на конец периода максимальной

поддачи составляет 0,940.

Оценка надежности остальных систем, ответственных за экологическую надежность ПНС, проводится на конец оросительного сезона с учетом времени наработки и средней наработки на отказ по каждой системе. Результаты расчетов для тех же исходных данных, что и для расчета надежности основных НА представлены в табл.4.

Экологическая надежность насосной станции как системы более высокого уровня определяется экологической надежностью лимитирующей системы в каждый выделенный временной период:

$$P_{эксНСпер} = P_{экспер\min}$$

где: $P_{экспер\min}$ – экологическая надежность лимитирующей системы ПНС (минимальная надежность систем ПНС).

За паспортную экологическую надежность оросительной ПНС принимается ее минимальное значение из возможных значений для различных режимов (периодов) работы

$$P_{эксНС}^{насп} = P_{эксНС\per\min}.$$

Согласно результатам расчетов паспортная экологическая надежность составит 0,908 и будет лимитироваться надежностью водозаборного сооружения на конец оросительного сезона, что позволит уменьшить потери урожая до 8% или в 2 раза по сравнению с существующим уровнем проектной экологической надежности [3].

Для более точной оценки надежности напорного трубопровода и водозаборного сооружения учитывается, что в периоды с подачей менее максимальной, эти сооружения работают в недогруженном состоянии и при этом интенсивность отказов понижается, что отражено при расчете путем увеличения расчетной средней наработки на отказ для применения в текущем расчетном году на величину относительной продолжительности менее нагруженного периода.

Оценка экологической надежности системы насосных агрегатов

Показатели	Периоды работы						
	1	2	3	4	5	6	7
Продолжительность периода $\Delta t_{пер}$, час	200	300	500	800	300	200	200
Работающие НА: №1 Д200-95 $n=2950$ об/мин	+						+
№2 Д630-90 $n=1450$ об/мин *		+				+	
№3 Д630-90 $n=1450$ об/мин *			+		+		
№4 Д1250-125 $n=1450$ об/мин				+			
Наработка НА за период, час: №1	200						200
№2		300				200	
№3			500		300		
№4				800			
Наработка НА на конец периода нарастающим итогом, час: №1	200	200	200	200	200	200	400
№2	0	300	300	300	300	500	500
№3	0	0	500	500	800	800	800
№4	0	0	0	800	800	800	800
Надежность НА на конец периода**: №1	0,981	0,981	0,981	0,981	0,981	0,981	0,967
№2	0,995	0,974	0,974	0,974	0,974	0,960	0,960
№3	0,995	0,995	0,960	0,960	0,940	0,940	0,940
№4	0,995	0,995	0,995	0,940	0,940	0,940	0,940
Надежность системы НА на конец периода (ПНС 3 категории надежности)	0,999	0,999	0,998	0,940	0,996	0,999	0,999

*насосы с разным диаметром рабочего колеса

**средняя наработка на отказ данных насосов $T=14000$ час.

Таблица 4

Оценка экологической надежности систем ПНС на конец оросительного сезона при $t_{сез}=2500$ час.

Наименование системы	Средняя наработка на отказ, час	Надежность на конец оросительного сезона
Водозаборное сооружение	27200	0,908
Вспомогательные системы (вакуум-система)	29500	0,914
Напорный трубопровод*	35360	0,927
Система основных НА**	14000	0,940
ПНС 3 категории надежности		0,908

*трубы железобетонные сборные, асбестоцементные, чугунные (с учетом средней наработки на отказ текущего года);

**по расчету, приведенному в табл.3 (минимальное значение надежности – на конец периода максимальной подачи).

Экологическая надежность напорных трубопроводов оросительных насосных станций определяется зависимостью:

$$P_{экрНТ}(t) = 0,995 \cdot e^{-\frac{t}{T'_{HT}}}$$

где T'_{HT} – средняя наработка на отказ напорного трубопровода текущего года эксплуатации, час:

$$T'_{HT} = \left(1 + \left(\sum_{i=1}^{n-1} \left(1 - \frac{Q_{реж i}}{Q_{max}} \right) \cdot \frac{t_{реж i}}{T_{год}} \right) \right) \cdot T_{HT}$$

где: n – количество эксплуатационных режимов, шт.;

$Q_{реж i}$ – подача НС в i -том эксплуатационном режиме, m^3/c ;

$t_{реж i}$ – суммарная продолжительность за текущий год работы НС в i -том эксплуатационном режиме, час;

$T_{год}$ – наработка НС за текущий год, час;

Q_{max} – максимальная подача НС, m^3/c ;

T_{HT} – средняя наработка напорного трубопрово-

да на отказ по нормативам или по экспертным, статистическим или другим видам оценок, принимаемым в качестве нормативных, час.

На основании результатов расчетов, приведенных в табл.3 и 4, можно сделать следующее обобщение с учетом приведенных уточнений: значение экологической надежности оросительной ПНС при подборе насосов по показателям эксплуатационных режимов лимитируется надежностью водозаборного сооружения (ВЗС); при повышении надежности ВЗС экологическую надежность ПНС будет лимитировать вакуум-система (ВС); а при повышении надежности ВС лимитирующей становится система напорного трубопровода и т.д.

ВЫВОДЫ:

1. Фактическая эксплуатационная надежность оросительных ПНС ВХК АРК составляет 0.6, что вызвано большим износом оборудования за продолжительный срок эксплуатации.
2. Внедрение методики подбора насосов по показателям эксплуатационных режимов при реконструкции существующих ПНС ВХК АРК позволит повысить экологическую надежность этих насосных станций на 4.2-10.7% по сравнению с начальной проектной надежностью и на 45-50% по сравнению с фактической эксплуатационной надежностью, и, в этом случае, экологическая надежность достигнет значения 0.87-0.91.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ДБН В.2.4 – 1 – 99. Меліоративні системи та споруди. – К., 2000. – 178 с.
2. Захаров Р. Ю., Боровский Б.И., Белашова Л.В. Оценка

надежности оросительной насосной станции на этапе проектирования//Депон. в ГНТБ Украины 16.09.1997 г., №493-Ук97. – Симферополь, 1997. – 35 с.

3. Науменко И.И. Надежность сооружений гидромелиоративных систем. – К.: Урожай, 1989. – 236 с.
4. Захаров Р.Ю. Методика подбора насосов для оросительных насосных станций по показателям эксплуатационных режимов//Труды междунар. научно-техн. конфер. «СИНТ'ОЗ», ФГУП «Турбонасос», Воронеж, 2003. – С.113-115.
5. ВНД 33-3.3-04-2001. «Рекомендації по зменшенню витрат електроенергії в комплексі «насосна станція – зрошувальна мережа – дощувальна машина». – К.: Держкомводгосп України – ІГІМ УААН та ВАТ «Укрводпроект», 2001. – 37 с.

Марюшин П.А., к.т.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Особенности природных условий зоны черноземообразования и изменения их при орошении

Рассмотрены особенности природных условий зоны черноземообразования (климат, почвы и почвообразовательный процесс, гумусное состояние, поглощающий комплекс почв и др.) и их изменения при орошении. Показано, что ряд таких изменений носит не благоприятный характер и является причиной снижения плодородия почв. Ставится вопрос о необходимости пересмотра основополагающего принципа мелиораций принципа «борьбы с засолением» почв, реализация которого при орошении чернозёмов приводит ко всем отрицательным последствиям.

восходящие, нисходящие токи влаги, водный и солевой режимы, гумусное состояние, поглощающий комплекс почв, структура почв.

1. Климат

Согласно агроклиматическому районированию, территория юга Украины, где расположены основные орошаемые массивы, относится к зоне южной степи, с атлантико-континентальным умеренно-теплым климатом, жарким засушливым летом и умеренно мягкой зимой.

Особенностями климата являются следующие:

Длительные периоды без дождей, продолжительностью от 20-30 до 65-75 дней.

Наличие крайне неблагоприятных периодов в летнее время, когда относительная влажность воздуха снижается до 30%, в редких случаях до 7-10%, при высокой температуре и суховея.

Неблагоприятные для растениеводства погодно-климатические условия складываются каждые два года из трех, при этом особо неблагоприятные, когда длительные бездождные периоды дополняются суховеями складываются, примерно, один раз в три года.

Основной особенностью климата является чередование теплых (летом) и холодных (зимой) периодов в разрезе года, при этом в теплый период происходит интенсивное испарение и в почве господствуют восходящие токи влаги, а зимой, благодаря осенне-зимним осадкам, преобладают нисходящие токи влаги.

Чередование восходящих и нисходящих токов влаги в почве, как будет показано далее, обуславливает течение специфического кругооборотного почвообразовательного процесса, приводящего к образованию уникальных черноземных почв.

При орошении земель наблюдаются следующие изменения:

Ликвидируется полностью дефицит водопотребления сельскохозяйственных культур при правильном орошении, что позволяет увеличить продуктивность растениеводства, примерно, вдвое.

Смягчаются показатели микроклимата: температура над орошаемыми полями снижается на 2-4°C, относительная влажность увеличивается на 4-6%. Однако, в неблагоприятные годы, данного смягчения недостаточно для ликвидации снижения урожая от высокой температуры и сухости воздуха. Поэтому мероприятия по смягчению показателей микроклимата приземного слоя воздуха (освежительные поливы, аэрозольное орошение) являются актуальными на орошаемых землях.

Главным изменением водного режима почв является изменение свойственного черноземам в естественных условиях, чередования восходящих и нисходящих токов влаги в почвогрунтах, взамен создается промывной водный режим в течение всего года. Промывная часть водного баланса на орошаемых землях оснащенных дренажем составляет 800-1200 м³/га. Такое изменение водного режима почвогрунтов приводит к изменению специфического для чернозёмов кругооборотного почвообразовательного процесса, плодородие почв при этом ухудшается.

2. Почвы и почвообразовательный процесс

Почвенный покров в зоне орошения представлен в основном разновидностями следующих почв: каштановые – в зоне Присивашья, черноземы южные и черноземы обыкновенные – на юг и на север от Присивашья.

Почвы не засолены, количество солей со-

ставляет 0.08...0.15%, хорошо окультурены, легко поддаются обработке сельскохозяйственными орудиями. Почвенный профиль на глубину 40-60 см, как правило, однородный, с некоторым увеличением плотности вниз по профилю.

Почвообразующими породами являются лессовые грунты. Почвенно-грунтовый профиль специфический, свойственный только для зон распространения черноземных почв. Характерные его черты следующие: сверху залегает гумусовый слой, сразу же под почвами располагается карбонатный горизонт, являющийся источником кальция для выщелачивающихся почв и сельскохозяйственных культур. Первый солевой максимум, обычно, располагается на глубине 1.5-2.5 м далее до глубины 15-20 м, количество солевых максимумов может достигать двух-трех. Количество гипса в зоне солевых максимумов достигает 15-18%.

Тип солевого состава почв и грунтов на большей части площадей сульфатный и хлоридно-сульфатный. Этот факт имеет крайне важное значение при разработке мероприятий по регулированию солевого режима почв на орошаемых землях.

Почвообразовательный процесс в естественных условиях складывается на основе кругооборота веществ в почвенно-грунтовом профиле, который обуславливается чередованием восходящих и нисходящих токов влаги в разрезе года. Происходит это следующим образом: в зимне-весенний период, благодаря снеготаянию, значительному количеству осадков и отсутствию испарения, почвенная влага движется вниз, соответственно с почвенной влагой передвигаются вниз растворенные ею вещества (карбонаты, простые соли, гумус, питательные вещества, микроэлементы и др.).

В летнее время, благодаря сильному испарению, в почвогрунтах господствуют восходящие токи влаги, при этом вверх влага передвигается двумя путями: по капиллярам почвы (20-30%) и по корневой системе растений (десукция) примерно 70-80%. Учитывая что корневая система работает избирательно, т.е. забирает только вещества необходимые растениям, в почве (после отмирания корней) остаются в основном полезные вещества, что обуславливает накопление элементов плодородия.

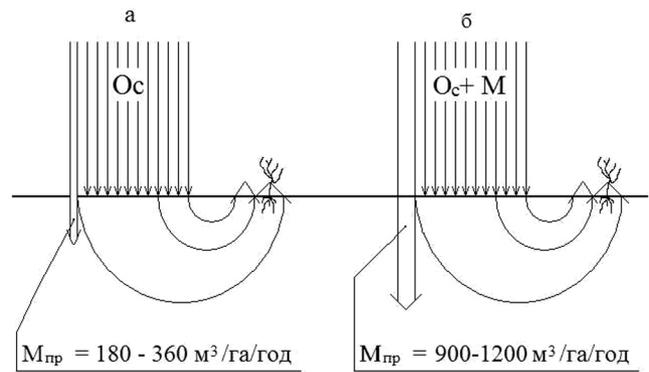


Рис 1. Схема почвообразовательного процесса черноземов в естественных условиях (а) и при орошении (б).

Изменение почвообразовательного процесса при орошении заключается в том, что кругооборот веществ нарушается, создается практически постоянный элювиальный режим – зимой благодаря естественным осадкам, летом – благодаря орошению.

Из почвогрунтового профиля вымываются простые соли, карбонаты, ликвидируются солевые горизонты. Почвы обедняются, теряют плодородие. В почвенно-грунтовым профиле, на глубине 30-50 см появляются мало воды и воздухопроницаемая прослойка.

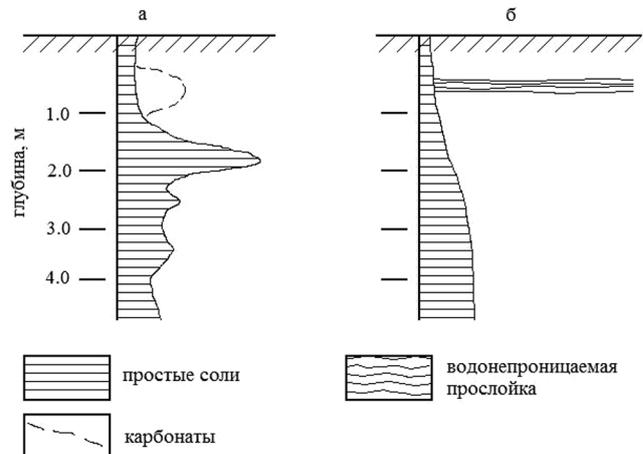


Рис. 2. Строение почвенно-грунтового профиля на неорошаемых (а) и орошаемых землях (б).

3. Изменения гумусного состояния черноземных почв при орошении

Совокупность количественных и качественных изменений основных характеристик гумуса называется гумусным состоянием почвы.

Черноземы являются самыми богатыми почвами по содержанию гумуса, количество которого в почвах орошаемой зоны колеблется в пределах, примерно, 4-10%.

Качественный состав определяется соотно-

шением количеств гуминовых кислот и фульвокислот или так называемым гуматно-фульватным отношением

$$K_{з.ф.} = \frac{K_{з.к.}}{K_{ф.к.}}$$

Фульвокислоты это хорошо растворимые в воде соединения, очень подвижные, слабо закрепляются в почве, обладают большой растворяющей способностью.

Образование фульвокислот в почве в естественных условиях происходит весной и в начале лета, когда достаточно влаги и тепла; в это время, благодаря интенсивной микробиологической деятельности, происходит переработка первичного органического материала (растительные остатки и др.) в фульвокислоты и количество фульвокислот значительно возрастает.

Образование гуминовых кислот в почве в естественных условиях происходит в основном во второй половине лета и осенью при умеренной влажности почв и отсутствии сквозного промачивания. Специалисты иногда говорят, что «гумус созревает».

Гуминовые кислоты это слабо растворимые в воде и малоподвижные в почве соединения коричневого цвета обладающие большой питательной ценностью, а также склеивающими свойствами необходимыми для образования почвенных агрегатов.

Предположительно исходным материалом для образования гуминовых кислот являются фульвокислоты. Накопление гумуса происходит именно в этот период и именно гуминовые кислоты решающим образом влияют на плодородие почв и структуру. Дело в том, что гумус является склеивающим веществом при образовании почвенных агрегатов, при этом не весь гумус, а лишь свежесформированные гуминовые кислоты.

Почвенные агрегаты разрушенные по каким-либо причинам до первичных частиц, могут снова собраться в микроагрегаты, благодаря склеивающему действию только вновь образованных гуминовых кислот, поэтому очень важно, чтобы процесс образования гуминовых кислот протекал постоянно.

Изменение количества гумуса и гуматно-фульватного отношения при орошении показано в табл. 1, по данным М.Ю.Дегтевой, 1984.

В естественных условиях гуматно-фульватное отношение в черноземных почвах равно 2-3, в подзолистых 1.0-1.5, в сероземах 1.5-2.0. Чем больше $K_{г.ф.}$ тем качественнее гумус почвы.

Таблица 1.

Изменение гумусного состояния южных черноземов Нижнеднепровской оросительной системы (по данным Дегтевой, 1984)

Показатели	Без орошения	9 лет орошения	19 лет орошения
Содержание гумуса в горизонте А %	3.28	3.05	2.64
Тип гумуса $C_{г.к.}/C_{ф.к.}$	2.69	1.46	1.15

Данные приведенные в таблице 1 являются характерными для орошаемых черноземов и подтверждаются результатами многих других исследований.

Главными причинами приводящими к ухудшению гумусного состояния орошаемых черноземов являются следующие: а) господствующий при орошении промывной водный режим приводит к вымыву из почвы гумуса, особенно фракции фульвокислот, что приводит к уменьшению исходного материала для образования гуминовых кислот; б) широкое применение повторных посевов сельскохозяйственных культур и их орошение во второй половине лета и осенью, а также влагозарядочных поливов озимых культур. В результате почвы остаются сильно увлажненными в течении всего лета и осени, таким образом, продолжительность периода «созревания гумуса» сокращается, а иногда он отсутствует полностью. Образование гумуса на орошаемых землях остается преимущественно на стадии фульвокислот, а они легко вымываются.

Таким образом, для поддержания хорошего гумусного состояния почв при орошении необходимо устранение промывного водного режима в тёплое время года, а также отказаться или очень обоснованно подходить к посевам на орошаемых землях повторных культур и проведению влагозарядковых поливов.

При соблюдении этих условий органические вещества в почве зимой будут находиться преимущественно в форме гуминовых кислот и неразложившихся растительных остатков, и те и другие не вымываются зимними осадками;

отсутствие промывного водного режима в весенне-летний период сохранит образовавшиеся фульвокислоты, а наличие сухого и теплого периода в конце лета и осенью создает условия для трансформации фульвокислот в гуминовые кислоты, что в целом и создает условия для накопления гумуса хорошего качества.

Промывной водный режим допустим только в случае необходимости, и только в зимний период, когда органические вещества в почве находятся в слабо растворимой или нерастворимой форме.

Таким образом, требования сохранения гумуса на орошаемых землях оснащенных дренажем обуславливают необходимость применения дренажей нового типа, способных осуществлять управляемый процесс дренирования, как по времени так и по интенсивности отвода дренажных вод.

4. Почвенно-поглощающий комплекс и его изменения при орошении

Основными элементами почвенно-поглощающего комплекса являются кальций, магний и натрий. Сумму этих элементов, обычно, называют емкостью поглощения или емкостью обмена. На долю кальция в южных черноземах приходится 95-98% от емкости обмена. В состав поглощающего комплекса могут входить также минеральные частицы размером менее 0.002 мм.

Академик Гедройц К.К. писал, что все процессы в почве идут через посредство поглощающего комплекса и что начало его разрушения это начало превращения почвы в пустую породу, поэтому сохранение поглощающего комплекса при орошении является первостепенной задачей.

Кальций поглощающего комплекса является структуро-образующим элементом, натрий наоборот структуро-разрушающим. При увеличении количества натрия свыше 5% от емкости обмена, почвы переходят в категорию слабосолонцеватых, а свыше 10% в категорию средне-солонцеватых. Солонцеватость отрицательно влияет на плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур.

Изменения почвенно-поглощающего комплекса при орошении заключаются: а) в уменьшении емкости обмена и б) изменении состава почвенно-поглощающего комплекса.

Исследования показали, что ёмкость обме-

на почв в процессе орошения черноземов уменьшается при промывном водном и элювиальном солевом режимах. Особенно заметное уменьшение емкости обмена происходит при орошении на фоне дренажа.

При аккумулятивном солевом режиме почв (например при близком залегании минерализованных грунтовых вод) емкость обмена остается неизменной с тенденцией некоторого увеличения.

Изменения состава поглощающего комплекса при орошении заключаются в увеличении в нем натрия (иногда натрия и магния) и осолонцевании почв – как при элювиальном так и при аккумулятивном типах солевого режима. Почвы переходят в разряд слабосолонцеватых. Однако, изменения водно-физических свойств и структуры почв в связи с осолонцеванием их при элювиальном и аккумулятивном типах солевого режима происходят по-разному. При элювиальном солевом режиме происходит ухудшение водно-физических свойств и структуры почв. Так К.Э.Бурзи 1970, с.96 отмечает: «приобретенные солонцеватые свойства проявляются весной, после выщелачивания ... солей коагуляторов. Солонцеватость выражается в заплывании и корковании зяби и запаздывании созревания почвы к весенним обработкам на 1-2 недели».

При аккумулятивном солевом режиме наоборот: водно-физические свойства и структура почв улучшаются, несмотря на накопление поглощенного натрия. Показатель осолонцевания здесь является как бы формальным.

Подробную картину изменения поглощающего комплекса почв орошаемых на фоне дренажа, для земель Краснознаменской оросительной системы дал Бурдин Л.М. (1982), рис.3.

Как видим, им установлен «критический предел» обессоливания почв (0,07%), ниже которого, при дальнейшем рассолении, происходит быстрая деградация почвенно-поглощающего комплекса, вынос всех его составляющих, при опережающем выщелачивании кальция. Величина критического порога обессоливания не зависит от условий рассоления, а также от качественного состава солей, что иллюстрируется практически одинаковой величиной критического предела обессоливания почв в условиях как автоморфного так и гидроморфного режимов почвообразования.

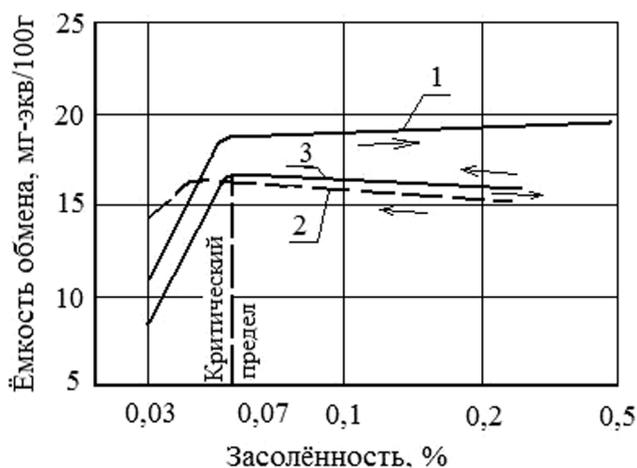


Рис.3. Изменение емкости обмена ППК в условиях: 1 – засоления; 2 – автоморфного режима; 3 – гидроморфного режима почвообразования (Бурдин, 1982).

Из рис.3. видно, что в условиях накопления солей в почве от 0,07 до 0,5%, емкость поглощения не только не уменьшается, но даже прослеживается некоторая тенденция к ее увеличению.

С учетом вымыва и ухудшения качества гумуса при орошении (см. выше) становится очевидным, что процесс разрушения поглощающего комплекса идет по схеме определенной ещё академиком Гедройцем К.К., а именно: сначала почва освобождается от легкорастворимых солей (обессоливается) затем вымываются элементы органической части поглощающего комплекса; далее, по-видимому, происходит разложение на составные элементы минеральной части поглощающего комплекса и вынос их нисходящими токами воды за пределы почвенного слоя.

5.Изменения количества кальция в почвах при орошении

В естественных условиях количество кальция в черноземных почвах, обычно, невелико.

Академик Родэ А.А. отмечал, что кальция в черноземах всегда мало, но всегда достаточно для поддержания плодородия почв и хорошего развития растений. Из этого следует, что количество кальция в черноземных почвах чаще всего находится на нижнем допустимом уровне.

Достаточность кальция, при малом его количестве, обусловлена близким залеганием (непосредственно под почвами) карбонатного горизонта и несколько ниже (от 2.0 м) солевых горизонтов.

Сразу же с началом орошения и созданием промывного режима количество кальция в по-

чвах уменьшается. Поскольку карбонатный горизонт в подпочвах, а затем и солевой горизонт, расположенный на глубинах 1.5-2.0 м при орошении также вымываются, то во всем почвенно-грунтовым профиле не остается никаких резервов кальциевых солей.

Профессор Гоголев И.М. по этому поводу выразился примерно так: орошаемые почвы «жаждут кальция».

В принципе кальций является слаборастворимым элементом и в разрезе года вымыв кальция происходит по разному. Весной и в начале лета при наличии достаточного количества тепла и влаги начинает бурно развиваться микробиологическая деятельность, увеличивается количество выделяемой углекислоты, растворимость кальция повышается, а нисходящие токи влаги способствуют его удалению за пределы почвогрунтового профиля. Зимой, при низких температурах, затухании микробиологической деятельности и при отсутствии углекислоты растворимость кальция уменьшается и несмотря на зимние осадки минимум его остается в почве и большое количество в карбонатном горизонте.

Таким образом, устранение промывного водного режима в весенне-летнее время, способствовало бы сохранению кальция в почве.

6.Изменение вводно-физических свойств и структуры почв

Ухудшение агрофизических свойств почв на орошаемых землях происходит как в связи с ухудшением гумусного состояния и поглощающего комплекса почв, так и под механическим воздействием тяжелых сельскохозяйственных машин, дождевания поверхности, резких изменений влажности почвы (увлажнение-иссушение) при периодических поливах; при этом уменьшается агрономически наиболее ценная часть структуры почвы, растет глыбистость, повышается плотность почв и подпочв с соответствующим уменьшением порозности, снижается водопрочность структуры, наблюдается слитообразование непосредственно в подпочвенных горизонтах, уменьшается водо- и воздухопроницаемость.

Указанные ухудшения агрофизических свойств почв проявляются во всех случаях, где создается промывной водный и элювиальный солевой режимы.

Во многих исследованиях четко установле-

но, что на участках с аккумулятивным (накопительным) солевым режимом ухудшения почв не происходит и даже наоборот почвы приобретают более водопрочную структуру, при этом хорошо сохраняется гумус и поглощающий комплекс почв.

Указанные обстоятельства ставят вопрос о необходимости пересмотра основополагающего принципа мелиораций, принципа «борьбы с засолением» почв на орошаемых землях, реализация которого на черноземных почвах приводит ко всем отрицательным последствиям и переходу на двустороннее регулирование солевого режима почв. Однако, на почвах находятся растения, «интересы» которых надо также соблюдать, поэтому окончательный вывод о способах регулирования водносолевого режима почв будет сделан ниже, после рассмотрения вопроса о влиянии засоления почв на урожай сельскохозяйственных культур.

ВЫВОДЫ:

1. Природные условия в зоне чернозёмов имеют свои специфические особенности: другой климат, иные почвы, гидрогеологические условия, выращиваемые культуры и т.д. Предвидеть возможные изменения природных условий и влияние их на почвы и грунты с самого начала орошения не удалось, в результате сейчас имеются весьма сложные всё углубляющиеся проблемы связанные с содержанием плодородия орошаемых чернозёмов.
2. Главными причинами снижения плодородия чернозёмов при орошении является: промывной водный режим почв, связанное с ним разрушение свойственного чернозёмам кругооборотного почвообразовательного процесса и обессоливание почв.
3. Для предотвращения снижения плодородия чернозёмов при орошении, целесообразно отказаться от принципа «борьбы с засолением» почв при орошении и осуществлять двустороннее регулирование солевого режима почв.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бурдин Л.М. Влияние вертикального дренажа на изменения гидрогеолого-мелиоративных условий массивов орошения на аллювиальных террасах Нижнего Днепра. Автореф. дисс. канд. тех. наук, К – 1982 г.
2. Бурза К.Е., О засолении и осолонцевании орошаемых почв; Тр. Почв., ин-та АН СССР, М – 1970, Т.1; Ч-2.
3. Дёгтева М.Ю. Трансформация органического вещества южных чернозёмов под влиянием орошения. Автореферат дис. канд. с.х. наук, М – 1984.
4. Марюшин П.А. Орошение чернозёмов часть 1, Киев – 1993.

Марюшин П.А., к.т.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Разработка схемы регулирования водно-солевого режима почв при орошении чернозёмов

По материалам обобщения получены три типа кривых зависимостей урожаев сельскохозяйственных культур от количества солей в почвах, показано, что при хлоридно-сульфатном и сульфатном типах солевого состава почв целесообразно двустороннее регулирование количества солей в почвах. Показаны особенности формирования солевого режима почв в условиях юга Украины, разработана схема двустороннего регулирования солевого режима почв в течении вегетации при орошении черноземов, учитывающая требования растений к солевому режиму и требования сохранения плодородия почв.

солевой режим, плодородие почв, двустороннее регулирование, солевой состав, борьба с засолением.

1. Влияние засоления почв на урожаи сельскохозяйственных культур

Еще в древности, в районах традиционного орошения, было замечено, что наличие солей в почвах отрицательно влияет на урожайность сельскохозяйственных культур, поэтому родилось стремление сделать содержание солей в почвах как можно меньше. По мере накопления знаний, появилось понятие допустимости содержания определенного количества солей, пороги токсичности. Затем допустимое количество солей стало дифференцироваться в зависимости от типа солей, почв, вида произрастающих растений. В настоящее время существуют многочисленные, иногда весьма сложные, классификации допустимых количеств солей в почвах для различных видов растений, на различных почвах, при различных типах засоления. Однако, стремление сделать содержание солей в почвах как можно меньше сохранилось, так как пороги токсичности в условиях производства могут быть легко превышены. Поэтому к фактору содержания солей в почвах всегда подходят с соблюдением принципа «борьбы с засолением». В настоящее время, во всех учебниках глава посвященная регулированию количества солей в почвах именуется как «борьба с засолением» почв, что на черноземах, как показано ранее, приводит к обессоливанию почв и связанным с ним ухудшением их плодородия.

Рассмотрим «заинтересованно» ли растение в уменьшении количества солей на черноземных почвах, в свете накопившихся к настоящему времени материалов по этому вопросу.

Обобщение материалов о влиянии засоления почв на урожайность сельскохозяйственных

культур показало, что это влияние можно охарактеризовать кривыми трех типов (рис. 1): I – чем меньше солей в почвах, тем выше урожайность; II – увеличение количества солей в почвах до определенного предела (порога токсичности) существенно не влияет на урожайность культур, но при засолении сверх порога токсичности урожайность снижается; III – существует оптимальное количество солей в почвах, при котором развитие растений и их урожайность являются наибольшими, при уменьшении или увеличении содержания солей в почвах по сравнению с оптимальным уровнем урожайность снижается.

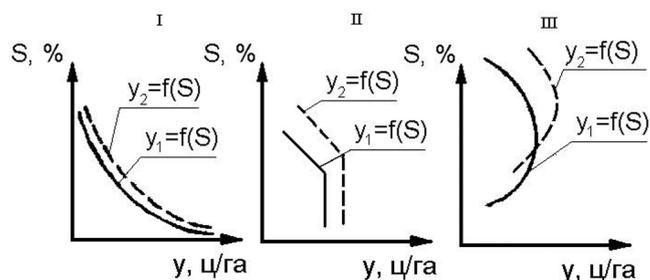


Рис.1. Типы зависимостей урожаев культур от засоления почв при низком (y_1) и высоком (y_2) уровне агротехники.

Ранее, в главе 1, отмечалось, что почвогрунты юга Украины преимущественно имеют сульфатный и хлоридно-сульфатный составы солей, поэтому наиболее характерными для них являются кривые влияния засоления на урожаи II и III типов.

На определенных почвах кривые зависимости урожайности от содержания солей имеют одинаковые очертания для всех культур (однотипны), однако, будучи однотипными для заданных почв, кривые являются индивидуальными для отдельных культур, а также могут отличаться

ся в зависимости от характера обработки почв. Так, внесение удобрений и повышение уровня агротехники обычно приводят к тому, что указанные кривые на графике располагаются правее и выше, т.е. сдвигаются в сторону большей солеустойчивости и большей урожайности (обозначенные пунктиром на рис. 1). Особенно увеличивается при повышенных уровнях содержания солей эффективность органических удобрений. А.К.Носов (1953) указывает: «Опыт показал, что при внесении навоза (25 т/га) урожайность увеличивается, при этом эффективность его возрастает по мере повышения концентрации солей в почве. Так, навоз на незасоленной почве увеличил урожай на 9% против контроля, на средnezасоленной почве урожайность поднялась на 25% и сильно засоленной почве – на 36% относительно контроля» (с.209).

Приведенные на рис. 1 кривые указывают на принципиальный характер взаимосвязи продуктивности растений с качеством и количеством солей в почвах. В течение вегетации сельскохозяйственных культур эти зависимости, сохраняясь в принципе, значительно изменяются в своих абсолютных значениях. Так, по данным Н.П.Синицыной (1972), в условиях Краснознаменной оросительной системы допустимое засоление почв для озимой пшеницы в период всходов составляет 0,10-0,15%, в период возобновления вегетации весной – 0,15-0,25, а к концу вегетации на хорошо удобренных почвах может достигать до 0,25-0,4%.

К.Г.Калашников (1972) отмечает, что на засоленной почве изучаемые овощные культуры в первой половине вегетации отставали в росте, а во второй – темпы их развития ускорялись настолько, что наступление технической спелости происходило одновременно. Солеустойчивость многолетних культур увеличивается не только в течение вегетации первого года, но и в последующие годы. Так, по данным А.М.Цисельского (1972), допустимое засоление почв Краснознаменной оросительной системы для люцерны первого года составляет: весной – 0,10-0,15%, осенью – 0,15-0,25%; для люцерны второго года – 0,3-0,4,; третьего года – 0,4-0,53%.

По неопубликованным данным И.К.Супряги, А.Б.Липатова (рис. 2 – 3) в условиях Крымского Присивашья наиболее интенсивный рост овса в высоту в начальный период вегетации

наблюдался при содержании солей в почвах 0,2%, однако уже в третьей декаде мая растения в варианте с засолением почв 0,416% догнали, а затем обогнали в росте растения во всех других вариантах, как с большим, так и с меньшим содержанием солей, и дали наибольший урожай зеленой массы и зерна.

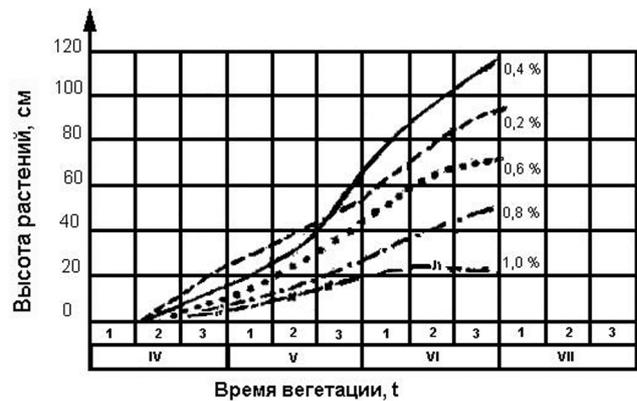


Рис.2. Развитие овса в течении вегетации при различном засолении почв.

Очевидно, что если бы в одном из вариантов было предусмотрено увеличение количества солей от 0,2% весной до 0,4% осенью, урожай в этом варианте был бы еще большим.

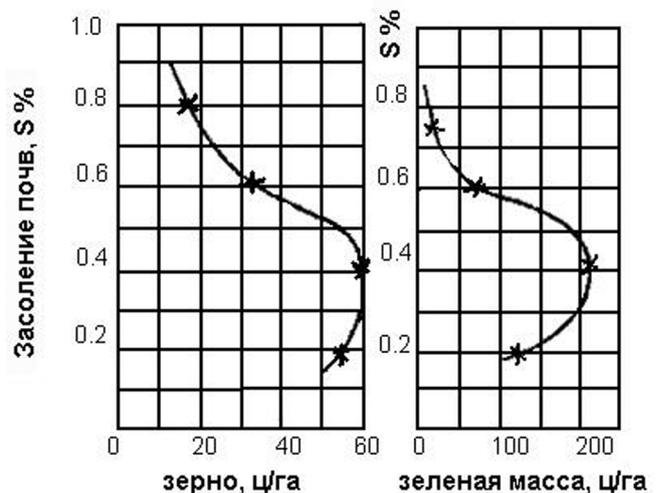


Рис.3. Урожай зерна и зеленой массы овса при различном засолении почв.

На основании обобщения материалов о влиянии засоления почв на сельскохозяйственные культуры нами установлено, что верхний предел засоления почв для ряда сельскохозяйственных культур на черноземах юга Украины, при сульфатном и хлоридно-сульфатном типах засоления почв может достигать весной 0,15 – 0,25 %, осенью 0,4 – 0,6%.

В практике современных мелиораций целесообразность увеличения содержания солей в

почвах в течение вегетации совершенно не учитывается и не используется, как и в связи с утвердившимся принципом «борьбы с засолением», так и с отсутствием технических средств для двустороннего регулирования количества солей в почвах.

Из сказанного выше следует, что на чернозёмах для получения высоких урожаев вовсе не требуется «борьба с засолением»; здесь более уместно поддержание количества солей в оптимальных (или допустимых) пределах.

2. Особенности формирования солевого режима почв в зоне черноземов

С самого начала развития орошения в зоне черноземов, в т.ч. на Украине, считалось (по опыту районов Средней Азии, Закавказья и др.), что при близком залегании минерализованных грунтовых вод (на глубинах менее критических) начинается процесс засоления почв, который носит прогрессирующий характер, вплоть до выхода земель из севооборота.

Из зон традиционного орошения были перенесены в зону черноземов также основные принципы и приемы мелиораций почв, это: «борьба с засолением» соблюдение «критических глубин» грунтовых вод и поддержание промывного режима орошения.

Однако, научные исследования и практика орошения, показали, что в зоне черноземов нет прогрессирующего засоления, здесь иные закономерности формирования солевого режима почв, поэтому указанные принципы и приемы мелиораций оказались здесь неподходящими и создали проблемы сохранения плодородия черноземов.

Как указывалось выше, в годовом цикле на юге Украины выделяются два периода: холодный - с нисходящими токами влаги и теплый - с восходящими токами соответственно при залегании минерализованных грунтовых вод на глубинах менее критических имеется два фактора формирования солевого режима почв, а именно: рассоляющее действие осадков зимой и засоляющее действие минерализованных грунтовых вод летом.

Осадки холодного периода оказывают существенное рассоляющее действие на почвы, при этом, чем больше содержание солей в почвах с осени, тем сильнее они рассоляются к весне зимними осадками; этот факт хорошо согласу-

ется с результатами исследований по изучению солеотдачи почв и грунтов.

Наибольшее значение для всходов сельскохозяйственных культур имеет содержание солей в верхнем 20-сантиметровом слое почв. Рассоляющее действие зимних осадков на этот слой в условиях Крыма показано на рис. 4 (по данным И.К. Супряги, 1974).

Из рис. 4 следует, что при засолении верхнего слоя почв осенью до 0,5-0,6 % из них вымывается зимними осадками 0,3-0,4 %, т.е. они опресняются примерно до 0,15-0,20 %, что вполне допустимо для обеспечения нормальных всходов всех сельскохозяйственных культур. В других материалах И.К. Супряги (1974, а), Р.А. Баера и др. (1978; 1979), посвящённых рассоляющему действию зимних осадков, утверждается, что при осадках 120...160 мм рассоление распространяется до глубины 100...200 см, а основной слой корнеобитания 0...60 см – при засолении его до 0,4-0,6 % – обычно рассоляется к весне до 0,15-0,25 %.

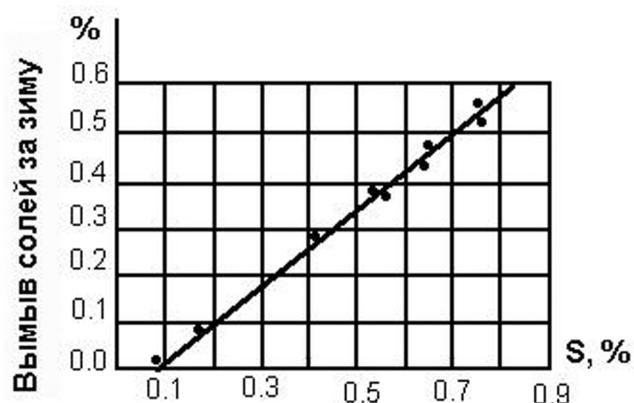


Рис.4. Промывное действие зимних осадков на слой почвы 0...20 см (Супряга, 1974)

Другим фактором формирования солевого режима почв после осадков являются грунтовые воды. С подъёмом минерализованных грунтовых вод к поверхности увеличивается засоляющее действие их на почву в летнее время, но с увеличением количества солей в почвах, как уже было указано, в связи с большей солеотдачей, увеличивается рассоляющее действие осадков зимой. При глубинах грунтовых вод менее критических складывается солевой режим почв, характеризующийся чередованием процессов засоления летом и рассоления зимой, с общей тенденцией к накоплению солей в многолетнем плане, но при этом процесс накопления солей постепенно затухает, и когда количество солей, поступающих из

женные непосредственно ниже черты, можно считать допустимыми для большинства сельскохозяйственных культур и почв. Действительно, при глубине грунтовых вод в 1 м и минерализации их 6...10 г/л засоление почв будет находиться в пределах от 0,13 % весной до 0,41 % осенью при средне-сезонном его значении примерно 0,25 %. Эти величины находятся выше порога обессоливания почв (если принять его примерно равным 0,07-0,10 %) и ниже порога токсичности для большинства растений и, таким образом, являются желательными с точки зрения сохранения почв, и допустимыми исходя из условий получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. При глубинах грунтовых вод 1,7 м содержание солей весной приближается к порогу обессоливания.

Анализируя данные табл. 1, легко заметить, что допустимые глубины УГВ значительно меньше критических глубин для этой зоны. Расчёты показали: расстояния между дренами (если иметь в виду обычный горизонтальный дренаж глубиной 3 м), полученные из условия поддержания допустимых глубин на 10-20 % (для разных условий), больше расстояний, получающихся из условия поддержания критических глубин. Однако главное значение допустимых значений засоления почв и глубин грунтовых вод заключается в предотвращении разрушения и лучшем сохранении плодородия чернозёмных и каштановых почв при орошении.

Регулирование количества солей в почвах на основе соблюдения указанных допустимых глубин УГВ больше отвечает задачам сохранения черноземов и поддержания высокого плодородия орошаемых почв, способствует более экономному расходованию оросительной воды, при этом могут уменьшаться затраты на строительство дренажа.

