

Министерство образования и науки Украины
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

СТРОИТЕЛЬСТВО И ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сборник научных трудов
Выпуск 18

БУДІВНИЦТВО ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

Збірник наукових праць
Випуск 18

Зарегистрирован 21.11.2005 г. серия КВ № 10650 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»
2007

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, Жигна В.В., канд. техн. наук, Закусилов М.О., канд. екон. 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, Ячменьова В.М., канд. екон. наук

Затверджено до друку згідно протоколу засідання
вченої ради НАПКБ № 4 від 26.04.2007 р.

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

©Национальная академия
природоохранного
та курортного будівництва,
2007

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, Жигна В.В., канд. техн. наук, Закусилов Н.А., канд. екон. 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, Сараев 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, Ячменева В.М., канд. екон. наук

Утвержден к печати согласно протокола заседания
ученого совета НАПКС № 4 от 26.04.2007 г.

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

© Национальная академия
природоохранного
и курортного строительства,
2007

Оглавление

Раздел 1. Строительные конструкции, здания и сооружения

Древетняк А. С., Алексеенко В. Н. Реконструкция с надстройкой и перепрофилированием кафе по ул. Севастопольской 39, в г. Симферополе.	6
Нагорная В.В. Место и роль архитектурного конструирования в подготовке архитектора на современном этапе.	11
Панюков Э.Ф., Барыкин Б. Ю., Андронов А.В., Выдрицкая М.П. Конструкции анкерных устройств, предлагаемые для крепления перекрестных фундаментов зданий и сооружений на сложном рельефе.	13
Сафонов А. А., Сафонова А. А. Об архитектурно – художественном оформлении современных залов массовых посещений	26
Сафонов С.А., Дружняева М.А. О возможностях архитектурно-планировочной организации зоны отдыха на нарушенных территориях и неудобьях в районе села Скалистое	32
Синцов В.П., Митрофанов В.А. Работа узлов сопряжения консольных балок со сквозными колоннами в стальном каркасе.	35

Раздел 2. Основания и фундаменты, механика и сейсмостойкость

Мартынов Н.В. Практические примеры корректного снижения неопределенности в задачах обеспечения эффективной и надежной сейсмозащиты строительных объектов .	38
Сильнов Г. П. Опыт строительства свайных фундаментов на Крымском содовом заводе	41

Раздел 3. Строительные материалы и изделия

Куркчи Э. У., Якубов Ф. Я., Куркчи У. М. О выборе раствора электролита для электрохимической переработки вольфрамсодержащих отходов твердых сплавов	42
Мищенко Д.Н., Корохов В.Г. Металлы и сплавы метеоритного происхождения.	45
Орловский Ю.И., Орловская Е.В., Братковский Р.В., Пархоменко Р.В. Радиоактивность строительных материалов и серый бетон	48
Орловский Ю.И., Орловская Е.В., Пархоменко Р.В. Радоновая опасность в строительстве и защита от нее	56
Хаялиев Л. С., Корохов В.Г. Сплавы с особыми свойствами и способы повышения прочности металла	66

Раздел 4. Технология промышленного и гражданского строительства

Головченко И.В. Выбор рациональной технологии изготовления теплоизоляционных изделий из материала «СИЦИЛ»	70
Головченко И.В. Выбор рациональных схем механизации работ при прокладке подземных теплотрасс в различных условиях строительства	72
Жидов С.Н. Фильтр-осушитель для пневмотранспортных систем	74
Корохов В.Г., Бурова И.В., Гармаш М.А. Расчет размеров фасонной формующей головки пресса для погонажных изделий из бетона, глины, пластмасс	77
Корохов В. Г., Мухопад А. А. Сварка пластмасс.	83
Корохов В.Г., Лавринев П.Г., Стрижак А.А. Созидательный взрыв, применение взрыва в сварке	87
Морозов А.Д., Хабрат Н.И. Основы расчета основных размеров фундаментов стационарных стреловых поворотных кранов	91

Раздел 5. Техногенная безопасность

Батурин В.Е. Автомобиль и инфраструктура города	99
Ветрова Н.М. Сущность стратегий экологической направленности для рекреационных территорий	104
Дьяков И.М., Царенко Н.В. Рекреационная емкость территории и проблемы ее соблюдения	108
Садикова Г.Е. Оцінка екологічного ризику від процесу підтоплення будівельного об'єкту в мікрорайоні Піонерське (Сімферопольський район)	113
Сапронова З.Д., Поддубная Т.Д., Селютина Л.В. К проблеме утилизации отходов железорудной промышленности Кривбасса	117
Сухорученко С.К. Эколого-геологическое состояние нижнемеловых глин г. Симферополя.	119
Фокина Н. А. Уменьшение твердого стока в результате регулирования русел рек. ..	126
Чабан В.В. Особенности расположения гипсовых отложений в восточном бассейне Сакского соленого озера.	132

Раздел 6. Водообеспечение и водоотведение, гидромелиорация, теплоснабжение и энергетика

Анисимов С.Н., Сопов И.В. Особенности аэродинамического расчета воздухопроводов равномерной раздачи.	138
Бойчук С.Д., Мякишев В.А. Выбор технологии обезвреживания и утилизации осадков стоков водоочистных станций по экономическим и экологическим показателям.	143