3. Схема регулирования солевого режима почв в течение года

При регулировании солевого режима почв на орошаемых землях необходимо исходить из одновременного учета требований сельскохозяйственных культур к солевому режиму и из необходимости сохранения и повышения плодородия почв. При рассмотрении вопроса сохранения почв в связи с регулированием солевого режима, необходимо исследовать в первую очередь изменения двух основных факторов, а именно: состояние почвенно-поглощающего

комплекса* и гумусное состояние почв, поскольку в зависимости от изменения этих факторов в значительной мере изменяются затем агрофизические свойства и структура почв.

Требования, предъявляемые растениями к регулированию солевого режима почв на различных землях в течение вегетации, можно сформулировать следующим образом.

В случаях, когда почвенные и химические условия характеризуются кривой 1 (чем меньше засоление, тем выше урожай, см. рис. 1), с точки зрения «интересов растения» целесообразно всемерно уменьшать содержание солей в почвах, как в течение вегетации, так и в многолетнем плане. В этом случае промывной, рассоляющий водно-солевой режим диктуется необходимостью получения высокого урожая. Однако стремление к получению высоких урожаев в этих условиях будет входить в противоречие с задачей сохранения почв, поскольку глубокое обессоливание их чревато разрушением поглощающего комплекса и потерей гумуса. Пределы, в которых можно регулировать солевой режим в таких условиях, нередко очень малы, и при современных технических средствах орошения в них очень трудно уложиться.

Задача сохранения почв в этих условиях может решаться путем внесения в почву химических мелиорантов, для постепенного изменения химических условий, а также внесением большого количества органических и минеральных удобрений и микроэлементов для компенсации вымываемых веществ при промывном водном режиме.

В зоне черноземов, земель с характеристиками первого типа относительно немного, 15-20% от общей площади; для остальных земель, в связи с хлоридно-сульфатным и сульфатным типами засоления почв, характерны кривые, определяющие влияние засоления на растения второго и третьего типов. Для этих условий схеме регулирования солевого режима почв лучше всего показать графически.

Если на график нанести кривые второго типа, характеризующие продуктивность растений в зависимости от количества солей в почвах $y=f(c)$ последовательно для различных этапов вегетации (рис. 6^a – сплошные линии) и соединить линией точки, обозначающие порог токсичности (пунктирная линия), а также нанести линию, обозначающую критический порог обес-

соливания, то зона, заключенная между линией, обозначающей порог токсичности для растений, и линией, обозначающей критический порог обессоливания почв, будет зоной допустимого содержания солей в почве в различные фазы вегетации культуры. Как видим, эта зона увеличивается от начала к концу вегетации.

Повышение содержания солей в почвах сверх верхней кривой будет приводить к снижению урожаев; уменьшение содержания солей до критического порога обессоливания – к разрушению почв.

При регулировании солевого режима возможно чередование процессов увеличения и уменьшения количества солей в почвах в зависимости от поливов и осадков, но важно чтобы оно в каждый период вегетации находилось ниже линии обозначающей порог токсичности для растений и выше линии критического порога обессоливания почв. Это и есть зона допустимых значений содержания солей в почвах отвечающая требованиям растений и требованиям сохранения почв.

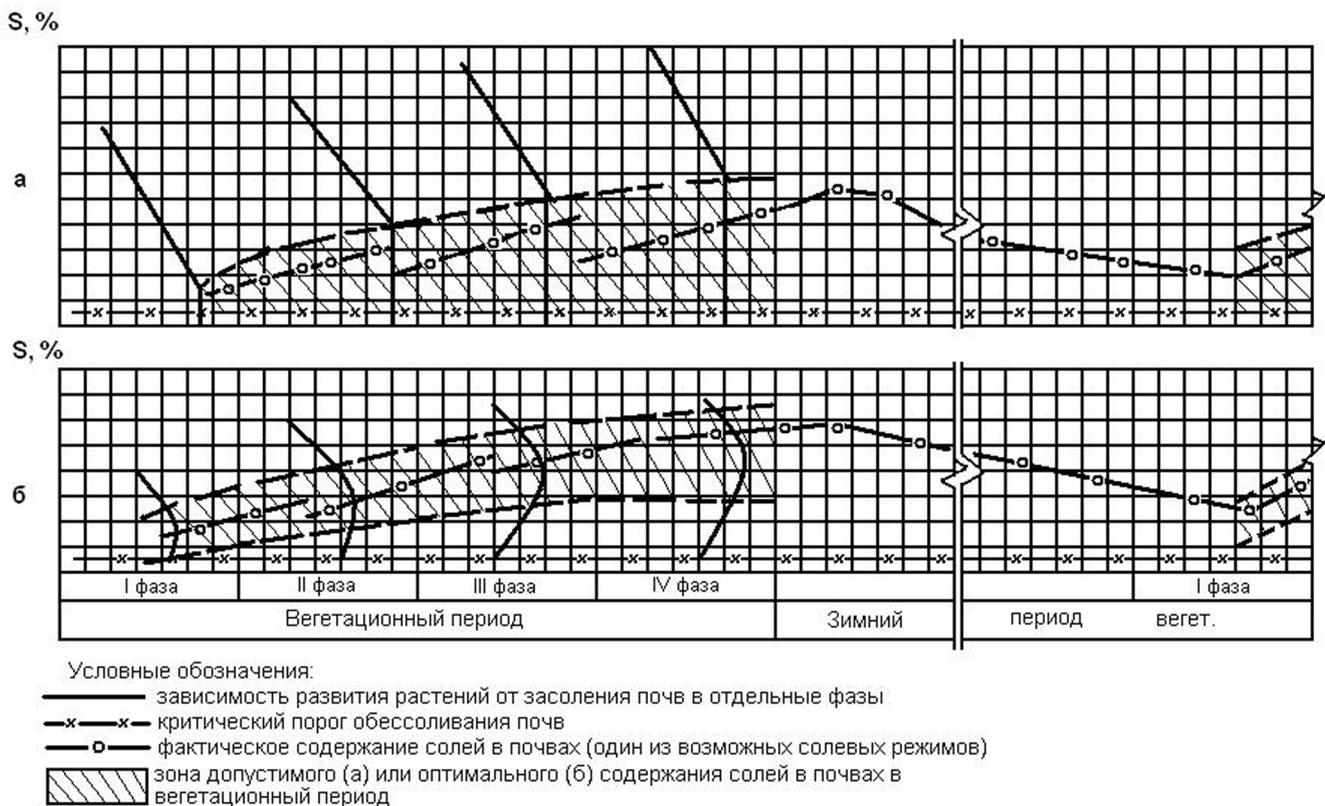


Рис. 6. Схема регулирования солевого режима почв.

Нанеся на аналогичный график (рис. 6^б) кривые третьего типа зависимостей продуктивности растений от количества солей в почвах, последовательно для разных этапов вегетации и соединив точки, обозначающие верхнюю и нижнюю границы оптимального диапазона содержания солей линиями, получим зону оптимального диапазона содержания солей в почвах. В течении вегетации очевидно, эта зона будет полностью находиться выше линии, обозначающей критический порог обессоливания почв. По мере развития культуры в течение вегетации

значения оптимального содержания солей в почвах растут, соответственно увеличивается верхний и нижний пределы оптимального содержания солей, а также расширяется и увеличивается зона оптимальных значений, находящаяся между двумя кривыми – верхней и нижней. Выход фактических значений содержания солей в почвах из зоны оптимального значения как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения содержания солей приводит к снижению урожаев.

*Изменение поглощающего комплекса почв и наличие критического порога обессоливания показано в статье Марюшина П.А.: «Особенности природных условий зоны черноземообразования и изменение их при орошении», помещенной в этом же сборнике

Поддержание в течение вегетации количества солей в почвах в оптимальном для растений диапазоне, одновременно отвечает требованиям сохранения почв, так как вся зона оптимальных значений находится выше порога обессоливания.

В межвегетационный (зимний) период, благодаря рассоляющему действию осадков, кривая содержания солей в почвах должна спуститься до величин, примерно 0,10-0,25%, допустимых для получения всходов однолетних растений. В случаях когда весной количество солей выше допустимого (например в очень сухие зимы) можно сделать предпосевной полив для «посадки» солей вниз.

ВЫВОДЫ:

Регулирование солевого режима почв на орошаемых черноземах должно быть двусторонним, только в этом случае можно получать высокие урожаи, а также сохранять присущий черноземам кругооборотный почвообразовательный процесс и увеличивать плодородие почв. Современное орошение, особенно на фоне дренажа, этому требованию не отвечает, отсюда все проблемы с плодородием черноземов и урожайностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Баер Р.А. Управление водно-солевым режимом поливных земель юга Украины по данным гидрогеологической и почвенно-мелиоративной оценки территории // Почвенно-мелиоративные проблемы и пути повышения плодородия орошаемых земель юга УССР. – М., 1978.
2. Баер Р.А., Грыза А.А., Лютаев Б.В., Смирнов Р.А. Инженерно-гидрогеологическое обоснование мелиоративного строительства. – К., 1978.
3. Баер Р.А., Зеленин И.В., Лютаев Б.В., Подражанский В.А. Мелиоративно-гидрологические условия западного Причерноморья / Под ред. И.Н. Гоголева. – Кишинёв, 1979.
4. Калашников К.Г. Солеустойчивость овощных культур и картофеля. ж. Овощеводство и картофель, 1972, №3.
5. Марюшин П.А. Орошение чернозёмов, часть 1, Киев, 1993.
6. Носов А.К. Управление солеустойчивости хлопчатника. тр. Шестой сессии АН Туркменской ССР 23 – 25 ноября 1953 г, Ашхабад, 1953.
7. Синицина Н.П. Солестікість озимої пшениці. Зрошування землеробство, 1972, №14.
8. Супряга И.К. Изменения химического состава почв при поливе солёными водами. Бюл. Появ. ин-та АН СССР, вып. XVI. Вопросы орошения и сохранения плодородия почв. М., 1974.
9. Цисельский В.А. Агрономічна солестікість люцерни в умовах півдня України. Зрошування землеробство, 1972, №3.

Мокрицкий В.А., ст. преподаватель

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Применение ГИС-технологий для создания кадастра оползней южного берега Крыма

Рассмотрены предпосылки создания электронного кадастра оползневых территорий. Освещены наиболее современные технологии, применяемые в кадастроведении для создания, актуализации и прогнозирования опасных экзогенных процессов путем создания электронных карт. Рассмотрены компоненты составляющие ГИС-технологии и их роль при изучении оползней.

ГИС-технологии, оползнеопасные территории, прогноз, кадастр.

Любое строительство в Крыму всегда сталкивалось с проблемой существования древних или возможного возникновения новых активных оползней. На протяжении длительного времени оползни создавали колоссальные трудности при освоении территорий, безопасной дальнейшей эксплуатации зданий и сооружений.

Без преувеличения можно сказать, что сегодня информационно-коммуникационные технологии, являясь основным средством реализации идеологии информационного общества, стали двигателем мировой экономики и одной из наиболее значительных сил, что формируют образ двадцать первого века. Внедрение информационно-коммуникационных технологий является ключевым инструментом достижения целей социально-экономического развития.

Стремясь стать развитой европейской державой, Украина из года в год делает большие конструктивные шаги по развитию информационно-коммуникативных процессов. На III Международном конгрессе «Информационное общество – стратегия развития XXI столетия», который прошел в Киеве 1-2 апреля 2003г. была представлена государственная долгосрочная программа «Электронная Украина». Реализация этой программы предусматривается в два этапа: 2005 год – завершение первого этапа, 2010 год – второго этапа. Первоочередными шагами реализации данной программы является создание системы «электронной власти», электронного здоровья, электронного образования. Вторым этапом данной программы является – электронное трудоустройство, электронная наука, электронная среда. Отдельно предусматривается насыщение национального сегмента сети Internet определенными информационными ресурсами, такими как портал национальных информационных ресурсов, реестр украинских

информационных ресурсов, портал Государственного земельного кадастра. Создание этих ресурсов невозможно без широкого использования геоинформационных технологий (ГИС-технологий). Из всех своих преимуществ ГИС имеет одну, наверное самую важную особенность – способность к интегрированию данных, полученных из различных источников, и обеспечение взаимодействия с другими информационными системами и технологиями.

ГИС (географическая информационная система) - это современная компьютерная технология для картирования и анализа объектов реального мира, а также событий, происходящих на нашей планете, в нашей жизни и деятельности. Эта технология объединяет традиционные операции при работе с базами данных, такими как запрос и статистический анализ, с преимуществами полноценной визуализации и географического (пространственного) анализа, которые предоставляет карта.

Эти возможности отличают ГИС от других информационных систем и обеспечивают уникальные возможности для ее применения в широком спектре задач, связанных с анализом и прогнозом явлений и событий окружающего мира, с осмыслением и выделением главных факторов и причин, а также их возможных последствий, с планированием стратегических решений и текущих последствий предпринимаемых действий [6].

В настоящее время ГИС - это многомиллионная индустрия, в которую вовлечены миллионы людей во всем мире. ГИС изучают в школах, институтах и университетах. Эту технологию применяют практически во всех сферах человеческой деятельности - будь то анализ таких глобальных проблем как перенаселение, загрязнение территории, сокращение лесных

угодий, природные катастрофы, так и решение частных задач, таких как поиск наилучшего маршрута движения между пунктами, подбор оптимального расположения нового офиса, поиск дома по его адресу, прокладка трубопровода или линии электропередачи на местности, различные муниципальные задачи, типа регистрации земельной собственности.

С помощью ГИС может быть организован эффективный доступ к большому объему информации об объектах, имеющих пространственную привязку. Например, гораздо легче получить паспорт участка земли непосредственно указав на него курсором, нежели блуждать в дебрях файловой системы в поисках одного нужного файла из тысяч. Это же относится и к топографическим картам - здесь мы можем в качестве навигационного средства использовать мелкомасштабную карту вместо файловой системы. На этом же принципе могут строиться хранилища фотоснимков памятников архитектуры, паспортов зданий и многие другие архивы. Поскольку хранение и поиск больших объемов информации на электронных носителях - задача со своей спецификой, собственно ГИС обычно используют возможности внешних СУБД (систем управления базами данных) и эффективность и надежность такого взаимодействия - важная характеристика серьезной ГИС.

Работающая ГИС включает в себя пять ключевых составляющих: аппаратные средства, программное обеспечение, данные, исполнители и методы.

Аппаратные средства. Это компьютер, на котором запущена ГИС. В настоящее время ГИС работают на различных типах компьютерных платформ, от централизованных серверов до отдельных или связанных сетью настольных компьютеров.

Программное обеспечение ГИС содержит функции и инструменты, необходимые для хранения, анализа и визуализации географической (пространственной) информации. Ключевыми компонентами программных продуктов являются: инструменты для ввода и оперирования географической информацией; система управления базой данных (DBMS или СУБД); инструменты поддержки пространственных запросов, анализа и визуализации (отображения); графический пользовательский интерфейс (GUI или

ГИП) для легкого доступа к инструментам.

Данные. Это вероятно наиболее важный компонент ГИС. Данные о пространственном положении (географические данные) и связанные с ними табличные данные могут собираться и подготавливаться самим пользователем, либо приобретаться у поставщиков на коммерческой или другой основе. В процессе управления пространственными данными ГИС интегрирует пространственные данные с другими типами и источниками данных, а также может использовать СУБД, применяемые многими организациями для упорядочивания и поддержки имеющихся в их распоряжении данных.

Исполнители. Широкое применение технологии ГИС невозможно без людей, которые работают с программными продуктами и разрабатывают планы их использования при решении реальных задач. Пользователями ГИС могут быть как технические специалисты, разрабатывающие и поддерживающие систему, так и обычные сотрудники (конечные пользователи), которым ГИС помогает решать текущие каждодневные дела и проблемы.

Методы. Успешность и эффективность (в том числе экономическая) применения ГИС во многом зависит от правильно составленного плана и правил работы, которые устанавливаются в соответствии со спецификой задач и работы каждой организации.

На сегодняшний день по сведениям Ялтинской комплексной гидрогеологической инженерно-геологической партии на полуострове выявлено около 1500 участков подверженных оползням. Только на Южном берегу Крыма таких участков зарегистрировано более 400, это более 4% от общей площади Южного берега Крыма. Так, например, на участке дороги Алушта-Ялта длиной 26,2 км насчитывается более 36 оползней. [2, 3]

Оползневедение располагает целым арсеналом методов оценки распространения явления, изучения динамики его развития, прогноза опасности. Благодаря непрерывающимся наблюдениям накоплен обширный материал о местах активизации оползней, их повторяемости и других параметрах. По материалам наблюдений создан кадастр оползней. Базы данных об оползнях оформлены в электронном виде. Разработаны и реализованы в виде карт методики картографирования оползневой

опасности в различных масштабах. [3]

Рассматривая данные материалы можно сказать, что оползневедение достаточно хорошо подготовлено к внедрению ГИС-технологий.

В настоящее время роль ГИС-технологий в оползневых исследованиях сводится к синтезу знаний о рельефе, климате и предшествующих событиях с целью определения возможности активизации оползней. Для этого в среде ГИС необходимо оцифровывать уже готовые карты или создать новые проекты. Анализ работ, посвященных использованию ГИС в оползневых исследованиях, показал, что ГИС-технологии в настоящее время можно применять для решения следующих, описанных ниже, задач:

- выделение оползнеопасных территорий;
- создание кадастра оползней, баз данных об оползнях;
- прогноз оползневой опасности;

Исходный масштаб цифровой модели, используемой при создании проекта, определяется специалистами в соответствии со спецификой решаемых задач.

Для выделения оползнеопасных территорий и для дальнейших расчетов требуется определить возможность существования в пределах исследуемой территории факторов образования оползней. Для этой цели привлекаются данные стандартных геологических и гидрогеологических, метеорологических и специализированных полевых наблюдений, космо- и аэрофотоснимки. Учитывается влияние на активизацию оползней и человеческий фактор – различные виды работ, производимые человеком в таких районах. Это касается строительства различных сооружений, изменения естественного водного режима территории. По данным Ялтинской комплексной гидрогеологической инженерно-геологической партии каждый год регистрируется 5-7 оползней техногенного характера.

Используя полученные сведения необходимо применять ГИС-технологии для моделирования процессов и явлений, определяющих условия активизации оползней.

Создание всех проектов оползневых ГИС предусматривает наличие статистических данных. Современные системы управления базами данных идеально подходят для хране-

ния и обработки такой информации. Функции запросов к базе данных позволяют осуществлять выборки любой необходимой информации. Аккумулированные в кадастре данные используются для получения режимной информации, создания методик прогноза активизации оползней. ГИС - технологии обеспечивают визуализацию данных о прошедших событиях (например лавиноведение [1]).

В настоящее время информация об условиях возникновения и развития оползней на территориях разрознена, не систематизирована, находится в различных организациях и ведомствах, тяжело доступна для анализа и принятия решений относительно прогнозирования и реагирования на возникновение чрезвычайных ситуаций.

Необходимо разработать единую базу данных для всех организаций и ведомств, включающую в себя всю информацию по состоянию экзогенных процессов на определенной территории. Такие базы данных должны содержать информацию, которую можно разделить по временным рамкам на следующие группы:

- постоянные:
 - геологическое строение (тектоника, стратиграфия, литология);
 - геоморфологические условия (рельеф, возраст и крутизна склонов);
- медленноизменяющиеся:
 - современные тектонические движения;
 - климатические условия;
 - общие гидрогеологические условия;
 - почвенный и растительный слой;
 - эврастический подъем моря;
- быстроизменяющиеся:
 - метеорологические (атмосферные осадки и режим их выпадения, температура, ветер и т.д.);
 - гидрогеологические (волнение, уровень моря, озера, уровень, расход и скорость воды в реках, температура и т.д.);
 - сейсмические;
 - антропогенные (подрезка и пригрузка склонов, увлажнение);
 - уровень грунтовых вод;
 - поверхностный сток;
 - влажность горных пород;
 - прочностные и деформативные свойства горных пород.

Под прогнозом оползневых геологических процессов понимается, основанное на закономерностях развития этих процессов, предсказание места, времени и характера их проявления, а также оценка подверженности объектов их воздействию.

Прогнозирование развития оползневых процессов является основой для выполнения предупредительных мероприятий, инженерной защиты территорий и предупреждения всех негативных последствий. Это наиболее ответственная составляющая создания электронного кадастра. Достижение максимальной достоверности процессов требует учета максимального комплекса факторов. [4]

Кроме этого, используя статические показатели – количество жителей на потенциально небезопасных территориях, особенности расселения и застройки, наличие хозяйственных объектов позволяют определить степень риска и подсчет возможных экономических потерь. Данная информация является важной не только для специалистов, но и для органов местного самоуправления, строительных компаний.

ВЫВОД

В Крыму накоплен большой уникальный опыт по освоению оползнеопасных территорий. Кадастр оползнеопасных территорий, созданный на основе ГИС-технологий, должен систематизировать необходимую информацию и представлять собой целенаправленную систему показателей, объединенных в разделы, каждый из которых несет определенную информационную нагрузку, подчиненную решению главной задачи – прогнозирование оползневых процессов при изменении любых факторов, как природного так и техногенного воздействия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демчишин М., Самойленко Л., Шехунова С. Інформаційне забезпечення прогнозу та попередження надзвичайних ситуацій можливих при проявах зсувів. Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології управління екологічною безпекою, ресурсами та заходами у надзвичайних ситуаціях». 8 – 11 вересня 2002 . Київ, Харків, Крим, 2002 г.
2. Ерыш И.Ф., Саломатин В.Н. Оползни Крыма. Часть 1. История отечественного оползневедения. Издательство «Апостроф», Симферополь 1999 г., 246 с.
3. Ерыш И.Ф., Саломатин В.Н. Оползни Крыма. Часть 2. Методы изучения оползней. Издательство «Апостроф», Симферополь 1999 г., 246 с.
4. Изучение режима оползневых процессов. – М.: Недра, 1982 г. – 255 с.
5. Карпенко С.А., Ефимов С.А., Лагодина С.Е., Подвигин Ю.Н. Информационно-методическое обеспечение управления территориальным развитием //Под ред. Карпенко С.А. - Симферополь: Таврия Плюс, 2002. - 186с.
6. Палеха Ю.Н. Особенности использования ГИС-технологий в оценке территорий населенных пунктов Украины – Ученые записки Таврического национального университета им. В.В. Вернадского. География, 2003 16(55). с.125-132.
7. Селиверстов Ю.Г., Глазовская Т.Г. Применение ГИС – технологий в лавиноведении. МГИ, 1999, в.70, с.150-152
8. Устойчивое развитие рекреационно-экономического комплекса Крыма / Коллектив авторов; Под ред. А. В. Ефремова - Симферополь: «Таврия», 2002. - 300 с.

Муровский С.П., соискатель

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Оценка воздействия автотранспорта на окружающую среду г. Симферополя.

Проведена оценка структуры автотранспортных магистралей и транспортных потоков, а также особенности их пространственной конфигурации в городской черте в условиях расчлененного предгорного рельефа. Проведен анализ спектра загрязняющих веществ в выбросах автотранспорта и распределение их в пространстве по существующим методикам

автомагистрали, транспортные потоки, загрязняющие вещества

Введение. В течение семи лет сотрудники Национальной (ранее Крымской) академии природоохранного и курортного строительства проводили специальные исследования по изучению воздействия автотранспорта и объектов его инфраструктуры на окружающую среду (ОС). [1,2,3,4]

Были составлены карты-схемы функционального зонирования территории города, размещения автомобильных дорог и объектов инфраструктуры автотранспорта.

Постановка задачи. Для объективного выбора мест наблюдений и точек опробования с целью оценки воздействия автотранспорта на окружающую среду были получены следующие сведения:

- классификация транспортных магистралей (автомобильные, железнодорожные);
- классификация автомобильных дорог по интенсивности движения (категория дорог, размеры, интенсивность движения в часы «пик» и другое время, наличие полосы зеленых насаждений, тротуаров, кюветов и др.);
- информация о зоне загрязнения техногенных отложений (пыль), почв и атмосферного воздуха в ретроспективе данных 1979, 1999, 2003 г.г.;
- техническое состояние автомобильных дорог, организация ливневого стока, периодичность ремонта или восстановления дорожного полотна;
- данные о шумовой нагрузке вдоль автомобильных и железнодорожных трасс в черте города и, в частности, в районе жилой застройки;
- сведения о ширине проезжей части, тротуаров и расстояниях до застройки (геохимические барьеры);
- информация о количестве и плотности раз-

мещения объектов инфраструктуры автотранспорта (АЗС, СТО, автосервис, автостоянки, гаражи и др.).

- Поэтапно были решены следующие вопросы:
- оценка структуры автотранспортных магистралей и особенности их пространственной конфигурации в городской черте в условиях расчлененного предгорного рельефа и мозаичной незакономерной плотнейшей застройки;
 - определение спектра загрязняющих веществ в выбросах автотранспорта;
 - распределение загрязняющих веществ в пространстве по существующим методикам; [5]
 - зонирование территории по степени (уровню) воздействия на ОС.

Результаты исследований. За последние 5 лет количество автотранспорта в г. Симферополе увеличилось на 28%. Основной поток автотранспорта, использующих в качестве топлива различные марки бензина, составляют легковые автомобили 70-75%, микроавтобусы – 9-10%, автомобили средней грузоподъемности (типа ГАЗель) – 8-9%, грузовые – 5-7%, эксплуатирующиеся на дизельном топливе: легковые – 4-5%, автобусы до 10%, эксплуатирующиеся на природном газе до 5%, на электрической тяге: троллейбусы до 5%. Интенсивность движения на городских автомагистралях увеличивается с каждым годом, достигая в часы «пик» более 2500 авт./час (Рис. 1.)

В процессе работы автотранспорта, эксплуатации АЗС, СТО, автостоянок, загрязняется ОС в результате смыва и проливов ГСМ, в атмосферный воздух испаряется бензин, дизельное топливо, техническое масло, миграция нефтепродуктов прослеживается на поверхности почв в геологические отложения, в водоемы и подземные воды.

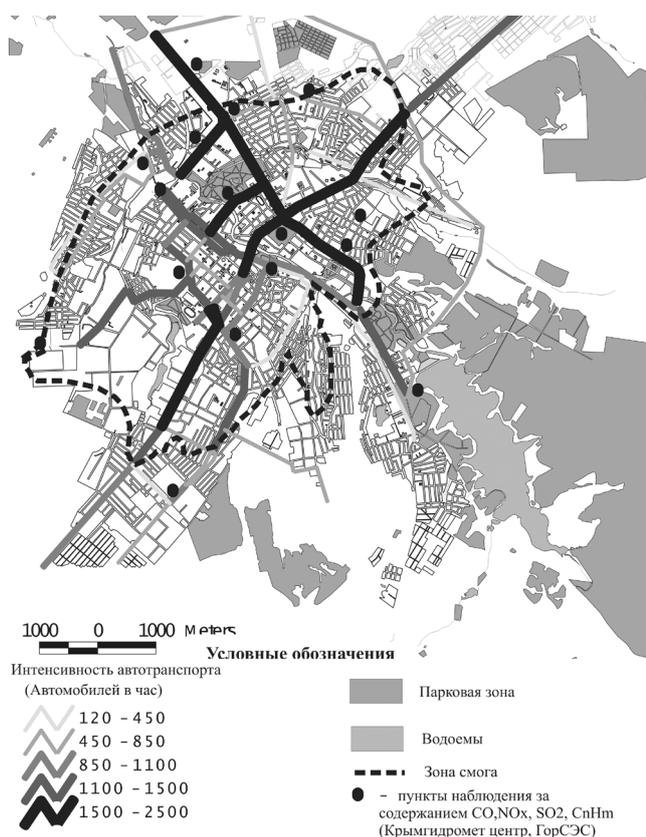


Рис. 1. Пространственная конфигурация автомагистралей и интенсивность автотранспорта в г. Симферополе.

Основные загрязняющие вещества, поступающие в атмосферный воздух, которые чаще всего превышают ПДК_{с.с.} и ПДК_{м.р.} – оксид углерода (CO), диоксид серы (SO₂) и азота (NO₂), углеводороды (C_nH_m), фенол (C₆H₆O), формальдегид (CH₂O), пары бензина, технических масел, мазута и др. В окружающую среду выбрасывается большое количество тонкоиسترтой резины (от истирания покрышек об асфальтовое покрытие).

Смолисто-асфальтовые вещества нефти концентрируются в тяжелых нефтяных фракциях – гудронах и битумах. Поэтому асфальтовые покрытия вносят существенный вклад в загрязнение территорий вокруг автомобильных дорог.

В состав нефтепродуктов входят многие металлы, в том числе щелочные и щелочноземельные (Li, Na, K, Ba, Ca, Sr, Mg), металлы подгруппы меди (Cu, Ag, Au), подгруппы цинка (Zn, Cd, Hg), подгруппы бора (B, Al, Ga, Ti), подгруппы ванадия (V, Nb, Ta), многие металлы переменной валентности (Ni, Fe, Mo, Co, W, Cr, Mn, Sn), а также элементы (Si, P, As, Cl, Br, I). Содержание микроэлементов колеблется в значительных пределах в нефти различных месторождений (от 1 до 10 раз, по некоторым, например V, до 100 раз). Характерной особенностью нефти и нефтепродуктов является то, что в ней V и Ni встречаются в значительно больших концентрациях, чем другие элементы. [6,7]. Значительная их часть концентрируется в смолисто-асфальтовой части нефти, поэтому спектр микроэлементов в дизельном топливе значительно шире и концентрация их выше чем в бензине. Спектр микроэлементов в обрамлении автомобильных трасс, объездных городских магистралей значительно шире – Pb, Cd, Hg, Ni, Co, Cr, Cu, V, Zn, Ti и др. и концентрации их значительно выше, чем вокруг магистральных улиц города (меньше Ni, Co, Cr, V, Zn. Предельно допустимая концентрация (ПДК) бензина топливного – 100 мг/м³, (в пересчете на углерод) в воздухе рабочих зон автопредприятий, в населенных пунктах – 1,5 мг/м³. [6]

Исследование содержания микроэлементов в твердой фракции выхлопных газов автомобилей приведено в таблице.

Таблица.

Содержание химических элементов в твердой фракции (сажа) выхлопных газов автомобилей

Вид топлива	Свинец			Никель			Мышьяк			Цинк		
	min	max	сред*	min	max	сред*	min	max	сред*	min	max	сред*
СПГ	5	10	8,5	1,5	2,5	2,2	120	200	187	14	170	150
АИ-80			0,4%	24	26	25	120	165	130	510	700	630
АИ-92	2,3	2,6	2,5%	25	29	28	120	130	125	420	600	500
ДТ	20	28	25	900	1500	1200			н/о	300	350	320
Мазут	43	70	50	1100	1300	1200			н/о	440	610	500
ПДК почвах, мг/кг	30			100			2			150 (23)		

н/о – не обнаружено

сред* - среднеарифметическое, рассчитанное по 12 анализам

Результаты получены по данным атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного анализов (лаборатория Крымского отделения Киевского геологоразведочного института, г. Симферополь, аналитик В.В. Ларкина).

В таблице приведены только содержания элементов, превышающих ПДК в почвах. Спектр обнаруженных химических элементов очень широкий: Cu, Co, Cr, Mn, Mo, Zr, Se, Ge, Sc, Sn, значения которых выше кларка, и др.

Для оценки загрязнения атмосферного воздуха использованы данные по сети наблюдений ГорСЭС и Крымгидрометцентра.

Город Симферополь расположен в предгорной части Крымских гор – на второй и третьей грядах, в продольной долине между ними, по долинам рек Салгир и М.Салгир, расположенных субперпендикулярно простиранию куэст (II и III гряды). Для куэст характерны крутые южные и полого падающие северные склоны. Абсолютная высота второй (Внутренней) гряды в городской черте 220 – 300 м, обрывистые южные склоны возвышаются над продольной долиной всего на 50 – 80 м. Долина р. Салгир делит город на две части – восточную, более низкую (здесь гряда поворачивает несколько к югу), и западную, более возвышенную, городская застройка разместилась не только в долинах, на северных склонах Внутренней гряды, но и на поверхности гряд.

Формы рельефа и их пространственная ориентировка оказывают большое воздействие на климат, создавая достаточно контрастные микроклиматические зоны по температуре (суточные колебания), направлению и скорости ветра.

Для предгорного рельефа в Крыму характерна обратная температурная инверсия, когда холодный атмосферный воздух ночью спускается с гор по долине Салгира и остается в понижениях до 9-10 часов утра. Утреннее солнце быстро прогревает поверхность гряд, в то время, как в долине температура на 8-12°C ниже. Обмен воздушных масс не происходит до тех пор, пока не прогреется воздух в долине и температура не уравнивается. Поэтому все выбросы в атмосферу накапливаются в ночные и утренние часы в поперечных и продольных долинах.

Обработка результатов режимных наблюдений в городе в 1998-1999 г.г. и 2001-2002 г.г. показывает большие вариации содержания окси-

да углерода в атмосферном воздухе в различных районах города. Наиболее загрязненными по содержанию загрязняющих веществ (CO , SO_2 , NO_2 , C_nH_m) являются территории речных долин. Плотная жилая застройка, ширина улиц 8-10 м, тротуаров – 1-2 м, функциональные объекты города, густая сеть автодорог, транспортные развязки и др., а также расположение районов в пониженных участках рельефа, создают напряженную экологическую ситуацию, как для нормального жизнеобеспечения жителей, так и для состояния атмосферного воздуха.

В центральной части города, в долинах рек, начиная с 1998 г. отмечена значительная концентрация CO (до 7 ПДК_{с.с.}), которая зависит от температуры, влажности и скорости ветра. На рис. 2. показано превышение ПДК_{с.с.} (в 4-5 раз) в ноябре 2000г. в районе Автовокзала (долина р. Б. Салгир) и точках наблюдения, расположенных в долинах. В эти дни влажность воздуха достигала 90-95%, температура воздуха - +3-0°C, скорость ветра – 0,5-1,5 м/с. В течение недели отдельные участки города в долинах, особенно в утренние часы, находились в условиях «смога». Подобные совпадения неблагоприятных климатических условий повторяются практически ежегодно в осенне-зимне-весенний периоды года в течение 1-7 дней.

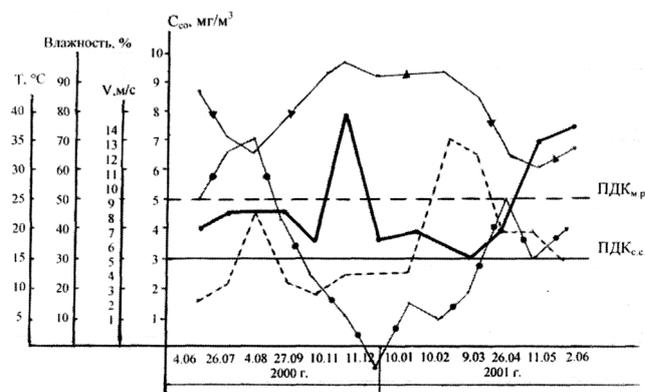


Рис. 2. График распределения содержания CO в атмосферном воздухе в центральной части г. Симферополя (долина р. Салгир, район Автовокзала) в 2000 – 2001 г.г.

Для оценки геохимического загрязнения городских территорий от автотранспорта проведено картирование зоны его воздействия на почвы и техногенные отложения (пыль на асфальте, тротуарах, кюветах, обочинах, крышах городских остановок, стеклах окон зданий, выходящих на проезжую часть, и др. Отбор проб вокруг автомагистралей проводили в крест их

простирается на расстояние 100-200 м с глубины 0-5; 5-10, реже по всему почвенному профилю до глубины вспашки 35-40 см.

Геохимические исследования почв и техногенных отложений выявили положительные аномалии свинца, цинка, никеля, ртути, меди вокруг городских автомагистралей, эпизодические – ванадия, мышьяка чаще вдоль автотрасс. Наиболее контрастные аномалии выявлены по свинцу, его концентрация на расстоянии до 20 м превышает ПДК в 72% отобранных проб (1-300 мг/кг), цинку (150-300 мг/кг), мышьяку (2-500 мг/кг), ртути (1-7,5 мг/кг, в местах скопления бытовых отходов у дорог до 75 мг/кг), сурьме (100-1300 мг/кг) и др. Исследование парагенетических ассоциаций химических элементов в пробах, определение их фоновых значений в различных районах города, анализ геохимических барьеров и ландшафтных особенностей, площадные и точечные геохимические аномалии по источнику поступления вещества в верхние слои почвенного профиля разделяются на *природные* (геологические) и *антропогенные* (автомобильный транспорт, отходы, промпредприятия др.)

В функциональных зонах города выявлено пестрое распределение перечисленных выше химических элементов. При детальном анализе размещения свинца, источником которого является, как правило, автомобильный транспорт, установлено, что основное влияние на его аккумуляцию, захоронение в почвах и техногенных отложениях оказывают антропогенные факторы и антропогенные «геохимические барьеры»: орошение улиц, смывание пыли, насыщенной свинцом, на обочины, профили улиц, заборы, зеленые насаждения, стены зданий, и тд. При анализе твердых отложений по профилю Ялтинской автотрассы установлено, что лесопосадка шириной до 4-6 м является прекрасной защитой почв от загрязнения. Комбинация деревьев и кустарников с плотной посадкой оказывает тот же эффект при ширине 2-4 м (здесь необходимо учитывать относительно слабую нагрузку грузового автотранспорта на трассе Симферополь – Ялта).

Значительную роль в пространственном размещении геохимических аномалий играет рельеф, максимальные значения свинца и ртути отмечены в дефиле автотрасс, вниз по склонам, в кюветах, на стеклах зданий, расположен-

ных на расстоянии 2-5 м от проезжей части (до 300 ПДК по свинцу).

Разработаны основные факторы и показатели для зонирования территории города по степени воздействия автотранспорта на ОС:

- формы рельефа (продольные и поперечные долины, склоны, поверхность куэст);
- микроклиматические зоны;
- типы транспортных магистралей;
- интенсивность движения автотранспорта;
- структура транспортных потоков;
- удельные выбросы (г/км·с) загрязняющих веществ;
- наличие геохимических защитных барьеров, снижающих рассеивание загрязняющих веществ.

Для получения представленных выше результатов использована ГИС – с помощью которой были построены карты расположения дорог по типу функционирования, системы точек наблюдения за интенсивностью автотранспорта, структуры транспортных потоков, определение зоны влияния загрязняющих веществ от автотранспорта г. Симферополя. В основе ГИС – использована картографическая база Arc View 3.0, в качестве картографической основы использована цифровая карта г. Симферополя 1:10000.

ВЫВОДЫ:

1. Для обеспечения экологической безопасности города и его устойчивого развития необходимо реализовать концепцию природоохранного комплекса в градостроительной политике города.
2. Перепрофилировать автотранспортные потоки.
3. Создать объездные трассы в северной и северо-западной окраинах города.
4. Организовать кольцевые развязки с подземными переходами в центральной части.
5. Провести реконструкцию и восстановление зеленых насаждений, как основы средоформирующих комплексов города.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муровский С.П., Сапронова З.Д. Экологические проблемы автотранспорта в промышленно-городских и рекреационных агломерациях Крыма // Строительство и техногенная безопасность / Сб. научных трудов КАПКС.- Симферополь: КАПКС, 2001.-140 с.
2. Муровский С.П., Сапронова З.Д., Ю.П. Петроградский Ю.П. Использование ГИС – технологий в решении задач по снижению воздействия автотранспортного комплекса на окружающую среду городов // Доклады IV Международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы применения ГИС – технологий в горном деле».- Днепропетровск, РИК НГУ, 2002.-120 с.
3. Муровский С.П., Сапронова Т.А. Загрязнение геологической среды автомобильным транспортом и объектами его инфраструктуры. // Строительство и техногенная безопасность / Сб. научных трудов КАПКС.- Симферополь: КАПКС, 2003.-184 с.
4. Муровский С.П., Петроградский Ю.П. Снижение воздействия автотранспортного комплекса на ОС городов // Доклады II Всеукраинской конференции аспирантов и молодых ученых Крыма «Крым на пороге XXI века: культура, наука, политика, экономика, экология».- Симферополь, ТЭИ, 2002.-180 с.
5. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ содержащихся в выбросах предприятия. Л., «Гидрометеиздат», 1987.
6. Химия нефти и газа: А.И. Богомолов, А.А. Гайле, В.В. Громова и др./ под ред. В.А. Проскурина, А.Е. Драбкина – 2-е изд., перераб.- Л.: Химия, 1989-424 с.
7. Химия: Справ. Материалы: Ю.Д. Третьяков, Н.Н. Олейников и др.; Под ред. Ю.Д. Третьякова, 2-е изд., перераб.- М.: Просвещение, 1988-223 с.

Сапронова З.Д., к. геол.-мин. н., профессор

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

О возможности утилизации отходов, получаемых при производстве цемента

Проведена оценка класса опасности и суммарного индекса опасности пыли, выделяющейся в технологическом процессе обжига шихты клинкера при производстве цемента. Предложены пути утилизации пыли.

технология, цемент, клинкер, пыль, класс опасности, токсичность, утилизация

При производстве цемента на технологическом этапе получения клинкера выделяется значительная масса пыли при обжиге смеси исходных компонентов. В составе цементной шихты присутствуют известковистый и глинистый мергели, суглинки, шлаки (отходы сернокислотного производства). Пыль оседает на фильтрах в процессе обжига смеси во вращающейся печи. Количество образующейся пыли в зависимости от производительности предприятия составляет 10-50 тыс. т в год, складывается в выемках карьеров, балках, на поверхности вблизи предприятий.

Целью работы явилось определение класса опасности твердых отходов – промышленной пыли и возможности их утилизации в связи с изъятием значительных площадей для ее хранения и повышенной запыленностью территории промзон.

Методика исследований. Изучение пыли проведено с использованием комплекса аналитических методов (химический-валовый состав; атомно-абсорбционный – свинец, мышьяк; атомно-эмиссионный – элементы-примеси; определено содержание водно-растворимых примесей пыли – K_2O, Pb, As). Проведены исследования минералогического состава пыли с использованием рентгено-структурного, термического анализ, инфракрасной спектроскопии.

Результаты исследований. Исследуемая пыль оседает на электрофильтрах на I стадии технологического процесса производства цемента – при получении клинкера. Исходными компонентами его получения являются известковистый мергель, глинистый мергель, суглинки, шлаки (пиритные огарки), которые проходят следующие стадии обработки: помол → гомогенизация → обжиг → клинкер. Сырьевая смесь претерпевает постепенный прогрев, в процессе которого разрушаются исходные

минеральные компоненты и образуются новые:

зона сушки - удаление воды ($100\text{ }^{\circ}\text{C}$) → зона подогрева- дегидратация глинистых минералов

($500-600\text{ }^{\circ}\text{C}$) → зона кальцинирования – разложение $CaCO_3$, образование оксидов

$CaO + SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3$ ($900-1200\text{ }^{\circ}\text{C}$) → зона экзотермическая (образование сложных окислов

($2CaO SiO_2, 5CaO 3Al_2O_3, 3CaO Al_2O_3,$

$4CaO Al_2O_3, Fe_2O_3, CaO, MgO$ и др.) →

зона плавления ($1450\text{ }^{\circ}\text{C}$) → зона охлаждения

(образование клинкера $1000-1200\text{ }^{\circ}\text{C}$) [1]. В процессе обжига образуются летучие твердые компоненты, которые улавливаются на электрофильтрах нескольких полей электрического напряжения. Уловленную пыль удаляют с фильтров и складывают в карьере.

Необходимо отметить, что рабочее название данного вида твердых отходов «цементная пыль» не соответствует ни ее составу, ни процессу ее получения в технологической схеме. Цементная пыль при производстве цемента образуется на конечной стадии его получения: помол клинкера → гомогенизация → хранение → фасование → транспортировка. Именно на этом этапе в окружающую среду (атмосферный воздух, почвы, поверхность техногенных и жилых объектов) может поступать цементная пыль.

Предметом исследования является не цементная пыль, а пыль из вращающихся печей при производстве клинкера – промежуточного продукта на I стадии технологического процесса получения цемента. Состав и физические свойства пылей совершенно различны.

Химический (валовый) состав исследуемой пыли, исходных компонентов (мергелей, суглинков, шлама-отхода), клинкера, пыли приведен в табл.1.

Анализ распределения основных образующих компонентов в составе частей смеси и пыли показывает их перераспределение в процессе обжига.

Содержание химических элементов – примесей ($\Sigma < 1\%$) в исходных компонентах выше кларковых содержаний выявлено по свинцу, цинку, кобальту, молибдену, ванадию, марганцу, серебру, мышьяку.

Состав компонентов клинкера представлен осадочными породами (мергели, суглинки), в составе которых не присутствуют регламентированные токсичные вещества выше кларковых. К смеси также добавляется шлак – пиритные огарки, в составе которых отмечены повышенные содержания Cu (1,2-1,5 ПДК), Zn (>10 ПДК), As (> ПДК), Pb (17 ПДК). В пыль, осаждающуюся на фильтрах при обжиге смеси, попадают практически весь свинец и частично мышьяк

(Pb - $5 \cdot 10^{-2}\%$, As - $6,3 \cdot 10^{-3}\%$).

В исходном составе смеси присутствуют глины (иллит, гидромусковит), карбонаты, кварц, сульфиды железа (пирит) и др., в составе пыли – сульфаты, карбонаты, иллит, кварц, возможно алунит.

Из элементов-примесей в пыли значимыми являются Pb и As из регламентируемых в почвах согласно ГОСТ 17.4.1.02-83 [2], остальные элементы определены в кларковых и фоновых значениях или же не контролируются как токсичные (Ag).

Расчет класса опасности твердых отходов осуществляется в соответствии с ГСанПиН 2.2.7.029-99 «Гигиенические требования к поведению с промышленными отходами и определение класса их опасности

для здоровья населения»[3].

Таблица 1.

Химический состав компонентов шихты, клинкера и пыли на электрофильтрах вращающихся печей при обжиге

Химический состав*	Мергель	Суглинок	Пиритные огарки	Клинкер	Пыль при обжиге клинкера	
SiO ₂	8.46	19.79	12.52	20.65	10.23	10.35
TiO ₂	0.15	0.28	0.31	0.31	0.2	0.21
Al ₂ O ₃	1.99	4.7	2.55	4.53	2.96	2.83
Fe ₂ O ₃	0.52	1.81	66.12	3.9	1.33	1.31
FeO	0.27	0.32	4.49	-	0.91	0.93
CaO	47.45	39.15	1.07	68.2	36.83	36.65
MgO	0.81	0.84	0.59	1.3	0.79	0.82
MnO	0.07	0.06	0.09	0.08	0.05	0.05
P ₂ O ₅	0.16	0.11	0.25	0.21	0.1	0.12
K ₂ O	0.53	0.94	0.3	0.38	9.08	9.18
Na ₂ O	0.09	0.15	0.5	0.21	1.02	0.99
SO ₃	0.92	0.15	4.35	0.26	10.7	10.65
nnn	37.92	31.56	7.06	-	25.27	25.31
Σ	99.34	99.86	100.2	100.03	99.47	99.56

*Лаборатория КО ГГРИ (г.Симферополь), аналитик О.О.Зонова.

Исходя из результатов аналитических исследований пыли в ее составе определены химические вещества Al, Pb, As и, возможно, их соединения, которые регламентируются при определении класса опасности и суммарного индекса опасности.

Для определения вещественного состава пыли использованы рентгеноструктурный, термический анализы и ИК-спектроскопии. В составе пыли обнаружены карбонаты – кальцит (CaCO₃), возможна примесь марганцевого каль-

цита (Ca, Mn)CO₃, сульфаты – арканит (K₂SO₄), алюмосиликаты – иллит (K₁H₂)[(Al, Si)Si₃O₁₀](OH)₂, незначительная примесь кварца. Все эти вещества, за исключением арканита, являются нерастворимыми в водной среде. Данные минералогического состава подтверждены результатами термического анализа и ИК-спектроскопии.

Карбонаты кальция не нормируются, иллит является инертным минералом и не растворим в воде.

Проведены исследования по количественному определению K_2O, Pb, As и их воднорастворимости (табл. 2).

В процессе обжига смеси в клинкере концентрируются Ca, Mn, Si, Al, Fe^{+++} , в пыли на фильтрах – K, S, Pb, As, Mo, Ag .

Калий и сера образуют арканит (K_2SO_4) – кальций-кальцит ($CaCO_3$), кальций и магний – доломит ($CaMg(CO_3)_2 < 1\%$), силиций, алюминий – алюмосиликаты (иллит, возможна незначительная примесь алунита), а также кварц и γAl_2O_3 .

Таблица 2.

Содержание калия, свинца и мышьяка в исследуемой пыли.

Номера проб	Наименование проб	атомно-абсорбционный				атомно-эмиссион. Pb,n-10-4%
		K2O общее %	K2O водно-раств.%	Pb %	As %	
1	Пыль цементная	9.08	6.82	0.027	0.0034	500
2	"-"	8.97	6.3	0.037	0.0042	500
3	"-"	9.03	6.28	0.032	0.0044	500
4	"-"- 3 поле фильтров	14.6	10.1	0.028	0.0063	250
5	"-"- 2 поле фильтров	4.87	3.37	0.018	0.0021	250

В ГСанПиН 2.2.7.029 регламентируются из имеющихся в составе пыли значимых концентрациях – алюминий, железо, мышьяк, свинец (табл. 3).

Таблица 3.

Физико-химическая характеристика ингредиентов пыли.

Название химического элемента	LD ₅₀	ПДК р.з. мг/кг по металлу	Ki по LD ₅₀	Ki по ПДК
Al	5000 (экв)	2	237.1	128.2
Fe	98600	-	536.97	-
As	144	2	34259.72	31746
Pb	15 (экв)	0.005	3675	15.62

Класс опасности отходов определяют по LD₅₀ в соответствии с формулами [1] и [2].

$$Ki = \frac{\lg(LD_{50})i}{(S + 0,1F + Cb)i}$$

$$K_{\Sigma} = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n Ki \leq 3 [2]$$

где: Ki – индекс токсичности каждого химического ингредиента, который входит в состав отхода;

$\lg(LD_{50})$ – логарифм средней смертельной дозы химического ингредиента при введении в желудок;

S – коэффициент, который отображает растворимость химического ингредиента в воде;

F – коэффициент летучести химического ингредиента;

Cb – содержание данного ингредиента в общей массе отхода, т/т;

i – порядковый номер конкретного ингредиента.

K_{Σ} – суммарный индекс опасности.

После расчета Ki (табл.3) для ингредиентов отхода выбирают не больше 3, но не менее 2 ведущих, которые имеют наименьшее Ki; при этом $K_1 < K_2 < K_3$; кроме того должно выполняться условие $2K_1 > K_3$.

Исходя из вышеизложенного, индекс токсичности можно рассчитать по LD₅₀ при учете 2 ингредиентов Al, Fe.

Суммарный индекс опасности пыли по LD₅₀ будет равен

$$K_{\Sigma LD_{50}} = \frac{1}{n^2} (K_{Al} + K_{Fe}) =$$

$$= \frac{1}{2^2} (237,1 + 536,97) = 193,5$$

Учитывая, что исследуемые отходы не имеют внедренных схем утилизации, обеззараживания или обработки и должны захороняться на полигонах твердых отходов, т.е. имеют непосредственный контакт с объектами окружающей среды, для определения класса опасности пыли использованы ПДК их химических составляющих по металлу в почвах согласно [3].

$$Ki = \frac{ПДКи}{(S + 0,1F + Cb)i}$$

где: ПДКи – предельно допустимая концентрация токсического химического вещества в составе шламов.

Суммарный индекс опасности по ПДК и среднему содержанию химического элемента в пробе составит

$$K_{\Sigma ПДК} = \frac{1}{2^2} (128,20 + 15,62) = 35,95$$

т.к. $2K_{Pb} < K_{Al}$ и $2K_{Pb} < K_{As}$.

согласно классификации опасности отхо-

дов, приведенной в [3] по LD_{50} (> 10) и по ПДК ($> 30,1$), исследуемая пыль относится к IV классу опасности, по степени токсичности является малоопасной.

Рекомендации по утилизации отходов пыли цементного производства. Исследуемые отходы относятся к IV классу опасности их можно складировать на полигонах бытовых отходов. Дефицит территорий в Крыму для промышленных отходов, огромные массы пыли (до 50 тыс. т/год) требуют разработки их утилизации.

В исследуемой пыли содержится 9-10 % K_2O , из которых растворимый калий составляет 6-8 %, в этом случае в массе пыли содержится 20-25 % растворимого сульфата калия, что составляет 200-250 кг на 1 тонну отходов. Данные отходы могут быть использованы как калийные удобрения или же как сырье для их получения.

Сырьем для производства калийных удобрений служат калийные руды с содержанием растворимого K_2O – 8-20 %. На Украине име-

ется пример использования пыли электрофильтров цементных заводов для удобрения почв с содержанием K_2O – 3-4 %, max значения – 8-12 % K_2O – в составе сульфатов и гидрокарбонатов [4]. Необходимо провести детальные исследования пыли, распределение сульфата калия (арканита) на различных полях фильтров и определить содержание сопутствующих компонентов.

Нормы внесения в почву калийных удобрений различны для выращивания сельскохозяйственных культур. Без обогащения исследуемую пыль можно применять при лесоразведении; но для использования в сельском хозяйстве при производстве злаковых, овощных культур, садов необходимы дополнительные экспериментальные исследования.

В мировой практике разработаны технологии утилизации пыли (патенты США, Англии) в строительном производстве, в том числе в производстве цемента. Использование пыли при производстве строительных блоков затруднено из-за размера составляющих частиц пыли – $d < 0,5$ мкм. Предложено [5] брикетирование пыли при заданных давлениях с использованием отходов минеральных масел, лигнина, желатина, хлоридов кальция и натрия и других веществ, которые могут быть использованы как вяжущий компонент. Брикет в зависимости от их размера можно использовать во втором цикле производства цемента, а также как наполнитель бетонов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цемент / Справочник. – М.: Сов.Энциклопедия, 1967, с. 801-883.
2. ГОСТ 17.4.1.02-83. Классификация химических веществ для контроля загрязнения.
3. ДсанПіН 2.2.7.029-99. «Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення».
4. Артюшин А.М., Державин Л.М. Краткий справочник по удобрениям. – М.: Колос, 1984 г., с.43.
5. Davis, Ir et al. Method for producing cement clinker from cement kiln waste dust.- United States Patent. № 10, 1981, с. 21-74.

Сараев А.Д., к. филос. н., профессор

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Эколого-экономическое прогнозирование: функционально-системный анализ

Рассматривается проблема предвидения в эколого-экономическом социуме, показан его многоплановый характер, который связан с изучением экологических и экономических законов, а также раскрыта практическая сторона эколого-экономического предвидения. Цель статьи – анализ и оценка концепта эколого-экономического прогнозирования. С этой целью автор решает такие задачи: раскрывает на основе научных методов процесс своеобразия получения знаний о возможных вариантах развития эколого-экономического социума, и в связи с этим, рассматривает место и роль методов эколого-экономического прогнозирования.

предвидение, эколого-экономическое предвидение, прогнозирование, эколого-экономическое прогнозирование, функционально-системный анализ.

Постановка проблемы. Автор работы предпринимает попытку показать роль и место понятия эколого-экономического прогнозирования для получения обоснованных эколого-экономических прогнозов.

Степень изученности проблемы заключается в том, что, несмотря на большое количество трудов, посвященных прогнозированию в эколого-экономической сфере, функционально-системный анализ концепта эколого-экономического прогнозирования не проводился.

Целью работы является функционально-системный анализ понятия эколого-экономическое прогнозирование. В связи с этим сформулированы следующие задачи: во-первых, раскрыть - на основе специальных методов - особенности процесса получения знаний о возможных вариантах развития эколого-экономического социума; во-вторых, рассмотреть место и роль методов эколого-экономического прогнозирования; в-третьих, охарактеризовать эти методы с точки зрения их состоятельности и использования для формирования эколого-экономических прогнозов.

Проблема предвидения в эколого-экономическом социуме многопланова, она включает в себя исследование теоретико-познавательного компонента, связанного с изучением эколого-экономических законов, тенденций устойчивого развития, а также область практического применения. Практическая сторона в эколого-экономической сфере проявляется в получении эколого-экономических прогнозов.

Научный подход к анализу эколого-экономического прогнозирования предполагает выделение методологической роли ключевых понятий, прежде всего таких, как “предвидение”, “предсказание”, “прогнозирование”, “прошлое”, “настоящее”, “будущее”. В первых трех понятиях зафиксирована способность человека мысленно увидеть что-то существенное в вещах и процессах до того, как это будет обнаружено в опыте, на практике. Понятие “предвидение” явля-

ется родовым для всех указанных выше понятий. Предвидение характеризует способность познающего субъекта к опережающему отражению действительности. Специфика познания явлений, возможно, существующих в настоящем, но пока не зарегистрированных, и явлений будущего выражается в понятии “предсказание”.

Особо следует отметить, что когда речь идет об эколого-экономическом предвидении то подразумевается, прежде всего, познание возможных вариантов развития в эколого-экономической сфере. Кроме того, для фиксации этой специфики в эколого-экономических науках используется понятие “эколого-экономическое прогнозирование”. Итог прогнозирования в экономике природопользования отражает понятие “эколого-экономический прогноз”.

«В настоящее время статистики и экономисты не могут дать точные прогнозы. Порой их подсчеты оказываются совершенной ошибочными. Тем не менее отказ от составления прогноза обычно сам связан некоторым подразумеваемым прогнозом. Но оказывается, что средний уровень точности длительных прогнозов, составленных неэкономистами, еще хуже, чем тот уровень, который дают опытные статистики-экономисты» [1. С. 139].

Рассмотрим процедуры, с помощью которых специалисты стремятся предсказывать будущее. Так, к примеру, «для экономистов характерно делать смелые теоретические утверждения, а затем подкреплять их тщательным анализом эмпирических данных о реальной жизни» [2. С. 135].

Смелые теоретические утверждения делают не только экологи и экономисты; это характерная черта, свойственная специалисту любого вида деятельности. И хотя прогнозирование всегда удел исключительно профессионалов, нельзя не обратить внимание и на его предпосылки. Речь идет о том, что в ходе исто-

рического развития люди приобрели способность фиксировать в сознании будущие результаты собственной деятельности, т.е. предсказывать, предвидеть возможные последствия своего действия или бездействия.

Но вернемся к теме исследования. Напомним, что целью работы является анализ и оценка понятия «эколого-экономическое прогнозирование». Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи: во-первых раскрыть своеобразие получения знаний о возможных вариантах развития эколого-экономического социума на основе оптимальных научных методов; во-вторых: рассмотреть место и роль различных методов эколого-экономического прогнозирования; и, в-третьих, проанализировать эти методы с точки зрения предпочтительности их использования для получения эколого-экономических прогнозов.

“Эколого-экономическое прогнозирование” - это понятие для обозначения процесса получения знаний о возможных вариантах развития эколого-экономического социума исключительно на основе специальных научных методов. В отличие от этого понятия, эколого-экономическое предвидение и эколого-экономическое предсказание могут относиться и к получению знаний о возможных вариантах развития этого социума не только на базе научных методов. В условиях современного этапа научно-технической революции эколого-экономическое прогнозирование становится аспектом, составной частью прежде всего хозяйственной деятельности.

Методы эколого-экономического прогнозирования можно представить следующим образом.

Экстраполяционные методы опираются на эмпирические фиксированные законы, т.е. на устойчивые, повторяющиеся ряды явлений. В этой связи необходимо указать, что эмпирическое знание не может быть получено и, разумеется, применено для получения прогностического вывода вне рамок определенной эколого-экономической теории или хотя бы ее фрагментов. С позиции прогнозирования использование любого теоретического знания возможно лишь при осознании условий, сопутствующих его реализации, иначе – при наличии набора эмпирических данных. Объективно существует различие между теоретическим и эмпирическим знанием, что позволяет использовать его как критерий классификации методов прогнозирования.

В эколого-экономическом прогнозировании (как и в научном познании) большую роль играет интуиция, под которой понимается способность предугадывать целое до того, как будут получены все части

данного целого; способность схватывать мысленно, в воображении самое типичное, существенное еще до получения результатов исследования.

Самый простой метод эколого-экономического прогнозирования - экстраполяция; она основана на интуитивной уверенности в том, что направление, тенденция развития будет постоянной на прогнозируемый период.

При анализе метода экстраполяции необходимо учитывать следующее: поскольку экстраполяция отображает устойчивость и повторяемость явлений и процессов, постольку ее элементы присутствуют и во всех других методах эколого-экономического прогнозирования.

Некоторые исследователи переоценивают роль и значение метода экстраполяции, что следует из собственной эмпирическому позитивизму гипертрофии индукции как метода познания. Над такой бездумной экстраполяцией иронизировал Марк Твен. «За сто семьдесят шесть лет, - писал он, - Нижняя Миссисипи стала короче на двести сорок две мили. В среднем это составляет чуть больше, чем миля с четвертью за год. Отсюда следует – в этом может убедиться любой человек, если он не слепой и не идиот, - что в нижнесилурийском периоде (он закончился как раз миллион лет тому назад: в ноябре юбилей), длина Нижней Миссисипи превышала один миллион триста тысяч миль. Точно также отсюда следует, что через семьсот сорок два года длина Нижней Миссисипи будет равна одной миле с четвертью; Каир и Новый Орлеан сольются и будут процветать, управляемые одним мэром и одной компанией муниципальных советников. В науке действительно есть что-то захватывающее. Такие далеко идущие и всеобъемлющие гипотезы способна она строить на основании скудных фактических данных» [З. С. 352].

Нелепый прогностический вывод получен не потому, что метод экстраполяции представляет собой ненадежный инструмент прогностики, а в итоге ошибочного его применения – отсутствия интуитивной и логической оценки размера интервала абстракции, в котором действует тенденция.

Методы моделирования и аналогии. В их основе лежит и эмпирическое, и теоретическое знание. Модель – это, как правило, или какой либо фрагмент теории, или определенный, достаточно изученный объект. Отношения (анalogии и подобия) между моделью и оригиналом устанавливаются с помощью гипотезы, которая имеет ту или иную вероятность.

Модельные методы эколого-экономического прогнозирования характеризуется большим разнообразием форм. Для моделирования эко-

лого-экономических процессов чаще используют такие методы:

модельный эксперимент (основан на анализе опыта развития ограниченной эколого-экономической системы);

информационное (компьютерное) моделирование.

Историческая аналогия имеет ограниченную применимость к эколого-экономическому прогнозированию, так, как будущему состоянию эколого-экономического социумасопутствуют иные исторические условия.

Логические методы эколого-экономического прогнозирования чрезвычайно многообразны. Целесообразно выделить два основных метода моделирования эколого-экономических процессов:

«определение теоретически возможных пределов» развития качественно определенных систем;

сценарии (системные представления) возможного будущего.

Эколого-экономическое прогнозирование, основанное на мнениях экспертов, или экспертная оценка перспектив устойчивого развития того или иного региона, страны, мира в целом.

К этой группе обычно относят:

- индивидуальное интуитивное прогнозирование;
- консенсус (группа экспертов вырабатывает общую точку зрения по определенному вопросу о будущем);
- «мозговая атака», или «брейн-сторминг» (применяется и как способ решения эколого-экономических проблем, и как способ эколого-экономического прогнозирования, особенно когда необходим перебор всех возможных ситуаций в будущем).

Суть метода заключается в том, что специалистам, которые выдвигают любые, пусть и «брედовые», идеи, относящиеся к проблеме, эти идеи можно развивать, можно предлагать собственные, но их нельзя критиковать (анализ, синтез, доработка – потом). В 60-х гг. XX века возникает синектика – усовершенствованная методика «мозгового штурма». Если раньше специалисты собирали время от времени, то теперь создаются постоянные и подготовленные группы – в этом ее основное отличие от исходного способа «мозгового штурма» 50-х гг. прошлого века.

Метод Дельфы. Основан на последовательном опросе экспертов, в ходе которого каждого из них знакомят с мнением других; в итоге ряда циклов выясняют преобладающее мнение. Последняя группа методов наиболее надежна и ей следует уделить больше внимания.

Типы эколого-экономических прогнозов бывают разные: поисковые, нормативные, аналитические и предостерегающие. Если, например, поисковый или изыскательский прогноз исходит из объективно существующих эколого-экономических возможностей, то нормативный прогноз исходит из потребностей, стремлений, ценностных ориентаций субъекта (человека, социальной группы, общества в целом).

Аналитические прогнозы, полученные с помощью методов логического прогнозирования, характеризуются высокой достоверностью и дают связную картину будущего в ее необходимых и существенных отношениях. Прогнозироваться может развитие любой эколого-экономической системы, эколого-экономического или природоохранного вида деятельности.

В начале 70-х годов XX века появилась книга профессора Массачусетского технологического института Джея Форрестера «Мировая динамика»[4]. В ней предпринята попытка системного описания демографии, мирового производства и истощения природных ресурсов. Первая глобальная модель мирового развития, предложенная Дж. Форрестером (США, 1971), основана на упрощенной экстраполяции пяти факторов: роста народонаселения, индустриализации, загрязнения окружающей среды, производства продуктов питания, добычи природных ресурсов. Выход в свет книги Дж. Форрестера совпал с началом работы Римского клуба, объединившего адвокатов, бизнесменов, представителей гуманитарной интеллигенции, заинтересованных в исследовании проблем глобального развития. Римский клуб предложил группе ученых Дж. Форрестера, которую возглавил Деннис Медоуз, выполнить исследования по контракту. Эта группа подготовила в 1972 г. Римскому клубу первый доклад, который представлял собой детализированную модель Форрестера. В докладе предпринята попытка введения в модель обширных статистических данных и проверка ее адекватности.

Попытаемся оценить методологические основы предостерегающего прогноза, предприня-

того возглавляемой Д. Медоузом проектной группой Массачусетского технологического института. Основной вывод, полученный группой, таков: при современных темпах социального, экономического и демографического развития в XXI в. реальностью станет истощение природных ресурсов, массовая гибель людей от голода, опасное для жизни загрязнение окружающей среды и т.п. Во избежание этого необходимо принять меры для ограничения роста населения и устойчивого развития социума в мировом масштабе.

По мнению Д. Медоуза, сегодня (речь идет о 70-х гг. прошлого века) внушают тревогу и страх такие главные тенденции мирового развития как скоренные темпы индустриализации, быстрый прирост населения, истощение невозполняемых ресурсов, рост зон недостаточного питания, ухудшение окружающей среды.

Именно эти пять элементов и приняты в качестве основных в исследовании Медоуза и его сотрудников. Перед группой исследователей была поставлена задача выяснить связь, во-первых, между ростом населения и индустриализацией; во-вторых, между динамикой потребления природных ресурсов и производством продуктов питания.

ВЫВОДЫ:

1. Если современные тенденции роста населения мира, индустриализации, загрязнения окружающей среды, производства пищевых продуктов и истощения ресурсов останутся такими же, какими они были до сих пор, то пределы роста на нашей планете будут достигнуты в какой-то из моментов в следующем столетии. Наиболее вероятный результат этого: внезапное и неуправляемое падение численности населения и объема промышленного производства.
2. Существует возможность изменить современные тенденции роста населения, индустриализации, загрязнения окружающей среды и добиться экологической и экономической устойчивости, которую можно сохранить вплоть до отдаленного будущего. Состояние глобального равновесия можно спроектировать так, что будут удовлетворены основные материальные потребности каждого землянина и он будет иметь возможность реализовать свой индивидуальный потенциал

Группа Д. Медоуза исходит из того, что физические пределы роста не только существуют, но и требуют радикального пересмотра бытующих представлений о сугубо потребительском отношении человека к природе. Из такого понимания вытекает вторая проблема: поскольку индустриальное общество в своем дальнейшем развитии, нацеленном на безграничный экономический рост, все ближе будет подходить к реальным

пределам роста, выход за которые чреват самыми серьезными последствиями, необходимо выявить возможные альтернативы будущего и выбрать из них такую, которая бы способствовала выживанию человечества и разворачиванию творческих потенций всех людей на земле" [5. С. 93].

Группа Д. Медоуза предлагает такое решение глобальных проблем: возможная альтернатива связана со стабилизацией роста капитала и народонаселения и обеспечением на этой основе состояния динамического "глобального равновесия" как каждого региона, так и мира в целом.

Модификации подобных моделей широко применяются разработчиками различных стран мира при прогнозировании различных сторон глобального развития [6. С. 91-101; 7. С. 181-184; 8. С. 276-288; 8. С. 337-340]

В заключение отметим, что успех в развитии понятия «эколого-экономическое прогнозирование» закономерен и в то же время сопряжен с необходимостью критического преодоления необоснованных экстраполяций, исторических аналогий, гипотетических проектов – версий с использованием экспертной оценки. Подобное спекулятивное истолкование ни на йоту не продвинет исследователя в решении проблемы прогнозирования без реального наполнения положительным содержанием сущностных признаков этого понятия.

Эколого-экономическое прогнозирование будет обоснованным тогда и только тогда, когда оно опирается, с одной стороны, на модельные методы исследования, которые разработаны на базе системного подхода, а с другой – на методику оценки возможных сценариев развития социума, в основе которых – также системный подход. Именно эти модельные методы и сценарии возможного развития социума, и выступают наиболее состоятельными элементами и структурами концепта эколого-экономического прогнозирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Самуэльсон П. Экономика: Учебник в сокр. Перевод с англ. – Севастополь: Издательство «Ахтиар», 1995.
2. Там же.
3. Твен М. Жизнь на Миссисипи // Собр. соч. – Т. 4. - М., 1960.
4. Forrester J. World Dynamics. – Cambridge (Mass), 1972.
5. Лейбин В.М. «Модели мира» и образ человека: Критический анализ идей Римского клуба. – М., 1982.
6. Косолапов В.В., Гончаренко А.Н. XXI век в зеркале футурологии. -М., 1987.
7. Сараев А.Д. Проблема системности в философии и антропологии. - К.: ИСИО Украины, 1993.
8. Сараев А.Д. Проблемы системности в философии и валеоэкологии человека. – Киев – Симферополь: Знание, 2001.

Сидякина Г.Г., к.б.н., руководитель Центра биотехнологических исследований
 Крымское отделение Украинского государственного геологоразведочного
 института (КО УкрГГРИ)

Новые экологически чистые технологии в обогащении золотосодержащих руд

Рассматриваются биотехнологические способы извлечения золота из руд и продуктов их обогащения, обеспечивающие комплексное использование минерального сырья и вовлечение в переработку техногенных отходов.

биовыщелачивание, реагент, биоокисление, осаждение мышьяка, пилотная установка, цианиды.

Достижения микробиологии и гидрометаллургии в настоящее время позволяют в значительной мере изменить существующую практику обогащения различных видов минерального сырья.

Применение новых технологий дает возможность вовлечь в переработку огромные запасы забалансовых руд, а также отходы обогатительных фабрик и сложные по составу сульфидные концентраты [1-3].

Новые методы добычи металлов привлекают все более пристальное внимание исследователей [4-5]. Особое значение при этом имеет охрана окружающей среды.

В КО УкрГГРИ на протяжении последних лет проводится интенсивный поиск реагентов - заменителей высокотоксичных цианидов, явившихся причиной нескольких экологических катастроф.

На основе отходов пищевой промышленности создан и испытан принципиально новый, экологически чистый реагент. Применение его не требует реконструкции действующих обогатительных фабрик и полностью вписывается в существующее аппаратное оснащение процесса цианирования. Время выщелачивания золота, в зависимости от типа руд, составляет 24-72 часа, концентрация реагента 0,1-1%. Показана высокая эффективность выщелачивания золота с помощью нашего реагента на рудах и продуктах их обогащения месторождений Украины, Китая и Греции. При обогащении различных типов руд Украины извлечение золота составляет от 66,1 до 98,6%, что вполне коррелирует с результатами цианирования (табл. 1).

Таблица 1

Результаты выщелачивания золота из руд различных месторождений Украины

№№ пп	Тип руды	Продукт	Массовая доля Au в исходной пробе, г./т.	Извлечение Au, %	
				цианид	биореагент
1	Собственно золотой, существенно глинистый	Руда	3,4	96,7	98,6
2	Убого-сульфидный золото-кварцевый	Руда	1,71	70,6	66,1
3	Золото-серебро маломышьяковистый, полуокисленный	Руда	8,2	95,1	93,2
	Золото-маломышьяковистый	Руда	4,0	78,1	71,5
4	Кварц-карбонат-малосульфидный	Руда	2,62	84,2	81,0

Особый интерес представляет апробация предлагаемой технологии на золотосодержащем сырье действующих обогатительных фабрик, что является реальной предпосылкой для возможного внедрения реагента. В связи с этим, проведены детальные исследования на кон-

центрах и хвостах гравитации, а также текущих хвостах действующей в Украине Мужиевской ЗИФ. Показана высокая эффективность исследуемого реагента, извлечение золота составляло от 78 до 95% (табл. 2).

Таблица 2

Выщелачивание золота из продуктов обогащения руд на Мужиевской ЗИФ

Продукт	Массовая доля Au, г/т	Извлечение золота, %	
		цианидом	биореагентом
1. Концентрат 3-х дечного стола	28,2	93,1	93,6
2. Промпродукт стола Джемини	186,9	90,8	89,7
3. Объединенный промпродукт стола Джемини	422	95,0	95,2
4. Хвосты гравитации	0,73	91,0	88,9
5. Хвосты Кнельсона	2,14	79,9	78,7
6. Текущие хвосты фабрики	1,3	87,4	89,5

Большое внимание уделяется разработке прогрессивных технологий выщелачивания мелкого-тонкого золота из лежалых хвостов золотоизвлекательных фабрик. Запасы горной массы в хвостохранилищах измеряются миллионами тонн, мощность отложений нередко превышает 10 метров. Для изучения возможности биотехнологического выщелачивания тонкого золота были отобраны и исследованы картировочные пробы лежалых хвостов в различных зонах хвостохранилища Мужиевской золотоизвлекательной фабрики.

Нами отмечена высокая эффективность биовыщелачивания на продуктах с тонким и мелким золотом. Применение реагента-заменителя цианидов позволило извлечь из лежалых хвостов 91,7% золота, что создает реальные предпосылки для их вторичной переработки.

Предлагаемая технология апробирована пилотными испытаниями в 2003 году на 100 кг промпродукта стола Джемини с массовой долей золота 240 г/т. В процессе биовыщелачивания, осуществляемого в непрерывном режиме, за 72 часа в раствор перешло 92% золота, которое хорошо извлекается традиционным способом - посадкой на уголь или цинковую пыль. Из этого следует, что извлечение золота из биологических растворов не представляет сложности и может успешно осуществляться по техно-

логии действующих золотоизвлекательных фабрик.

В институте создана универсальная биотехнологическая установка, состоящая из узлов биоокисления, биовыщелачивания и осаждения мышьяка, что позволяет осуществлять комплексную переработку руд и продуктов обогащения, как со свободным золотом, так и заключенным в сульфидах. Созданы природные высокоактивные штаммы тионовых бактерий, способные окислять сульфиды и вскрывать связанное золото. Разработан способ биоокисления сульфидных концентратов с супервысоким мышьяком (от 15 до 30%) с последующим выщелачиванием золота не цианидами, а биореагентами. Вся технологическая цепочка является принципиально новой, экологически чистой и может быть успешно внедрена в производство.

Помимо отечественного имеется и зарубежный опыт работ КО УкрГГРИ в области биотехнологии. Сотрудниками отделения на базе Тяньзинской горной Академии (КНР) создана пилотная биотехнологическая установка. В 1998 году на ней проведены укрупненные пилотные испытания по биоокислению концентрата месторождения Люэмэй с 80 г/т Au и 17% As. Извлечение золота после БЮХ составило 84%, прямым цианированием - 15%

В 2002-2003 гг. осуществлены пилотные испытания по биовыщелачиванию золота из руд и концентратов месторождений Китая. Переработано 150 кг кварц-полевошпатовой руды (Au - 2,49 г/т) месторождения Пайшаньлоу. Извлечение золота биореагентами составило 84%, цианидами - 76,4%. Проведены испытания и на полевошпатово-кварцево-сульфидном флотоконцентрате (Au - 107,8 г/т) месторождения Цзиньчанью. Биореагентами в раствор переведено 78,0% Au, цианидами - 89,0%. В последнем случае мы столкнулись с явлением переосаждения золота на глинистые минералы и пирит. В настоящее время отрабатываются режимы извлечения золота в процессе «уголь в пульпе», которые должны снять негативные явления.

В 2004 году греческой компанией «Золоторудная Фракия» для исследований предос-

тавлены 2 пробы руды (барит-каолинит-кварцевой и гидрослюдисто-каолинит-кварцевой) месторождения Пирамо Хилл. Установлено, что показатели биовыщелачивания золота из руды месторождения Пира-мо Хилл близки к результатам цианирования.

Проведенными лабораторными и пилотными испытаниями доказана высокая эффективность биореагентов в процессе выщелачивания золота из руд и продуктов их обогащения, что открывает реальные перспективы для замены цианидов нетоксичными реагентами нового поколения и создания экологически чистых технологий обогащения минерального сырья.

ВЫВОДЫ

1. Создан и успешно испытан на рудах Украины, Китая и Греции новый экологически чистый реагент-заменитель цианидов.
2. Разработан способ биоокисления сульфидных золото-содержащих руд с супервысоким (18-30%) мышьяком.
3. Показана эффективность биотехнологических способов обогащения золотосодержащего сырья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каравайко Г.И., Грудев С.Н. Биоготехнология металлов, ее история, задачи и тенденции развития //Труды Международного семинара, Москва, 1985, с. 20.
2. Кузнецов СИ., Иванов М.В., ЛяликоваН.Н. Введение в геологическую микробиологию-Москва, 1962, с. 10-12.
3. Яхонтова Л.К., Зверева В.П. Основы минералогии гипергенеза.-Владивосток, 2000, с.47.
4. Каравайко Г.И., Берникова Л.М. Микробиологическое растворение самородного золота. Биоготехнологии металлов,-Москва, 1989, с. 346-352.
5. Дж. Росси. Подземное и кучное выщелачивание. Биоготехнология.-Москва, 1996, с.229-231.

Трошеновский А.П., академик, профессор

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Проблемы профессионально-экологической подготовки кадров

Выполнен анализ причин негативно влияющих на формирование окружающей среды. Предложена и внедрена в обучение концепция и универсальная система непрерывной профессионально-экологической подготовки будущих инженеров-строителей. Такие специалисты смогут своей инженерной деятельностью формировать экологически комфортную окружающую среду при сохранении её природной составляющей.

окружающая среда, экология, образование, строительство, универсальная система.

«Все, что экологично-непрерывно экономично»

Этот девиз должен стать основой содержания системы воспитания и образования специалиста любой профессии.

Охранять или формировать окружающую среду? Правомочна ли такая постановка вопроса? Не адекватна ли она бытовавшему в свое время лозунгу о «покорении природы»?

Постараюсь ответить на эти вопросы. Но сначала одно предварительное замечание. Речь идет о терминологии, да и не только.

Действительно, какой смысл вкладывать в слова «окружающая среда» и «окружающая природная среда»?

На мой взгляд первая формулировка носит более обобщенный характер и включает в себя как среду созданную природой, так и возникшую в результате деятельности человека. В связи с этим уместно, пожалуй, говорить, не только о формировании среды, возникающей в результате антропогенной деятельности, но и непрерывной охране при этом природной составляющей её.

Поскольку окружающая среда является единой, то и подход к формированию и охране составляющих её должен быть комплексным.

Необходимо избежать такого положения, когда окружающая среда развивается, а окружающая природная среда постепенно исчезает.

Аномалии и катастрофы, (Чернобыльская трагедия, исчезающий Арал, колоссальные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, проблема дефицита водных ресурсов, усугубляемая ухудшением качества и крайне нерациональным использованием имное другое) вызванные в последние десятилетия техногенной деятельностью человека, заставили изме-

нить критерии оценки окружающей среды. Люди начинают понимать, что выживание человечества зависит от разумного сочетания природных и урбанизированных систем, составляющих единую для человека окружающую среду.

Каковы источники загрязнения окружающей среды?

Общепринято считать основными источниками следующие:

- энергетика;
- промышленность (горно-перерабатывающая, нефтехимическая и т.п.);
- сельское хозяйство;
- коммунальное обслуживание;
- транспорт (особенно автомобильный);
- строительство.

Негативное влияние перечисленных источников загрязнения окружающей среды имеют тенденции к росту. Действительно, состояние окружающей среды зависит во многом от жизнедеятельности человека и с увеличением народонаселения растет опасность ухудшения качества ее природной составляющей. По прогнозам ученых, опубликованным Организацией Объединенных Наций, к 2050г. на нашей планете будут проживать более 9,0 млрд. человек. Сейчас население Земли составляет 6,5 млрд жителей.

Причины столь сложного состояния окружающей среды, особенно ее природной составляющей, очень многообразны, многолики. Вот некоторые, наиболее существенные:

- Деформированная отраслевая структура производства, привела к деформированной территориальной организации производства. В результате возникли центры сверхмощного сосредоточения промышленности, требующие повышенного ресурса потребления энергии, использова-

ния рабочих рук и т.п. Все это приводит к усилению антропогенного воздействия на окружающую природную среду. Пример: Украина – Донбасс. Приднепровье наиболее загрязненные регионы Европы. Сравните –18% территории Украины и 40% общего объема производства;

- Территориально – планировочное размещение крупных промышленных и сельскохозяйственных комплексов без учета геоэкологических, демографических, ресурсных возможностей региона. Пример: «большая химия» в регионе «Всесоюзной здравницы» Крым, где сама природа отторгает такого рода промышленность. Продолжать примеры можно без ограничения.
- Отсутствие своевременной, полной, объективной, научно обоснованной информации о состоянии окружающей среды. Многие люди не понимают и не чувствуют необходимости тесной связи между деятельностью человека и средой его обитания.
- И, пожалуй, **самая главная причина** – это общеэкологическая и особенно, профессионально – экологическая безграмотность населения и специалистов, выпускаемых высшей и средней специальными школами. Зная как правильно решать ту или иную профессиональную задачу (инженерную, правовую, образовательную и пр.), специалист зачастую не умеет оценить экологические последствия принимаемых решений, а следовательно предотвратить возможный ущерб окружающей природной среде. Специалиста попросту не научили этому в существующей системе профессионального обучения, ему не привили глубокого понимания теоретических и практических аспектов системы «Человек-природа». Подготовка инженерных кадров традиционно строительного профиля не позволяет в некоторых регионах, в частности в Крыму, эффективно удовлетворить потребность в специалистах природоохранного направления том числе, связанных с курортной отраслью. Не достаточно ведется целенаправленная подготовка специалистов по инженерной экологии; строительству в неординарных условиях (крутопадающие склоны, неудобья, оползни и т. д.); по формированию ландшафтной архитектуры (система благоустройства, включая садово-парковое искусство); шельфа (создание пляжей бухтообразного очертания, плавающих платформ-пляжей и т.д. и т.п.); по разработке и использованию нетрадиционных источников энергии, по созданию энергосберегающих технологий, строительных материалов, конструкций из отходов промышленных предприятий; по эксплуатации сооружений, экономике и управлению природосберегающими и оздоровительными комплексами. Особого внимания требуют проблемы сейсмической опасности застроенных территорий и регионов планируемого строительства, к их инженерному освоению (инженерная сейсмология, сейсмостойкое строительство, берегоукрепление и т.д.).

В то же время, создав единую государственную систему общеэкологического воспитания населения, особенно детей, а также **систему профессионально-экологической подготовки кадров**, мы могли бы избежать волонтаристских экологически безграмотных решений.

Нами разработана и внедрена в учебный процесс Крымского института (ныне Национальная академия) природоохранного и курортного строительства концепция непрерывной профессионально-экологической подготовки будущих инженеров-строителей. Суть ее заключается в подчинении всего процесса обучения единой конечной цели с последовательным решением задач, необходимых для ее достижения на каждом уровне образования. В условиях рыночной экономики такой целью является подготовка высококвалифицированного специалиста, способного создавать и реализовывать конкурентноспособные природосберегающие технологии, строительные материалы, конструкции, сооружения на всех стадиях возведения и освоения объектов строительства. Концепцией определены основные задачи и этапы обучения (рис. 1).

Концепцией определены основные задачи и этапы обучения (рис. 1).



Рис.1. Концепция профессионально-экологического образования инженера строительной специальности

Кроме концепции разработана и внедрена в учебный процесс универсальная система подготовки инженера строительной специальности

(рис.2). В ее основе лежит переход на четырехуровневый процесс подготовки с блоковым изучением дисциплин на каждом уровне.



Рис.2. Концепция профессионально-экологического образования инженера строительной специальности

На первом уровне изучаются дисциплины, определяющие общенаучную фундаментальную подготовку в сочетании с предметами, формирующими общеэкологическое и нравственное мировоззрение. На втором – специальные инженерно-технические дисциплины изучаются в контексте с инженерно – экологическими. Это позволяет подготовить специалиста, способного принимать грамотные решения как по инженерному обеспечению производственно-технических задач, так и по локальной инженерной защите окружающей природной среды. На третьем этапе – углубленная профессиональная подготовка увязывается с такой же углубленной экологической подготовкой. Специалисты смогут не только оценить, но и спрогнозировать состояние окружающей среды на длительную перспективу, не только свести к минимуму ущерб от проектируемого объекта, но и запроектировать объект таким образом, чтобы он способствовал формированию более комфортной и более безопасной окружающей среды.