Боровский Б.И., Коваленко Н.А. Эколого-экономическая эффективность использования ветроэнергетики	148
Боровский Б. И., Захаров Р. Ю. Особенности оценки погрешности регулирования расхода в каналах оросительных систем.	151
Быков М.А., Мазин А.С., Быков А.М., Сулейманов С.Л. Исследование рабочих режимов комплексной системы ВЭУ-ФЭП для автономного электроснабжения жилого дома коттеджного типа.	157
Валкина Е.М., Михина В.А. Функционирование водохозяйственных объектов: человеческий фактор	163
Валкина Е.М., Богущкий П.Л. Использование колориметрического экспресс-метода компании Nash для определения тригалометанов в воде	167
Гироль Н.Н., Бойчук С.Д., Мякишев В.А., Котовская Е.Е. Характеристика и опытные зависимости процесса фильтрования промывных вод станции очистки питьевых вод ..	171
Глухов М.Д., Бекиров Э.А., Сокут Л.Д. Оптимизация систем электропривода теплогазовентиляционных установок	176
Котовская Е.Е. Влияние химических свойств осадка водоочистки и наполнителей на структурные свойства получаемого керамического гравия	182
Котовская Е.Е. Обезвреживание жидких отходов водоочистных станций и сокращение сбросов токсичных загрязнений в водоемы	187
Михина В.А., Юрченко О.В. Роль анализа хозяйственной деятельности предприятий водопроводно-канализационного хозяйства	191
Рабешко С.М., Ступаченко Ю.В. Гидрологическое обоснование необходимости защиты г. Керчь от паводков	195
Рабешко С.М., Ступаченко Ю. В. Комплекс гидротехнических сооружений для защиты г. Керчи от паводков	199
Рубцов А.В. Анализ использования источников энергии на Украине и в Крыму	204
Рыжаков Н.Н., Сулейманов С.Л., Герчио И.Ю. Оптимизация вентиляционного оборудования шахт и рудников	211
Салиев Э.И., Субботкин Л.Д. Реанимация систем водоснабжения сельских населенных пунктов	216
Хван В.С. Сравнительный анализ функциональных и технических характеристик сплит-систем фирм «Delonghi» и «Panasonic»	219

Раздел 1. Строительные конструкции, здания и сооружения

УДК 721.011.12

Древетняк А. С., инженер.
Проектная группа «Архонт – Крым»

Алексеев В. Н., к.т.н. доцент
Национальная академия природоохранного и курортного строительства.

Реконструкция с надстройкой и перепрофилированием кафе по ул. Севастопольской 39 в г. Симферополе.

Рассмотрены конструкции и проектная документация недостроенного здания кафе с летней площадкой произведена оценка возможности перепрофилирования его под торгово-офисный центр, даны рекомендации по усилению существующих конструкций.

Интенсивное развитие индустрии торговли и развлечений, инвестиционная привлекательность строительства торгово-офисных помещений, определили частичное изменение функционального назначения здания. Достичь этого предусматривалось путем надстройки второго этажа и размещения там офисных помещений, перепрофилированием здания под торгово-офисный центр.

Конструкции существующего здания кафе не отвечали предъявляемым к ним новым требованиям. На основании анализа имеющейся технической документации был произведен расчет существующих конструкций под планируемые нагрузки, а также расчетно-аналитический анализ соответствия их требованиям ДБН В.1.1-12:2006 «Строительство в сейсмических районах» с учетом повышения расчетной сейсмичности площадки строительства до 7 баллов. В результате была выявлена необходимость корректировки ранее выполненных проектных решений и усиления существующих конструкций.

При выполнении данного проекта проводились консультации с преподавателями кафедры ЖБК, НАПКС, (зав. кафедрой Панюков Э. Ф.), использовалась методическая литература библиотеки НАПКС, а также, наработки дипломного проекта (автор Древетняк А.С., руководитель проекта Алексеев В. Н.)

Архитектурно и объемно – планировочные решения реконструируемого кафе (архитекторы Суворов А. И. и Котеков А. Б) заключаются в увеличении этажности здания до двух этажей с размещением кафе на первом этаже и офисных помещений на втором (рис. 1).



Рис.1. Общий вид здания

Существенной корректировке подверглась прилегающая территория с целью гармонично вписать данный объект в городской ландшафт (рис 2).



Рис.2. Общий вид здания с прилегающими территориями.

Проект озеленения территории предусматривал как сохранение существующих на участке деревьев и кустарников, так и посадку новых видов растений, что позволило создать оригинальный дизайн прилегающей территории. Вертикальная планировка разрешила проблему отвода воды с территории и позволила обеспечить беспрепятственный доступ к зданию. Применение современных отделочных материалов и фасадных систем создает привлекательный вид здания и выделяет его из общей картины улицы, что в совокупности с удачным использованием преимуществ расположения объекта позволяет рассчитывать на его высокую посещаемость.

Обследование несущих конструкций выявило необходимость усиления и принципиального изменения конструктивной схемы здания. Выявленные дефициты несущей способности не позволяют воспринять планируемые нагрузки на основание. Большинство существующих фундаментов колонн, а, также целиком вся фундаментная лента находятся на насыпном грунте, что, в дальнейшем, с учетом существенно возросших нагрузок, может привести к неравномерным осадкам и просадкам, появлению трещин в несущих конструкциях здания. Освидетельствование стены из камня ракушечника длиной 50 м, высотой 3.4 м и кирпичных простенков, возведенных на стройплощадке, показало, что они не соответствуют требованиям [1,2], в частности, марка камня ниже М35, отсутствовали вертикальное армирование кладки и монолитные ж.б. включения, также требовалось уширение несущей фундаментной ленты с 400мм до 700мм и заглубление ее в несущий слой, что обусловлено увеличением нагрузок из-за надстройки второго этажа. Было принято решение о необходимости устройства монолитного железобетонного каркаса, усиление существующей стены путем введения монолитных ж.б. сердечников. В результате расчетов необходимой площади подошвы фундаментов под проектируемые колонны ж.б. каркаса потребовалось уширение подошвы существующих отдельно стоящих фундаментов до 1500мм путем устройства монолитной ж.б. рубашки усиления (рис 3). Уширение фундаментной ленты и заглубление ее в несущий слой предусматривалось подливкой бетона захватками размерами не более 1 м, ввиду ее загруженности существующей стеной и невозможностью применения в данных условиях домкратов и силикатизации (рис. 4).