И, наконец, экологическая часть четвертого уровня профессионально-экологического образования заключается в ознакомлении с глубинными мировоззренческими проблемами экологии, а сочетание ее с профессиональной подготовкой этого же уровня помогает специалистам находить эффективные инженерные решения этих проблем. Разработанная система позволяет осуществлять не только подготовку, но и переподготовку инженеров любого профиля. Разработаны и внедрены в учебный процесс систе-

ма и рабочий учебный план профессионально-экологической подготовки инженера строителя – технолога. Эти документы позволили не деле осуществить переход на индивидуальную подготовку студентов, начиная с первого уровня и заканчивая дипломным проектом. Они (документы) позволяют рационально использовать учебное время за счет исключения дублирования: создают условия для последовательного обучения студента экологическим знаниям и, в связи с этим, появляется возможность реализовать их (знания) при решении прикладных инженерных задач в процессе обучения и будущей профессиональной деятельности.

Внедрение в учебный процесс системы профессионально-экологической подготовки – гарантия того, что будущий специалист будет грамотно решать вопросы сохранения земель при застройке территорий, учитывать экологическую и демографическую ёмкость региона, осуществлять экологическую компенсацию её ёмкости инженерно-техническими средствами, создавать стабильные урбоэкологические системы, использовать современные конструктивные решения зданий и сооружений биопозитивного характера, утилизировать промышленные отходы для производства из них строительных материалов, изделий, конструкций и т.д.

Одним словом, своей инженерной деятельностью специалист сможет формировать экологически комфортную окружающую среду при обязательном сохранении её природной составляющей.

Раздел 6. Водообеспечение и водоотведение, гидромелиорация, теплоснабжение и энергетика

УДК 697.32.001.24(075.8)

Анисимов С.Н., доцент, Боровский Б.И., д.т.н., профессор, Сапронова З.Д., к.г.-м.н., профессор

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Определение высоты и диаметров конических и цилиндрических дымовых труб с учетом необходимого рассеивания в атмосфере вредных веществ

Получены обобщенные соотношения для определения выбросов вредных веществ при сгорании в котельных различных топлив. С помощью этих и других соотношений в результате численного эксперимента найдены простые зависимости, позволяющие определить высоту и диаметры конических и цилиндрических дымовых труб с учетом необходимого рассеивания в атмосфере вредных веществ при сжигании различных топлив.

дымовая труба коническая и цилиндрическая, вредные вещества, экологическая высота дымовой трубы, скорость дыма на выходе из дымовой трубы

В соответствии со СНиП [1] высота дымовых труб при искусственной тяге определяется с учетом необходимого рассеивания в атмосфере вредных веществ. Высота дымовых труб естественной тяги определяется на основании аэродинамических расчетов и проверяется по условиям рассеивания вредных выбросов.

Расчеты показывают, что при естественной тяге высота трубы существенно превышает экологическую высоту, найденную из условия необходимого рассеивания вредных выбросов. Определение высоты дымовой трубы искусственной тяги является сложной задачей, т.к. расчет должен вестись для зимнего и летнего периодов работы котельной с учетом рассеивания каждого вредного вещества при неизвестной наперед температуре дымовых газов (дыма) в трубе, определяемой аэродинамическим расчетом трубы. В данной статье получены обобщенные зависимости, позволяющие значительно упростить расчет высоты и диаметров дымовой трубы искусственной тяги.

Экологическая высота дымовой трубы, при которой обеспечиваются благоприятные условия для рассеивания в атмосфере вредных выбросов, такая, когда в приземном слое не превышает разность предельно допускаемой максимальной разовой концентрации (ПДК_{м.р.}, мг/м³) и значения фоновой концентрации (С_ф, мг/м³). Экологическая высота определяется по формуле [2]:

$$H_э = \sqrt{\frac{AFmn\eta(\text{ПДВ})}{(\text{ПДК}_{\text{м.р.}} - C_{\text{ф}})^3 Q_{\text{дс}} \Delta t_{\text{дв}}}}, \text{ м} \quad (1)$$

где: ПДВ – предельно допустимый выброс загрязненного вещества, г/с; А- коэффициент, учитывающий неблагоприятные метеорологические условия, для Крыма А =200; F-коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосфере: для газообразных веществ и мелкодисперсных аэрозолей, скорость оседания которых 3-5 см/с, F =1; m, n – коэффициенты, учитывающие условия выхода дыма из дымовой трубы: n=1, m=1,491 при сжигании мазута и угля; при сжигании газа m=1,488; n=1; η - коэффициент влияния рельефа местности на рассеивание вредных веществ: η=1, если в радиусе 50Н от трубы перепад отметок местности не превышает 50 м/км ; Δt_{дв} - разность температур дыма (t_{вых}) и воздуха(t_в) на выходе трубы:

$$\Delta t_{\text{дв}} = t_{\text{вых}} - t_{\text{в}}$$

Температура на выходе трубы находится по формуле

$$t_{\text{вых}} = t_{\text{вх}} - \Delta t,$$

где t_{вх} - температура дыма на входе в дымовую трубу (определяется по характеристикам котла);

Δt -снижение температуры в трубе [3]:

$$\Delta t = H \frac{K}{\sqrt{D}}, \text{ } ^\circ\text{C}$$

здесь Н- высота дымовой трубы, м; D- паропроизводительность котельной, т/ч; коэффициент К определяется материалом трубы.

Требование [1] по отсутствию в дымовых трубах конденсата обеспечивается при t_{вых} >60 °С.

Секундный расход дыма, м³/с
- при сжигании мазута и угля

$$Q_{dc} = 0,00028 \alpha V^0 Q_k \frac{t_{вых} + 273}{273}$$

(размерность Q_k - кг/ч);
- при сжигании газа

$$Q_{dc} = 0,00028 Q_k (1 + \alpha V^0) \frac{t_{вых} + 273}{273}$$

(размерность Q_k - м³/ч)

где α - коэффициент избытка воздуха за котлом; V^0 - теоретическое количество воздуха, необходимое для сжигания единицы топлива.

Часовой расход топлива котельной (кг/ч, м³/ч)

$$Q_k = 2620D/q_H$$

где q_H - низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг (МДж/м³).

При сгорании природного газа образуются два вредных вещества: 1- оксид углерода CO; 2 - диоксид азота NO₂. При сжигании мазута и угля дополнительно образуются: 3- сернистый ангидрид SO₂ и 4-пыль, вызванная зольностью топлива.

Таблица 1.

Предельно-допустимые концентрации и фоновые значения концентраций (для Крыма) для указанных вредных веществ.

№ п/п	Вредное вещество	ПДК м.р., мг/м ³	Сф, мг/м ³	ПДК м.р.-Сф, мг/м ³
1	Оксид углерода	5,0	1,86	3,14
2	Диоксид азота	0,085	0,046	0,039
3	Сернистый ангидрид	0,5	0,011	0,489
4	Пыль	0,5	0,21	0,290

Линеаризация и обобщение данных работы [4] позволили получить следующие значения для ПДВ, входящие в формулу(1), г/с:

1) оксид углерода ПДВ₁=0,00028 K_{co}q_HQ_k,

где: для газа K_{co}=0,18 (паровые и водогрейные котлы); для мазута

K_{co}=0,32 (камерные топки); для антрацита K_{co}=3,0 и для каменного угля K_{co}=7,0 (слоевые топки);

2) диоксид азота

- для газа ПДВ₂=1,8·10⁻⁵q_HQ_k(1+0,097 lg D);
- для мазута ПДВ₂=2,5·10⁻⁵q_HQ_k(1+0,097 lg D);
- для антрацита ПДВ₂=3,0·10⁻⁵q_HQ_k(1+0,29 lg D);
- для каменного угля ПДВ₂=5,2·10⁻⁵q_HQ_k(1+0,24 lg D);

3) сернистый ангидрид

- для мазута ПДВ₃=0,0055 S^pQ_k;

- для угля ПДВ₃=0,005 S^pQ_k;

(S^p - содержание серы в топливе);

4) пыль (твердые частицы)

- для мазута (камерные топки)

ПДВ₄=0,0028 A^pQ_k,

(A^p-зольность топлива);

- для угля (слоевые топки)

ПДВ₄=0,00031 A^pQ_k(1-K_{оч}),

где K_{оч} - коэффициент очистки газа от пыли; угольные котельные должны оборудоваться установками для очистки дыма от золы в случае [1]

A^pQ_k > 5000;

в зависимости от типа золоулавливающего устройства коэффициент очистки K_{оч} = 0,80 - 0,96.

С использованием приведенных выше соотношений проводился численный эксперимент для определения по различным вредным веществам высоты дымовых труб при работе котельных в зимний (t_в=10⁰С [2]) и летний период (t_в=32⁰С) на различных топливах при паропроизводительности D=1...30 т/ч. Результаты расчетов показали, что наибольшая экологическая высота соответствует:

- а) зимнему периоду, так как в этот период возрастают выбросы в связи с увеличением потребления топлива на отопление зданий;
- б) выбросам диоксида азота из-за малой разности ПДК_{м.р.}-С_ф (см.табл.).

С учетом изложенного, в результате численного эксперимента получены следующие соотношения для определения экологической высоты трубы:

$$H_s = 10 + k_1 \sqrt{D}, \quad (2)$$

где: коэффициент K₁ определяется видом топлива:

- для природного газа (метана) k₁=4,5;
- для мазута k₁=5,7;
- для антрацита k₁=6,9;
- для каменного угля k₁=9,4.

Рассчитанное по формуле (2) значение высоты округляется до большего унифицированного значения H: от минимального значения 20м [3] до 80м через 5м, затем 90, 100 м.

В случае конкретной котельной правильность такого выбора высоты дымовой трубы H можно легко проверить с помощью формулы (1)

и приведенных выше соотношений для параметров, входящих в эту формулу.

Отметим, что для некрымских регионов рассчитанная по формуле (2) высота трубы может быть уточнена пересчетом по формуле (1) с учетом региональных значений коэффициента A и разности $(\text{ПДК}_{\text{м.р.}} - C_{\phi})$ для диоксида азота.

Для определения диаметра дымовой трубы на выходе воспользуемся выражением для самотяги трубы искусственной тяги [3]

$$gH(\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{вых}}) = h_{\text{тр}} + \rho \frac{V_{\text{вых}}^2}{2}, \quad (3)$$

где: $h_{\text{тр}}$ - потери на трение в трубе, (Па); $V_{\text{вых}}$ - скорость дыма на выходе трубы (м/с).

Плотность дыма на выходе из трубы, кг/м³

$$\rho_{\text{вых}} = 1,34 \frac{273}{273 + t_{\text{вых}}},$$

где значение 1,34 кг/м³ – плотность дыма при нормальных условиях: $T_0 = 273$ К, $P_0 = 0,1$ МПа.

Плотность воздуха, кг/м³

$$\rho_{\text{в}} = 1,293 \frac{273}{273 + t_{\text{в}}},$$

где 1,293 кг/м³ – плотность воздуха при нормальных условиях.

Потери на трение в конической дымовой трубе рассчитываются по формуле [5]:

$$h_{\text{тр}} = \rho_{\text{вых}} \frac{\lambda V_{\text{вых}}^2}{16i}, \quad (4)$$

где i - коэффициент трения в трубе; i – уклон ствола трубы.

Подставляя формулу (4) в равенство (3), получим выражение для скорости дыма на выходе трубы:

$$V_{\text{вых}} = \sqrt{\frac{16giH(\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{вых}})}{\rho_{\text{вых}}(8i + \lambda)}}$$

По скорости находится диаметр трубы на выходе

$$d_{\text{вых}} = 1,13 \sqrt{Q_{\text{дс}} / V_{\text{вых}}}. \quad (5)$$

Входной диаметр конической трубы определяется соотношением $d_{\text{вх}} = d_{\text{вых}} + 2iH$.

Потери на трение в цилиндрической дымовой трубе находятся по формуле [3]

$$h_{\text{тр}} = \rho_{\text{вых}} \lambda \frac{H}{d} \frac{V_{\text{вых}}^2}{2}. \quad (6)$$

где d - диаметр цилиндрической трубы.

С помощью соотношений (5) и (6) преобразуем равенство (3) в следующий вид

$$H = \frac{0,5 \rho_{\text{вых}} V_{\text{вых}}^2}{g(\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{вых}}) - 0,44 \rho_{\text{вых}} \frac{\lambda}{\sqrt{Q_{\text{дс}}}} V_{\text{вых}}^{2,5}}.$$

Из последнего соотношения скорость $V_{\text{вых}}$ найдем методом приближения, графически. После чего определяем диаметр цилиндрической трубы по формуле (5).

ВЫВОД:

Обобщение результатов численного эксперимента позволило получить простые соотношения, позволяющие определить высоту и диаметры конических и цилиндрических дымовых труб с учетом необходимого рассеивания в атмосфере вредных веществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. СНиП –35-76. Нормы проектирования. Котельные установки. –М.: Стройиздат, 1976. –37 с.
2. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. –Л.: Гидрометиздат, 1987.–72 с.
3. Гусев Ю.Л. Основы проектирования котельных установок. –М.: Стройиздат, 1973. –248 с.
4. Методические указания по расчету выбросов загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлах производительностью до 30 т/ч. –М.: Гидрометиздат, 1985.–93 с.
5. Аэродинамический расчет котельных установок./Под ред. С.И. Мочана.-Л.: Энергия, 1977.-256с.

Бекиров Э.А., к. т. н., доцент, Воскресенская С.Н., студентка-дипломница
Национальная академии природоохранного и курортного строительства

Анализ роста использования фотоэлектрических модулей и предложение по устройству преобразования постоянного тока в переменный ток.

Рассматривается рост производства и использования фотоэлектрических модулей, методика определения требуемой площади солнечных батарей и система преобразования получаемого постоянного тока в переменный. фотоэлемент, солнечная батарея (фотоэлектрический модуль, фотоэлектрическая батарея), фотоэлектрическая установка, фотоэнергетика, преобразовательные устройства, импульсный стабилизатор напряжения, стабилизация напряжения, блок синхронизации.

В последнее время во многих странах возникла проблема нехватки электроэнергии. Многие страны пытаются найти решение проблемы, не прибегая к традиционным решениям: ТЭС, АЭС. Существенную роль играют экологические соображения. Использование фотоэлектрических батарей для производства электроэнергии является одним из самых безопасных среди известных методов. Эти устройства не производят шума, не дают отходов, не требуют топлива, кроме солнечного света.

Солнечная батарея (фотоэлектрический модуль) состоит из фотоэлементов, которые в свою очередь представляют собой полупроводниковые устройства, преобразующие солнечный свет непосредственно в электричество. Технология производства фотоэлементов основана на кремнии - одном из наиболее распространенных на Украине элементов. Процесс фотоэлектрического преобразования является замкнутым, в нем нет движущихся механизмов, не потребляются и не выделяются никакие вещества.

Использовать фотоэлектрическую систему можно практически в любой сфере, где требуется электроэнергия: освещение, работа насосов, охлаждение, радиопередача, приводят в действие выключатели, заряжают аккумуляторы, подают электричество в общую энергосистему и др.

Компания Белл Лабораториз в Соединенных Штатах была первой, кто разработал солнечные элементы на кремниевых полупроводниках. Это было в 1954 году. В то время коэффициент преобразования солнечной энергии был низким – всего несколько процентов. Но в 1970-х годах коэффициент преобразования солнечных элементов вырос до 15%, что сделало их пригодными для практического применения. Коэффициент полезного действия современных солнечных элементов достигает почти 20%. Количество электроэнергии,

получаемых из солнечных лучей, равно приблизительно 1 кВт на каждый кв. метр освещенной солнцем поверхности. Это значит, что солнечный элемент с площадью поверхности в 1 м² и коэффициентом полезного действия 20% может генерировать 200 Вт электричества. Увеличение коэффициента полезного действия уменьшает удельную себестоимость производства электричества, что позволяет производить большее количество электроэнергии без увеличения площади солнечных батарей.

Начиная с 2000 года в мире наблюдается значительный рост в производстве и продаже фотоэлектрической продукции. Катализатором такого роста послужили решения по стимулированию использования фотоэлектрической продукции в центральной энергосистеме, принятые, в первую очередь, в Японии и Германии.

Мировое производство модулей возросло до 288 МВт в 2000 г., что на 87 МВт больше, чем в рекордном 1999 г. (201 МВт). Например, только в Японии производство фотоэлектрических батарей возросло на 61%, достигнув в 2000 г. отметки в 128,6 МВт, в то время, как в Европе производство увеличилось на 50%, а в США на 23,3%.

Восемь лидирующих производителей генерировали в 2000 году 235,3 МВт, или 82% всего мирового выпуска. Японские компании занимают первое и второе места в этом списке: Sharp – 50,4 МВт и Kyocera – 42 МВт. На третьем месте находится BP Solar. Siemens Solar и ActorPower занимают соответственно 4 и 5 места. По статическим оценкам специалистов подобный рост наблюдался и в 2001 г.

Основываясь на серьезном исследовании, проведенном в фотоэлектрической промышленности, информативно-консалтинговая фирма PV Energy Systems сделала оценку по подключению модулей для центральных энергосистем как жи-

лого, так и коммерческого секторов. Для сравнения, в 1999 г. в этих секторах было установлено 60 МВт, а в 2000 г. – уже более 120 МВт. Мощность установок в Германии возросла до 45 МВт, а в Японии до 65 МВт. Оставшиеся 10 МВт можно разделить между США (4–5 МВт) и Европой (4–5 МВт).

В 2002 году мировое производство электроэнергии солнечными элементами равнялось примерно 520 МВт (на основе суммарного количества кВт, которое могут генерировать элементы). Производство электроэнергии в Японии составило 48,9 % от общего количества – 255 МВт – что позволило Японии стать ведущим мировым производителем солнечных элементов. Япония является мировым лидером по производству солнечной электроэнергии. При проведении исследования в 2001 финансовом году объем производства солнечной электроэнергии в стране составил приблизительно 450 МВт. Это примерно в двое больше объема производства такой электроэнергии в Европе и втрое больше, чем в Соединенных Штатах. В 1992 году на установку системы солнечной электроэнергии, способной производить 1 кВт электроэнергии, потребовалось бы почти 4 миллиона иен. Сегодня на ней красовался бы ценник примерно в 800 000 иен – в пять раз дешевле, чем это было десять лет тому назад. Это уже не так дорого, поскольку сами солнечные панели стали дешевле, а преобразователи постоянного/переменного напряжения и другое периферийное оборудование сейчас имеют более практичную конструкцию. Средняя японская семья из четырех человек потребляет примерно 3 или 4 кВт электричества в час. Они могли бы генерировать такое количество энергии с помощью солнечных панелей на крыше, если направленная к солнцу часть крыши составит 20–30 квадратных метров. Японское правительство поставило цель к 2010 году получать примерно 4820 МВт электроэнергии от солнечных батарей, в 10 раз больше первоначального уровня. Это сэкономит приблизительно 118 000 000 килолитров сырой нефти, а значит уменьшит выброс углекислого газа в атмосферу от сжигания нефти. [1]

К сожалению ни в России, ни на Украине фотоэнергетика не достигла значительных объемов. Эти страны только предпринимают попытки внедрить использование нетрадиционных источников энергии в более широких масштабах. Отсутствие финансирования для развития данной отрасли привело к отставанию от мировых лидеров

производителей и ситуация не изменится, возможно, еще долгие годы. В настоящее время в Украине существует несколько компаний, занимающихся фотоэлектрическими преобразователями (так, например, ОКБ “Рута” и ОАО “Гравитон” выпускают фотоэлектрические преобразователи, применяемые для изготовления солнечных батарей, обеспечивающих электропитание радиоприемников, телевизоров, светильников, компьютеров и т. п.). По прогнозам ученых дополнительная выработка электроэнергии от работы солнечных фотоэлектрических преобразовательных батарей может составить за период с 2001 по 2005 год – 0,72 млн. кВт*ч, за период с 2006 по 2010 год – 1,8 млн. кВт*ч (при выработке в 2000 г. – 0,30 млн. кВт*ч).

Но вклад в развитие нетрадиционных источников энергии и фотоэнергетики в частности, могут внести и отдельные потребители в частном секторе. Для того, чтобы солнечная система с аккумуляторами могла питать необходимое оборудование энергопотребление приборов не должно превышать мощность генератора. Поэтому необходимо правильно рассчитать размер системы. Для этого составляется список электроприборов и указывается потребляемая ими мощность. Так как солнечная батарея вырабатывает постоянный ток, а приборы потребляют переменный необходимо умножить среднее потребление на коэффициент C . В таблице 1 приведен пример для нескольких видов приборов.

Таблица 1.

Определение потребности в электроэнергии.

Электроприборы	Потребляемая мощность, Вт	C	Общая потребность в электроэнергии, Вт
1	2	3	4
Флуоресцентные лампы	40	1,5	60
Магнитофон 12 В	12	1,0	12
Ч/б телевизор	20	1,0	20

Каждый конкретный прибор, будь то лампочка в коридоре, кладовой, телевизор, магнитофон или какие-либо другие бытовые оборудование, работает различное число часов или же минут (лампочка в кладовой), поэтому полученное в графе 4 таблицы 2 значение нужно умножить на время работы (в часах). В результате получим энергопотребление в Вт*ч в течение дня (пример приведен в таблице 2).

Таблица 2.

Определение энергопотребления электроприборами.

Электроприборы	Мощность, Вт	Время работы в сут., ч.	Энергопо- требление в сут.,
1	2	3	4
Флуоресцентная лампа	60	4	240
Флуоресцентная лампа	60	0,25	15
Магнитофон 12 В	12	5	60
Ч/б телевизор	20	4	80
Вентилятор	12	2	24
Итого:			419

Необходимая площадь фотоэлементов:

$$F_{ТРЕБ} = W_{ПОТР} / W_{ТЕХН} ,$$

где: $W_{ПОТР}$ – потребляемая энергия (графа 4 таблицы 3); $W_{ТЕХН}$ – технический потенциал солнечной энергетики (Вт*ч).

$$W_{ТЕХН} = K_{ТР} * W_{ГОР}^{ВАЛ} * F * \tau * \eta_{СЭ} * \eta_N ,$$

где: $K_{ТР}$ – коэффициент пересчета солнечной радиации с горизонтальной площадки на наклонную; $W_{ВАЛ}^{ГОР}$ – валовый потенциал солнечной энергии, приходящийся на горизонтальную площадку (Вт*ч/м²), определяемый как сумма солнечной радиации поступающей за год; F – удельная площадь 1 фотоэлемента 1 м²; τ – коэффициент светопропускания покрытия модулей; $\eta_{СЭ}$ – коэффициент полезного действия солнечных элементов (КПД); η_N – суммарный КПД преобразования и передачи энергии фотоэлектрической установки к потребителю.

$$\eta_N = K_{ЗАП} * \eta_U * \eta_{Э} ,$$

где: $K_{ЗАП}$ – коэффициент заполнения поверхности фотоэлементов; η_U – коэффициент, учитывающий потери энергии на последовательное соединение элементов; $\eta_{Э}$ – коэффициент, учитывающий потери энергии в инверторе и при передаче энергии потребителю.

Ограничениями для более широкого внедрения фотоэлектрических установок (в том числе в частном секторе) являются стоимость оборудования, в редких случаях – размер бата-

рей солнечных элементов. Чем меньше система, тем она дороже стоит в пересчете на единицу мощности. Стоимость самих фотоэлектрических модулей составляет 1/3 и 1/2 от стоимости всей системы. Выработка энергии в среднем составляет от 2 до 6 кВт*час на каждый ватт фотоэлектрической батареи в день в зависимости от времени года и географического положения. Цена электроэнергии, полученной на солнечных фотоэлектрических установках, за последние 15 лет снизилась в 5 раз, со 100 до 20 центов за кВт*ч, но остается все еще высокой. Такие установки могут работать как автономно, так и в электросети, они состоят из солнечной батареи, инвертора, накопителя (аккумулятора) и системы автоматического управления (рис. 1).

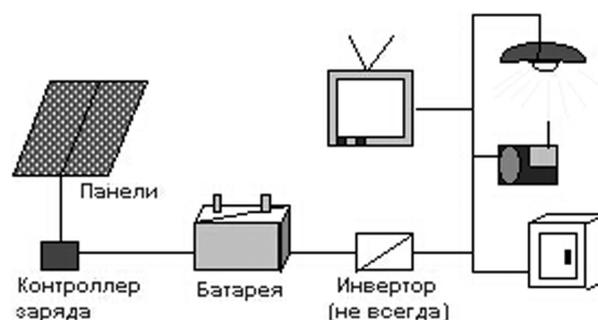


Рис. 1. Принципиальная схема фотоэлектрической установки.

Анализ литературных источников показывает, что электроэнергия вырабатываемая с помощью солнечных элементов используется в основном в автономных режимах питания приемников энергии небольшой мощности.

Остро стоит вопрос о преобразовании солнечной энергии в энергию электрическую переменного синусоидального тока с последующим подключением в единую электрическую систему промышленной сети. Данный вопрос мало освещен в литературе и имеющиеся источники не ставили задачи о преобразовании солнечной энергии в энергию переменного синусоидального напряжения и включение его в общую сеть согласованным по частоте и фазе с частотой и фазой напряжения сети, ввиду низкого КПД, сложностью согласования по частоте и фазе, дороговизной вырабатываемой электрической энергии.

Устранить или уменьшить значения этих недостатков можно с помощью следующих мероприятий:

- для увеличения КПД необходимо увеличить мощности преобразовательных устройств;
- согласование напряжения, вырабатываемое с помощью нетрадиционного источника и преобра-

зованное в переменное синусоидальное напряжение по частоте и фазе с напряжением общей сети, можно добиться с использованием электронных и цифровых устройств;

- дороговизна вырабатываемой электроэнергии связана с дороговизной аппаратуры и солнечных элементов. С каждым годом стоимость электронных и цифровых устройств, солнечных модулей снижается за счет использования современных технологий.

Предлагается метод преобразования солнечной энергии в энергию электрическую. Важным является то, что предлагаемый метод, включающий способы и устройства преобразования энергии постоянного тока солнечных батарей в энергию переменного тока не нуждаются в дополнительном питании от внешнего источника, то есть собственное потребление электроэнергии преобразовательной установкой осуществляется только от преобразованной энергии.

Метод преобразования солнечной энергии в энергию электрическую переменного синусоидального тока включает:

- преобразование солнечной энергии в энергию постоянного тока (осуществляется с помощью солнечных батарей на полупроводниковых элементах);
- стабилизация напряжения постоянного тока, поступающего от нетрадиционного источника (осуществляется с помощью импульсных стабилизаторов напряжения);
- преобразование постоянного стабильного напряжения в переменное синусоидальное напряжение 220 В и 50 Гц;
- синхронизация переменного напряжения синусоидальной формы, получаемое с преобразователя с переменным синусоидальным напряжением промышленной сети и включение получаемого напряжения в энергосистему.

На рис. 2 представлено устройство для преобразования постоянного тока нетрадиционного источника в переменный синусоидальный ток.

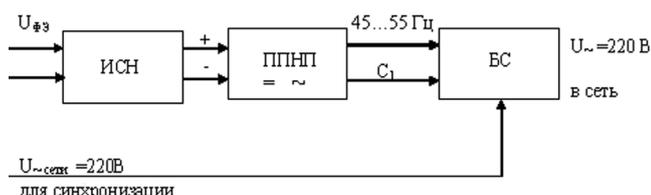


Рис. 2. Функциональная схема преобразования постоянного тока нетрадиционного источника в переменный синусоидальный ток.

Устройство работает следующим образом. Источник стабилизированного напряжения (ИСН) обеспечивает преобразование постоянного тока в переменный стабильным биполярным напряжением постоянного тока, которое необходимо для работы этого преобразователя. Преобразователь постоянного напряжения в переменный (ППНП) обеспечивает преобразование биполярного напряжения от источника стабилизированного напряжения в переменное синусоидальное напряжение ≥ 220 В и частотой 50 ± 5 Гц.

Блок синхронизации (БС) обеспечивает подключение выхода преобразователя напряжения в сеть при равенстве частот преобразователя напряжения и напряжения сети с точностью $\pm 0,1$ Гц, и если напряжение преобразователя постоянного напряжения в переменное больше, чем напряжение сети [3].

Развернутая блок-схема преобразователя постоянного напряжения фотоэлектрического преобразователя в переменное синусоидальное напряжение с подключением в питающую сеть представлена на рис. 3.

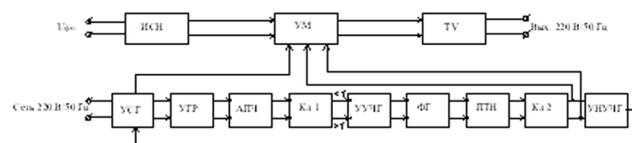


Рис. 3. Развернутая блок – схема преобразователя постоянного тока в переменный.

- ИСН – импульсный стабилизатор напряжения
- УМ – усилитель мощности
- ТВ – выходной трансформатор
- УСГ – устройство синхронизации генератора
- УГР – устройство гальванической развязки
- АПЧ – устройство автоматической подстройки частоты
- Кл 1, Кл 2 – ключи
- УУУГ – устройство управления частотой генератора
- ФГ – функциональный генератор
- ПТН – преобразователь напряжения треугольной формы в напряжение синусоидальной формы
- УНУЧГ – устройство начальной установки частоты генератора

Предлагаемые преобразователи постоянного напряжения нетрадиционных источников энергии позволяют преобразовать это постоян-

ное напряжение в переменное синусоидальное напряжение частотой 50 Гц возможностью подключения его в единую энергетическую систему с согласованием по частоте и фазе с напряжением сети.

В качестве примера ИСН может быть приведена принципиальная схема однотактной силовой части ИСН (рис. 4).

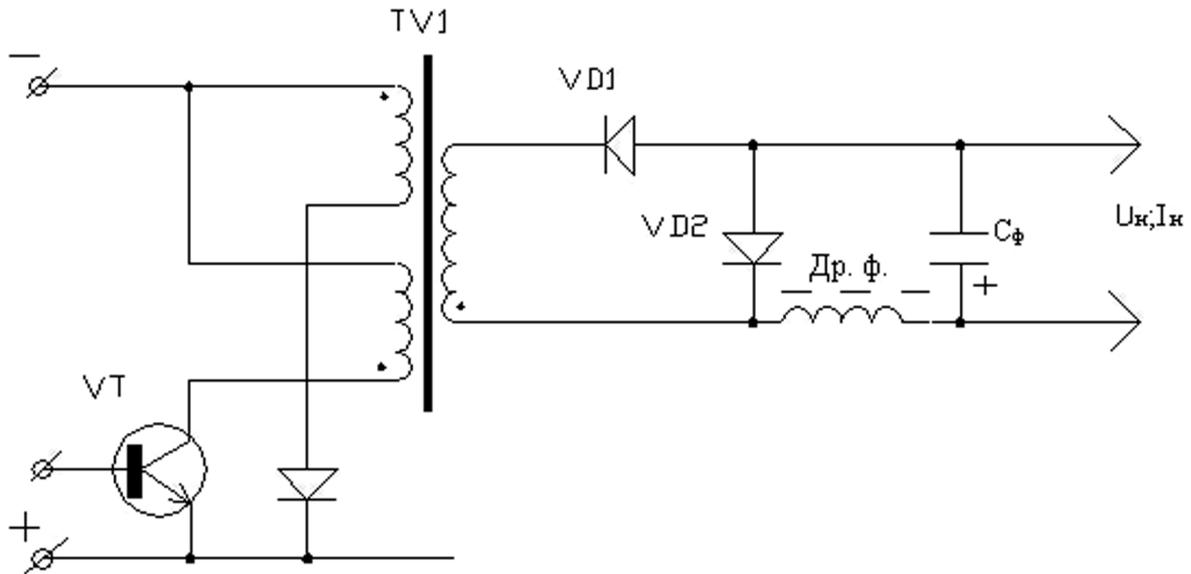


Рис. 4. Принципиальная схема однотактной силовой части ИСН.

Рассмотрим ИСН мощностью

$P_H = 2000 \text{ Вт}$, $U_H = 220 \text{ В}$ – выходное стабилизированное постоянное напряжение блока; $I_H = 9,091 \text{ А}$ – номинальный ток нагрузки. Исход-

ными данными также являются: $K_{BX1} = 0,8$ – коэффициент для расчета минимального входного напряжения; $K_{BX2} = 1,2$ – коэффициент для расчета максимального входного напряжения; $I_{H \min} = 0,45 \text{ А}$ – минимальный ток нагрузки; $U_H \sim = 8,8 \text{ В}$ – переменная составляющая выходного постоянного напряжения ИСН (пульсация), размах; $f = 2 \text{ кГц}$ – частота работы силовых транзисторов ИСН; материал сердечника М6000НМ1.

При расчете выходного фильтра ИСН производится вычисление следующих параметров:

- относительное значение пульсаций 1-й гармоники на выходе выходного высокочастотного фильтра.

$$S = \frac{4 * 100}{\pi * \gamma_{\min} * \sin[90^\circ * \gamma_{\min}] * \cos[90^\circ * \gamma_{\min}]},$$

где γ_{\min} – минимальное значение коэффициента заполнения импульсов напряжения на трансформаторе.

$$S = 172,34$$

- Коэффициент пульсаций на выходе блока ИСН

$$a_n = \frac{U_H}{2U_H} * 100,$$

где $\frac{U_H}{2}$ – амплитуда переменной составляющей на выходе фильтра ИСН

$$a_n = 2\%$$

- Требуемый коэффициент подавления пульсаций выходным фильтром.

$$Q_n = S / a_n [2]$$

$$Q_n = 86,17$$

На основании вышеизложенного для ИСН могут быть применены следующие элементы:

VT – транзистор КТ 812 А

VD1 и VD2 – диоды 2Д 220В

C_ϕ – конденсатор фильтра К50-15 (5 мкФ) с дросселем фильтра Д264

ВЫВОД:

На основе анализа литературных источников выявлен рост производства фотоэлектрических модулей. Приведены формулы для расчета необходимой площади фотоэлектрических модулей в зависимости от энергопотребления. Предложена блок – схема преобразователя, осуществляющего преобразование постоянного напряжения фотоэлектрической установки в переменное синусоидальное напряжение к питающей сети.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Цутя Харуки: статья “Япония развивает направление “зеленой энергии”. Гелиоэнергетика указывает путь в будущее.” “Ниппония” №28 2004 г. Стр. 10 -11.
2. Источники электропитания РЭА. Справочник./ Под ред. Г. С. Найвелья – М.: Радио и связь, 1985. – с. 576 с ил.
3. Патент Украины №66527. Преобразователь солнечной энергии в электроэнергию переменного тока промышленной частоты. Бекиров Э. А. Бюллетень ВАК України.- 2004.- №5. Н02 М7/5395. – с. 42.

Бойчук С.Д.

Симферопольский «Водоканал», директор

Мякишев В.А., к.т.н., доцент, Котовская Е.Е., студентка

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Структура Рабочей программы введения в действие нового стандарта «Вода питьевая...» в предприятиях «Водоканал»

Разработаны положения программы внедрения нового стандарта на питьевую воду на предприятиях, предложен порядок лабораторных исследований качества воды

сооружения водопровода, нормы, показатели качества, эксплуатация, модернизация, затраты

Девять лет назад в Украине был введен в действие новый стандарт ДСанПиН «Вода питьевая...» № 383, 1996 г. взамен ГОСТ «Вода питьевая» 1982 г. Требования нового стандарта максимально приближены к аналогичным европейским нормам. Внедрение его в водопроводно-канализационном хозяйстве и органах санитарно-эпидемиологического надзора связано огромными финансовыми затратами, поэтому было принято решение отнести сроки его введения в действие на 2005 год.

До настоящего времени в государственных органах нет единой концепции о порядке работы по внедрению нового стандарта в водоканалах населенных мест и в целом в данной отрасли АР Крым. Также отсутствуют апробированные в стране методики привлечения инвестиций в отрасль, экономического и технологического обоснования оптимальных решений по модернизации объектов водопроводного хозяйства

Разработанная на кафедре Водоснабжения НАПКС «Структура и основные этапы Рабочей программы введения нового стандарта «Вода питьевая...» в водопроводно-канализационных предприятиях», подготовлена с учетом реальной ситуации в водоканалах, многолетнего практического опыта внедрения стандартов на питьевую воду в других странах и предназначена для практической работы в подразделениях и в целом в отрасли.

Основной задачей Рабочей программы введения в действие нового стандарта качества питьевой воды на муниципальных водопроводах является:

- разработку методики для принятия решений в предприятиях «Водоканал» и в отраслевых органах управления отраслью, занима-

- ющихся внедрением нового стандарта;
- обеспечение барьерной функции водоочистной станции и сети в отношении взвешенных веществ, продуктов цветности, фенолов, пестицидов, СПАВ, бактерий, вирусов;
- предотвращение дополнительного образования токсичных хлорорганических соединений воды в процессе её обработки и транспортирования;
- проведение системной проверки качества продукции в соответствии с новыми стандартами на всех этапах производства питьевой воды;
- принятие эффективных предупреждающих мер к виновникам систематического или аварийного загрязнения источника питьевой воды биогенными или токсичными соединениями [1].

Рабочая программа должна состоять из двух направлений:

- техническое перевооружение и оснащение объектов предприятия в соответствии с требованиями нового стандарта **по схеме: источник питьевой воды – водозабор – водоочистная станция – сети – резервуары – лаборатории;**
- обеспечение эксплуатации объектов предприятия в соответствии с требованиями нового стандарта, нормативных документов по эксплуатации, действующих методик на выполнение анализов, утвержденных рекомендаций для объекта.

Порядок разработки программ введения в действие нового стандарта «Вода питьевая...» на муниципальных водопроводах:

- составление программы внедрения нового стандарта в цехе;
- составление программы внедрения нового

- стандарта на предприятии;
- составление программы по предотвращению загрязнения источников питьевой воды (по характерным показателям);
- разработка Рабочей программы введения в действие нового стандарта «Вода питьевая ...» в отрасли или в регионе.

Первый этап (предварительная подготовка):

- сбор и рассмотрение нормативов и стандартов на питьевую воду (законы, методики, инструкции, лицензии, сертификаты, паспорта);
- составление организационных планов внедрения нового стандарта (приказы, задания, ответственные исполнители, сроки, порядок работы);
- обучение персонала.

Второй этап.

1. Подготовка и согласование нормативной документации в подразделениях водоканала:

- проектная документация технических объектов;
- технологический режим (регламенты, инструкции по эксплуатации);

2. Анализ выполнения технологического регламента:

- проверка комплекта документации и регламентов и анализ их соответствия требованиям нового стандарта;
- проверка технологии и конструкций сооружений на соответствие их требованиям ДСанПиНа;
- анализ соблюдения регламента на каждом участке (по эксплуатационным операциям);
- проверка соответствия качества воды источника требованиям нормативов и составление заключения (по 98 % обеспеченности);
- проверка оснащённости цеха средствами опытной инструментальной проверки технологического режима, (производственного и лабораторного контроля; оснащённости цеха средствами автоматики и КИП);
- обобщение результатов анализа по цехам (оснащённость, отклонения от норм конструктивные и режимные);
- составление экспертного заключения по техническому соответствию сооружений цеха, (предприятия) требованиям нового стандарта;

- составление экспертного заключения по оснащённости объектов приборами и средствами КИП;
- составление экспертного заключения по укомплектованности подготовленными специалистами в соответствии с требованиями нового стандарта (цех, предприятие).

Третий этап.

1. Проведение технологических изысканий по основным процессам на очистной станции или на участке сети.

2. Разработка предложений по совершенствованию технологии и повышению эффективности очистки, хлорированию и транспортированию воды в отношении нормируемых показателей.

3. Подготовка мероприятий по переводу водоочистной станции или сети на работу в соответствии с требованиями СанПиНа, рекомендации по:

- применению новых реагентов;
- переоборудованию или реконструкции технологии отдельных сооружений;
- переоснащению лабораторий;
- оснащению средствами КИП и А;
- обучению персонала всех подразделений работе в новых условиях;
- получению необходимых лицензий, свидетельств об аттестации;
- составлению смет.

Четвертый этап.

1. Разработка и проектирование новых технологий очистки воды, обеспечивающих выполнение требований нового стандарта, (отдельно на станциях очистки воды с повышенными концентрациями токсичных, органических и неорганических загрязнений, с бактериальной загрязненностью воды).

2. Разработка и проектирование новых технологий транспортирования воды.

3. Разработка и финансирование мероприятий по предотвращению загрязнения источников питьевой воды.

4. Составление и согласование финансовых планов внедрения нового стандарта.

Программа лабораторных работ по качеству питьевой воды [2].

Базовая информация создается на данных органов охраны природы, гидрометеослужбы, управления водными ресурсами, геологии и ис-

пользования недр, предприятий и организаций, органов управления и организаций сельского хозяйства, центров Госсанэпиднадзора, данных собственной лаборатории и т. д.

Анализ этой информации позволяет принять обоснованное решение о включении или не включении в расширенные исследования лишь части пестицидов и ядохимикатов. Для большинства веществ, регламентируемых в новом стандарте, имеющейся в распоряжении водоканалов информации для принятия решения о включении или не включении их в расширенные исследования очевидно недостаточно.

Мониторинг водоемких объектов ведется чаще всего также по весьма ограниченному перечню контролируемых показателей, а данные о составе и объемах сточных вод, поступающих в водоем, обычно весьма неполны. Таким образом, базовая информация не заменяет расширенного анализа, а лишь служит основой для его планирования.

В случае невозможности своевременного получения безвозмездной базовой информации от государственных организаций (органов охраны природы, гидрометеослужбы, охраны водных ресурсов, управления геологии и использования недр, органов управления и организаций сельского хозяйства и т. п.), предприятия водоснабжения вправе учитывать в качестве таковой только данные собственной производственной лаборатории о качестве воды за предшествующие годы.

Для организации контроля качества питьевой воды в соответствии с новым стандартом рекомендуется следующая схема выбора компонентов для расширенного исследования воды водоемкого объекта [1,2].

1. Проведение анализа базовой информации, (собственные данные организации или ведомства отрасли водоснабжения по соответствующей территории о качестве воды за последние 3 года);
2. Определение веществ, о которых имеются сведения в представленных материалах и которые включают или не включают в расширенные исследования на основании данных об их содержании в воде;
3. Если базовая информация не содержит убедительных доказательств отсутствия в водоемке и питьевой воде загрязняющих веществ, нормируемых новым стандартом,

проводится расширенный химический анализ воды источника (однократно) с использованием современных инструментальных методов исследований для наиболее полного выявления загрязнений водоемкого объекта. Вещества, сведения о которых отсутствовали в представленных материалах, группируют по химическим классам и группам таким образом, чтобы с минимальными затратами, путем применения селективных физико-химических методов (приемов) исследования, можно было определить наличие или отсутствие этих классов, групп или гомологических рядов в целом. Используемый метод (прием) должен давать однозначный ответ о наличии или отсутствии искомого класса (групп) загрязняющих веществ в водоемке, убедительный для территориальных органов Санэпиднадзора;

4. При положительных результатах обобщенной оценки качества воды на присутствие в ней того или иного класса загрязняющих веществ, проводят более детальный химический анализ компонентного состава представителей обнаруженного класса и их количественного содержания в исследуемой воде;
5. На основании анализа базовой информации и проведенного однократного, (как минимум), «расширенного химического анализа воды», составляют обоснованный перечень химических веществ для «расширенных лабораторных исследований воды» конкретного источника, проводимых в течение года, и отдельно перечень веществ для годовых «расширенных исследований» состава питьевой воды конкретной системы водоснабжения, которые согласовывают с территориальными органами Санэпиднадзора.