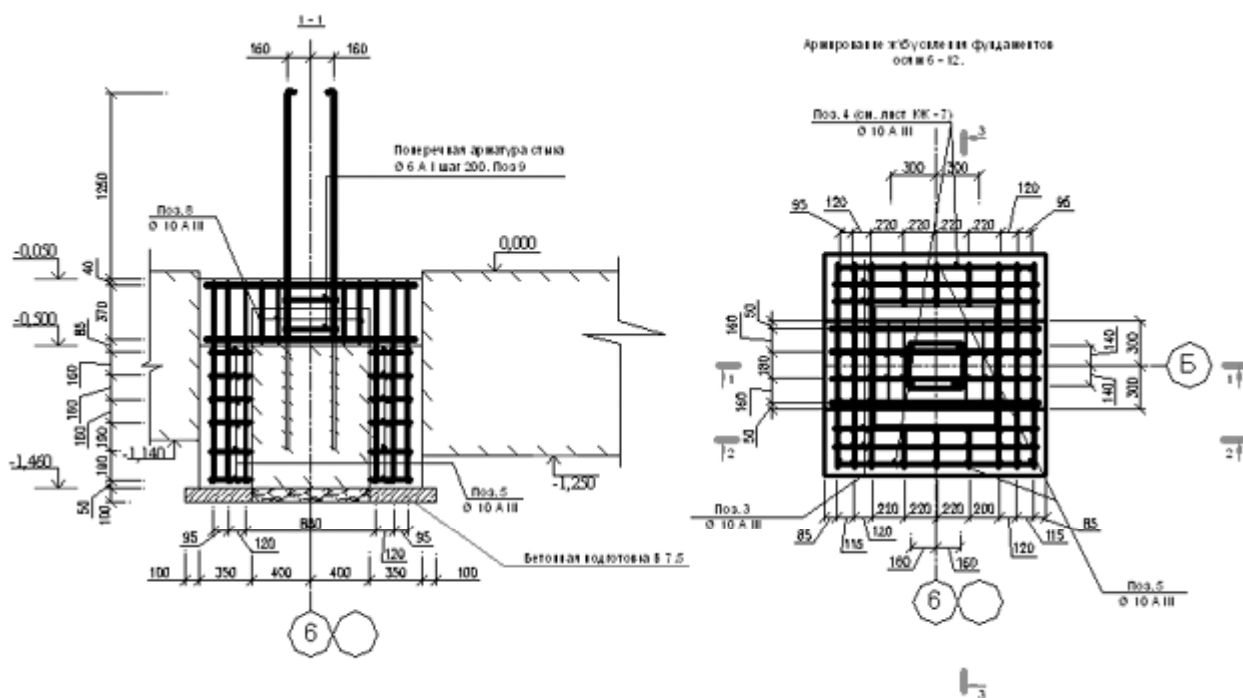


Рис.3. Усиление фундаментов под колонны.

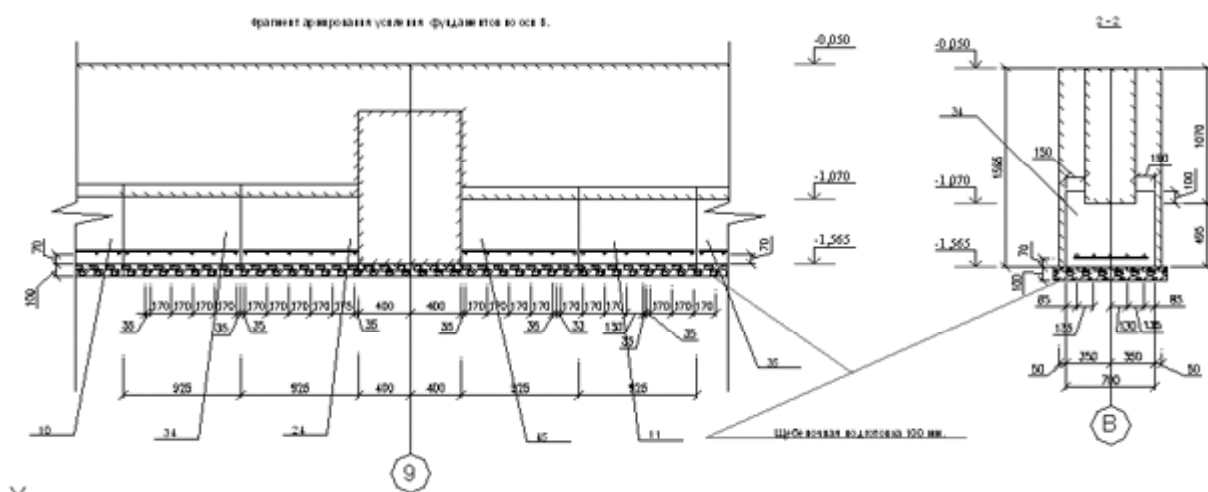


Рис.4. Фрагмент усиления фундаментной ленты.

Перекрытие первого этажа – сборные ж.б. плиты, покрытие второго этажа – металлопрофиль по 3металлическим фермам с системой горизонтальных и вертикальных связей, предназначенных для обеспечения жесткого диска перекрытия. По периметру существующей и вновь возводимых стен предусмотрено устройство монолитного ж.б. обвязочного пояса, который должен быть связан с ригелями монолитной ж.б. рамы и вертикальными элементами усиления. Учитывая традиционную сложность производства работ при реконструкции и усилении, были разработаны технологические указания. В частности, при разработке ж.б. рубашек усиления рекомендовано применение класса бетона не ниже В 15; арматурные выпуски ж.б. колонн предусмотрены установкой арматурных стержней диаметром 22 мм в отверстия диаметром 24 мм на клею «ADESILEX» глубиной не менее 800 мм, просверленных в существующих фундаментных тумбах; для лучшего сцепления бетона усиливаемых фундаментов и новых ж.б. рубашек предусмотрена подготовка поверхностей ранее существовавших элементов конструкций фундаментов нанесением насечки, глубиной до 5 мм с последующей их очисткой и увлажнением (рис 5).

ВЫВОДЫ:

Разработанный проект реконструкции кафе [4] позволяет избежать дополнительных затрат на демонтаж и снос существующих конструкций и замену их новыми, сокращает сроки строительства и введения данного объекта в эксплуатацию.

Здание приобретает иную конструктивную схему, пригодную к восприятию более высоких нагрузок, связанных с возможным перепрофилированием под торговый центр.

В процессе проектирования здание приведено в соответствие с нормами и правилами строительства в сейсмических районах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ДБН В.1.1-12:2006 Строительство в сейсмических районах. Киев. 2006. - с.89.
2. ДБН В.1.1 – 1 – 94 Проектирование и строительство гражданских зданий из блоков и камней пыльных известняков крымских месторождений в сейсмических районах. Киев. 1995.
3. ДБН В. 1.2-2:2006. Нагрузки и воздействия.
4. «Проект реконструкции с настройкой и перепрофилированием кафе по ул.Севастопольской 39 в г. Симферополе.» ООО «Архонт – Крым.» г. Симферополь.2006 г.

Нагорная В.В., аспирант

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Место и роль архитектурного конструирования в подготовке архитектора. Постановка проблемы.

Рассмотрены вопросы изменения роли конструкций в архитектурном формообразовании на современном этапе, формирования архитектурного конструирования, как самостоятельной области творчества, образовательной подготовки студента архитектора по архитектурному конструированию в современных условиях.

современный этап, техника, технология, конструкции в архитектуре, роль архитектора, новое мышление.

Архитектурные формы, являясь конечным результатом строительства, предваряются строительными конструкциями, которые в свою очередь реализуют функционально ориентированную работу материала. В долгую историческую эпоху господства камня конструкции из него оставались немногочисленными, константными, повторяющимися. Разнообразие и эстетическая образность архитектурных форм достигались преимущественно на стадии и за счет интуитивного РИСОВАЛЬНОГО творчества архитектора.

В настоящее время условия и предпосылки формообразования коренным образом изменились:

1. Лавинообразно возрастает множественность материалов.
2. Высокие технологии их создания и производства обеспечивают им широкий диапазон заданных свойств.
3. Необходимость полного использования высокоэффективных заданных свойств материалов приводит к сложной геометрии конструктивных форм, которая и позволяет материалу предельно исчерпывать свои функциональные свойства.
4. Благодаря этому идея (принцип) максимальной рациональности конструкций не только поднимается на новый более высокий уровень востребованности, но и достигает высокой степени практической реализации.
5. Сверхрациональные конструктивные формы, обладая оригинальной неповторимой геометрией, достигают высокой самостоятельной художественной качества. Теперь они непосредственно и активно участвуют в создании архитектурных форм.
6. В итоге складывается скомплексированная и протяженная цепь технологических и конструктивных факторов и зависимостей, на которой качество будущих архитектурных форм, в том числе и эстетические, во-первых, объективно опосредуются и, во-вторых, синтезируются задолго до получения архитектором конечной архитектурной формы.

В этих условиях становится важным изначально ориентировать звенья этой цепи на архитектурный выбор. Это в полной мере относится к конструктивному проектированию.

Предстоит раздвинуть и потеснить критерии рационализма в конструировании, господствующие в настоящее время, и включить как критерии типологической функциональности в архитектурном объекте, так и критерии выявления естественного эстетического потенциала конструктивной формы.

Продолжает оставаться до конца не решенным коренной вопрос – отношение архитектуры и техники. Более того, он усугубляется, развивается вширь и вглубь, прорастая в сложные науки и виды деятельности. Само понятие техники для архитектуры и архитектора наполняется новыми смыслами, которые вытекают из небывалого ранее органического единения технологии - конструкции – формы. Формируется стыковой пласт профессиональной деятельности, условно говоря «послетехнический», но «предархитектурный» или «техно-архитектурный», задачей которого является выход на архитектурную форму. По пути процесса ее зарождения и становления из глубины и широты зависимостей, которые опосредованы современной техникой и технологией. Суть проблемы уходит в сближение мышления техника и технолога в сторону архитектуры, а мышления архитектора в сторону техники и технологии. Сегодня этот стыковой пласт превращается в самостоятельную сферу деятельности, призывающей, во-первых, материализовать эту цепь зависимостей и, во-вторых, формирующую свой предмет и законы, свои цели и средства по их достижению.

**Статья написана в развитие идей, впервые сформулированных В.В. Танаковым [3].*

В этих условиях к творчеству архитектора предъявляются более широкие и глубокие требования, ибо формирование архитектурного пространства поднимается на новый уровень содержания и ответственности.

Высокие технологии, современные материалы конструкции, инженерная оснастка здания, достигая недостижимого ранее уровня совершенства и эффективности, объективно приобретают свою автономную образность, использование которых в творчестве архитектора не только необходимо, но и дает ему новые средства художественной выразительности архитектурной формы, резко расширяется само понятие архитектурной формы и ее роль в формировании архитектурного пространства, которое в свою очередь приобретает качества небывалой свободы, простора, открытости, как вовнутрь, так и наружу. Оно может приобретать любую конфигурацию, величину безопорной площади и объема.

Преобладание субъективно-интуитивных методов архитектурного проектирования не всегда отвечает реальным техническим условиям и возможностям. А пассивное использование готового материала.