В соответствии с требованиями нового стандарта оба эти перечня должны обязательно включать, загрязняющие вещества, обнаруженные в результате расширенного химического анализа воды. Для систем водоснабжения, использующих реагентные методы обработки воды, при проведении расширенных исследований перед подачей воды в распределительную сеть дополнительно включают показатели, указанные в новом стандарте. Следует также включать загрязняющие вещества, содержащиеся в реагентах и фильтрующих загрузках, на осно-

вании информации, представленной в сертификатах на эту продукцию. Если реагентная обработка воды не осуществляется, то исследовать воду на указанные ингредиенты нового стандарта не требуется.

Указанная принципиальная схема позволяет существенно уменьшить затраты на проведение расширенных исследований воды.

Органические показатели качества воды.

Расширенные исследования должны включать сведения о наличии или отсутствии основных классов (групп) загрязняющих веществ, которые приближенно можно представить следующим образом:

- углеводороды, например бензол и др.;
- полиароматические углеводороды, например бенз (а) пирен и др.;
- галогензамещенные органические соединения, в том числе летучие, например, хлороформ, хлорбензол и др.;
- спирты и простые эфиры, например метанол, диметиловый эфир и др.;
- карбонильные соединения (альдегиды и кетоны), например, акролеин, диэтилкетон и др.;
- органические кислоты (анионы органических кислот), например, акриловая кислота, бензойная кислота и др.;
- сложные эфиры органических кислот, например, винилацетат и др.;
- производные органических кислот, например, ацетонитрил и др.;
- фенолы, например, фенол, крезол и др.;
- карбаматы, тиокарбаматы, производные мочевины и тиомочевины;
- амины, например, этаноламин, анилин и др.;
- нитросоединения, например, нитробензол и др.;
- гетероциклические соедин., например, трибутилфосфат, трикрезилфосфат и др.;
- серосодержащие соединения, например, сероуглерод и др.;
- элементоорганические соединения, например, трибутил-олово, этилртутихлорид.

В этом случае проведенный соответствующим образом анализ большого массива исходных данных и результатов, получаемых в ходе расширенных исследований, позволяет в целом по региону значительно снизить затраты на проведение этих исследований и выбор контроли-

руемых показателей качества воды. Такой централизованный подход к решению проблемы внедрения нового важного нормативного документа представляется наиболее целесообразным и эффективным для крупных регионов.

ВЫВОД:

Выполнение этапов Рабочей программы введения в действие нового стандарта «Вода питьевая ...» на муниципальных водопроводах анализируются по принятой системе в подразделениях, на предприятии и в отрасли, а затем принимают решения об источниках финансирования и сроках внедрения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мякишев В.А. Совершенствование технологии подготовки питьевой воды и внедрение СанПиНа. Издательство КАПКС, – Симферополь, 2003. С. 203.
2. Методики проведения технологических изысканий и моделирования процессов очистки воды на водопроводных станциях.– М.: 000 «ВОДКОММУНТЕХ», 2001.

Быков М.А., инженер., Мазин А.А., к.т.н, доцент
Таврический Национальный Университет им. В.И. Вернадского.

Сулейманов С.Л., инженер
Национальная академия природоохранного и курортного строительства.

Использование модулей солнечных элементов на основе кристаллического кремния для систем кондиционирования воздуха

Метод рационального применения солнечных элементов для энергоснабжения систем климатконтроля. климатконтроль, системы кондиционирования воздуха, хладагент, солнечные элементы, фотоэлектрические преобразователи

Крым, являясь южной территорией Украины, обладает исключительным климатом, что позволяет нам активно развивать санаторно-туристическую индустрию. Использование солнечных батарей, как возобновляемых источников энергии является экологически выгодным и безопасным. Одним из основных направлений в этой области является солнечная энергетика. Техно-экономические характеристики фотоэлектрические преобразователи (ФЭП), прежде всего, эффективность (КПД) и стоимость определяются солнечной батареей, материалами и технологией их изготовления. Солнечные элементы (СЭ) в зависимости от материала и технологии изготовления, делятся на кремниевые тонкопленочные СЭ на основе a-Si:H, AsGa преобразователей и СЭ на основе кристаллического кремния. В настоящее время для получения кристаллического кремния используют методы Чохральского, Степанова и технологии направленной кристаллизации.

В связи с тем что в Крыму преобладает большее количество солнечных дней в течение года, а также опираясь на климатическую оценку было бы целесообразно использовать солнечную энергию в качестве источника питания для системы кондиционирования воздуха и соответственно способа регулирования температуры внутри офисного помещения в рабочее время для комфортного состояния организма человека. Стоит так же отметить что предложенная нами система ФЭП совместно с СКВ экологически безопасная, независима от земных ресурсов.

Кондиционирование воздуха – это регулирование температуры, влажности, очищение и циркуляция воздуха, а также поддержание микроклимата внутри помещения, удаления влаги, пыли и загрязненного воздуха.

Используя основные законы термодинамики, были созданы агрегаты, называемые холодильными установками, которые позволяют осуществлять охлаждение воздуха, используя для этого свойства не-

которых газов, в частности фреонов, поглощать атмосферное тепло при переходе из жидкого в газообразное состояние. Данные установки работают следующим образом.

Высокотемпературный газ, сжимаясь, достигает высокой температуры, немного большей, чем температура окружающего воздуха. Окружающий воздух (температура ниже, чем температура газа в системе), поглощая тепло, превращает газ в жидкость. Жидкость, возвращаясь к начальной точке цикла, используется вновь.

Для получения низкой температуры достаточно отнять «скрытое» тепло испаряющегося вещества, которое осуществляется двумя способами. Первый способ – это использование спирта или воды и отнятие «скрытого» тепла испарения из окружающих веществ. Второй способ – это замораживание с использованием хладагента, а также химических и механических установок.

Хладагент циркулирует по линии закрытого контура и его составляющих частей. Подобные циклы хладагент вынужден непрерывно повторять, и это называется циклом хладагента. Явление, возникающее в зависимости от циркуляции хладагента в пределах цикла, связано с изменением текущих значений давления и температуры при превращении хладагента в газ и конденсации вновь в жидкость. Газ хладагент всасывается и сжимается компрессором до высоких давлений ($15 \cdot 10^5$ Па), и приобретает высокую температуру (80°C). Затем хладагент на конденсатор и принудительно охлаждается вентилятором системы охлаждения, при этом хладагент отдает «скрытое» тепло конденсации воздуху, проходящему через конденсатор и превращается в жидкость. Температура его при этом составляет около 50°C . Превращенный в жидкость хладагент после удаления влаги и пыли в приемнике-осушителе поступает на расширительный клапан.

Жидкий хладагент высокого давления в расширительном клапане, резко расширяясь, превращается в хладагент туманообразного состояния с низкой температурой и давлением (-2°C , $2 \cdot 10^5$ Па), и далее поступает на испаритель.

Хладагент в туманообразном состоянии, поступает в испаритель, который обдувается потоком воздуха от вентилятора, отнимает у него “скрытое” тепло испарения, охлаждая воздух. При этом хладагент из туманообразного превращается в газообразное состояние и всасывается компрессором для повторного цикла.

Таким образом хладагент, совершая кругооборот по циклу, охлаждает воздух. В общем, для превращения газа в жидкость, достаточно создать высокое давление, но для ускорения превращения его в жидкость одновременно с повышением давления его охлаждают. Для этого в современных холодильных установках используются компрессор и конденсатор. Принципиальная схема работы кондиционера представлена на рис. 1

В СКВ используется хладагент, который является легко испаряющимся летучим веществом, играющим роль переносчика тепла при циркулировании внутри контура охлаждающей системы. До определенного времени в холодильных установках, в качестве хладагента применялся фреон R-12 и другие сходные с ним. Но как показали экологические исследования одной из причин образования озоновых дыр в атмосфере земли является применение фреонов. В связи с этим в современных СКВ используется фреон R-134a, как наиболее экологически безопасный по сравнению с другими.

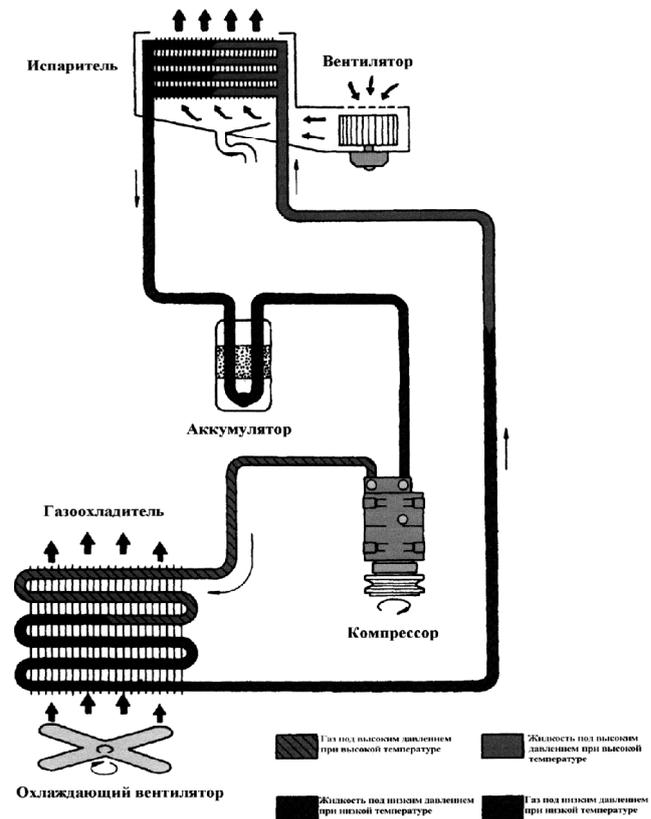


Рис.1. Принципиальная схема кондиционера

Для функционирования этой системы необходима подача электроэнергии. В качестве источника энергии для СКВ мы предлагаем использовать солнечные батареи на основе кристаллического кремния рис.2, технические характеристики модулей данного типа приведены в табл.1.

Важными характеристиками солнечной батареи являются чувствительность, (величина постоянная, не зависящая от интенсивности светового потока и приложенного напряжения), а так же КПД, определяемый отношением максимальной полезной мощности и мощности светового потока.

Таблица 1.

Технические параметры модуля марки ISM-50

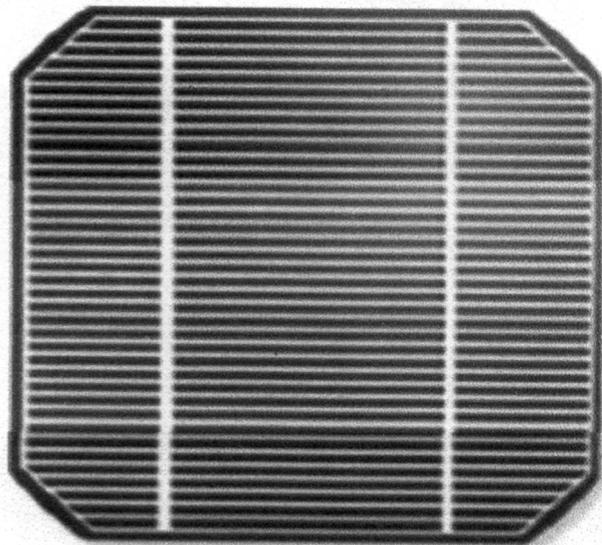
Тип модуля	Мощность, Вт	Напряжение холостого хода, U _{хх} , В	Напряжение номинальное U _{ном.} , В	Ток номинальный I _{ном.} , А	Габариты, мм	Масса, кг
ISM-50	50+/-5%	21,5 +/-5%	17,0+/-5%	3.0+/-5%	1028x450x27	7+/-5%

В представленных фотоэлектрических преобразователях (ФЭП) заложены основные технологические принципы изготовления высокоэффективных солнечных батарей, а именно соблюдение условий при которых время жизни фотогенерируемых носителей заряда полупроводника практически максимально, а p-n пере-

ход находится на минимальном расстоянии от верхнего электрода. Конструкция солнечной батареи предусматривает выполнение оптимального соотношения между глубиной залегания p-n перехода, размером области, в которой происходит образование пар электрон-дырка, шириной p-n перехода, скоростью рекомбина-

ции на поверхности полупроводника при ширине запрещённой зоны 1,1 эВ. Все эти приемы позволили получить от фотопреобразователей эффективность в промышленных условиях 14-16%.

а)



б)

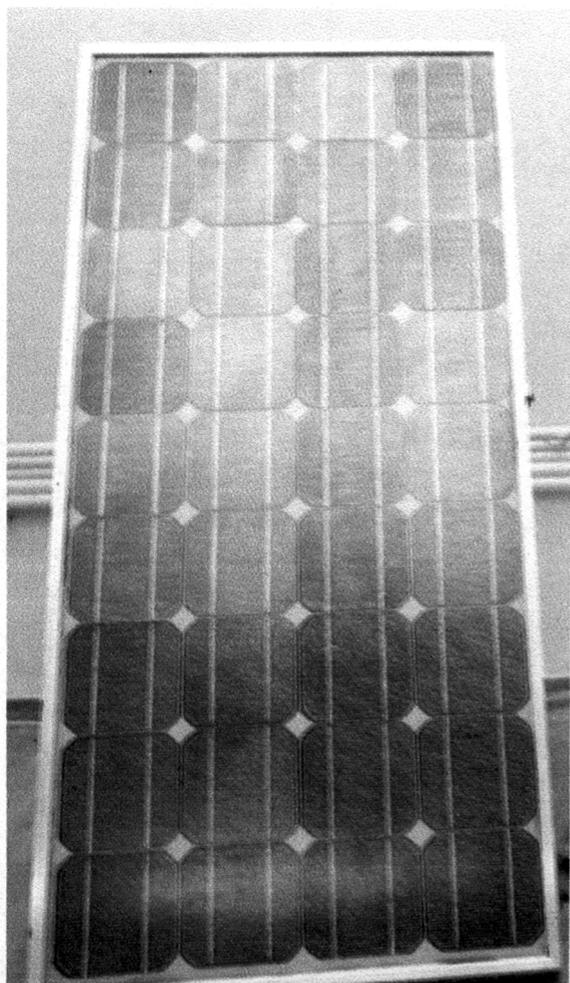


Рис.2. Фотографии кремниевого элемента (а) и модуля на их основе (б)

Анализ результатов исследований, полученных на экспериментальной энергоустановке (рис. 3) позволил построить зависимости тока и напряжения от времени суток.

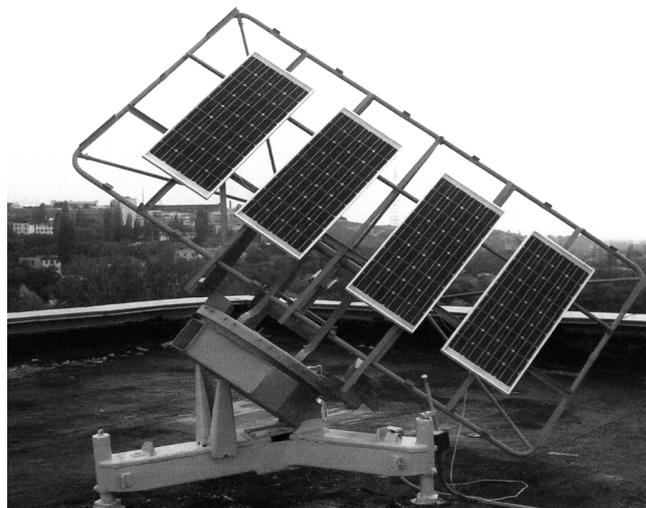


Рис.3. Экспериментальная солнечная энергоустановка

Учитывая, что в середине лета, в июле, время, в течение которого батарея эффективно преобразует солнечную энергию, обычно длится не более 7-9 часов. Наиболее эффективное время для работы солнечной батареи с 10 до 17 часов (рис.4). После этого времени сила тока и напряжение солнечных батарей значительно падают. Кроме того, в облачную погоду мощность, генерируемая ФЭПами, резко снижается (провал на рис. 4) в районе 11-00 часов и 13-00. Ориентировка солнечных батарей относительно положения Солнца помогает значительно увеличить генерируемую мощность.

В том случае, когда солнечные батареи обеспечивают ток меньший, чем номинальный зарядный ток аккумулятора, то есть менее 0,08 от его емкости, фотопреобразователи не заряжали накопители, а только подзаряжали аккумуляторы, (см. рис4) до 9 ч. и после 17 ч. Это означает, что в светлый период времени солнечная батарея должна быть постоянно подключена к аккумулятору заряжая и подзаряжая его. При этом необходимо контролировать, что бы во время работы системы напряжение на одном элементе аккумуляторной батареи было не ниже 1,2 вольт. При падении напряжения ниже 1,15 вольт аккумулятор необходимо отключить от работы и поставить на зарядку. В нашем случае это осуществлялось электронной системой контроля аккумулятора.

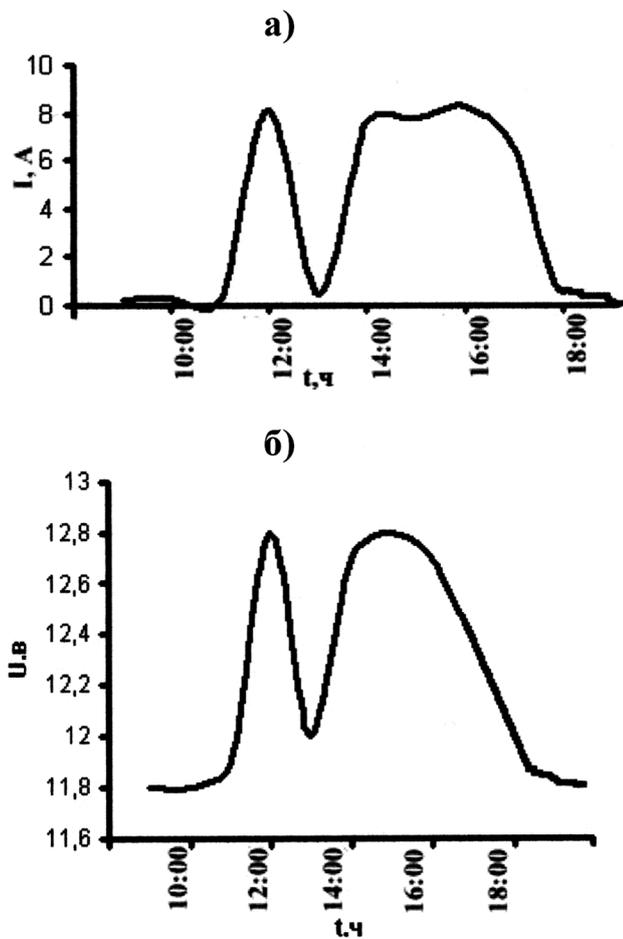


Рис.4. Изменение напряжения (а) и тока (б) в течение дневного времени

Вышеприведенные теоретические выводы и практические результаты позволили создать экспериментальную солнечную энергоустановку. Для согласования выходной мощности экспериментальной энергоустановки и входной мощности СКВ было предложено смонтировать установку из четырех модулей, двух аккумуляторов суммарной емкостью 200 А/ч, блока заряда аккумулятора и преобразователя тока для системы кондиционирования воздуха.

ВЫВОДЫ

1. Использование систем климатконтроля позволяет создавать условия для комфортной работы человека в офисных помещениях южных регионов Украины.
2. Применение батарей общей площадью от 10 м² и более позволяет использовать экологически безопасную и возобновляемую солнечную энергию для работы современных экономичных кондиционеров.
3. Вышеописанная солнечная энергоустановка в комплексе с СКВ показала устойчивую работу в период с июня 2004 г. по январь 2005 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Я.А.Федотов. Основы физики полупроводниковых приборов. М., «Советское радио», 1963
2. Sick F, Erge T. Photovoltaics in Buildings. A Design Handbook for Architects and Engineers. 1998. P. 53-67.

Гироль Н.Н., д.т.н., профессор

Ровенский государственный технический университет

Бойчук С.Д.,

Симферопольский «Водоканал», директор

Мякишев В.А., к.т.н., доцент, Копачевский А.А., ассистент, Богуцкий П.Л., ассистент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Выбор оптимального режима реагентной очистки промывных вод водоочистных станций

загрязнения воды, выбор реагентов, эффект очистки, водоочистная установка, экономический эффект

Природные воды поверхностных источников представляют собой сложную коллоидную систему, содержащую органические и неорганические вещества, а также ядохимикаты и ионы металлов. Большая часть тонкодисперсных примесей удаляется из воды на водопроводных очистных сооружениях (ВОС) в процессе фильтрования. При регенерации скорых фильтров на трех ВОС Симферополя в сутки образуется до 8 тыс. м³ грязных технологических отходов, которые непригодны для повторного использования в технологии получения питьевой воды и не могут быть сброшены в водоёмы из-за сверхнормативной загрязненности.

Состав грязных промывных вод скорых фильтров, зависит от качественного состава исходной воды и применяемых при обработке реагентов. Средние концентрации основных загрязняющих веществ промывной воды представлены в таблице 1, значения их часто подвержены сезонным колебаниям (концентрация органических веществ возрастает в летне-осенний период, а концентрация алюминия в зимне-весенний). Так же концентрация загрязняющих веществ изменяется в течение цикла промывки скорого фильтра, авторами было установлено, что более 80 % вымытых из фильтра взвешенных веществ удаляется с промывной водой за первые 3 мин, а далее происходит «домывка» фильтра (рисунок 1).

Таблица 1

Физико-химические показатели грязных промывных вод промышленных фильтров

Наименование	Значение
Взвеш. вещ-ва, мг/л	47...820
NH ₄ ⁺ , мг/л	0,07...0,1
NO ₂ , мг/л	0,012...0,04
NO ₃ , мг/л	1...13
БПК ₅ , мгО ₂ /л	1,9...2,5
ПО, мгО ₂ /л	7,6...18,8
Feобщ, мг/л	0,08...0,22
Al ³⁺ , мг/л	0,06...7,12
Цветность, град	20...55

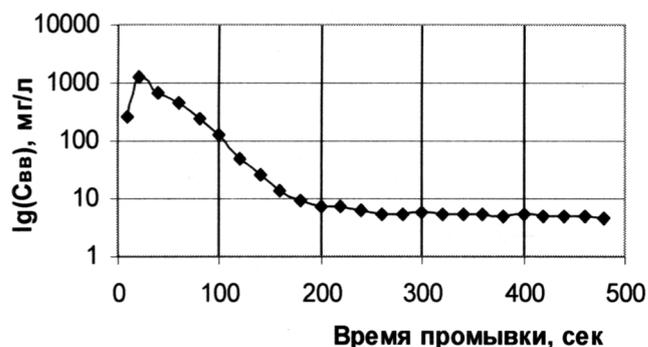


Рис.1. Кинетика загрязненности промывных вод фильтра взвешенными веществами за время промывки

Выбор оптимальной технологии обработки технологических стоков ВОС должен основываться на экспериментальных исследованиях с реальным осадком, с учетом существующей технологической схемы обработки воды и условий образования осадка, а также других факторов (экономических, экологических, землеотвода).

В настоящее время в нормативной литературе для схемы двухступенчатой подготовки питьевой воды рекомендуется следующая техно-

логия обработки грязных промывных вод (рис.1.), в которой промывная вода подается в аккумулирующие резервуары для очистки от песка и затем равномерно перекачивается «в голову» очистных сооружений.



Рис.2. Схема обработки осадков из горизонтальных отстойников и грязных промывных вод фильтров

Ранее исследовали различные схемы обработки промывных вод с применением следующих методов: тонкослойное отстаивание, обработка ультразвуком, осветление с рециркулированием осадка, фильтрование через плавающую загрузку. Однако, перечисленные виды обработки грязных промывных вод не нашли широкого применения на практике из-за больших энергозатрат и эксплуатационных затрат, сложности технологии и конструкций сооружений. Таким образом, готовых типовых решений недостаточно и работы по привязке их к реальным условиям требуют трудоемких изысканий, а сами сооружения громоздкие и дорогостоящие при строительстве и эксплуатации. К недостаткам рекомендуемой технологической схемы также следует отнести проблематичность возврата недостаточно очищенных промывных вод в основную технологию подготовки питьевых вод по причине их токсичности. Основными загрязняющими веществами, исключающими возможность повторного использования промывных вод, являются: взвешенные вещества, остатки коагулянтов (например, алюминий) или флокулянтов, а также органические вещества, среди которых могут быть такие высокотоксичные, как хлорорганические. Проектируемые сооружения обработки отходов громоздки, с большой строительной стоимостью, а эксплуатационные затраты на них почти равны затратам на подготовку питьевой воды.

Поэтому в практике водоканалов неочищенные технологические стоки ВОС направляют в естественные или искусственные накопители-отстойники, а также в водоёмы, загрязняя их.

Ранее в ряде работ изучали возможность применения полиэлектролитов («Магнафлок»,

«Праестол», «Зетаг», «Феннопол») и комбинированных коагулянтов для интенсификации процесса осветления и фильтрования, однако отсутствует информация о практическом их использовании в стране.

Основная задача данного исследования заключается в разработке технологического процесса для высокоэффективной обработки грязных промывных вод, определении конструкции и параметров установки для комбинированной их обработки, совмещающей методы флокуляции загрязнений, фильтрования и отстаивания. В результате исследования необходимо достигнуть требуемого эффекта очистки по лимитируемым показателям, определить конструктивные показатели комбинированной установки и режимные параметры процесса.

В настоящей статье представлены результаты первого этапа исследования - определение наиболее эффективного реагента способного коагулировать характерные для данных промывных вод загрязнения. Тип реагента и его оптимальную дозу реагента определяли экспериментально стандартным методом пробного коагулирования загрязнений реальных промывных вод. Исследовали свойства следующих реагентов:

1. Сульфат алюминия технический, очищенный (ГОСТ 12966-85);
2. Хлорид железа (III) 6-водный, «чистый», (ГОСТ 4147-74);
3. «Полвак-40» (раствор гидроксихлорида алюминия по ТУ У 19155069.001-1999);
4. Полиакриламид (ПАА) (ТУ 6-01-1049-92);
5. Магнафлок ЛТ – 27 (MagnaFloc LT 27), фирма «Stokhausen GmH and Co. KG»;
6. глина бентонит;
7. глина бентонит в сочетании с другими реагентами.

По результатам предварительных опытов реагенты ПАА и бентонит были исключены из дальнейшего исследования, поскольку при их добавлении к обрабатываемой воде эффект осветления промывной воды либо не увеличивался, либо возрастал на 3-5%, по сравнению с контрольной пробой без реагента.

На концентрацию загрязняющих веществ в отстоянной воде влияет большое количество факторов. В данной работе исследовали влияние следующих факторов: тип реагента, концентрация взвешенных веществ, доза реагента, вре-

мя отстаивания. Был проведен многофакторный эксперимент, для наилучшего описания поверхностей отклика применяли ротатабельное центральное композиционное планирование. В качестве отклика принимали концентрацию взвешенных веществ в очищенной воде - C_{BVI} .

В результате были получены уравнения и поверхности, описывающие зависимость концентрации взвешенных веществ от времени отстаивания и дозы реагента. В качестве примера приведено уравнение зависимости концентрации взвешенных веществ от основных факторов влияния при использовании в качестве реагента – хлорного железа:

$$\begin{aligned} C_{BVO} = f(C_{BVI}, D_k, t) = & \\ = 123.11 - 0.168 \cdot C_{BVI} - & \\ - 4.982 \cdot D_k - 2.728 \cdot t - & \\ - 0.0097 \cdot C_{BVI} \cdot D_k + & \\ + 0.00384 \cdot C_{BVI} \cdot t + & \\ + 0.00238 \cdot D_k \cdot t + & \\ + 0.00004 \cdot C_{BVI}^2 + 0.2899 \cdot D_k^2 + & \\ + 0.0213 \cdot t^2 - 0.00029 \cdot C_{BVI} \cdot D_k \cdot t & \end{aligned}$$

где:

C_{BVO} - остаточная концентрация взвешенных веществ в промывной воде, мг/л;

C_{BVI} - начальная концентрация взвешенных веществ в промывной воде, мг/л;

D_k - доза реагента, мг/л;

t - время отстаивания, минут;

$f(C_{BVI}, D_k, t)$ - функция от t , C_{BVI} , D_k .

По полученным уравнениям построены поверхности зависимости концентрации взвешенных веществ от времени отстаивания и дозы реагента, позволяющие наглядно оценить степень влияния каждого фактора на концентрацию взвешенных веществ. На рис. 3 представлена поверхность полученная для реагента «Полвак», на рис. 4 зависимость показана в виде номограммы (реагент – хлорное железо), в таком виде упрощается считывание информации.

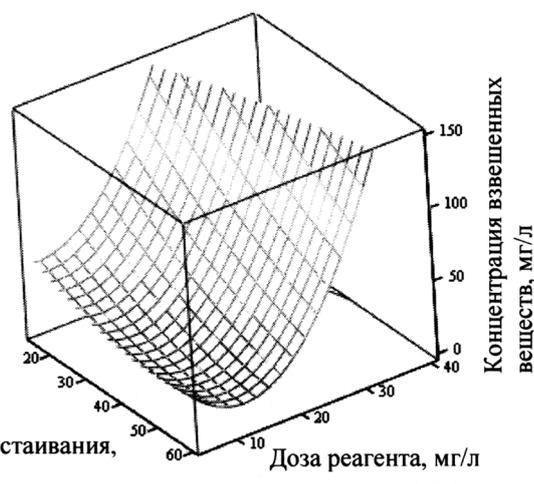


Рис.3. Поверхность зависимости снижения концентрации взвешенных веществ от времени отстаивания и дозы реагента («Полвак»)

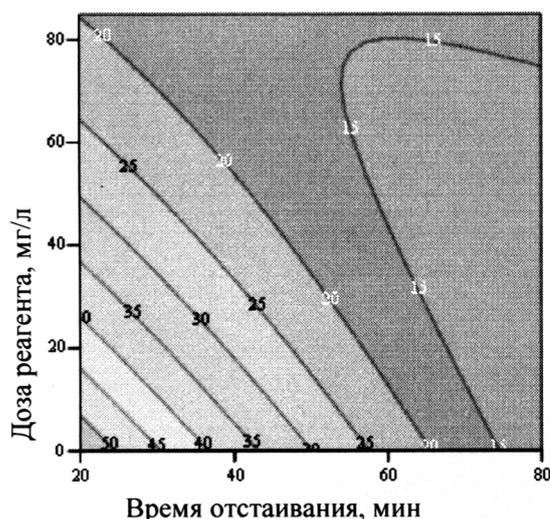


Рис.4. Номограмма зависимости концентрации взвешенных веществ от дозы реагента и времени отстаивания (реагент – хлорное железо)

По полученным результатам определили оптимальные дозы для каждого из исследуемых реагентов. На рис.5 представлены графики зависимости концентрации взвешенных веществ от времени отстаивания для всех исследуемых реагентов при найденной оптимальной дозе реагента.

График показывает, что наибольшая скорость и глубина осветления достигается в случае применения флокулянта «Магнафлок ЛТ-27». Наибольшая концентрация взвешенных веществ определена при использовании коагулянта «Полвак». После 60 минут отстаивания концентрация взвешенных веществ отличается незначительно: сернокислый алюминий, хлорное железо и «Магнафлок» – 12-13 мг/л, «Полвак» - 40» - 16 мг/л.

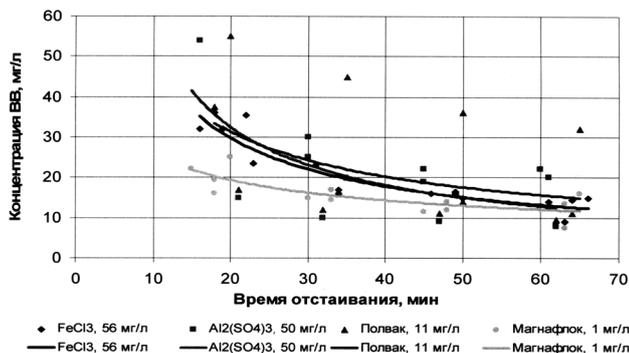


Рис.5. Изменение концентрации взвешенных веществ в промывной воде после введения оптимальной дозы реагентов и отстаивания (Мисх=240 мг/л)

Таблица 2

Сравнение эффективности осветления и стоимости обработки промывных вод различными реагентами

Реагент	Оптимальная доза реагента, г/м ³	Остаточная концентрация взвешенных веществ после 60 мин отстаивания, мг/л	Увеличение эффекта осветления, %	Стоимость 1 кг реагента (по активному веществу), грн/кг	Стоимость обработки 1000 м ³ воды, грн.
Сернистый алюминий	50	13.0-33.0	25-30	4,31	215,5
Хлорное железо	46	13.0-16.0	7.0-14.0	2,38	109,48
Полвак	11	16.0-20.0	10.0-25.0	5,97	29,85
Магнафлок ЛТ 27	1	12.0-15.0	7.0-8.0	22	22

Данные представленные в табл.2 свидетельствуют о том, что наименьшая стоимость реагента для обработки 1000 м³ грязных промывных вод флокулянт «Магнафлок» – 22 грн. и при использовании коагулянта «Полвак» – 29,8 грн. При использовании хлорного железа стоимость реагента составит – 109,5 грн. Наибольшие затраты на приобретение коагулянта будут при использовании сернистого алюминия – 215,5 грн. При отстаивании происходит снижение перманганатной окисляемости в промывной воде. Однако по сравнению с концентрацией взвешенных веществ это снижение незначительно (Рис.6).

Окисляемость в исходной грязной промывной воде составляет 7-9 мг/л. При осветлении окисляемость снижается до 4-5 мг/л. Эффект снижения окисляемости составляет 30-40 %, в то время как снижение взвешенных веществ происходит на 90-95 %.

Взвешенные вещества представлены в основном минеральными загрязнениями, а органические вещества - в виде мелкодисперсных или растворенных трудноудаляемых веществ.

Образующийся осадок имел наибольшую плотность при использовании в качестве реагентов хлорного железа и «Магнафлок».

Для более полного анализа было проведено сравнение стоимости применяемых реагентов для обработки 1000 м³ грязных промывных вод. Результаты сравнения представлены в табл.2.

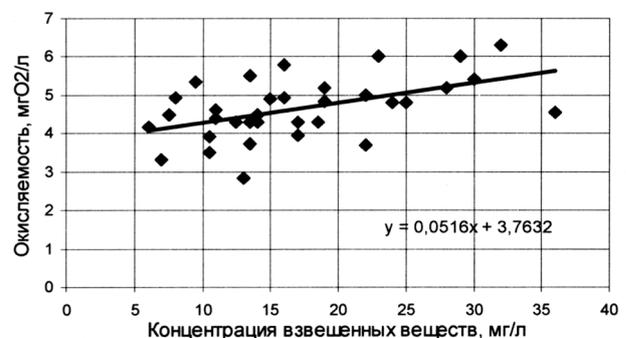


Рис.6. График зависимости снижения окисляемости от концентрации взвешенных веществ в отстаиванной пробе

Обобщение данных концентрации взвешенных веществ после 60 мин отстаивания и стоимости реагента показали, что наибольший эффект осветления и наименьшая стоимость реагента достигается при использовании флокулянта «Магнафлок ЛТ 27». При использовании реагента Полвак наблюдали максимальную концентрацию взвешенных веществ и рыхлая структура осадка, стоимость реагента в 1,35 раза больше при использовании «Магнафлок». Стоимость хлорного железа в 3,6 раза выше чем

«Полвак», однако при нем образуются плотные, тяжелые хлопья. Самая высокая концентрация взвешенных веществ после отстаивания и самая высокая стоимость реагента при использовании сульфата алюминия (см. рис.5).

ВЫВОДЫ

1. В результате опытов установлено, что наибольшую скорость осаждения и большую плотность осадка (по высоте слоя) наблюдали при использовании коагулянта хлорное железо или флокулянта «Магнафлок»;
2. Разброс показателей по эффективности очистки промывных вод был наименьший в опытах с хлорным железом при различных условиях опыта;
3. Результаты опытов методом пробного коагулирования и технико-экономическое сравнение вариантов с проверяемыми реагентами выявили технологическое и экономическое преимущество показателей коагулянта хлорное железо и «Магнафлок» в сравнении с сернокислым алюминием и «Полвак». Целесообразна проверка в первую очередь их свойств в экспериментах на промышленной установке;
4. По результатам опытов получены математические зависимости, описывающие влияние времени отстаивания, дозы реагентов и концентрации взвешенных веществ в исходной воде на эффективность очистки;
5. Построены номограммы для определения доз рассматриваемых видов реагентов и времени отстаивания при известной исходной мутности промывной воды и требуемой мутности очищенной воды;
6. Построены поверхности, отражающие влияние факторов (мутность исходной воды, время отстаивания, доза реагента) на процесс осаждения или очистки промывной воды, которые позволяют многопланово прогнозировать эффективность очистки воды при различных комбинациях реальных факторов влияния;
7. Результаты лабораторных опытов на реальной воде являются предварительными и планируется выполнить полнофакторный технологический эксперимент с реагентами хлорное железо или «Магнафлок» на крупномасштабной установке для очистки реальных грязных промывных вод ВОС.

ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Стройиздат. М.: 1985
2. Современное состояние и перспективные технические решения технологии обработки промывных вод и осадков очистных сооружений коммунальных водопроводов. Москва, 1987.
3. Использование принципа осветления воды в слоях с малой высотой осаждения для интенсификации работы станции по очистке питьевых и сточных вод. Параметры осаждения разных типов взвеси в слоях малой высоты на основании исследований на экспериментальных установках: Отчет о НИР/ЛНИИ ЛКХ им. К.Д. Памфилова; Руководитель Л.Л. Самойленко.- № ГР 74038360.-Л., 1975.

Зенкова Г.Ю., к.биол.н.,ст. преподаватель

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Применение ионообменных смол для изучения реформирования растительных ландшафтов

Показана возможность применения органических ионообменных смол для изучения ритмов и уровней потребления основных элементов питания растений

ионообменные смолы, ландшафты, растительные сообщества, целостность почвенного покрова, эдификаторы, заповедные сообщества

Растительные сообщества специфичны для каждого уголка Земли, именно они формируют неповторимые ландшафты.

Однако человек в своей практической деятельности осознанно или неосознанно изменяет их состав, что приводит к изменению качественного и количественного состояния естественных сообществ. Возникают новые межвидовые отношения, которые далеко не всегда оказывают положительное влияние на состояние естественной растительности.

Задача исследователей состоит в том, чтобы изучить эти влияния и сделать выводы о целесообразности распространения некоторых чуждых для сообществ видов.

Для того чтобы сделать такие выводы, необходимо изучить механизм функционирования почв в отношении естественных и вновь формирующихся естественных сообществ.

В.И. Вернадский [1] относил почву к телу биокосному и динамическому, где под действием биотических и абиотических факторов происходит изменение тех или иных её свойств.

Естественная растительность в совокупности с абиотическими факторами сформировала более или менее постоянные циклы динамики свойств почв, которые удовлетворяют основные потребности естественных сообществ. Однако вновь внедряющиеся виды привнесли свои изменения в естественный ход этой динамики.

К сожалению, изучению именно режимно-динамических процессов уделяется недостаточное внимание. Это объясняется комплексом причин, к числу которых относится: большая трудоемкость, сложность организации работы, методическая их несовершенство, в частности, отсутствие унифицированных химических методов [2,3,4]. Для проведения таких исследований необходимы новые методы, позволяющие вести наблюдения в одних и тех же точках под

растительностью с необходимой повторностью, без существенного нарушения целостности почвенного покрова. Этим требованиям отвечает метод ионитов.

Возможность и необходимость применения ионообменных смол для изучения динамики веществ в почвах объясняется тем, что исследователи используют различные методы отбора образцов (сырые, сухие, индивидуальные, смешанные). Кроме того, в различных зонах применяются различные методы изучения определяемых в динамике элементов, что объясняется попыткой подбора для различных типов почв растворителей, имитирующих воздействие на почву корневых выделений. Но ни один из химических реактивов не подменяет живые корни по той причине, что взаимодействие между почвой и раствором идет до установления равновесия. Корень же постоянно смещает это равновесие, удаляя из сферы взаимодействия ионы питательных элементов и стимулируя этим появление их новых количеств в почвенном растворе. Иониты же, подобно корню, смещают равновесие между ионами твердой и жидкой фаз, удаляя их из раствора.

Использование ионитов при изучении динамики веществ в почвах и подстилках исключает перечисленные недостатки, часть из которых, например, нарушение целостности почвенного покрова, особенно нежелательна при исследованиях в ботанических садах, парках, заповедниках.

Теоретическая возможность применения метода искусственных ионитов для изучения динамики поглощения питательных веществ растениями основана на том, что поглощения корнями растений различных элементов из почвы осуществляется также с помощью органических ионитов, содержащих различные активные группы (H^+ , OH^- , NH_2^- и др.).

Суть этого метода заключается в том, что ионит, заряженный в H^+ или OH^- форму в целлофановом пакете имитирует процессы, происходящие в почве при поглощении элементов питания живым корнем. При этом целлофан служит полупроницаемой мембраной так же, как и целлюлозная оболочка корня.

В качестве ионообменников целесообразно использовать катионит КУ-2 с полной обменной ёмкостью 4,9 – 5,1 мэкв/г и анионит АВ-17-8 с полной обменной ёмкостью 4,3 мэкв/г [5]. 1 г ионита помещается в целлофановый пакетик размером 2×4 см. Эти пакетики вставляют в вертикальном положении в сделанную ножом щель в верхнем 10 сантиметровом слое горизонта А, который является наиболее биологически активным или в подстилке. Через 10-12 дней пакетики вынимают, этикетирова и одновременно вставляя новые пакетики с заряженными ионитами, но в другие щели, сделанные на расстоянии 1-3 см от предыдущей. Это позволит вести наблюдения на постоянном микроучастке площадью 3-5 см².

В изучаемой парцелле иониты вставляют в почву и подстилку на 3-х расстояниях от ствола эдификатора: 5, 50 и 150 см. Повторность заложения пакетиков с ионитами на расстоянии 50 и 150 см от ствола пятикратная, на расстоянии 5 см – трехкратная.

В лабораторных условиях извлекают катионы из катионитовраствором соляной кислоты с молярной концентрацией 1 моль/л, анионы из анионитов- 10% раствором нитрата натрия. В первой вытяжке определяют аммонийный азот феноловым методом в модификации В.П. Кудеярова [7], калий – пламеннофотометрически. Во второй вытяжке - определяют фосфор модифицированным методом «молибденой сини» [8]. Результаты выражают в мг $N-NH_4$, P_2O_5 , K_2O , на 100 г ионита.