Кроме того, за прошедшее десятилетие практически распались крупные научно-проектные институты-гиганты, по типовым проектам которых велось массовое строительство на всей территории страны. В настоящее время, наряду с сохранившимися проектными институтами, стали себя проявлять малые и средние проектные мастерские, в которых узкоспециализированного проектировщика должен заменить новый специалист широкого профиля, подготовленный к комплексному решению архитектурно-конструктивных проблем проектирования разнообразных зданий, владеющий методами компьютерного проектирования и способным быть менеджером — специалистом в области управления проектом. Неспроста в бывшем Московском инженерно-строительном институте возрождается специальность инженера-архитектора.

Нужно новое мышление архитектора, начало которому должно быть положено в образовательном процессе. Учебники пока этому не соответствуют [1,2].

ВЫВОДЫ:

Таким образом, можно констатировать, что к настоящему времени созрели для постановки и решения, следующие вопросы:

1. Систематизация широких и глубоких научно — технических и технологических достижений в целях непосредственного использования в архитектурном проектировании.
2. Содержательное формирование на научном уровне стыковой техно-архитектурной сферы проектирования, как самостоятельной области творчества, направленной на создание архитектурных форм в условиях современной множественности и сложности техногенных факторов, зависимостей и опосредований.
3. Разработка основ и принципов единения высоких технологий и строительного конструирования для целей более адекватного их соответствия друг другу в интересах достижения новых архитектурных форм.
4. Кардинальное изменение подготовки студентов-архитекторов в направлении изучения материально-конструктивных основ архитектуры в современных условиях.
5. Создание доказательной базы для резкого расширения творческого мышления архитектора.
6. Разработка новых положений и содержания соответствующей учебной дисциплины для студентов - архитекторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архитектурные конструкции /З.А. Казбек-Казиев, В.В. Беспалов, Ю.А. Дыховичный и др. Под ред. З.А. Казбек-Казиева: Учебник для вузов по спец. «Архитектура», Высш. Шк., 1989.-342с.:ил.
2. Маклакова Т.Г., Нанасова С.М. Конструкции гражданских зданий: Учебник. — М.: Изд. АСВ, 2000-280с.:ил
3. Танаков В.В. «Архитектурное конструирование». В 2-х томах: Учебное пособие для вузов по спец. «Архитектура». 2-ое издание, исправ. и доп.

Панюков Э.Ф., д.т.н., профессор, Барыкин Б. Ю., к.т.н., доцент, Андронов А.В., к.ф.-м. наук, доцент, Выдрицкая М.П., студентка

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Конструкции анкерных устройств, предлагаемые для крепления перекрестных фундаментов зданий и сооружений на сложном рельефе.

В работе представлен аналитический обзор анкерных систем с приведением предлагаемой классификации, а также доказана их экономическая эффективность

Анкер, фундамент, склон, скважина

В процессе развития урбанизации освоение природных неудобий - крутых склонов, оврагов, лощин, холмов и т.п., связанное со значительным дефицитом свободных ровных площадок для застройки, ставит перед проектными и строительными организациями задачи возведения на склоновых территориях зданий и сооружений нового эффективного типа. Успешно решает данную проблему комплекс зданий и сооружений, разработанных в НАПКС на кафедре железобетонных конструкций [1]. В основе всех типов зданий лежит принцип отказа от террасирования склонов как технологического приема возведения. Фундаментом, применяемым в зданиях этого комплекса, является перекрестно-балочный, уложенный на выровненную дневную поверхность склона и передающий на него нормальную составляющую от веса сооружения. Наклонная составляющая загрузки передается на специальную удерживающую конструкцию в основном в виде монолитного свайного ростверка [2].

Однако при применении такого типа удерживающих конструкций возникает ряд проблем, касающихся в первую очередь, устойчивости склонов в процессе возведения и эксплуатации сооружений. Поэтому необходимость разработки экономичных и надежных удерживающих конструкций для такого типа зданий является решающей.

Исходя из этого впервые в строительной практике предлагается применять в качестве одного из перспективных вариантов удержания здания, сооружения на наклонном основании буроинъекционные анкера различных конструкций [2, 4,5,6]. Применение таких анкеров обосновано технико-экономическими расчетами путем сравнения вариантов (табл.1.1-1.3)

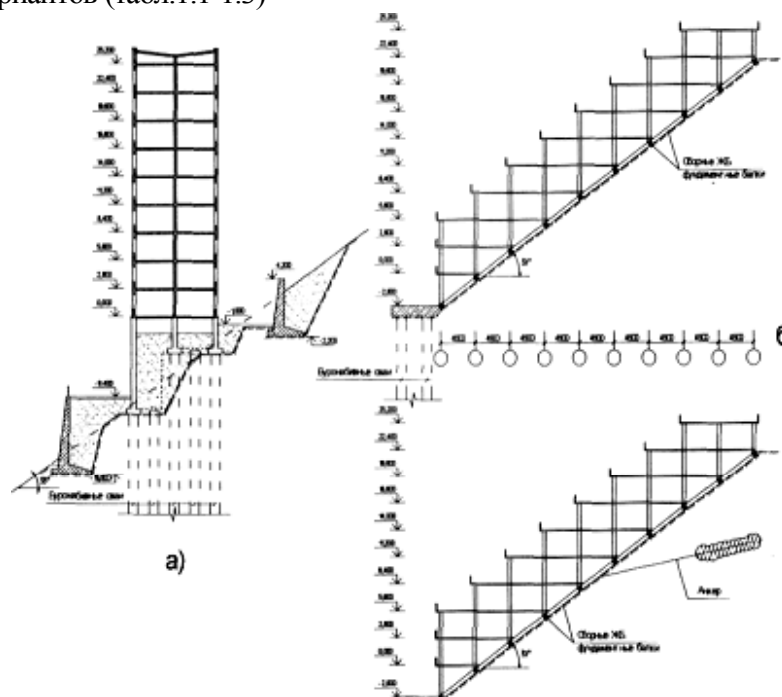


Рис. 1. Варианты строительства зданий на крутом рельефе: а - типовое здание на склоне; б - террасное здание на склоне с удерживающей конструкцией в виде монолитного ростверка; в - террасное здание на склоне с анкерной удерживающей конструкцией