С помощью этого метода была изучена круглогодичная динамика основных питательных элементов (N, P, K) в коричневых почвах естественных заповедных сообществ мыса «Мартьян». Однако возможно изучение не только перечисленных элементов, но и всех остальных элементов, которые потребляет растение из почвы.

Именно этот заповедник сохраняет уникальный участок реликтового леса, близкого по составу и структуре к типичному средиземноморскому маквису. Подобных лесов во всем Средиземноморье сохранилось очень мало. Здесь господствует можжевельник высокий, который занесен в Крас-

ную книгу Украины [6].

Можжевельник высокий является эдификатором, т.е. породой, играющую основную роль в создании биосреды в экосистеме [9].

Именно древесные породы эдификаторы и создают закономерные напряжения биогенетического поля, которая изменяется по радиусу от ствола дерева.

Человеческая деятельность привела к тому, что в заповедные сообщества стал самопроизвольно внедряться чужеродный для этого ландшафта вечнозеленый широколиственный вид – володушка кустарниковая, которая быстро размножаясь, угнетает в местах интенсивного разрастания аборигенную растительность.

Задача нашего исследования сводилась к тому, чтобы изучить питательный режим породы эдификатора – можжевельника высокого и породы интродукта – володушки кустарниковой в заповеднике не нарушая целостности почвенного покрова. Для этого был использован метод ионитов. Изученные породы были выбраны в непосредственной близости друг от друга, так чтобы влияние других биотических и абиотических факторов были однотипны. Исследования проводили круглогодично два полных года.

На основании полученных данных были построены кривые динамики основных элементов питания (рис.1,2,3.). Статистическая обработка полученных результатов позволила выделить специфические ранги содержания этих элементов под изучаемыми породами (табл.1).

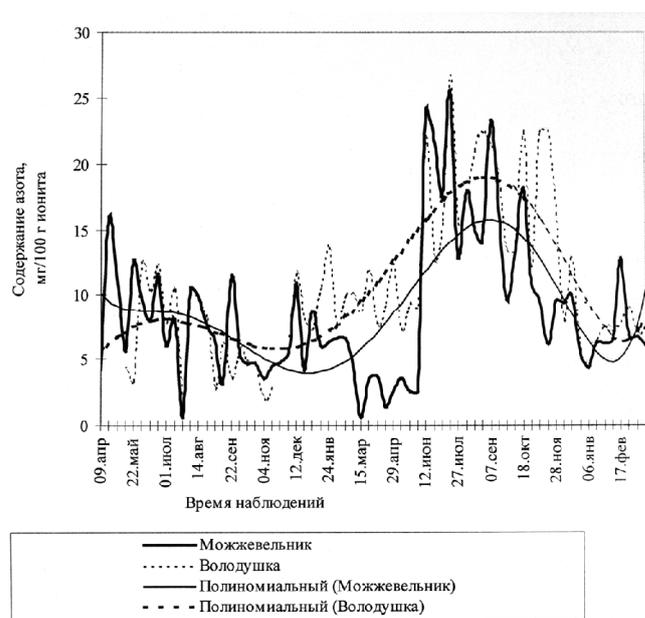


Рис.1. Динамика азота



Рис.2. Динамика фосфора

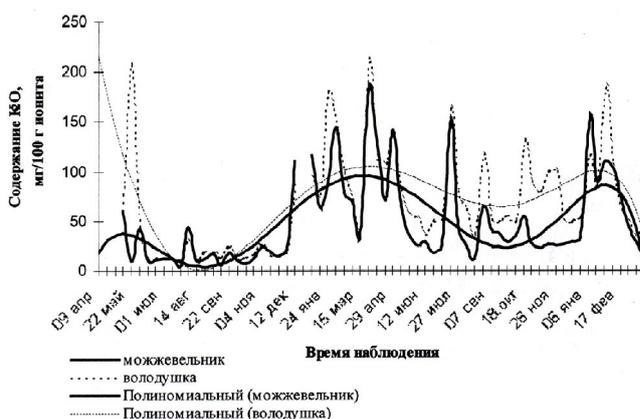


Рис.3. Динамика калия

Таблица 1.

Специфические ранги содержания азота, фосфора и калия в горизонте А коричневых почв под изучаемыми породами

Фенологические фазы	Специфические ранги питательных элементов, мг/100г ионита					
	Можжевельник			Володушка		
	N-NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O
Начало вегетации, активный рост побегов	< 3,0	1,1-2,0	<10,0	3,1-5,0	1,1-2,0	60,0-150,0
Бутонизация, цветение	3,1-5,0	1,1-2,0	>150,0	>15,0	>2,1	>150,0
Период относительного летнего покоя	-	0,31-0,5	-	-	-	-
Опадение листьев, хвои, ветковал	15,1	<0,3	10,1-20,	>15,0	0,51-1,0	10,1-20,
Плодоношение	5,1-8,0	0,31-0,5	60,0-150,0	3,1-5,0	<0,3	>150,0
Окончание вегетации, обсеменение	5,1-8,0	<0,3	60,0-150,0	<5,1	<0,3	60,0-150,0
Период относительного зимнего покоя	3,1-5,0	0,51-2,0	20,1 -30,0	5,1-12,0	<0,5	60,1- 150,0

Ход кривых динамики азота и калия (рис.1,3) под можжевельником и володушкой практически однотипен за исключением некоторых периодов. Однако количественные характеристики различны. Специфические ранги потребления калия володушкой более чем в 2 раза, азота в 1,2 раза выше, чем у можжевельника (табл.1).

Это говорит о том, что активно внедряющийся в естественные сообщества вечнозеленый кустарник на протяжении всего года перехватывает азот и калий у местной растительности, подавляя её рост и развитие.

В отличие от азота и калия, фосфора этому растению требуется на протяжении почти всего вегетационного периода в 3-4 раза меньше. Резкое возрастание потребления его отмечено только в период бутонизации и цветения (табл.2).

Таблица 2.

Специфические ранги питательных веществ в различные фенофазы

Название породы	Специфические ранги содержания элементов, мг/100г ионита		
	N – NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O
Можжевельник высокий	12,0 - 15,5	1,1 - 2,0	30,0 - 60,0
Володушка кустарниковая	> 15,5	<0,3	60,0 -150,0

Такие несоответствия в ритмах питания говорят о том, что вид, который активно внедряется в местную растительность, более конкурентоспособен, чем местный вид.

ВЫВОДЫ

1. Для изучения ритмов питания уникальной растительности заповедников и парков целесообразно применять метод ионообменных смол, который позволяет проводить подробные исследования не нарушая целостности почвенного покрова растительных сообществ.
2. Применение этого метода позволяет сделать заключение о целесообразности разведения некоторых завезенных из других уголков планеты видов растений.
3. Практические результаты исследований показали, что внедряющаяся в естественные заповедные сообщества володушка кустарниковая, вытесняет произрастающую там растительность. В будущем это приведет к резкому изменению видового состава реликтовых сообществ и, как следствие, к потере уникальности ландшафтов Южного берега Крыма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вернадский В.И. Биосфера. -М.: Изд-во АН СССР, 1960, 290с.
2. Петербургский А.В. Круговорот и баланс питательных веществ в земледелии. – М.: Наука, 1999. -169с.
3. Карпачевский Л.О. Определение динамики калия в почве с помощью катионита КУ-2.//Агрохимия, -1999. - №7.-С.116-121.
4. Ногина Н.А. Режимные исследования и их значения в познании генезиса и классификации почв // Проблемы почвоведения. – М., 1982.-С.139-143.
5. Айвазов Б.В. Основы газовой хроматографии. –М.: Высшая школа, 1977.-189с.
6. Ена В.Г., Ена Ал.В., Ена Ан.В. Заповедные ландшафты Тавриды.-Симферополь: Бизнес-Информ, 2004.-424с.
7. Кудеяров В.П. Колориметрическое определение аммонийного азота в почвах и растениях феноловым методом // Агрохимия.- 1965. -№6, С.146-150.
8. Schouwenburg I.C., Van and I.Walinge. The rapid determination of phosphorus in presence of arsenic, silicon and germanium // Anal. Chimica. Acta. Amsterdam-New York , 1967, P.271-274.
9. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник.-М.: Мысль, 1990. -637с.

Корбан Д.В., инженер

Одесский государственный экологический университет

Радиолокационный мониторинг радиоактивных выбросов АЭС

Анализируется возможность использования в качестве информативного параметра турбулентной безоблачной атмосферы ее диэлектрическую проницаемость, значение которой существенно отличается от единицы при наличии радиоактивного аэрозоля.

атомная электростанция, метеорологическая станция, атмосфера, радиоактивный аэрозоль, диэлектрическая проницаемость, разность фаз

Выброс радиоактивных аэрозолей из вентиляционных труб АЭС может происходить как в безоблачной атмосфере, так и при наличии облаков и осадков. В настоящее время обнаружение естественных облаков и осадков и измерения их параметров производят сетевыми некогерентными метеорологическими станциями типа МРЛ-2, МРЛ-5 [1, 2, 3], не вызывает трудностей, т.к. разработана методика измерений, известны радиолокационные параметры облаков различных форм и осадков различной интенсивности. В тоже время можно использовать эти методы и для обнаружения естественных облаков, которые стали радиоактивными в результате загрязнения их радиоактивным аэрозолем [4]. При отсутствии естественных облаков, т.е. в безоблачной турбулентной атмосфере, существующие радиолокационные методы и сетевые метеорологические станции (МРЛС) по своим техническим параметрам не позволяют обнаружить радиоактивный аэрозоль, выбрасываемый АЭС, тем более измерить его концентрацию. Поэтому необходимо для безоблачной турбулентной атмосферы использовать другие методы и другую радиолокационную аппаратуру.

Известно, что безоблачная турбулентная атмосфера представляет собой полупроводящую среду, электрофизические характеристики которой определяются относительной диэлектрической проницаемостью ϵ' . При отсутствии радиоактивного аэрозоля диэлектрическая проницаемость такой атмосферы незначительно отличается от единицы [1, 2]. В настоящее время имеются работы [5, 6], в которых сделана попытка оценить электрическую проницаемость (ЭПР) радиоактивного аэрозоля с учетом того, что в радиоактивных выбросах АЭС присутствуют ионы радиоактивных газов, аэрозольные частицы и водяные капли. В приведенных

работах показано, что ЭПР радиоактивных выбросов недостаточна для их обнаружения сетевыми некогерентными МРЛС. В тоже время в работе [6] показано, что относительная диэлектрическая проницаемость за счет температурно-влажностных контрастов на границе факела радиоактивных выбросов при диаметре сферического термика 100 м составляет 29,88, т.е. существенно превышает единицу.

Целью данной статьи является обоснование возможности использования градиента диэлектрической проницаемости безоблачной турбулентной атмосферы в качестве информативного параметра, определяющего наличие выбросов радиоактивного аэрозоля объектами ядерной энергетики.

Изменение диэлектрической проницаемости очень существенно при наличии радиоактивного аэрозоля в безоблачной турбулентной атмосфере, концентрация которого при технологическом режиме работы АЭС составляет $10^9 - 10^{10} \text{ м}^{-3}$, а при аварийном - $10^{11} - 10^{12} \text{ м}^{-3}$. Причем в соответствии с [6], для твердых частиц радиоактивного аэрозоля размером 4 мкм и концентрацией 500 см^{-3} значение $\epsilon' = 4$. Будем исходить из того, что концентрация частиц радиоактивного аэрозоля, выбрасываемого в атмосферу при технологическом режиме работы АЭС невелика, и поэтому ϵ' отличается от сухого воздуха на несколько единиц, а для аварийного режима – на десятки единиц. Покажем, что диэлектрическую проницаемость радиоактивного аэрозоля можно определить по значению разности фаз между отраженным от радиоактивного объема и излученным радиосигналами, или между ортогональными составляющими эхосигнала, в котором присутствует деполяризация. Для решения задачи можно использовать доплеровский метеорологический поляриметр,

работающий на длине волны $\lambda = 3,2$ см и позволяющий осуществлять полный поляризационный анализ электромагнитной волны.

Пусть на отражающий объект воздуха падает плоская монохроматическая волна. Компоненты $E_X(t, z)$ и $E_Y(t, z)$ вектора $\vec{E}(t, z)$ напряженности электрического поля волны в изотропной среде удовлетворяют уравнениям Максвелла, решение которых совпадают с волновым уравнением:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial z^2} - \frac{\epsilon' \mu'}{c^2} \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 0, \quad (1)$$

где: u - искомая функция; ϵ' , μ' - диэлектрическая и магнитная проницаемости среды; c - скорость света в вакууме.

Тогда, компоненты $E_X(t, z)$ и $E_Y(t, z)$, как решения уравнения (1) имеют вид:

$$\begin{aligned} E_X(t, z) &= \\ &= A_1 \cos\left(\omega t - \frac{2\pi z}{\lambda} + \alpha_1\right) \\ E_Y(t, z) &= \\ &= A_2 \cos\left(\omega t - \frac{2\pi z}{\lambda} + \alpha_2\right), \end{aligned} \quad (2)$$

где: A_1 и A_2 - амплитуды; $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \vartheta$ - круговая частота колебания; $\lambda = \nu T$ - длина

волны; T - период колебаний; $\nu = \frac{c}{\sqrt{\epsilon' \mu'}}$ - скорость распространения электромагнитной волны в среде с ϵ' ; α_1 и α_2 - начальные фазы колебаний.

Пусть в точке M находится отражающий объем воздуха с диэлектрической проницаемостью ϵ' , расстояние до которого $z = R$ (рис.).

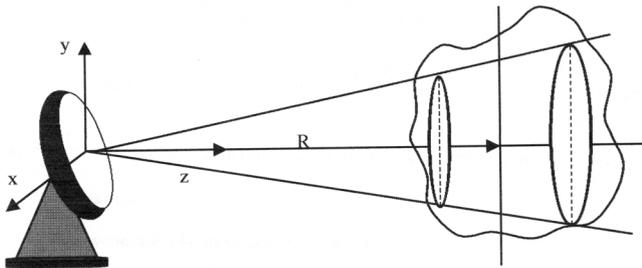


Рис. Процесс отражения электромагнитной волны от объема воздуха M с диэлектрической проницаемостью ϵ' .

От объема M будет происходить отражение электромагнитной волны. Из уравнений (2) составляющие $E_X^*(t, z)$ и $E_Y^*(t, z)$ вектора $\vec{E}^*(t, z)$ напряженности электромагнитного поля отраженной волны:

$$\begin{aligned} E_X^*(t, z) &= \\ &= A_1 \cos\left(\omega t - \frac{2\pi z}{\lambda} + \alpha_1'\right) \\ E_Y^*(t, z) &= \\ &= A_2 \cos\left(\omega t - \frac{2\pi z}{\lambda} + \alpha_2'\right). \end{aligned} \quad (3)$$

Будем считать, что процесс отражения от объема M происходит близко к зеркальному, т.е. в M прямая и отраженная волны имеют одинаковые фазы, а именно

$$\begin{aligned} \omega t_1 - \frac{2\pi R}{\lambda} + \alpha_1 &= \\ &= \omega t_1 + \frac{2\pi R}{\lambda} + \alpha_1' \\ \omega t_1 - \frac{2\pi R}{\lambda} + \alpha_2 &= \\ &= \omega t_1 + \frac{2\pi R}{\lambda} + \alpha_2', \end{aligned} \quad (4)$$

где $t_1 = \frac{R}{\nu}$ - время прохождения волны от МРЛС (точка O) до объекта M .

Из условий (4) находим α_1' и α_2'

$$\begin{aligned} \alpha_1' &= \alpha_1 - \frac{4\pi R}{\lambda} \\ \alpha_2' &= \alpha_2 - \frac{4\pi R}{\lambda}. \end{aligned} \quad (5)$$

Прямая и отраженная волны линейно поляризованы. Тогда прямая и отраженная электромагнитные волны будут складываться, образуя стоячие волны, как суперпозицию волн (2) и (3).

Вычислим компоненты $E_{XC}(t, z)$ и $E_{YC}(t, z)$

вектора $\vec{E}_C(t, z)$ напряженности стоячих волн

$$\begin{aligned}
E_{XC}(t, z) &= E_X(t, z) + E_X^*(t, z) = \\
&= 2A_1 \cos\left(\omega t + \frac{\alpha_1' + \alpha_1}{2}\right) \cdot \\
&\cdot \cos\left(\frac{2\pi z}{\lambda} + \frac{\alpha_1' - \alpha_1}{2}\right) \\
E_{YC}(t, z) &= E_Y(t, z) + E_Y^*(t, z) = \\
&= 2A_2 \cos\left(\omega t + \frac{\alpha_2' + \alpha_2}{2}\right) \cdot \\
&\cdot \cos\left(\frac{2\pi z}{\lambda} + \frac{\alpha_2' - \alpha_2}{2}\right). \quad (6)
\end{aligned}$$

Определим разность фаз в точке O каждой компоненты прямой и отраженной (стоячей волны). Из (2) следует, что при $t = 0$

$$E_X(0, 0) = A_1 \cos \alpha_1,$$

$$E_Y(0, 0) = A_2 \cos \alpha_2,$$

$$t = 2t_1 = \frac{2R}{v}$$

где $t_1 = \frac{R}{v}$ - время прохождения волны от точки O до M .

Тогда получим

$$\begin{aligned}
E_{XC}(2t_1, 0) &= 2A_1 \times \\
&\times \cos\left(2\omega t_1 + \frac{\alpha_1' + \alpha_1}{2}\right) \cos\frac{\alpha_1' - \alpha_1}{2}; \\
E_{YC}(2t_1, 0) &= 2A_2 \times \\
&\times \cos\left(2\omega t_1 + \frac{\alpha_2' + \alpha_2}{2}\right) \cos\frac{\alpha_2' - \alpha_2}{2}. \quad (7)
\end{aligned}$$

Разности фаз $\Delta\Phi_X$ для компонент E_{CX} и E_X , и $\Delta\Phi_Y$ для компонент E_{CY} и E_Y :

$$\begin{aligned}
\Delta\Phi_X &= 2\omega t_1 + \frac{\alpha_1' + \alpha_1}{2} - \alpha_1 = \\
&= \frac{2R\omega}{v} + \frac{\alpha_1' - \alpha_1}{2} = \\
&= \frac{2R}{v} \cdot \frac{2\pi}{T} + \frac{\alpha_1' - \alpha_1}{2} = \\
&= \frac{4\pi R}{\lambda} + \frac{\alpha_1 - \frac{4\pi R}{\lambda} - \alpha_1}{2} = \\
&= \frac{4\pi R}{\lambda} - \frac{2\pi R}{\lambda} = \frac{2\pi R}{\lambda} = \frac{2\pi R}{vT} = \\
&= \frac{2\pi R\vartheta}{v} = \frac{2\pi\vartheta R\sqrt{\varepsilon'\mu'}}{c};
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Delta\Phi_Y &= 2\omega t_1 + \frac{\alpha_2' + \alpha_2}{2} - \alpha_2 = \\
&= \frac{2R\omega}{v} + \frac{\alpha_2' - \alpha_2}{2} = \frac{2R}{v} \cdot \frac{2\pi}{T} + \\
&+ \frac{\alpha_2' - \alpha_2}{2} = \\
&= \frac{4\pi R}{\lambda} + \frac{\alpha_2 - \frac{4\pi R}{\lambda} - \alpha_2}{2} = \\
&= \frac{4\pi R}{\lambda} - \frac{2\pi R}{\lambda} = \frac{2\pi R}{\lambda} = \frac{2\pi R}{vT} = \\
&= \frac{2\pi R\vartheta}{v} = \frac{2\pi\vartheta R\sqrt{\varepsilon'\mu'}}{c}. \quad (8)
\end{aligned}$$

В связи с тем, что магнитная проницаемость атмосферы $\mu' = 1$, то

$$\begin{aligned}
\Delta\Phi_X &= \frac{R\sqrt{\varepsilon'} 2\pi\vartheta}{c} = \frac{R\sqrt{\varepsilon'} 2\pi}{cT}; \\
\Delta\Phi_Y &= \frac{R\sqrt{\varepsilon'} 2\pi\vartheta}{c} = \frac{R\sqrt{\varepsilon'} 2\pi}{cT}. \quad (9)
\end{aligned}$$

Измерив с помощью когерентной МРЛС $\Delta\Phi_X$ или $\Delta\Phi_Y$ и расстояние R , легко определим ε' . Разность фаз в (9) зависит только от R и ε' , т.к. величины ϑ и c постоянны в процессе радиолокационного наблюдения.

Рассчитаем разность фаз в зависимости от ϵ' и R . Пусть расстояние до отражающего объема воздуха изменяется от 1 до 20 км, а ϵ' находится в пределах от 1 до 30.

В результате расчетов получено, что при $R = 1$ км для принятого изменения ϵ' значение $\Delta\Phi_X$ возрастает от 1,0 до 5,47; при $R = 20$ км величина $\Delta\Phi_X$ увеличивается от 20 до 110.

Видно, что разность фаз $\Delta\Phi_X$ является параметром, отражающим изменение диэлектрической проницаемости и, следовательно, определяющим присутствие радиоактивного аэрозоля в атмосфере.

ВЫВОДЫ.

Анализ результатов выполненных расчетов изменения разности фаз $\Delta\Phi_X$ в зависимости от диэлектрической проницаемости ϵ' для определенного расстояния от МРЛС до отражающего объема атмосферы позволяет сделать вывод о том, что с помощью когерентной МРЛ легко осуществить измерение диэлектрической проницаемости атмосферы в районе функционирования АЭС и установить наличие в атмосфере радиоактивного аэрозоля.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Степаненко В.Д. Радиолокация в метеорологии. – Л.: Гидрометеоздат, 1966. – 350 с.
2. Павлов Н.Ф. Аэрология, радиометеорология и техника безопасности. – Л.: Гидрометеоздат, 1980. – 431 с.
3. Руководство по применению радиолокаторов МРЛ-4, МРЛ-5 и МРЛ-6 в системе градозащиты. – Л.: Гидрометеоздат, 1980. – 230 с.
4. Применение радиолокационных данных. Аэрологической и метеорологической информации для оценки аэрозольного радиоактивного загрязнения при аварийных ситуациях на АЭС (на примере Чернобыльской АЭС). Под общ. Редакцией В. Д. Степаненко. – СПб, изд-во ГГО, 1997. 94 с.
5. Савченко И.А., Степаненко В.Д. Возможности радиолокационного обнаружения выбросов АЭС и других источников ядерной энергетики // Труды Всероссийского симпозиума «Радиолокационное исследование природных сред», С.-П., вып.1, 1998. - с.190-194.
6. Савченко И.А., Степаненко В.Д. Особенности обнаружения с помощью МРЛ-5 радиоактивных облаков, образующихся при авариях на АЭС // Труды XVI-XIX Всероссийских симпозиумов «Радиолокационное исследование природных сред», С.-П., вып.2, 2002. – с.265-275.

Пономарёв В.Г., профессор

Государственный научный центр Российской Федерации НИИВОДГЕО

Субботкин Л.Д., к.т.н., профессор

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Расчет сооружений процесса разделения суспензий сточных вод

Рассматриваются актуальные вопросы моделирования процесса разделения суспензий сточных вод в лабораторных условиях и применения экспериментальных данных для расчета и проектирования очистных сооружений.

сточные воды, суспензии, концентрация, осаждение, кинетика, агломерация, гидродинамика, гидравлическая крупность

Сточные воды населённых мест и особенно промышленных предприятий содержат различные по природе загрязнения. С развитием комфортности бытовых условий с использованием большого разнообразия моющих, чистящих и других химических препаратов, а так же с изменением и совершенствованием технологических процессов и оборудования производства изменяются количество и состав загрязнений в сточных водах, что усложняет проблему решения систем их очистки. Это требует в каждом конкретном случае неоднозначного подхода к выбору методов очистки и тесной увязке их между собой при решении технологической схемы. Потому система автоматического проектирования (САПР) очистных сооружений должна включать несколько разделов: механической, физико-химической, биологической очистки, а так же раздел глубокой доочистки. Эти разделы должны основываться на конкретных данных характеристики воды по ступеням очистки. Выбор рациональных конструкций сооружений должен производиться с учётом состава загрязнений, возможной очистки воды на данной ступени, при этом необходимо учитывать гидравлику и гидродинамику потоков воды в сооружениях, и энергетические затраты.

За основной параметр расчета сооружений механической очистки сточных вод в России и Украине, как и во многих странах, принята гидравлическая крупность U_0 частиц, которые необходимо выделить для обеспечения требуемой степени очистки. Величина U_0 определяется по кривым кинетики отстаивания $\mathcal{E} = f(t)$, получаемым при статическом отстаивании отобранных проб воды, при высоте, отличающейся от высоты столба воды в рассчитываемом сооружении.

По рекомендациям СНиП [1] пересчет результатов лабораторных исследований применительно к реальным сооружениям производится по формуле:

$$T = t \cdot (H / h)^n \quad (1)$$

где: n - показатель степени, считается коэффициентом агломерации частиц, имеющей место при увеличении высоты; определяется по экспериментальным кривым отстаивания

$\mathcal{E} = f(t)$ в статических условиях (рис.1) отобранных проб воды при разных высотах h_1 и h_2 и при требуемом эффекте очистки:

$$n = (\lg t_2 - \lg t_1) / (\lg h_2 - \lg h_1) \quad (2)$$

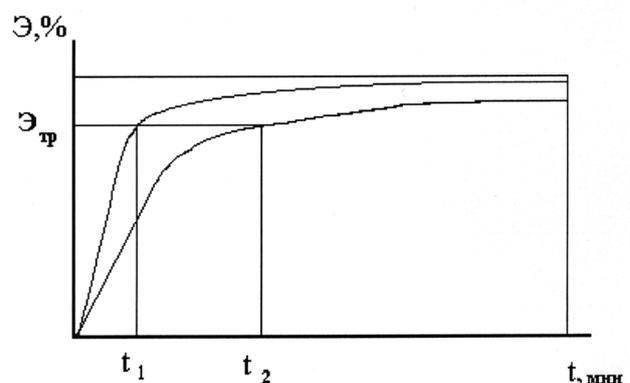


Рис. 1 Кинетика отстаивания (разделения) суспензии при разной высоте .

Анализ результатов исследований по кинетике отстаивания суспензий сточных вод, загрязненных взвешенными веществами различной природы, при изменении высоты отстаивания в пределах 100...2000 мм, показал, что значения коэффициента n при равном эффекте осветления с изменением высоты отстаивания могут отличаться более чем в 3 раза, что означает возможность серьезных ошибок в расчё-

тах. Это свидетельствует о неустойчивости дисперсного состава взвешенной фазы загрязнений вследствие взаимодействия частиц, приводящей к их агломерации. Было установлено [2, 3], что в процессе отстаивания суспензии по глубине может повышаться концентрация взвеси, поскольку частицы оседают с разной скоростью. При этом сокращается расстояния между ними, что приводит к их агломерации и процесс отстаивания ускоряется. Ускорение процесса может происходить так же за счет затягивания мелких частиц в поток, образующийся за частицами более крупных размеров, осаждающихся с большей скоростью.

Исследование многих ученых [4, 5, 6] показывают, что взвешенные в водной среде частицы постоянно находятся во взаимодействии, которое при определенных условиях приводит к их агломерации и в результате процесс их выделения может ускоряться.

Устойчивости суспензий посвящено большое число работ. Однако, из них подавляющее большинство рассматривает коллоидные системы, в которых содержатся частицы практически одного размера, а концентрация которых очень велика. Основы устойчивости коллоидных систем изложены в теории ДЛФО (Дерягин, Ландау, Фервей, Овербек) [6, 7] и развиты многими учениками этих ученых и последователями. Громадный вклад в эту проблему внес академик П.А. Ребиндер [8].

Теория ДЛФО рассматривает устойчивость коллоидных систем на основе двойного электрического слоя ионов и сольватных оболочек на поверхности коллоидной частицы, ионов дисперсионной среды (в нашем случае сточной воды), образующих второй диффузионный слой, и возникающих между ними расклинивающих усилий, вследствие действия противоположно направленных сил: сил молекулярного притяжения Ван-дер-Ваальса, электростатического отталкивания и диффузионных сил, стремящихся выравнять концентрацию ионов в объеме среды.

При этом ученые подходят к понятию устойчивости с позиции сохранения системы во взвешенном состоянии.

В суспензиях сточных вод концентрации взвешенных частиц значительно меньше, а их дисперсный состав изменяется в широких пределах, и природа взвешенных загрязнений мо-

жет быть различна. Кроме того, в области механической очистки сточных вод устойчивость суспензий рассматривается с позиции ее принудительного разделения с выделением взвешенных загрязнений в осадок.

О неоднозначности подхода и недостаточной изученности закономерностей процессов устойчивости коллоидных систем, содержащих частицы разной крупности, отмечает в своей монографии И.Ф. Ефремов [9].

Тем не менее, теория ДЛФО показывает, что процесс разделения (устойчивости) зависит от поверхностных свойств взвешенных частиц загрязнений, свойств жидкой фазы (воды) и от взаимосвязи всех этих параметров.

Было установлено, что объединение частиц в агломераты, даже одноименно заряженных, может происходить при их сближении на расстояние, при котором преодолевается барьер отталкивания. Это явление может возникать в результате многих причин. В сооружениях это может происходить при определенных гидродинамических условиях.

Для разработки общей модели процесса разделения дисперсных систем загрязнений сточных вод в НИИВОДГЕО было изучено влияние нескольких факторов, таких как: эквивалентный диаметр частиц - $d_{жк}$; смачиваемость частиц - Θ ; фактор формы - ψ ; электрокинетический потенциал - ξ ; плотность твердой фазы - ρ ; удельная поверхность взвешенной фазы - $S_{уд}$; концентрация твердой фазы - C ; насыпная удельная масса (объемный вес) - γ ; пористость высушенной массы осадка - m ; вязкость суспензии - μ ; поверхностное натяжение - σ .

Взаимодействие этих факторов оценивалось по специально составленной программе на ЭВМ, на основе экспериментов, проведенных в статических условиях на нескольких видах сточных вод, отличающихся природой загрязнений.

При этом оценивались линейные ($y = b_0 + b_x$)

и нелинейные ($y = a_0 + a_1x + a_2x^2$) связи между ними. Было установлено, что природные показатели находятся в тесной взаимосвязи между собой и в ряде случаев при оценке загрязнений могут заменять друг друга. Было установ-

лено, что основными являются: для частиц – ξ – потенциал, смачиваемость Θ и плотность ρ , а для жидкой фазы – вязкость μ , поверхностное натяжение σ . Эти параметры находятся в тесной связи между собой. При большой выборке данных, полученных оценкой характеристики разных по природе суспензий, можно полагать, что в последствии с некоторой долей приближения, имея определённым один параметр, можно будет оценить величину другого.

К одному из значимых факторов, определяющих процесс разделения, относится концентрация дисперсной фазы. Было установлено, что при концентрации минеральных взвесей до 50 мг/л их разделение происходит при свободном осаждении и агломерация отсутствует. Это одновременно позволяет сделать вывод, что определение истинного дисперсного состава следует производить при этой концентрации.

С увеличением концентрации уменьшаются расстояния между частицами, возрастает вероятность их взаимодействия, когда начинается процесс агломерации, но при этом возникает стесненное осаждение, которое тормозит процесс разделения. При дальнейшем увеличении концентрации взвесей кривые, характеризующие процесс отстаивания суспензии с большей концентрацией располагаются ниже. Это свидетельствует о переходной стадии разделения, когда процесс стеснённого осаждения переходит в процесс уплотнения. Анализ этих кривых показывает, что в ряде случаев для интенсификации процесса очистки концентрированных сточных вод целесообразно производить их предварительное разбавление очищенной водой, т.е. вводить рециркуляцию воды.

Природные характеристики выбранных для исследований сточных вод и интервалы изучаемых параметров приведены в таблице.

Полученные кривые $\mathcal{Q} = f(t)$ аппроксимировались уравнениями, предложенными проф. И.Я. Авдеевым [10]:

$$Q(t) = (1 - e^{-(1/x)})x \quad (3)$$

где $Q(t)$ – относительное количество взвеси, выпавшей за время t ; t – функция времени седиментации;

$$x = \mu_0 t^\beta \quad (4)$$

$$\mu_0 = \sqrt[n]{\frac{x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \dots x_n}{(t_1 \cdot t_2 \cdot t_3 \dots t_n)^\beta}} \quad (5)$$

$$\beta = \frac{\sum \lg t_i \cdot \lg x_i - (1/n) \lg \Pi t_i \cdot \lg \Pi x_i}{\sum \lg^2 t_i - (1/n) \lg^2 \Pi t_i} \quad (6)$$

Расчёт по кривым осаждения производился в следующем порядке. Кривая разбивалась на участки по отрезкам времени, соответствующим выделению частиц определённой гидрав-

лической крупности $U_0 = h/t$. Через соответствующие точки кривой проводились касательные, отсекающие на оси ординат отрезки, соответствующие процентному содержанию заданной фракции [11]. По гидравлической крупности с учётом коэффициента формы определялся эквивалентный диаметр. Исходя из процентного содержания частиц и концентрации, определялось их количество, и рассчитывалась их поверхность. Затем определялась общая удельная поверхность взвешенной фазы S_{y0} , м²/г.

Для проведения расчётов S_{y0} был разработан алгоритм и составлена программа расчёта на ЭВМ. По результатам расчёта построены зависимости (рис 2, 3) влияния высоты отстаивания и концентрации на изменимость дисперсной системы, оцениваемой S_{y0} .

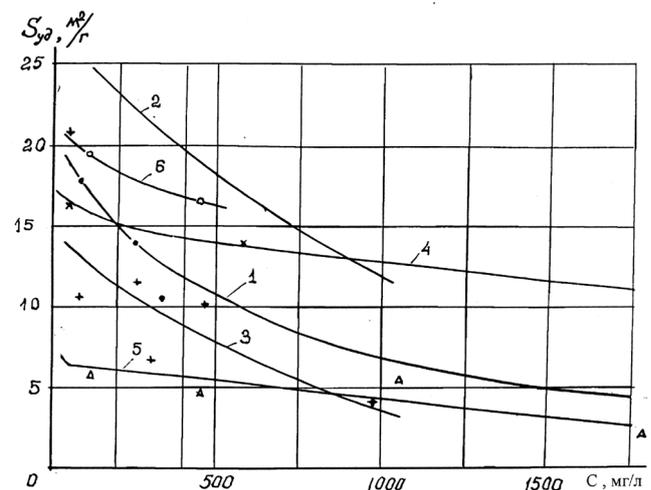


Рис. 2 Изменение удельной поверхности дисперсной фазы взвешенных загрязнений от их концентрации при высоте отстаивания $H = 200$ мм сточных вод

1 – Оптико-механический завод (ОМЗ); 2 – Литейный цех; 3 – Асбоцементный завод; 4 – Обоганительная фабрика; 5 – Завод ЖБИ; 6 – Глинистые загрязнения.

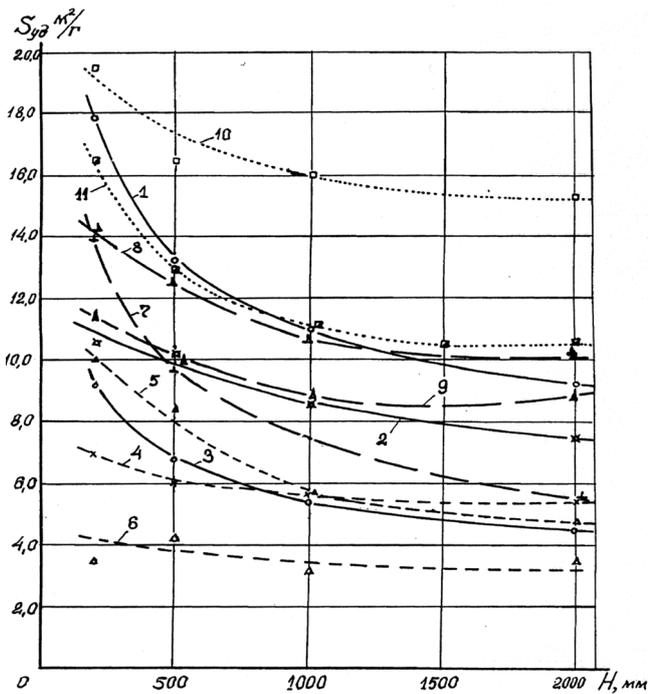


Рис. 3 Изменение удельной поверхности дисперсной фазы загрязнений от высоты отстаивания.

ОМЗ - 1, 2, 3 $C = 86, 337, 980$ мг/л; Асбоцементный завод 4, 5, 6 $C = 302, 465, 953$ мг/л; Обогащительная фабрика 7, 8, 9 - $C = 262, 589, 1819$ мг/л; Глина - 10, 11 $C = 106, 423$ мг/л

Из сравнения S_{yd} , полученных по кривым при реальной концентрации и при предварительном разбавлении до концентрации $C = 50$ мг/л, при которой определяется истинный дисперсный состав, был предложен показатель, названный *индексом агломерации I*:

$$I = S_{50} / S_C \quad (7)$$

Этот показатель предлагается принять за основу моделирования кинетики отстаивания $\vartheta = f(t)$ при изменении условий процесса (рис 4).

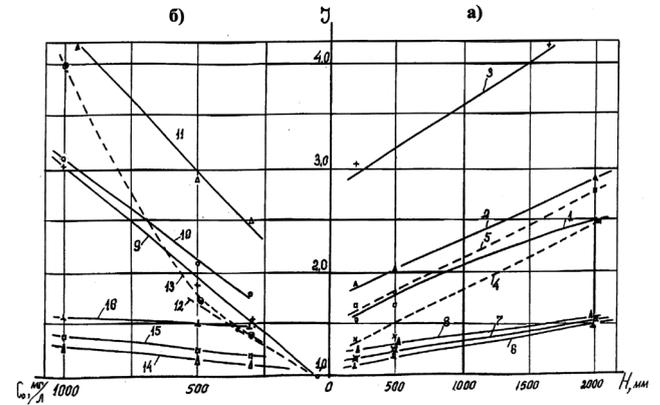


Рис. 4. Зависимость индекса агломерации «I» от высоты отстаивания и концентрации взвешенной фазы.

а) ОМЗ - 1, 2, 3 - $C = 300, 500, 1000$ мг/л;

Асбоцементный завод - 4, 5 - $C = 300, 500$ мг/л;

Обогащительная фабрика 6, 7, 8 - $C = 300, 500, 1000$ мг/л.

б) ОМЗ - 9, 10, 11 - $H = 200, 500, 1000$ мм;

Асбоцементный завод - 12, 13 $H = 200, 500$ мм;

Обогащительная фабрика - 14, 15, 16 $H = 200, 500, 1000$ мм

Таблица

Виды сточных вод	Характеристика загрязнений			Изменяемые параметры	
	ρ г/см ³	ξ мV	θ град.	C мг/л	H мм
1	2	3	4	5	6
1. Сточные воды оптико-механического завода.	2,6	14	80	50 - 2000	200 - 2000
2. Сточные воды газоочистки вентиляционных выбросов литейного цеха	1,8	3	68	25 - 4660	200
3. Сточные воды асбоцементного завода	2,7	-17	48	89 - 950	200 - 2000
4. Сточные воды обогащительной фабрики (хвосты).	2,1	-2,7	83	262 - 1819	200 - 2000
5. Сточные воды завода ЖБИ.	3,7	14	68	123 - 1780	200
6. Буровые растворы.	3,6	7	-	213 - 7570	200
7. Глинистый раствор	2,47	3	87	106 - 423	200 - 2000

Было установлено, что интенсивность агломерации I однородной мелкодисперсной взвеси невысока (рис. 4, кривые 6, 7, 8) и составляет $I = 1,1 - 1,5$, в то время, когда в воде присутствуют частицы разной дисперсности, т.е. когда в суспензии сточных вод крупность взвешенных загрязнений имеет широкий диапазон, показатель I увеличивается. Оценка изменения дисперсного состава на приборе ФС - 112 показала, что в основном объединение мелких частиц (от 10 – 5 $\mu\text{м}$ и менее) в агломераты происходит на поверхности крупных частиц (50 - 100 $\mu\text{м}$ и более). Это свидетельствует о подобии процессов отстаивания и фильтрования, и о возможности единого подхода к расчёту процессов разделения дисперсных систем сточных вод.

Экспериментально полученные зависимости индекса агломерации $I = f(H, C)$ (рис 4) свидетельствуют о прямом характере этих зависимостей.

На основании анализа результатов исследований был предложен концептуальный алгоритм пересчета результатов отстаивания, полученных в лабораторных условиях на высоту слоя в сооружении промышленных размеров.

Моделирование кинетики отстаивания заключается в следующем.

В лабораторных цилиндрах в слое высотой h_1 и h_2 проводят отстаивание отобранной пробы анализируемой воды с расчётной концентрацией взвешенных веществ C_p , затем пробу разбавляют фильтратом той же воды до концентрации $C_2 = C_p/2$, $C_3 = C_p/3$ и до $C_{50} = 50$ мг/л. На разбавленных суспензиях при тех же высотах получают соответствующие кривые $\mathcal{E} = f(t)$, по которым по разработанной программе рассчитывается S_{y0} и индекс агломерации $I = f(C)$. По имеющимся данным строится зависимость $I = f(H)$ при концентрации C_p , которая аппроксимируется уравнением:

$$I = K_0 + K_1 C_p H + K_2 C_p + K_3 H \quad (8)$$

По нему определяется расчетный индекс агломерации I , по которому рассчитывается кривая кинетики отстаивания при высоте H проектируемого промышленного сооружения.

$$C_t = C_p \cdot e^{-K_1 C_p K_2 H K_3 I K_4 t} \quad (9)$$

По полученной кривой и заданному эффекту очистки определяется гидравлическая круп-

ность U_0 агломератов частиц, которые требуется выделить, и далее проводится расчёт производительности выбранного сооружения.

Условия разделения суспензий сточных вод в потоке воды в сооружениях отличаются от условий отстаивания в покое в лабораторных цилиндрах, поэтому в величину гидравлической крупности U_0 должна быть внесена поправка.

В СНиПе [1] предлагается вводить поправку в значение гидравлической крупности (U_0) в виде турбулентной составляющей V_{tb} , которая принимается со знаком (-). Исследования показывают, что гидродинамический режим может интенсифицировать процесс разделения за счёт принудительного сближения частиц, при котором преодолевается барьер отталкивания и происходит их объединение в агломераты.

Изучению процесса разделения суспензий в потоке были посвящены специальные исследования. Работы проводились на стендах в лабораторных и промышленных условиях на отстойниках, напорных и открытых гидроциклонах. Были определены рациональные гидродинамические режимы в этих сооружениях, при которых процесс разделения происходит более интенсивно и сооружения обеспечивают больший эффект очистки.

При расчёте водоочистных сооружений необходимо учитывать так же гидравлический режим в них. Известно, что практически объём в каждом сооружении или аппарате делится на объёмы, занятые потоками идеального вытеснения, зонами циркуляционных потоков, «мёртвыми» зонами, а ряде случаев в сооружениях возникают коротко замкнутые потоки, движущиеся со значительно большей скоростью от места входа к выходу. От соотношения этих объёмов в значительной степени зависит эффективность работы сооружений [12]. В институте ВОДГЕО разработаны методика проведения гидравлических исследований, программа ЭВМ, позволяющая по экспериментальным данным определить объём гидравлических зон в сооружении. Это дает возможность более обоснованно подойти к расчёту сооружений, и, кроме того, при наладке определить причины их неудовлетворительной работы и разработать пути совершенствования.

В целом комплексный подход при решении методов и схем очистки сточных вод и проектировании очистных сооружений от взвешен-

ных веществ позволяет сократить объёмы очистных сооружений и достичь более высокую степень очистки.

ВЫВОДЫ.

1. Экспериментальными исследованиями установлено, что при концентрации минеральных взвесей до 50 мг/л их разделение происходит при свободном осаждении и явление агломерации отсутствует. Это позволяет сделать вывод, что определение истинного дисперсного состава следует производить при этой концентрации.
2. При определении кинетики осаждения концентрированных сточных вод целесообразно производить их предварительное разбавление очищенной водой, т.е. вводить рециркуляцию воды.
3. Из сравнения общей удельной поверхности взвешенной фазы $S_{\text{об}}$, полученных по кривым при реальной концентрации и при предварительном разбавлении до $C = 50$ мг / л, при которой определяется истинный дисперсный состав, был предложен показатель, названный *индексом агломерации*. Этот показатель предлагается принять за основу моделирования кинетики отстаивания $\Theta = f(t)$.
4. При сотрудничестве нескольких научных коллективов, работающих по единой методике, возможна разработка общей модели расчёта сооружений процессов разделения суспензий сточных вод.

ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП 2. 04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения/Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР. 1986.
2. Ю.И. Вейцер, З.А. Колобова. Осаждение коагулирующих суспензий. Научные труды АКХ т. 1. Москва. 1960.
3. Ю.И. Вейцер, Д.М. Минц. Высокомолекулярные флокулянты в процессе очистки природных и сточных вод. Стройиздат. М. 1984.
4. В.И. Калицун, Ю.М.Ласков. Лабораторный практикум по канализации. М.. 1978.
5. А.П. Нечаев. Экспериментальные исследования кинетики осаждения нерастворимых примесей сточных вод в статических и динамических условиях. Диссертация. ВНИИВОДГЕО. М. 1971.
6. Б.В. Дерягин. Теория устойчивости коллоидных систем и тонких плёнок. Изд. «Наукова думка», Киев. 1986.
7. С.С. Духин, Н.Н. Рулев, Д.С. Димитров Коагуляция и динамика тонких плёнок. Изд. «Наукова думка» Киев. 1986.
8. П.А. Ребиндер. «Физико-химическая механика дисперсных структур» М. Наука.1966.
9. И.Ф. Ефремов. Периодические коллоидные структуры. Изд. «Химия» Лен-град. 1971.
10. И.Я. Авдеев. Расчёт гранулометрических характеристик полидисперсных систем. Ростовское книжное издательство. 1966.
11. Н.А. Фигуровский. Седиментационный анализ. Изд. АН СССР, М-Л. 1949.
12. О. Левиншпиль. Инженерное оформление химических процессов. Изд. «Химия» М. 1969.

Рогаченко Д.В., аспирант

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Влияние природных и антропогенных факторов на формирование и активизацию селевых процессов в юго-восточном Крыму

Рассматриваются проявления селевых процессов в Юго-восточном селевом районе Крыма с целью определения влияния на эти процессы природных и антропогенных факторов с учетом характерных особенностей данной территории.

сели, оползни, эрозия, осыпи, геологические условия, техногенная нагрузка, противоселевые мероприятия.

Из четырех селевых районов Крыма, включающих: Северный, Предгорный, Юго-западный и Юго-восточный - последний наиболее селеактивен. Юго-восточный селевой район это низкогорная, очень расчлененная, засушливая, маловодная часть южного склона Главной гряды, занимающая территорию от Алушты до Судака. К числу наиболее селеопасных рек в районе относятся Кутлак, Ворон, Шелен, Ускут. В бассейнах этих рек средняя частота селепроявлений – один раз в три-пять лет [1,4].

Особенности формирования твердого стока определяются геологическим строением. Покровные четвертичные отложения представлены щебенисто-суглинистыми породами, перекрывающими на отдельных участках коренные. Отличие этих отложений заключается в низких фильтрационных свойствах. Селеобразующие паводки формируются в основном за счет летних ливней. Наибольшее распространение в рассматриваемом районе имеют флишевые отложения таврической серии верхне-триасового-нижнеюрского возраста, представленные алевролитами, аргиллитами и песчаниками. Тектоника района сложная. Основной структурной единицей является Туакское поднятие, осложненное серией антиклинальных и синклиналиных складок, системой разрывных нарушений, вдоль многих из которых происходило смещение земляных масс. Разрывные нарушения являются зонами активных процессов выветривания, вдоль них наблюдаются выходы на поверхность подземных вод. Наиболее неустойчивые к выветриванию породы таврического флиша и их составляющая аргиллиты. У подошвы крутых склонов, сложен-

ных аргиллитами, накапливаются крупно-обломочные фракции [3].

Формирование селей обусловлено единовременным поступлением в русла постоянных или временных водотоков большого количества продуктов разрушения горных пород, быстрым (до 7-8 и более м/сек) и кратковременном (десятки минут, часы) движении этих продуктов вместе с водой и в отложении наносов в виде конусов или грязе-каменных полей на более низких поверхностях. Продукты разрушения горных пород, поступающие в сель, формируются на склонах в результате схода оползней, осыпей и обвалов; пролювиальными выносами из оврагов и небольших притоков; размывом накопившихся в руслах аллювиальных отложений и материалами от обрушения берегов. К транзитным каналам твердого стока относятся многочисленные эрозионные ложбины, борозды, овраги и балки. Селевой поток отличается от обычного горного потока большим насыщением твердым материалом (от 10 до 70 %) и представляет собой промежуточную среду между жидкостью и твердым телом. Объем материала, вовлекаемый в потоки, плоскостной смыв, их гранулометрический и вещественный состав на площадях развития флишевых отложений во многом зависят от залегания пород по отношению к склону [2].

Для формирования селевых потоков необходимо наличие трех основных условий:

- крутого рельефа;
- значительного количества продуктов разрушения горных пород;
- соответствующего паводка, обеспечивающего размыв и смыв или нарушение

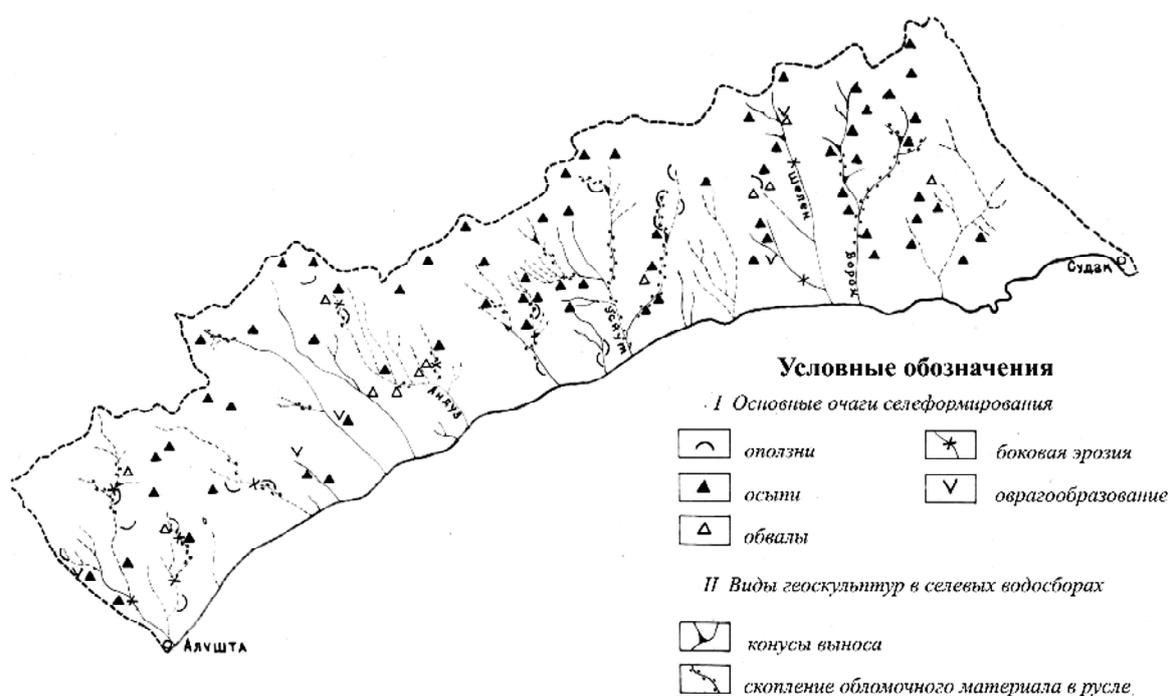


Рис. Схема расположения очагов формирования селей в юго-восточном Крыму

равновесия этих разрушенных пород.

Подобные условия имеют место в большинстве русел постоянных и временных водотоков юго-восточного Крыма. Очаги селеформирования показаны на схеме (рис.).

Юго-восточный район по сравнению с другими районами Крыма менее подвержен техногенной нагрузке, в связи с более низкими показателями рекреационной и сельскохозяйственной освоенности. Селепроявления в большей степени зависят от природных факторов, но хозяйственная деятельность также играет важную роль и её необходимо учитывать. Последняя, благодаря проведенным в семидесятые годы противоселевым мероприятиям и сооружениям, способствовала сокращению количества селепроявлений. Однако, строительство многочисленных водоёмов на притоках селеопасных рек привело к истощению морских пляжей и абразии берегов.

К основным антропогенным факторам, влияющим на формирование и активизацию селей данного района можно отнести: отсутствие оборудованных селепропусков через населенные пункты; захламленность устьевых частей селеопасных рек; отсутствие должного контроля и нерегулярные ремонтно-восстановительные работы на плотинах водохранилищ. Сказывается отсутствие единой государственной програм-

мы по курортному освоению юго-восточного Крыма, учитывающей сохранение и восполнение пляжной полосы одновременно с развитием курортной инфраструктуры в речных долинах; вырубку растительности на горных склонах и водоразделах; не регулируемый выпас скота, приводящий к возникновению промоин на вытоптаных ими тропах; не регулярный ремонт, построенных ранее стокоотводных каналов и лотков (в долинах рек Кутлак, Ворон, Шелен, Ускут почти от каждой балки к реке ранее тянулись такие системы, построенные несколько десятилетий назад) [5].

С каждым годом хозяйственное освоение территории юго-восточного Крыма расширяется и эта тенденция будет сохранена, следовательно увеличивается возможный ущерб от селей. Значение противоселевых мероприятий возрастает. Для разработки эффективных методов защиты от селей и сопутствующих им экзогенных процессов необходимо ведение комплексного мониторинга на основании пространственного районирования по всему району и на отдельных участках. Вид мероприятий и их приоритет на исследуемом участке определяется характером землепользования, интенсивностью экзогенных процессов, освоенностью, состоянием склонов, гидрометеорологическими характеристиками и геологическими особенностями.

ВЫВОДЫ

1. Высокая селеактивность юго-восточного селевого района обусловлена следующими особенностями:
 - только самые верховья рек заложены в известняках, а остальной путь река проходит в таврических сланцах, имеющих среднюю противоденудационную устойчивость;
 - на склонах района ограничена лесная растительность;
 - из-за высокой засушливости климата (360-400 мм осадков в год) характерен весьма скудный травяной покров, что способствует развитию денудационных и склоново-эрозионных процессов.
2. Формирование и активизация селевых процессов в данном районе в большей степени зависит от природных факторов.
3. Из многообразия методов противоселевой защиты нет ни одного универсального. Прекратить эрозию, ликвидировать селевые паводки и поднять производительность горных склонов может только применение соответствующего комплекса мероприятий и сооружений. Рентабельность применения противоселевых мероприятий определяется соотношением ущерба, причиненного селом, и затрат на проведение мероприятий в соответствии с прогнозом явления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айзенберг М.М. Селевые потоки. В кн. «Климат и опасные гидрометеорологические явления Крыма», - Л.: Гидрометеоздат, 1982.
2. Клюкин А.А. Геологические процессы и явления юго-восточного селевого района Горного Крыма и их роль в формировании селевого стока. В кн. «Сели Украины», - К.: «Наукова думка», 1966, - с. 42-51.
3. Муратов М.В. Краткий очерк геологического строения Крымского полуострова. - М.: Госгеолтехиздат, 1960, 208 с.
4. Олиферов А.Н. Борьба с эрозией и селевыми паводками в Крыму. Симферополь, Крымиздат, 1963, 317 с.
5. Флейшман С.М. Селевые явления и их учет при хозяйственном освоении горных территорий. – В сб.: Влагооборот и регулирование стока, МГУ, 1973, с. - 80-82.

Сокут Л.Д., к.т.н., доцент, Бонев Д.Б., студент
 Национальная Академия природоохранного и курортного строительства

Цаплин Г.А., главный инженер
 Судакский участок Донузлавской ВЭС

Методика и результаты статистического анализа распределения суточных скоростей ветра и выработки электроэнергии по фактическим данным за 2004 год (Судакская ветроэлектростанция, ветроагрегаты типа USW 56-100)

Рассматривается методика и результаты статистического анализа распределения суточных скоростей ветра и выработки электроэнергии и их взаимного влияния на основе фактических измерений этих показателей за год работы Судакской ветроэлектростанции на базе ветроагрегатов типа USW 56-100.

ветроэлектростанции, ветроагрегаты, установленная и фактическая мощность, выработка электроэнергии, энергия ветра, скорость и направление ветра, случайные величины, статистические характеристики.

Ветроэлектростанции (ВЭС) в настоящее время являются промышленными электрогенерирующими предприятиями, входящими в объединенную энергосистему Украины, наряду с традиционными тепловыми электростанциями (ТЭС) и гидроэлектростанциями (ГЭС) [1,2].

Эксплуатация ВЭС в составе объединенной энергосистемы имеет ряд технических особенностей [2...4]:

- значительно меньшая установленная и фактическая мощность по сравнению с ТЭС;
- зависимость выработки электроэнергии от метеоусловий на площадке ВЭС, непредсказуемость текущей выработки электроэнергии ВЭС и невозможность ее планирования;
- резкое изменение вырабатываемой мощности ветроагрегатов (ВЭУ) при резком колебании скорости ветра, приводящее к срабатыванию релейной защиты на участках энергосистемы;
- особенности характеристик асинхронных электрогенераторов в составе серийных и опытных ВЭУ Украины [2], по сравнению с синхронными генераторами ТЭС и ГЭС, приводят в ряде случаев к нестабильной совместной работе ВЭС и энергосистемы.

Из-за этих особенностей в отраслевом нормативном документе ГКД 341.003.001-2000 «Присоединение объектов ветроэнергетики к электрическим сетям» введено ограничение: «Включение мощности ВЭС в составе планового резерва мощности энергосистемы не допускается».

По мере развития ветроэнергетики Украины в последнее десятилетие усилия научных и промышленных организаций, связанных с этой отраслью, направлены на решение указанных вопросов [5...9]. Значительную актуальность исследования по выбору мощности ВЭС, их размещению на территории, прогнозированию выработки электроэнергии, совместной работе с энергосистемой и т.п. имеют для Крыма, поскольку на его территории на конец 2004 года было установлено до 70 % от всех ветроэнергетических мощностей Украины [5].

Стабильность выработки электроэнергии ВЭС определяется совокупностью факторов:

- направлением и скоростью ветра на площадке ВЭС;
- размещением ВЭУ на площадке ВЭС;
- техническими параметрами ВЭУ по начальной, номинальной и максимальной скорости ветра;
- технической готовностью (исправностью) ВЭУ;

Накопление опыта в проектировании и сооружении ВЭУ и ВЭС на Украине позволяет исключить, либо уменьшить, влияние второго и третьего факторов. Повышение надежности изготовления и эксплуатации ВЭУ снижают роль четвертого.

Остается актуальной задача правильной, точной, долгосрочной оценки первого, главного фактора – ожидаемой мощности ветрового потока, как первичного источника энергии ВЭС.

Мощность ВЭУ [2]

$$P = \omega M, \quad (1)$$

где: ω – частота вращения ротора,

M – аэродинамический момент ветротурбины (ВТ), равный

$$M = \pi \rho / 2 C_m(z, \varphi_i) V^3 R^3, \quad (2)$$

где: ρ – плотность воздуха, $C_m(z, \varphi_i)$ – коэффициент момента, зависящий от двух переменных – быстроходности ВТ z и угла установки лопастей ВТ φ_i ;

Используя коэффициент мощности $C_p = C_m \cdot z$ и заменяя $z = \omega R / V$, получим

$$P = \pi \rho / 2 C_p(z, \varphi_i) V^3 R^2 \quad (3)$$

Это выражение не является аналитической зависимостью мощности P от скорости ветра V ,

т.к. величина $C_p(z, \varphi_i)$ имеет переменную степень для скорости ветра и носит дискретный характер, что приводит к погрешности при расчетах и оценках P .

В настоящее время в качестве величин V , V^3 рекомендуется принимать средние годовые значения за 1...8 лет наблюдения. Очевидно, без оценки характера распределения V , математического ожидания, значений дисперсии и среднеквадратичного отклонения, такая методика дает значительную неточность. В подтверждение этого на рис. 1...3 приведены графики средних скоростей ветра и выработки электроэнергии за 2004 год по месяцам и графики тех же величин за два дня февраля (ветренный месяц) и августа (месяц тихого ветра) по фактическим измерениям на Судакской ВЭС. Сравнение графиков показывает неточность средних оценок.



Рис. 1. Среднее значение скорости ветра по месяцам 2004 г. за 2004 год

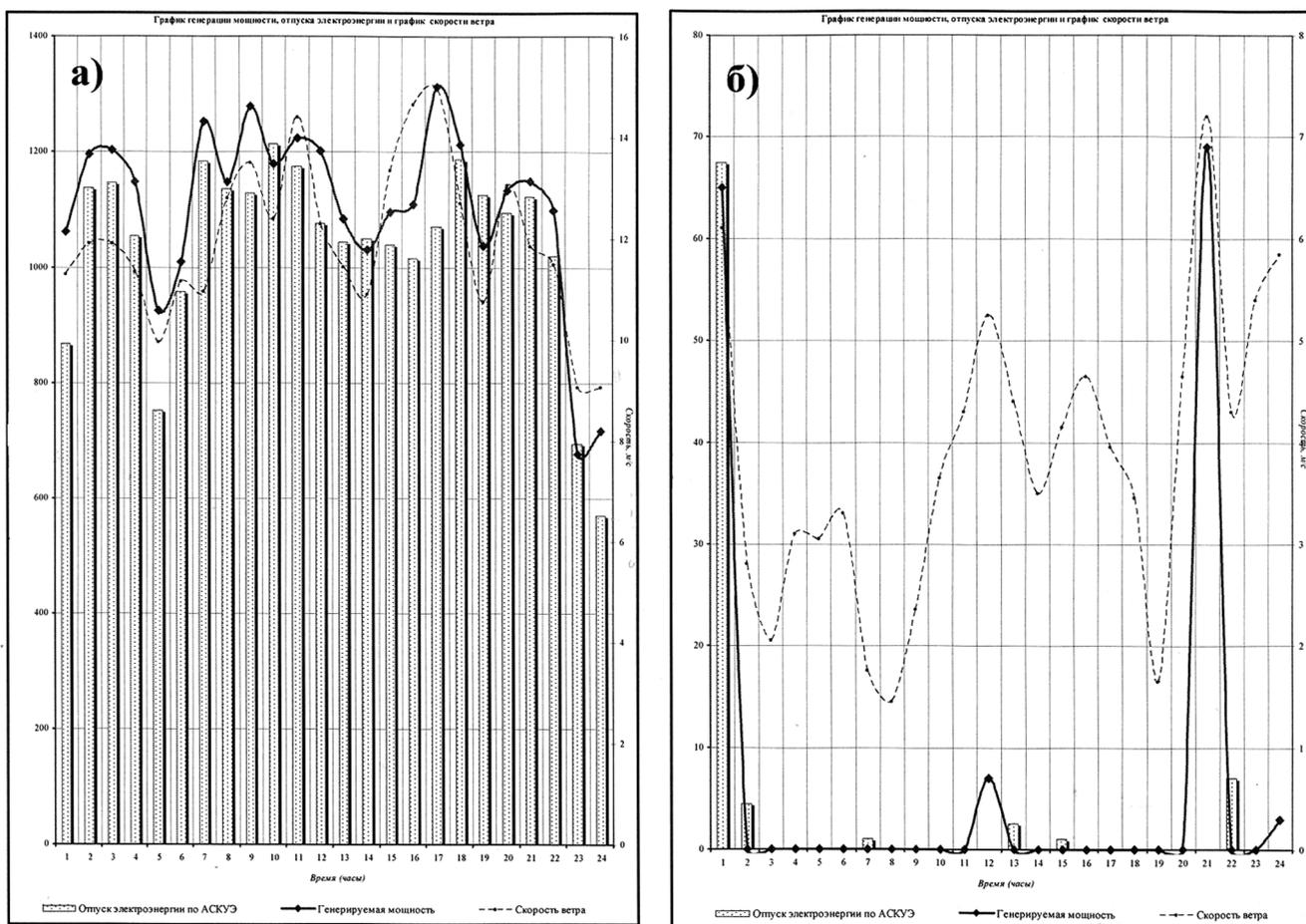


Рис.2. Графики скорости ветра, выработки и отпуска электроэнергии в августе 2004 г, а) 22.02.2004 г, б) 01.02.2004 г.

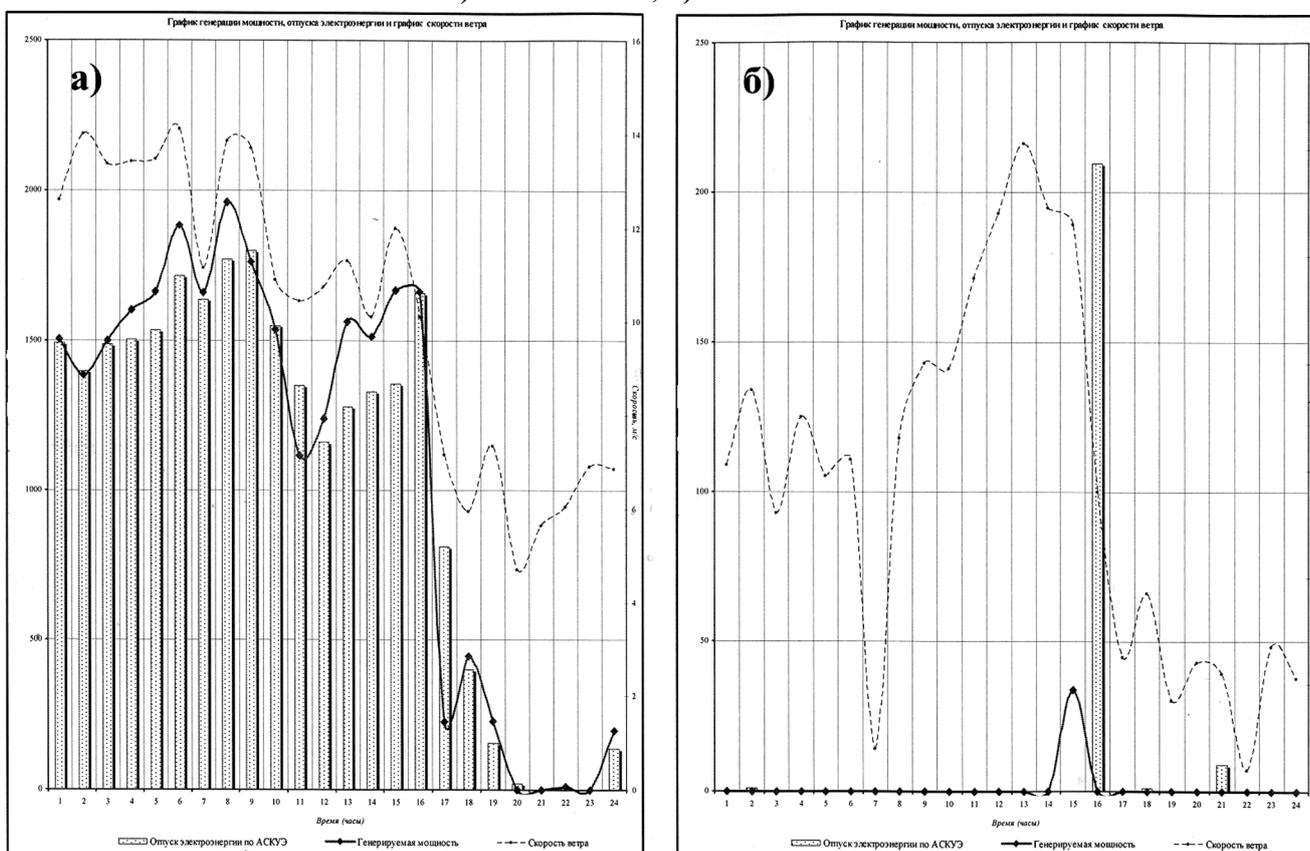


Рис.3. Графики скорости ветра, выработки и отпуска электроэнергии в августе 2004 г, а) 17.08.2004 г, б) 05.08.2004 г.

Рассматривается несколько предложений, направленных на уточнение как характеристик ветра, так и зависимостей $C_p(z, \varphi_i)$ для ВТ производства Украины (USW 56-100, Т 600-48).

В [6] предлагается вместо показателя среднегодовой скорости ветра, принятого в метеорологии и используемого при проектировании ВЭС, использовать для расчета выработки электроэнергии ВЭС другой величины – средней энергетической скорости ветра (СЭСВ). Согласно этому предложению, в качестве СЭСВ определяется такая **постоянная** скорость ветра \bar{V} , при которой ВЭУ за время t выработает такое же количество электроэнергии E , какое имело место при фактической переменной скорости ветра V за то же время.

СЭСВ вычисляется как корень уравнения

$$E = tF(\bar{V}), \tag{4}$$

где: V – фактическая скорость ветра в течение времени t , \bar{V} – расчетная постоянная скорость

ветра за то же время, $F(\bar{V})$ – функция характеристики мощности ВЭУ.

Определенная таким образом средняя энергетическая скорость ветра \bar{V} имеет монотонную связь с данными выработки электроэнергии E , в отличие от зависимостей E от V , где монотонная связь отсутствует (рис.4,5).

В [7] приводятся результаты разработки методики расчета выработки электроэнергии для действующей ВЭС на базе ВЭУ USW 56-100. Согласно методике предлагается оценивать эффективность режима работы ВЭС по сравнению расчетного и фактического значений выработки электроэнергии.

При этом для каждой ВЭУ вводится понятие коэффициента эффективности $K_{\text{Э}}$, равного отношению фактической выработки электроэнергии данной ВЭУ к расчетному значению, учитывающему сезоны плотного ветра, нестабильного и рыхлого ветра (7), положение ВЭУ на площадке ВЭС и др.

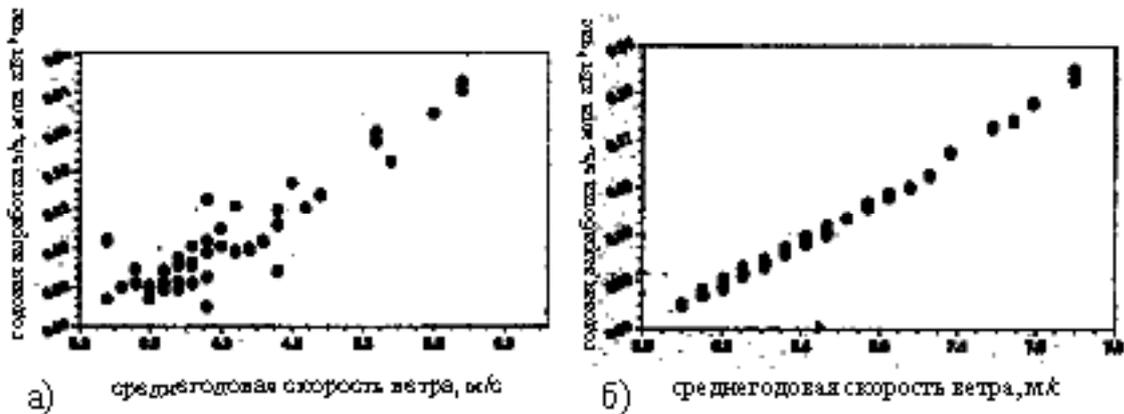


Рис.4. Зависимость годовой выработки электроэнергии от среднегодовой скорости ветра (а) и от средней энергетической скорости ветра (б) для ВЭУ USW 56-100

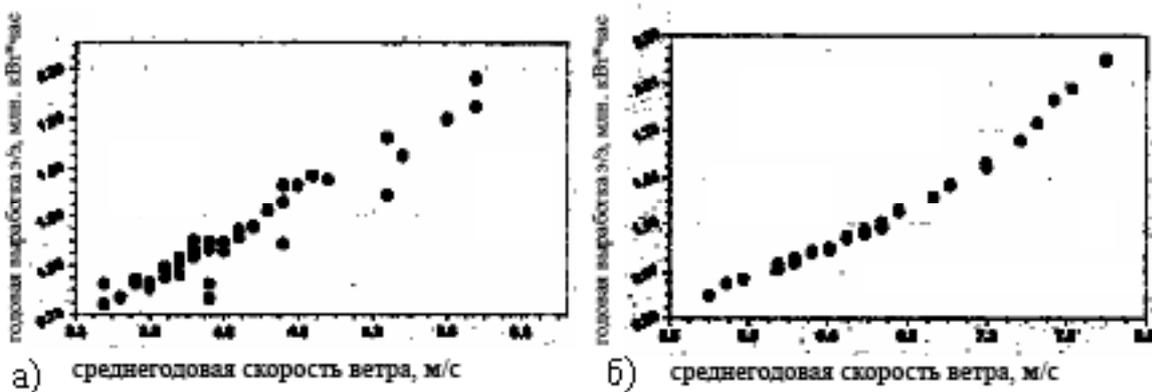


Рис.5. Зависимость годовой выработки электроэнергии от среднегодовой скорости ветра (а) и от средней энергетической скорости ветра (б) для ВЭУ Т 600-48

Результаты расчета удобно представлять в виде круговой (лепестковой) диаграммы – энергетической розы ветра каждой ВЭУ. Предлагается формировать **сезонные** энергетические карты и использовать их для прогнозирования выработки станцией электроэнергетики.

Очевидно, что **сезонные** карты ветра, учитывающие фактически зависимость $C_p(z, \varphi_i)$ для ВЭУ, есть шаг к более точному прогнозу выработки электроэнергии, чем значение среднегодовой скорости ветра.

Дальнейшее уточнение методов оценки и прогнозирования выработки электроэнергии ВЭС возможно на основании накопленного опыта эксплуатации ВЭС, на основе значительных многолетних массивов измерения параметров ВЭУ и ВЭС, поскольку ВЭС Украины оснащены современными компьютеризированными системами измерения и управления, использующие как лицензионные программы, так и новые программные разработки в процессе эксплуатации ВЭС [8].

Представляется целесообразным обработка имеющихся массивов данных методами статистического анализа.

В [9] рассматривается методика статистической обработки имеющихся данных измерения: мощности ВЭУ ($P_{ИЗМ}$), скорости ветра ($V_{ИЗМ}$), атмосферного давления ($\Pi_{ИЗМ}$) и температуры окружающей среды ($T_{ИЗМ}$) на отдельных интервалах усреднения.

Определение математического ожидания мощности M_p для каждого значения скорости ветра производится по формулам

$$M_p = \frac{(n-1)M_{p-1} + P_{ТАБ}}{n},$$

$$P_{ТАБ} = P_{ПР} \frac{C_{РТАБ} V_{ТАБ}^3}{C_{РИЗМ} V_{ИЗМ}^3},$$

$$P_{ПР} = P_{ИЗМ} \frac{760}{\Pi_{ИЗМ}} \cdot \frac{273 + T_{ИЗМ}}{288} \cdot \cos \alpha \quad (5)$$

где α – угол между азимутом скорости ветра и азимутом головки ВТ.

Была получена расчетная зависимость $P(V)$, показавшая хорошую сходимость расчетных и измеренных значений (рис.6).

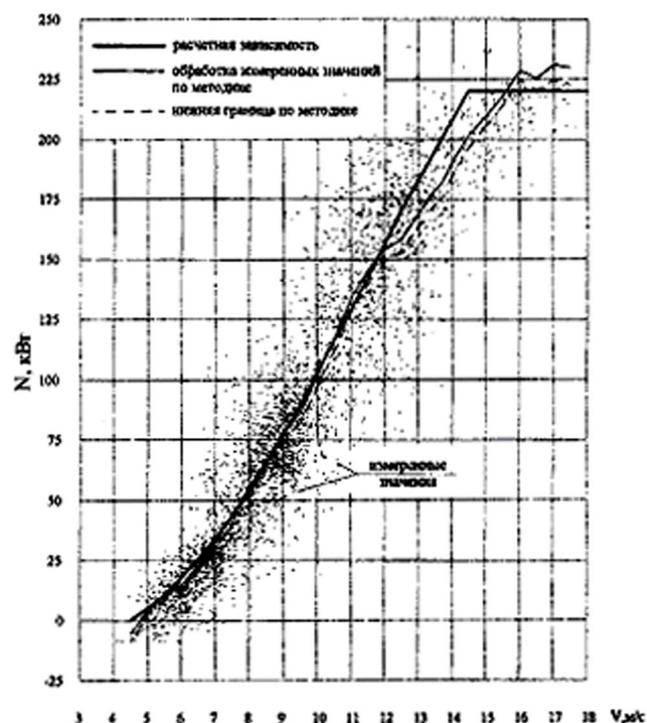


Рис.6. Зависимость выработки электроэнергии от средней скорости ветра для ВЭУ АВЭ-250С – измеренные и расчетные значения.

В настоящей работе на основе данных по скорости ветра и выработке электроэнергии за сутки в течение 2004 г. по Судакской ВЭС был произведен статистический анализ распределения этих показателей и их взаимного влияния.

Для удобства исследований, данные по выработке электроэнергии за сутки переведены в условные единицы X. За единицу принято значение среднеарифметического $E_{ср}$ от выработки E за каждые сутки в течение четырех лет на той же ВЭС, которое составило 6883,67 кВт·ч.

Для придания компактности статистическому материалу построен статистический ряд - все значения выборки разбиты на 19 интервалов (от 0 до 6 единиц). Наименьшее количество энергии полученной на станции составляет $E_{\min} = 0$ кВт·ч, наибольшее $T_{\max} = 53220$ кВт·ч. Ширину интервала обозначим Dx.

На основе исходных данных было найдено количество повторений значений лежащих внутри принятых интервалов в выборке за 2004 г. Зная повторяемость и количество измерений параметра (дней в 2004 г.) -365, можно определить частоту p_i^* (вероятность) получения значения лежащего в том или ином интервале.

$$p_i^* = \frac{m_i}{n} \tag{6}$$

где: m_i – количество значений выработанной энергии, приходящихся на i – й интервал; n – число наблюдений (365).

Отношение частоты к длине интервала представляет собой плотность распределения. Плотность распределения (иначе – «плотность вероятности») есть средняя вероятность, приходящаяся на единицу длины интервала.

В пределе, при $\Delta x \rightarrow 0$, получаем производную от функции распределения $f(x) = F'(x)$.

Эти расчеты позволяют построить некоторые типичные статистические характеристики.

Гистограмма частот представляет собой график, который строят следующим образом: на оси x откладывают интервалы наблюдений, затем параллельно оси y откладывают из середин интервалов значения, пропорциональные наблюдаемому числу попаданий в интервалы (плотность распределения) рис.7.

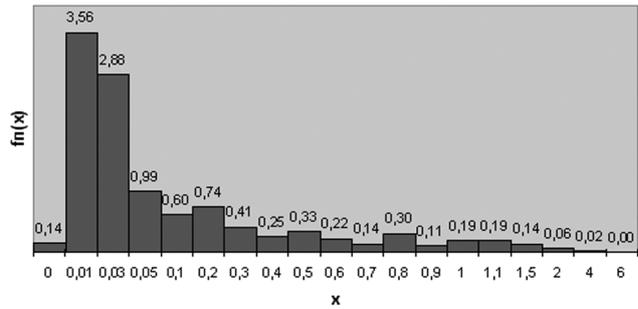


Рис.7. Гистограмма плотности частот для распределения выработки энергии.

Таким образом, площадь прямоугольников построенных на длине интервалов равна частоте и, следовательно, общая площадь гистограммы равна 1. Расстояния по оси x отложены без соблюдения масштаба, однако по обозначениям по оси можно заметить неравномерность длин интервалов, которые выбраны так исходя из значимости для дальнейшей обработки.

Высота рядов данных обратно пропорциональна длине интервала – уменьшается с ее увеличением и увеличивается с уменьшением длины.

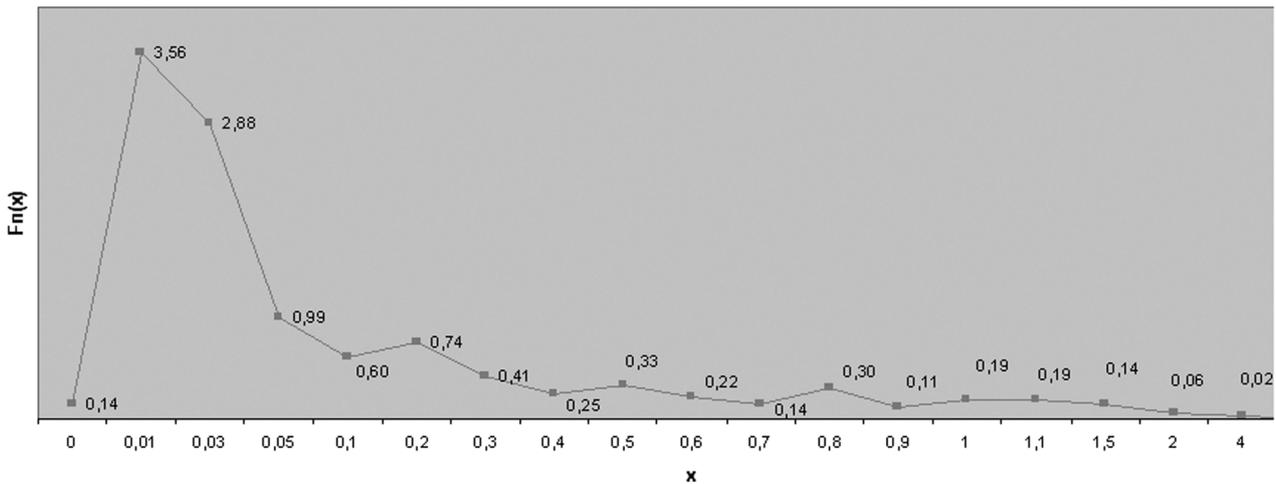


Рис. 8. Полигон частот для распределения выработки энергии.

Полигон частот (рис.8) строят точно так же, как гистограмму, но вместо прямоугольников середины верхних граней прямоугольников гистограммы соединяют прямыми линиями. На полигоне более отчетливо виден характер распределения.

Наиболее полная характеристика случайной величины – это её функция распределения. Пользуясь данными статистического ряда, можно приближенно построить и статистическую функцию распределения. Построение точной статистической функции распределения с не-

сколькими сотнями скачков во всех наблюдениях себя не оправдывает. Для практики достаточно построить статистическую функцию распределения с точками по границам интервалов статистического ряда.

Чтобы построить оценку функции распределения расположим наблюдения в порядке их возрастания, т.е. строим вариационный ряд. По вариационному ряду, в котором нет несовпадающих точек, строим функцию $F^*(x)$ (рис.9).

$$\left. \begin{aligned} F^*(x_1) &= 0; \\ F^*(x_2) &= p_1^*; \\ F^*(x_3) &= p_1^* + p_2^*; \\ &\dots\dots\dots \\ F^*(x_k) &= \sum_{i=1}^{k-1} p_i^*; \\ F^*(x_{k+1}) &= \sum_{i=1}^k p_i^* = 1. \end{aligned} \right\} (7)$$

По определению функции распределения видно, что вероятность попадания величины x на заданный участок равна приращению функции распределения на этом участке.

Чтобы выявить характерные черты плотности распределения и её отличие от нормального закона распределения, определим некоторые числовые характеристики.

Основной характеристикой распределения является математическое ожидание

$$MX = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}; \quad MX = 1.06; \quad (8)$$

Характеристики вариации уточняют представление о распределении вероятностей. Они дают представление о степени рассеивания относительно центра группирования (математического ожидания).

Характеристикой вариации является дисперсия.

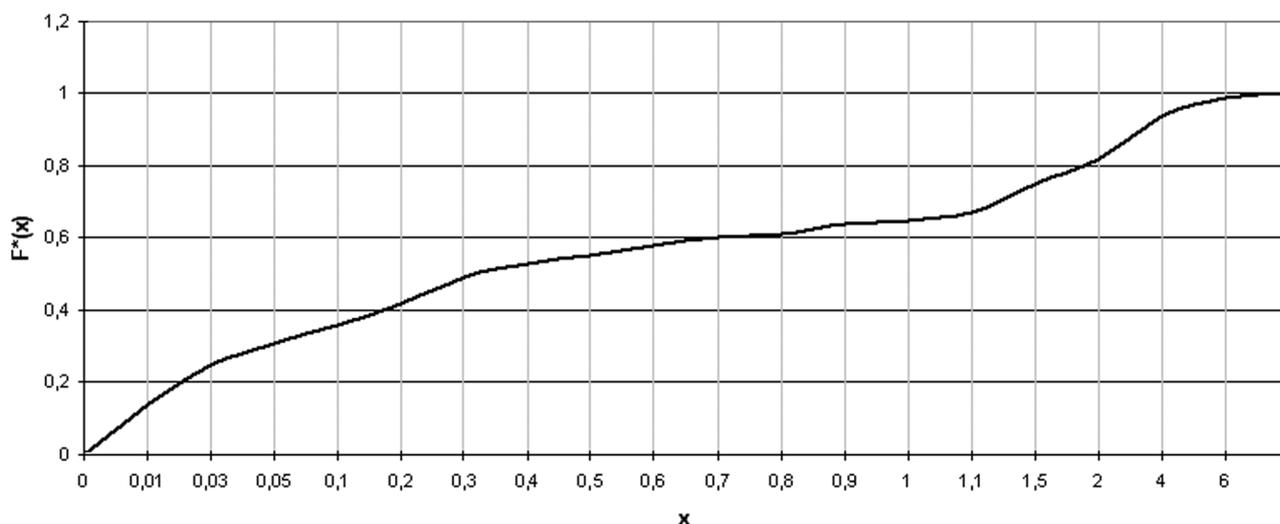


Рис.9. Статистическая функция распределения выработки энергии.

$$DX = M(X - MX)^2; \quad DX = 2.2; \quad (9)$$

Наряду с дисперсией в качестве меры рассеивания используют среднеквадратичное отклонение σ_x

$$\sigma_x = \sqrt{DX} \quad \sigma_x = 1.48; \quad (10)$$

Вероятность значения большего $3\sigma_x = 0,046$. Для нормального закона распределения вероятность значения большего $3\sigma_x = 0,0027$.