Типовое здание на склоне:

Таблица 1.1

Показатели основания и фундаментов на один пролет с общей площадью 350 м²

№ п/п	Виды работ	Ед. изм.	К-во	На ед. изм.		На объем	
				грн.	ч/дн	тыс. грн.	ч/дн
1	Разработка грунта	м ³	271	28	0,04	7,59	10,8
2	Обратная засыпка грунтом	м ³	441	7	0,12	3,09	52,9
3	Буронабивные сваи	м ³	120	3000	3,2	360,0	384
4	Монолитные Ж.Б. ростверк и стены подвала	м ³	73	470,3	1,03	34,33	75,2
5	Ж.Б. подпорные стенки	м ³	28	412	0,8	11,54	22,4
6	Арматура класса А240С	тн	2,2	2400	-	5,28	-
7	Арматура класса А400С	тн	17	2630	-	44,71	-
Итого						466,5	545
На 1 м ² общей площади						1,33	1,56

Террасное здание на склоне с удерживающей конструкцией в виде монолитного ростверка:

Таблица 1.2

Показатели основания и фундаментов на один пролет с общей площадью 459 м²

№ п/п	Виды работ	Ед. изм.	К-во	На ед. изм.		На объем	
				грн.	ч/дн	тыс. грн.	ч/дн
1	Разработка грунта	м ³	80	28	0,04	2,24	3,2
2	Обратная засыпка грунтом	м ³	45	7	0,12	0,31	5,4
3	Буронабивные сваи	м ³	79	3000	3,2	205,4	253
4	Ж. Б. ростверк	м ³	41	470,3	1,03	19,28	42,2
5	Сборные Ж.Б. фундаментные балки	м ³	18	1090	1,14	19,62	20,5
6	Узлы замоноличивания фундаментных балок	м ³	2,3	470,3	1,03	1,08	2,4
7	Арматура класса А240С	тн	2	2400	-	4,8	-
8	Арматура класса А400С	тн	13	2630	-	34,19	-
Итого						286,9	327
На 1 м ² общей площади						0,63	0,71

Террасное здание на склоне с анкерной удерживающей конструкцией:

Таблица 1.3

Показатели основания и фундаментов на один пролет с общей площадью 459 м²

№ п/п	Виды работ	Ед. изм.	К-во	На ед. изм.		На объем	
				грн.	ч/дн	тыс. грн.	ч/дн
1	Разработка грунта	м ³	80	28	0,04	2,24	3,2
2	Обратная засыпка грунтом	м ³	45	7	0,12	0,31	5,4
3	Сборные Ж.Б. фундаментные балки	м ³	18	1090	1,14	19,62	20,5
4	Узлы замоноличивания фундаментных балок	м ³	2,3	470,3	1,03	1,08	2,4
5	Устройство лидерных скважин	м	151	165,9	0,36	25,05	54,4
6	Установка анкеров	шт	10	429,3	0,54	4,29	5,4

Продолжение табл.1.3

7	Цементация анкерной заделки	м ³	6,52	618,2	0,18	4,03	1,17
8	Канат К- 19	м	160	182,6	-	29,2	-
9	Арматура класса А240С	тн	1,6	2400	-	3,84	-
10	Арматура класса А400С	тн	7	2630	-	18,41	.
	Итого					108,07	92,5
	На 1 м ² общей площади					0,24	0,2

Таким образом, применение анкерных удерживающих конструкций экономически в 2,6 раза эффективнее по сравнению с традиционным строительством на склонах.

Как видно, внедрение анкерных устройств в строительную практику оправдано не только с финансовой точки зрения. Во многих случаях анкеры позволяют сократить расход дефицитного стального проката. Помимо этих экономических преимуществ анкеры часто существенно упрощают производство работ.

На основе анализа нами предлагается классификация анкерных устройств, которые различают по следующим параметрам:

- по наклону – вертикальные, горизонтальные, наклонные;
- по способу проходки скважины – буровые и с вытеснением грунта (забивкой, задавливанием, завинчиванием, раскатыванием, гидроразрывом, гидроимпульсом) и комбинированные;
- по конструкциям анкерной тяги – стержневые, прядевые, канатные и трубчатые;
- по характеру работы материала корня – растянутые, сжатые и сжато-растянутые;
- по капитальности – временные и постоянные;
- по напряженному состоянию тяги – предварительно напряженные и ненапряженные;
- по передаче вырывающего усилия от корня на окружающий его грунт – сцепления, трения, расклинивающего сжатия или совместного действия.

В современном строительстве для анкерного крепления сооружений применяют несколько систем предварительно-напряженных анкеров. В качестве напрягаемого элемента во всех системах анкеров используют стержневую или проволочную арматурную высокопрочную сталь, а иногда стальные стержни или проволоки, выпускаемые промышленностью для других целей. Рассмотрим наиболее эффективные из них [5,6].