Среднеквадратичное отклонение удобнее дисперсии тем, что оно измеряется в тех же единицах, что и сама величина.

Для того чтобы охарактеризовать форму плотности распределения применяют и такие величины как моменты, эксцесс, коэффициент асимметрии и др.

Начальный момент k – го порядка –

число, равное математическому ожиданию случайной величины X^k

$$\alpha_k = M(X^k), \quad (11)$$

для $k = 2$ $\alpha_2 = 5.75$;

Центральный момент k – го порядка – число, равное математическому ожиданию k –й степени отклонения случайной величины от своего математического ожидания.

$$\mu_k = M(X - MX)^k, \quad (12)$$

так $\mu_2 = 139,5$, $\mu_3 = 676,35$;

Центральный момент третьего порядка не равен нулю, следовательно, распределение вероятностей несимметрично относительно математического ожидания.

$$\mu_{k+1} \neq 0, \quad k = 1, 2, \dots \quad (13)$$

Так же интересны такие числовые характеристики, основанные на центральных моментах третьего и четвертого порядков - соответственно, коэффициент асимметрии β и эксцесс γ .

$$\beta(X) = \mu_3 / \sigma_x^3; \beta = 42.66; \tag{14}$$

Т.к. $\beta > 0$, то «длинная часть» распределения расположена справа от центра группирования, асимметрия положительная.

$$\gamma(X) = \frac{\mu_4}{\sigma_x^4} - 3; \gamma = 136.34; \tag{15}$$

Т.к. $\gamma > 0$, то плотность распределения более «островершинна», чем плотность распределения нормальной случайной величины с той же дисперсией.

Такие же характеристики определены и для скорости ветра Z.

Построен статистический ряд - все величины выработки разбиты на 11 интервалов (от 0 до 22 м/с). Наименьшая скорость, зафиксированная на станции, составляет 1,8 м/с, наибольшая – 16 м/с.

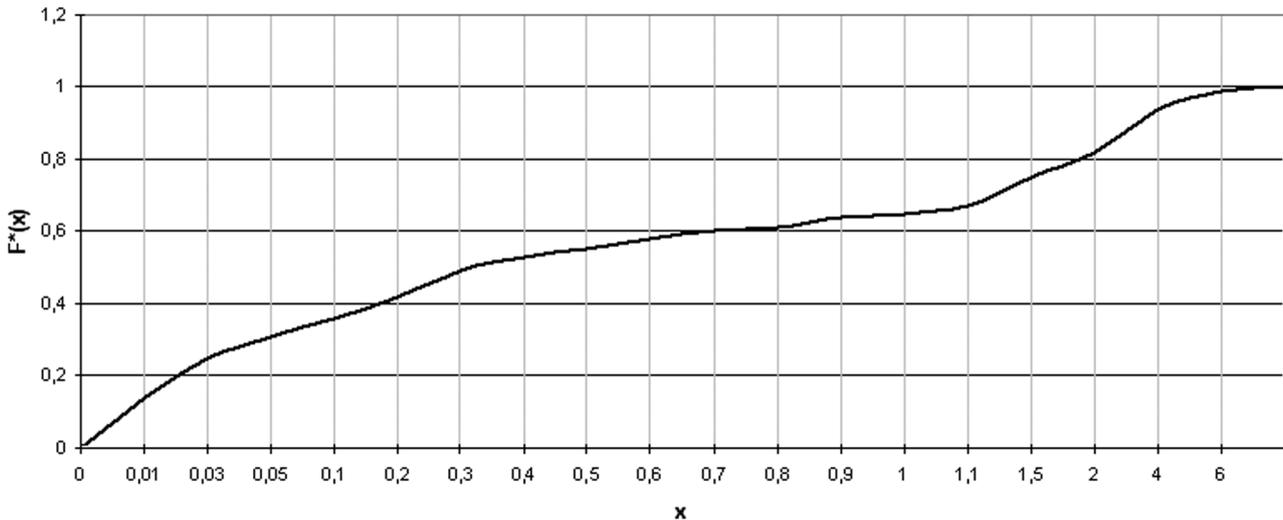


Рис.10. Гистограмма плотности частот для распределения скорости ветра.

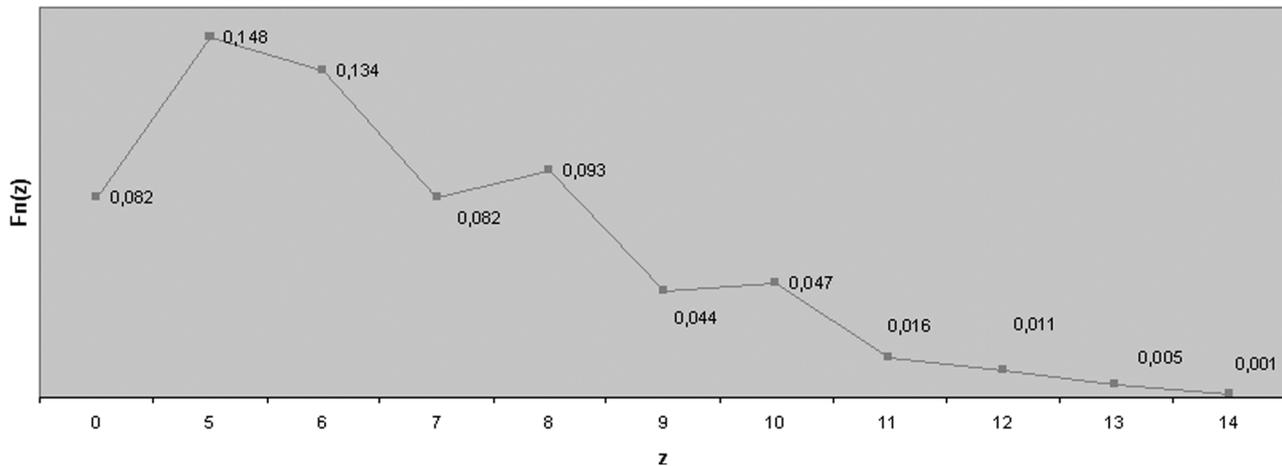


Рис.11. Полигон частот для распределения скорости ветра.

$$MZ = 8,64; DZ = 14,96, \sigma_z = 3,87.$$

$$\beta = -7,3, \gamma = 28,9$$

Вероятность значения большего $3\sigma_z = 0,03$, для нормального закона распределения вероятность значения большего

$$3\sigma_z = 0,0027. \alpha_2 = 89,5, \mu_3 = -424, \mu_4 = 7146,6.$$

Центральный момент третьего порядка не равен нулю, следовательно, распределение вероятностей несимметрично относительно математического ожидания.

Т.к. $\beta < 0$, то «длинная часть» распределения расположена слева от центра группирования, асимметрия отрицательная.

Т.к. $\gamma > 0$, то плотность распределения более «островершинна», чем плотность распределения нормальной случайной величины с той же дисперсией.

Так же проведен анализ зависимости рас-

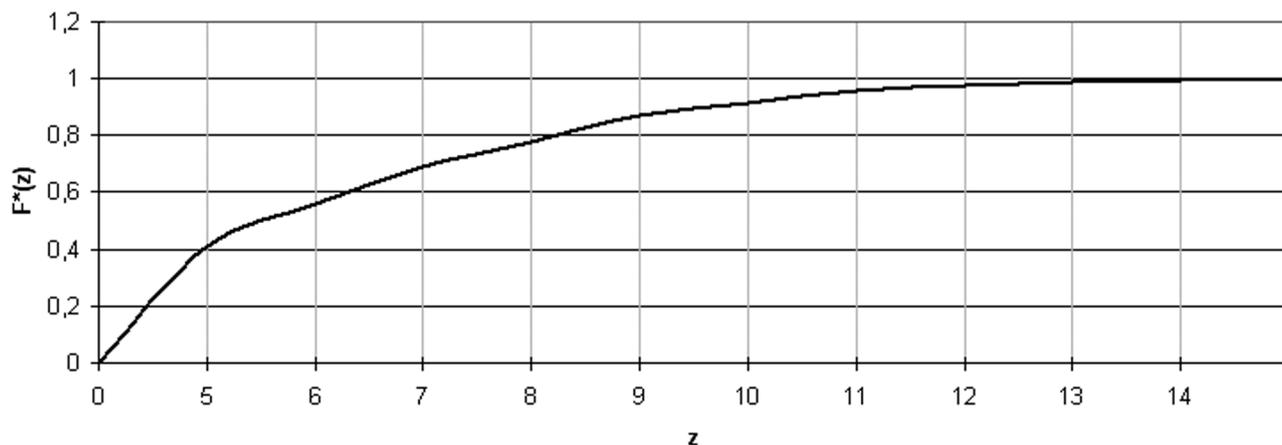


Рис.12. Статистическая функция распределения скорости ветра.

предела выработки от распределения ветра.

Для того чтобы определить характер взаимосвязи двух статистических рядов необходимо найти ковариацию величин X и Z .

$$\begin{aligned}\sigma_{xz} &= \text{cov}(X_i, Z_i) = \\ &= M(X_i - MX)(Z_i - MZ) = \\ &= M(X_i Z_i) - MXMZ; \\ \sigma_{xz} &= 0.5;\end{aligned}\quad (16)$$

Ковариация не равна нулю, следовательно величины выработки электроэнергии и скорости ветра являются зависимыми величинами.

В качестве количественной характеристики зависимости случайных величин используется коэффициент корреляции, равный ковариации нормированных величин, т.е. таких величин, для которых математическое ожидание равно 0, а дисперсия равна 1.

$$\rho_{xz} = \frac{\text{cov}(Z, X)}{\sigma_X \sigma_Z}; \quad \rho_{xz} = 0.8;\quad (17)$$

Если зависимость линейная, то $\rho_{xz} = 1$, т.е. данная зависимость между скоростью ветра и выработкой близка к линейной.

ВЫВОДЫ

1. Целесообразно при проектировании ВЭС учитывать отклонения от средних значений скорости ветра и выработки энергии.
2. Целесообразно представлять отчеты по скорости ветра и выработке энергии в виде статистических характеристик, удобных для проведения анализа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Техническая эксплуатация электрических станций и сетей. Правила. ГКД 34.20.507-2003.// Объединение энергетических предприятий «Отраслевой резервно-инвестиционный фонд развития энергетики»- Киев, 2003.
2. Неисчерпаемая энергия. Кн.1. Ветроэлектростанции / В.С. Кривцов, А.М. Олейников, А.И. Яковлев.- Учебник.- Харьков: Нац.аэрокосм.ун-т «Харьк. авиац.ин-т», Севастополь: Севаст.нац.техн.ун-т, 2003.- 400 с.
3. Пегушин В.А. Некоторые особенности работы ветроэлектростанций в составе объединенной энергосистемы Украины.// Материалы IV международной конференции «Нетрадиционная энергетика в XXI веке» (АР Крым, 29.09.2003 г.)- Крым-2003.-с.150-151.
4. Богма В.М., Цаплин Г.А. Параллельная работа ВЭС с энергосистемами, организационные и технические аспекты вопроса.// Материалы IV международной конференции «Нетрадиционная энергетика в XXI веке» (АР Крым, 29.09.2003 г.)- Крым-2003.-с.157-161.
5. Рамазанова З.У. Развитие ветроэнергетической отрасли автономной республики Крым.// Материалы V международной конференции «Нетрадиционная энергетика в XXI веке» (АР Крым, 23-27.09.2004 г.)- Крым-2004.-с.98-104.
6. Тучинский Б.Г. О показателях средней скорости ветра.// Материалы IV международной конференции «Нетрадиционная энергетика в XXI веке» (АР Крым, 29.09.2003 г.)- Крым-2003.-с.147-149.
7. Богма В.М., Вырский К.Б., Цаплин Г.А. Методика расчета выработки электроэнергии ВЭС на базе агрегатов типа USW 56-100.// Материалы V международной конференции «Нетрадиционная энергетика в XXI веке» (АР Крым, 23-27.09.2004 г.)- Крым-2004.-с.112-115.
8. Богма В.М., Вырский К.Б., Цаплин Г.А. АРМ дежурного инженера ВЭС.// Материалы IV международной конференции «Нетрадиционная энергетика в XXI веке» (АР Крым, 29.09.2003 г.)- Крым-2003.-с.152-156.
9. Попов В.А., Фоменко В.С. Методика определения зависимости мощности ветроагрегата от скорости ветра.// Материалы IV международной конференции «Нетрадиционная энергетика в XXI веке» (АР Крым, 29.09.2003 г.)- Крым-2003.-с.95-98.

Тимченко З.В., к.г.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Расчет модуля стока рек Крыма с известными расходами карстовых источников при отсутствии гидрометрических наблюдений

С использованием данных наблюдений и корреляционно-регрессионного анализа получено соотношение для расчёта модуля стока крымских рек с расходом карстовых источников до 0,25 м³/с.

Реки, гидрометрические наблюдения, модуль стока, среднегодовой расход воды, падение реки, средний уклон реки, площадь водосборного бассейна реки.

Для решения задач водоснабжения регионов Крыма местными водными источниками необходимы данные по водности рек. Эти данные получают при проведении наблюдений на гидропостах. В свое время гидрологическая сеть Крыма состояла из 191 гидропоста. В конце 80-х годов прошлого века прошло сокращение гидропостов. Сейчас действует 34 гидропоста на 26 реках и на одной балке. В Крыму насчитывается 1657 рек, ручьёв и балок [1]. Поэтому возникает задача определения водности рек при отсутствии гидрометрических наблюдений.

Водность реки (среднегодовой расход Q , л/с) определяется модулем стока

$$M = \frac{Q}{F}, \text{ л/с км}^2$$

где F – площадь водосборного бассейна реки, км².

В работах [2,3] для обобщения данных по модулю стока используется средняя высота водосборного бассейна (H_{cp}). Зависимость M от H_{cp} строят для различных типов горных районов. В работе [4] горные районы разделены по значению средневзвешенного уклона реки. Однако для многих крымских рек характерно наличие источника карстового происхождения. В работе [5] получено соотношение для расчёта модуля стока крымских рек с мощными источниками (0,4 – 1,6 м³/с) при отсутствии гидрометрических наблюдений. В данной статье получено аналогичное соотношение при карстовом источнике малой мощности, до 0,25 м³/с.

Для выявления определяющих параметров для обобщения используем уравнение энергии:

$$E_2 = E_1 + \Delta E - E_{nom}, \quad (1)$$

где: E_2 – энергия воды в выбранном створе

реки; E_1 – энергия мощного источника реки; ΔE – энергия вод, поступающих с водосборного бассейна; E_{nom} – потери энергии при течении воды по руслу реки между створами 1 и 2.

Выражение для энергий имеет вид

$$E_1 = (p_1 + pgz_1 + 0.5pV_1^2)pQ_1;$$

$$E_2 = (p_2 + pgz_2 + 0.5pV_2^2)pQ_2;$$

$$\Delta E = (p_{cp} + pgz_{cp} + 0.5pV^2)pQ_2;$$

$$E_{nom} = 0,5 \frac{\rho \lambda L V_{cp}^2}{d_{cp}} \rho Q_{cp};$$

Здесь: $p_1 = \rho_B gz_1$; $p_2 = \rho_B gz_2$; $\Delta Q = Q_2 - Q_1$;

$z_{cp} = 0.5(z_1 + z_2)$; $Q_{cp} = 0.5(Q_1 + Q_2)$;

$$V = \frac{Q}{\omega};$$

$$H = z_1 - z_2,$$

где: p – атмосферное давление; ρ_B – плотность воздуха; ρ – плотность воды; z – уровень расположения створа; V – скорость течения воды; ΔQ – расход, поступающий с водосборного бассейна; λ – коэффициент трения в русле реки; L – длина участка реки; ω – площадь поперечного сечения; d_{cp} – средний гидравлический диаметр русла; H – падение реки.

Пренебрегаем первыми членами в скобках выражений для E_1 , E_2 и ΔE , так как плотность воздуха значительно меньше плотности воды. Тогда, подставляя приведенные соотношения в равенство (1), после преобразования получим:

$$\frac{Q_2^3}{\omega_2^2} - qHQ_1 - \frac{Q_1^3}{\omega_1^2} - \frac{(Q_2 - Q_1)^3}{\omega^2} + \frac{\lambda L(Q_2 + Q_1)^3}{8d_{cp}\omega_{cp}^2} - gHQ_2 = 0$$

Из этого соотношения видно, что расход Q_2 связан со следующими известными параметрами: Q_1, H, L [1,6]:

$$Q_2 = f(Q_1, H, L).$$

Вместо длины участка реки L можно ис-

пользовать средний уклон участка реки $i = \frac{H}{L}$.

Тогда запишем

$$Q_2 = f(Q_1, H, i).$$

Переходя к модулю стока, получим функциональную связь

$$M = \frac{Q_2}{F} = f(Q_1, H, i, F) \quad (2)$$

Для обобщения использованы данные участков рек ЮБК и северо-западных склонов Главной гряды Крымских гор (табл.). В качестве расходов источников приняты расходы, измеренные вблизи карстовых источников.

Таблица.

Сопоставление рассчитанных по формуле (3) модулей стока (M_p) с измеренными значениями (M) и величины модулей стока, прогнозируемые по формулам (3) и (4)

№ пп	Гидропост	Q1, м ³ /с	L, км	H, км	F, км ²	M, л/с км ²	Mp, л/с км ²	δ, %	Формула
Реки ЮБК									
1	Гува-Васильевка	0,208	1,3	0,214	4,78	43,7	45	3	3
2	Гува - устье	0,208	1,5	0,218	4,8		43,6		4
3	Шелен - Громовка	0,042	3	0,19	16,2	2,59	2,85	10	3
4	Шелен - устье	0,042	10	0,35	42		1,07		4
5	Отуз-Щебетовка	0,069	0	0	58	1,19	1,55	30,3	3
6	Отуз -устье	0,069	4,4	0,052	77		0,739		3
Реки северо-западных склонов Главной гряды									
7	Биюк-Узенбаш-Счастлиное	0,234	0,5	0,039	6,55	35,8	28	-21,8	3
8	Биюк-Узенбаш-устье	0,234	2,4	0,134	12	x	22,7	x	4
9	Кучук-Узенбаш-Многоречье	0,203	1,8	0,13	10	20,4	19,1	-6,4	3
10	Кучук-Узенбаш - устье	0,203	4,6	0,24	21	x	10,49	x	4
11	приток Кучук-Узенбаш	0,214	0,1	0,1	2,46	84,6	81,3	-3,9	3
12	Манаготра - Счастлиное	0,037	1,6	0,09	5,06	7,2	7,5	4,2	3
13	Манаготра-устье	0,037	4,1	0,164	10	x	3,92	x	4
14	Байдарка - Орлиное	0,025	2	0,22	4,5	5,56	6,7	20,5	3
15	Байдарка - устье	0,025	11	0,264	62,8	x	0,379	x	4

С использованием указанных данных и функциональных параметров зависимости (2) с помощью многофакторного нелинейного корреляционно-регрессионного анализа получена следующая обобщающая зависимость с индексом корреляции 0,993 (корреляционная связь полная [7]) при расходе карстового источника до 0,25 м³/с:

$$M = 1237H^{0,156}F^{-1,03}Q_1^{0,931}, \quad (3)$$

где размерность H в км; F - км²; Q_1 - м³/с.

В формуле (3) отсутствует уклон участка реки, так как его влияние оказывается пренебрежимо малым.

Результаты сопоставления рассчитанного по формуле (3) модуля (M_p) с измеренным значением M приведены в табл. Там же даны в процентах значения отклонений расчётного значения модуля от измеренного

$$\delta = \frac{100(M_p - M)}{M}.$$

Из табл. следует, что отклонения δ находятся в пределах от «минус» 21,8% до +30,3%.

Следует отметить, что большие отклонения δ получены для малых значений M и M_p , что закономерно для сопоставления любых измеряемых характеристик. Для створов одной и той же реки с помощью формулы (3) можно определить модуль в расчётном створе (M) по измеренному модулю в другом створе (M_0):

$$\frac{M}{M_0} = \left(\frac{H}{H_0}\right)^{0,156} \left(\frac{i}{i_0}\right)^{3,36} \left(\frac{F}{F_0}\right)^{-1,03}. \quad (4)$$

В табл. приведены результаты расчёта прогнозируемых значений модулей стока в устье восьми рек: для семи рек расчёт проведен по формуле (4), а для реки Отуз - по формуле (3), так как пересчёт по формуле (4) не возможен ($H_0 = 0$). Из табл. видно, что прогнозируемые значения модуля стока в устье рек согласуются с измеренными значениями модуля в предыдущих створах (модуль уменьшается с увеличением площади водосборного бассейна).

ВЫВОДЫ:

1. С использованием многофакторного нелинейного корреляционно-регрессионного анализа получена зависимость, позволяющая рассчитать модуль стока крымских рек с карстовыми источниками, имеющими расход до 0,25 м³/с. с индексом корреляции 0,993 формула
1. Рассчитанные прогнозируемые значения модулей стока для устья восьми рек согласуются с измеренными значениями модуля в предшествующих створах этих рек.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Поверхностные водные объекты Крыма. Справочник // Лисовский А.А., Новик В.А., Тимченко З.В., Мустафаева З.Р. - Симферополь: Рескомводхоз АРК, 2004. - 113 с.
2. Клибашев К.П., Горшков И.Ф. Гидрологические расчёты. - Л.: ГМИ, 1970. - 460 с.
3. Ресурсы поверхностных вод. - Т. 6. - Украина и Молдавия. - Вып. 4. - Крым. - Л.: ГМИ, 1966. - 344 с.
4. Боровский Б.И., Тимченко З.В. Компьютерное моделирование гидрологических характеристик рек Крыма. / Сб. научных трудов КНУТД. - Киев, 2004. - С. 207-210.
5. Тимченко З.В. Определение модуля стока рек Крыма с мощными источниками при отсутствии гидрометрических наблюдений // Сб. научных трудов КГИПУ. - Симферополь, 2005. - С. 85 - 89.
6. Государственный водный кадастр. Основные гидрологические характеристики. - Т. 6. - Украина и Молдавия. - Вып. 4. - Крым. - Л.: ГМИ, 1980, 120 с.
7. Вознюк С.Т., Гончаров С.М., Ковалёв С.В. Основы научных исследований. - Киев: Вища школа, 1985. - 192 с.

Матвеев В.В., к. ф.-м. н., доцент, Титаренко В.Н., ст. преподаватель
 Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Щербина О.А., профессор
 Венский университет

Современные вычислительные возможности Internet для решения оптимизационных задач

В статье рассмотрены возможности эффективного использования Internet-технологий для решения различных классов оптимизационных задач, которые могут быть использованы при построении современных систем управления предприятиями и фирмами

оптимизация, интернет, информационные технологии, язык алгебраического моделирования.

Современный уровень научных исследований и проектирования сложных инженерных систем и сооружений предполагает активное использование методов исследования операций, в частности методов оптимизации.

Многочисленные математические модели таких систем имеют оптимизационный характер, т.е. состоят в выборе наилучшего (по некоторому критерию) решения среди некоторого множества решений, или математически: $\min \{ F(X) : \text{при ограничениях } X \in C \}$, где $F(X)$ - целевая функция, определенная на области C допустимых решений. Подобные оптимизационные задачи могут быть реально решены с помощью развитых в настоящее время методов оптимизации, многие из которых доступны в Интернет.

Модели оптимизации экономических систем сводятся к решению экстремальных задач вида:

$$\begin{aligned} & F(X) \rightarrow \text{extr} \\ & \text{при ограничениях} \\ & g_i(X) \leq b_i, \quad i = \overline{1, k} \\ & g_i(X) = b_i, \quad i = \overline{k+1, m} \end{aligned} \quad (1)$$

В общем случае это задача математического программирования.

Если хотя бы одна из функций задачи (1) не линейна, то эту задачу будем называть задачей *нелинейного программирования* (НЛП). Если все функции линейны, то это задача *линейного программирования* (ЛП).

Общая постановка задачи ЛП имеет вид:

$$\begin{aligned} & \min c^T x \\ & \text{при условиях} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & a_i x \geq b_i, \quad i \in I_1; \\ & a_i x = b_i, \quad i \in I_2, \\ & x_j \geq 0, \quad j \in J_1, \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{где:} \quad & I_1 \cup I_2 = \{1, \dots, m\}, \quad I_1 \cap I_2 = \emptyset, \\ & J_1 \subseteq \{1, \dots, n\}, \quad x = (x_1, \dots, x_n)^T, \quad c = (c_1, \dots, c_n), \\ & a_i = (a_{i1}, \dots, a_{in}), \quad i = 1, \dots, m, \quad b = (b_1, \dots, b_m)^T. \end{aligned}$$

Если все или часть переменных в задаче ЛП принимают целочисленные значения, то соответствующая задача оптимизации называется задачей целочисленного ЛП (ЦЛП) или смешанного ЦЛП (СЦЛП).

Настоящая статья описывает возможности Интернет при решении оптимизационных задач.

1. Вычислительные алгоритмы для решения задач линейного программирования

Благодаря развитию компьютерной техники и разработке эффективных вычислительных методов, задачи ЛП с несколькими тысячами переменных и ограничений сегодня рассматриваются как достаточно "небольшие", за приемлемое время решаются задачи ЛП, имеющие десятки и сотни тысяч переменных.

Современное программное обеспечение (ПО) для решения задач ЛП можно разбить на два вида:

- *Алгоритмическое ПО* рассчитано на нахождение оптимальных решений конкретных задач ЛП. В качестве входных данных задаются коэффициенты A, b, c ограничений и целевой функции задачи ЛП, а в качестве результата выступают оптимальные значения переменных.

- *Системы моделирования* позволяют сформулировать задачу ЛП (а в ряде случаев, ЦЛП и НЛП) в естественной и удобной форме, близкой к математической записи и проанализировать ее решение, представить результат в такой же удобной для пользователя форме. Перевод в форму, требуемую для реализации алгоритма, производится автоматически. Запись оптимизационной задачи осуществляется на языке моделирования.

Дадим краткое описание доступного бесплатного ПО, бесплатных демо-версий систем моделирования и коммерческого ПО.

Бесплатное ПО

Пакеты, использующие симплекс-метод:

1. **Lp_solve**. Написан на языке C++. Решает задачи ЛП с количеством переменных до 30 000 и ограничений — до 50 000. Текущая версия 3.0. Условия использования — Lesser GNU Public License. Существует конвертер из формата MPS в формат **Lp_solve**. **Lp_solve** может решать задачи с целочисленными переменными.
2. **LP-Optimizer**. Решает задачи ЛП и ЦЛП. Доступны бесплатно исходные тексты на Borland Pascal 7.0, исполняемые файлы для DOS по адресу http://www.netcologne.de/~ncweidenma/lp_dos.zip и OS/2.
3. **SoPlex**. Объектно-ориентированная реализация прямого и двойственного симплекс-метода. Доступны исходные тексты.
4. **GULF**. Реализация симплекс-метода для задач ЛП и задач дробно-линейного программирования. Допускает две линейные целевые функции.

Пакеты, реализующие метод внутренних точек:

1. **PCx**. Разработан в Optimization Technology Center при Argonne National Laboratory (<http://www.ece.nwu.edu/OTC>) и Northwestern University. Доступны исходные тексты на Fortran'е и C, а также исполняемые файлы для Windows и Unix, плюс к этому имеется графический интерфейс на Java (<http://www.mcs.anl.gov/otc/Tools/PCx/PCxGUI>). Входные данные должны быть подготовлены либо в формате MPS, либо на языке моделирования AMPL.
2. **VRMPD**. Пакет программ, реализующий метод внутренних точек для задач линейного и выпуклого квадратичного программирования. Демонстрационная версия ре-

шает задачи любой размерности, но не выводит оптимальные значения переменных для задач размерности более 500×500 . Имеются исполняемые файлы и DLL под Windows 95/NT и различные исполняемые файлы под разные Unix-системы.

3. **HOPDM**. Пакет решает задачи линейного и выпуклого квадратичного программирования. Возможности HOPDM, описаны на Web-странице <http://www.maths.ed.ac.uk/~gondzio/software/hopdm.html>. Доступны исходные тексты на Фортране (версия 2.13, только ЛП) и C (версия 2.30) по запросу.
4. Системы, такие как NEOS Server (<http://www-neos.mcs.anl.gov>), основанные на методе внутренних точек, позволяют решать задачи ЛП online, не загружая программы на локальный компьютер.

Системы моделирования:

1. **LPL**. Язык математического моделирования для формулирования, хранения и решения задач ЛП и СЦЛП. Имеет возможность использования различных логических ограничений, которые автоматически транслируются в символьном виде в алгебраические ограничения с использованием булевых переменных. ПО и документация доступны для бесплатного использования.
2. **GAMS**. Студенческая версия доступна на <http://www.gams.com/download>. Эта версия ограничивает размеры решаемых задач. Большая библиотека моделей, написанных на GAMS - <http://www.gams.com/modlib/modlib.htm>
3. **AMPL** (<http://www.ampl.com/TRYAMPL>) Студенческая бесплатная версия AMPL позволяет решать задачи до 300 переменных и 300 ограничений + целевые функции.

Демо-версии коммерческого ПО.

Многие разработчики коммерческого ПО ЛП делают демо- или “академические” версии своих продуктов свободно распространяемыми. Иногда такие версии распространяются в комплекте с печатными книгами (как приложение к книге). Обычно такие версии ограничивают размерность решаемых задач или максимальное время функционирования. Однако они, как правило, обладают всеми возможностями полных версий.

Вот некоторые из таких демо-версий:

- **ANALYZE**, **MODLER**, **RANDMOD** (<http://>

www.cudenver.edu/~hgreenbe/imps/software.html)

- LINDO, LINGO и What's Best! (<http://www.lindo.com/>)
- LOOQ со встроенным интерфейсом AMPL (<http://www.princeton.edu/~rvdb/loqoexecs.html>)
- MOSEK API и комплект инструментов для MATLAB (<http://www.mosek.com/request/download.html>)
- MPL with CPLEX (<http://www.maximal-usa.com/download/>)
- Visual XPRESS with XPRESS-MP (<http://www.dashopt.com/downloads/>)

ПО для решения задач ЦЛП

OPBDP (<ftp://ftp.mpi-sb.mpg.de/pub/guide/staff/barth/opbdp/opbdp.html>) — реализация на языке C++ переборного алгоритма для решения задач бинарной оптимизации.

Omega (<http://www.cs.umd.edu/projects/omega>) анализирует системы линейных уравнений с целочисленными переменными. Эта программа не решает задач оптимизации, однако может быть полезна для анализа и упрощения моделей ЦЛП.

2. Вычислительные алгоритмы для решения задач НЛП.

Каким же образом можно решить практическую задачу НЛП? Где можно найти необходимое программное обеспечение? К настоящему времени разработано достаточно много алгоритмов решения задач НЛП, воспользоваться которыми можно, используя возможности Интернета.

1. Если необходимо просто решить конкретную задачу НЛП, можно обратиться в Optimization Technology Center (<http://www.ece.nwu.edu/OTC/>). Важнейшей частью этого сайта является система NEOS (Network-Enhanced Optimization System), содержащая библиотеку оптимизационного ПО, оптимизационный сервер (<http://www-neos.mcs.anl.gov/>) для использования этой библиотеки в сети, а также информацию о программном обеспечении. Система NEOS позволяет решать как линейные, так и нелинейные задачи оптимизации, причем предлагает доступ к нескольким десяткам сольверам для решения задач ЛП, НЛП, сетевого и стохастического линейного программирования. Задачи НЛП принимаются сервером в

форме программы, написанной на С или Фортране, либо модель должна быть записана на одном из языков моделирования, таком как AMPL и GAMS.

2. Следующие Веб-сайты предлагают решение задач НЛП пользователей и возвращение результата решения.

- AMPL (<http://www.ampl.com/TRYAMPL>) Студенческая бесплатная версия AMPL позволяет решать задачи до 300 переменных и 300 ограничений + целевые функции. Имеется выбор среди 8 сольверов для задач НЛП.
- BARON (<http://archimedes.scs.uiuc.edu/cgi/run.pl>) Задачи нелинейного целочисленного программирования можно посылать для решения с помощью пакета BARON, используя простой алгебраический формат, посредством Веб-формы, либо локального файла.
- UniCalc (<http://www.rriai.org.ru/UniCalc/calculate.html>) Задачи НЛП, записанные на языке алгебраического моделирования UniCalc, могут посылаться для решения, используя интерфейс Веб-формы.

Бесплатное программное обеспечение

Бесплатное программное обеспечение содержится по следующим адресам:

1. Netlib <ftp://www.netlib.org/opt/index.html>, где имеются следующие алгоритмы:

- conmax (минимизация функции с нелинейными ограничениями);
- donlp2 (нелинейная оптимизация для дифференцируемых функций);
- dqed (метод наименьших квадратов для нелинейных функций при линейных ограничениях);
- hooke (оптимизация без ограничений и без использования производных);
- lbfgs (нелинейная оптимизация при ограничениях вида $a \leq x \leq b$);
- lsnn (нелинейная оптимизация при линейных сетевых ограничениях);
- praxis (оптимизация без ограничений и без использования производных);
- simann (оптимизация без ограничений с использованием метода отжига (Simulated Annealing));
- subplex (оптимизация без ограничений);
- tn (Метод Ньютона для оптимизации без ог-

раничений или с простыми ограничениями вида $a \leq x \leq b$);

- `varpro` (метод наименьших квадратов для сепарабельных функций);
- `ve08` (оптимизация без ограничений для сепарабельной функции).

2. <http://plato.la.asu.edu/donlp2.html> - Более новая версия алгоритма `donlp2`, разработанная P. Spellucci для решения общей НЛП с ограничениями-равенствами и ограничениями-неравенствами. `donlp2` может бесплатно использоваться для некоммерческих и исследовательских целей.

3. Пакеты для задач НЛП с ограничениями

$a \leq x \leq b$:

- <http://www-unix.mcs.anl.gov/~more/tron/TRON>, метод Ньютона (авторы - Lin и Mor);
- <http://www.ece.nwu.edu/~nocedal/lbfgsb.html> **L-BFGS-B** - метод с ограниченной памятью (авторы - Zhu и Nocedal)

4. <http://www.willnaylor.com/wnlib.html> **WNLIB** (авторы - [Bill Chapman](#) и [Will Naylor](#)) содержит алгоритмы сопряженного градиента и сопряженных направлений для решения задач НЛП;

5. **NSWC** (http://www.asset.com/WSRD/abstracts/ABSTRACT_362.html) - Библиотека математических подпрограмм **NSWC** содержит алгоритм OPTF минимизации функции n переменных и алгоритм HBRD решения системы нелинейных уравнений;

6. Алгоритм локальной оптимизации негладких задач НЛП **SolvOpt** (<http://bedvgn.kfunigraz.ac.at:8001/alex/solvopt/solvopt.html>) (авторы Alexei Kuntsevich и Franz Kappel). Тексты программ на C и Fortran, а также M-функции для MATLAB.

7. При работе с системой **MATLAB** (<http://www.mathworks.com/>) можно использовать следующие возможности для решения оптимизационных задач:

- **Optimization Toolbox** <http://www.mathworks.com/products/optimization> содержит алгоритмы для решения задач НЛП.
- Пакет **TOMLAB** (<http://tomlab.biz>);
- **LOQQ** имеет интерфейс MATLAB для квадратичного программирования.
- **MCS** (<http://www.mat.univie.ac.at/~neum/software/mcs>) - пакет решения задач глобальной оптимизации, работающий в среде

MATLAB;

8. В среде **Mathematica** (<http://www.mathematica.com>) могут быть использованы пакеты:

- **MathOptimizer** (<http://www.wolfram.com/products/applications/mathoptimizer>), предназначен для нахождения глобальных и локальных решений общего класса задач НЛП.

· **Global Optimization**

(<http://www.wolfram.com/products/applications/globalopt>) представляет собой для множество функций для глобальной нелинейной оптимизации, использующих систему Mathematica;

9. **GALAHAD** (<http://galahad.rl.ac.uk/galahad-www>) - задачи НЛП большой размерности. Бесплатно распространяется для академических исследований.

10. **IPOPT** (<http://www-124.ibm.com/developerworks/opensource/coin/Ipropt>) - Алгоритм внутренней точки для задач НЛП большой размерности. Распространяется бесплатно.

3. Современные языки алгебраического моделирования для решения задач оптимизации.

Экономико-математическое моделирование является трудоемким итеративным процессом, состоящим из следующих этапов:

1. постановка задачи;
2. формулировка задачи в виде модели оптимизации;
3. сбор информации;
4. решение полученной математической задачи;
5. анализ и интерпретация результатов.

Шаги 1-3 особенно трудоемки и заканчиваются построением математической модели. Если полученное решение неудовлетворительно с точки зрения практики, приходится возвращаться к шагу 1, корректировать постановку задачи и, соответственно, строить новую модель. Понятно, что каждый раз корректировать модель, переделывая программу для решения соответствующей оптимизационной задачи - довольно трудоемкое и неблагодарное занятие. Если учесть, что реальные экономические модели могут иметь тысячи переменных и ограничений, которые вряд ли возможно построить вручную, то становится ясной сложность этой задачи.

Модель может быть записана и решена с помощью компьютера различными методами:

На основе неструктурированных подходов, в которых для записи модели и данных используется некоторый язык программирования (например, FORTRAN, C/C++). При этом в результате либо формируется матрица или какой-то другой входной файл для коммерческого пакета решения оптимизационных задач (обычно называемый *солввер* - от англ. *solver* - решатель), либо подключается дополнительно алгоритм решения (который еще нужно написать и отладить). Этот подход имеет несколько недостатков, приведем некоторые из них: трудность понимания алгоритма другими людьми, трудность поддержания программы в работоспособном состоянии, зависимость от операционных систем и компиляторов. Тем не менее, достаточно часто предпочитается именно этот подход.

На основе подходов, использующих табличные процессоры (например, Excel), в которых математическая структура задачи оптимизации задана табличными шаблонами, заполняемыми данными. Этот подход часто использовался в коммерческих пакетах. Эти подходы обычно вызывают проблемы записи данных в виде таблиц и требуют много рутинной работы.

Языки алгебраического моделирования (ЯАМ) - намного более совершенный подход. Они позволяют записывать оптимизационные задачи в форме, близкой к обычной математической записи, являются гибкими и позволяют быстрое изменение моделей.

Наиболее важные особенности ЯАМ:

- могут использоваться переменные и ограничения с произвольными именами;
- используются множества, индексы, алгебраические выражения;
- обозначения близки к обычной математической записи;
- структура (символическая запись) модели рассматривается отдельно от данных;
- одни и те же модели могут применяться как для решения небольших задач, так и для

решения реальных практических задач большой размерности;

- большинство утверждений (операторов) являются декларативными, кроме условных операторов, циклов и очень немногочисленных процедурных операторов;
- гибкость типов определения моделей;
- удобства для специалиста по моделированию;
- простота интерфейса между ЯАМ и солввером;
- должен легко соединять солввер с ЯАМ и иметь простой доступ к модели, данным и производной информации, такой как производные (автоматическое дифференцирование);
- возвращение данных солввером обратно в ЯАМ в виде отчетов, решений, сообщений об ошибках должно быть непосредственным;
- Простая и мощная поддержка работы с данными (ODBC, интерфейс с табличным процессором, файлы данных);

Отметим, что достаточно много практически важных (прикладных) задач и моделей развито именно с использованием языков моделирования.

После того, как модель запрограммирована, далее используется солввер, т.е. часть программного обеспечения, способного решать описанные выше задачи оптимизации. В идеале солввер находит оптимальное решение. В действительности, при решении реальных прикладных оптимизационных задач иногда получают сообщение солвера «задача недопустима» или «задача не имеет допустимых решений». В связи с этим, система моделирования должна также поддерживать идентификацию недопустимых задач.

Языки алгебраического моделирования (ЯАМ) берут на себя задачу перевода математической постановки задачи в форму, понятную для соответствующего солвера (т.е. программы, решающей оптимизационную задачу). После решения задачи солввером ЯАМ выдают отчет в удобной для пользователя форме.

ЯАМ позволяют работать с моделями, заданными во входном файле в виде алгебраических уравнений и неравенств.

ЯАМ транслирует входной файл в понятный для солвера вид и осуществляет вызов это-

го сольвера. В данном случае сольвер рассматривается как «черный ящик» (известно, какие исходные данные требуются для него и что будет получено в результате его работы). В ряде случаев сольвер может запросить дополнительную информацию, необходимую для его работы. Как только сольвер решит задачу, решение возвращается ЯАМ, и результаты сообщаются пользователю.

ЯАМ позволяют специалисту в области экономико-математического моделирования записать модель в математической форме, использующей множества индексов, параметры, переменные и константы. Очень важна возможность ЯАМ записывать подобные ограничения в виде множеств, к которым затем можно обращаться, используя соответствующие индексы. Это позволяет компактно записывать модели в виде, близком к естественной математической записи.

К основным языкам алгебраического моделирования относятся AMPL, GAMS, AIMSS, LINGO.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время возможно эффективное использование Интернет для выполнения сложных научно-технических расчетов связанных с моделированием и решением задач оптимизации различных технических систем. Особенно перспективным представляется использование для решения задач оптимизации языков алгебраического моделирования.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кузнецов И.Н. Интернет в учебной и научной работе. – М.: «Дашков и К», 2002.
2. Кондрашов С.Б., Королев В.Е. Matlab как система программирования научно технических расчетов. – М.: «Мир», 2001
3. Чен К., Джиглин П. Matlab в математических исследованиях – М.: «Мир», 2001

Збірник наукових праць
«Будівництво та техногенна безпека»
10/2005

Сборник научных трудов
«Строительство и техногенная безопасность»
10/2005

Под общей редакцией докт. техн. наук Э.Ф. Панюкова
Технический редактор Т.И. Пчелинцева

Компьютерная верстка К.А.Янушковский
В.А.Белавский

Компьютерный набор авторский

Подписано в печать 28.04.2005. Формат 60x84 1/8. Гарнитура Times
Усл. п. л. 20,5 . Тираж 350 экз.

Подготовлено к печати в РИО «Национальной академии природоохранного и
курортного строительства»

Отпечатано в РИО «Национальной академии природоохранного и курортного
строительства»

95493 г. Симферополь,
ул. Киевская, 181 тел. (0652) 25-94-42

E-mail: rio@ecopro.crimea.ua