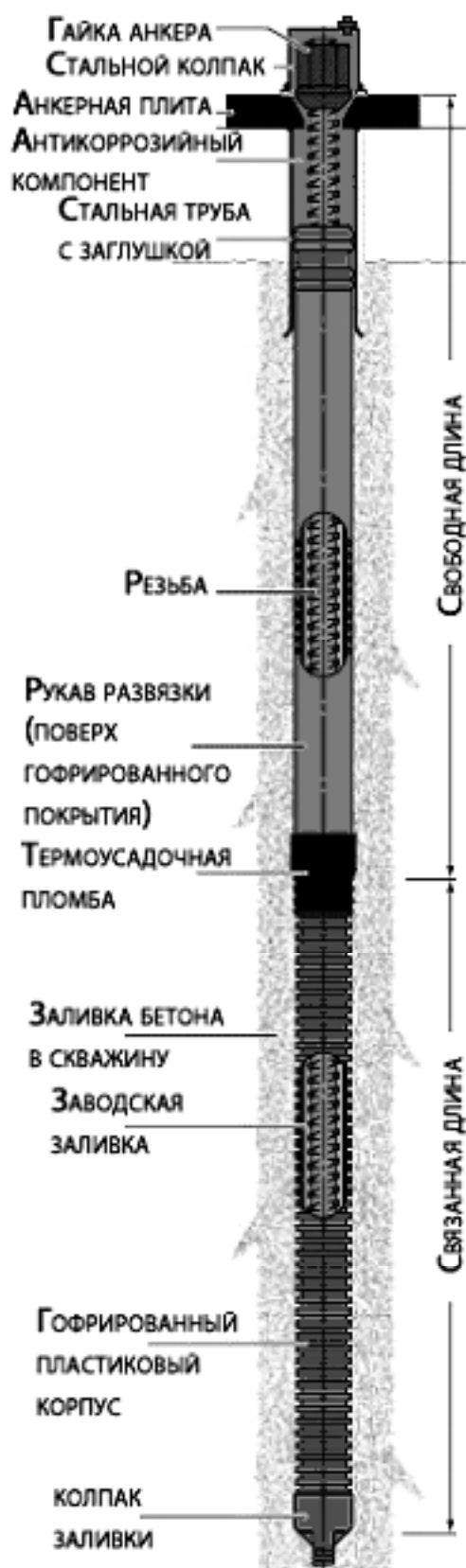
Для крепления сооружений и скальных массивов часто используют систему предварительно-напряженных анкеров стержневой конструкции. Анкеры этой конструкции изготавливают обычно из арматурных стержней периодического профиля.

За рубежом (Германия, Япония) получили развитие предварительно-напряженные анкеры стержневой конструкции системы «Дивидат». Анкеры этой системы представляют собой стержни из высокопрочной стали с резьбой, накатанной по всей длине стержня. Резьба накатывается в процессе заводской прокатки стержней. Преимущество этой системы заключается в том, что стержни можно разрезать на отрезки любой длины и соединять их между собой с помощью муфт, имея уже готовую резьбу. В остальном они ничем не отличаются от стержней из арматурной стали периодического профиля.

Для получения более мощного сосредоточенного анкерного усилия стальные стержни объединяют в блоки по несколько стержней в каждом.

Сталь для предварительно-напряженных анкеров должна подбираться из стержней мерной длины, по возможности исключающих применение сварных и муфтовых стыковых соединений. Но получить стержни соответствующей длины не всегда возможно. Поэтому анкеры обычно изготавливают из отдельных заготовок стержневой стали. Соединение заготовок по длине целесообразно выполнять контактной стыковой сваркой. Если по каким-либо причинам невозможно применить контактную стыковую сварку, то для соединения стержней диаметром 20 мм и более используют электродуговую ванную сварку или муфтовые соединения. Положительные результаты дает стыкование анкерных стержней с помощью муфт с конической резьбой. Применяя коническую резьбу с тщательным центрированием стержней, можно значительно повысить предел выносливости муфтового соединения.

Постоянный стержневой анкер с двойной антикоррозийной защитой (срок годности до 120 лет)



Постоянный тросовый анкер с двойной антикоррозийной защитой (срок годности до 120 лет)



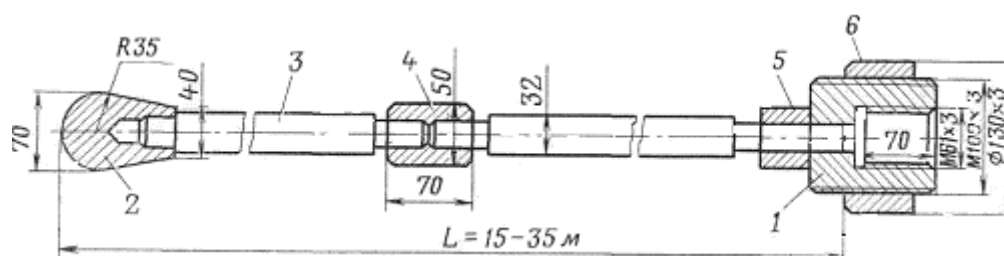


Рис. 2. Анкер стержневой конструкции из арматурной стали диаметром 32 мм с соединительной муфтой

1 – подвижная анкерная головка; 2 – неподвижная анкерная головка; 3 – стержень анкера; 4 – муфта; 5 – контргайка; 6 – стопорная гайка

Известно, что в практике анкерного крепления сооружений и скальных массивов применение предварительно-напряженных анкеров короче 5 м считается нецелесообразным. Однако в настоящее время за рубежом для локального крепления скальных пород в подземных выработках и основаниях сооружений иногда применяются короткие анкеры. Короткие анкеры стержневой конструкции в породе, как правило, заделывают с помощью полимерных материалов.

Конструкция анкера из стального каната (рис. 3) представляет собой отрезок каната мерной длины с насаженными на концах анкерными головками. Часто анкеры выполняют с одной головкой, свободный от головки конец для более надежного сцепления с цементным раствором соответствующим образом расплетаются.

Проектирование и изготовление этого типа анкеров должны выполняться в полном соответствии с требованиями, изложенными в СНиП. Необходимо иметь в виду, что использование прядей или пучков из высокопрочной проволоки, а также канатов различной свивки и типоразмеров, отличающихся механическими свойствами, маркой, диаметром и шагом свивки в одном конструктивном элементе, не допускается. В связи с этим необходимо предусматривать поставку канатов для данной стройки, изготавливаемых на одном и том же заводе из однородного исходного материала.

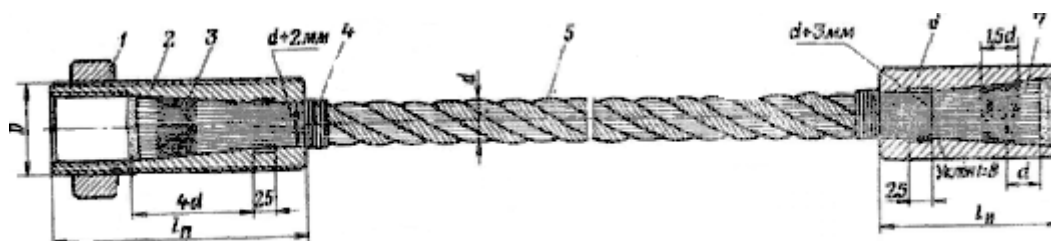


Рис. 3. Конструкция анкера из стального каната

1 – стопорная гайка; 2 – подвижная анкерная головка; 3 – загиб проволоки; 4 – обвязка проволокой каната; 5 – канат; 6 – неподвижная анкерная головка; 7 – закрепление пучка проволоки в неподвижной головке;

Усилия натяжения анкеров должны быть полностью переданы на конструкцию сооружения и его основание. В связи с этим анкерные головки, места опирания их на конструкции и надежность заделки в грунте подлежат расчету на прочность от воздействия статической нагрузки. Прочность элементов анкеров должна соответствовать расчетной прочности канатов. Расчеты анкерной конструкции должны быть подтверждены натурными или экспериментальными проверками.

В последнее время получили широкое распространение предварительно-напряженные анкеры из арматурных прядей. Исследования, проведенные ГипродорНИИ (г. Москва) и научно-исследовательскими организациями за рубежом, свидетельствуют о целесообразности использования арматурных прядей в качестве напрягаемого элемента не только в грунтовых анкерах, но и в анкерах, применяемых для напряжения конструкций ядерных реакторов, мостовых пролетных строений, а также сборного бетона и железобетона различных сооружений. Применение арматурных

прядей упрощает конструкцию напрягаемых элементов, способствует сокращению расхода стали и снижению трудозатрат на изготовление и монтаж конструкций по сравнению с аналогичными арматурными элементами, выполненными из пучков гладких проволок.

Натяжение анкеров этой системы не содержит какой-либо особенности и выполняется известным способом. Для натяжения анкеров применяют гидравлические домкраты с центральным каналом, через который пропускаются пряди и выравнивающий патрон. Установку анкерных клиньев производят после окончания натяжения анкера. Перед натяжением анкера пряди предварительно выравнивают с помощью специального выравнивающего патрона. Он состоит из ряда параллельных труб, в каждую из которых вводят по три пряди. Перемещением в осевом направлении домкрат осуществляет натяжение анкера.

Тросовые анкера Williams используют высокопрочную прессованную полиэтиленовую оболочку на антикоррозионном составе в незакрепленных зонах. Преимуществами данных анкеров является их высокая мощность, небольшой вес и компактность. В отличие от стержневых систем, тросы могут быть произведены любой длины.

Применяют анкерные системы такого типа в основном для крепления дамб, защиты от оползней, укрепления поверхности склонов, а также для временной поддержки во время землеройных работ.



Рис. 4 Тросовый анкер Williams

Анкеры системы VSL (рис. 5) (Швейцария) выполняют из проволочных прядей или пучков высокопрочных проволок с анкерной головкой клинового типа. Система анкеров VSL является универсальной, однако во многих странах ее используют главным образом для крепления горных выработок. Анкеры этой системы успешно были использованы на строительстве ГАЭС Онгрэн (Швейцария), гидроузла Либби (США), ГЭС Эль-Торо (Чили), Лейк Долно (Италия) и др.

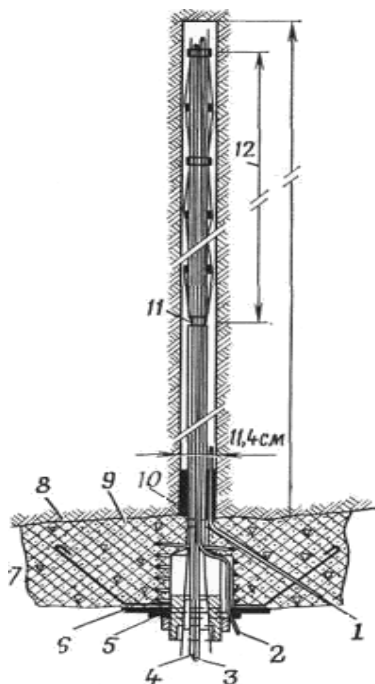


Рис. 5. Типовой анкер системы VSL

*1 – трубка для первичной инъекции раствора;
2 – трубка для вторичной инъекции раствора;*

*3 – контрольное выпускное отверстие для первичной инъекции раствора;
4 – выпускное отверстие для первичной инъекции раствора;
5 – опорная плита; 6 – вторая опорная плита;
7 – выработка; 8 – порода; 9 – опорный блок;
10 – тампон буровой скважины; 11 – уплотнение оболочки; 12 – зона анкеровки*

Детальное изучение на строительстве ГАЭС Онгрэн показало, что применение обычных способов крепления подземных выработок с помощью анкерных болтов (штанговое крепление) и устройство бетонной обделки являются неэкономичными. По мнению многих специалистов применение предварительно-напряженных анкеров системы VSL позволяет создать в скальной породе, окружающей подземную выработку, устойчивое напряженное состояние. Такая система крепления сама приспособляется к деформации породы вплоть до полной стабилизации всего массива.

Анкеры системы IRP (запатентованы во Франции) с успехом используют для крепления сооружений, возводимых в грунтах с невысокими физико-механическими характеристиками (например, гравий, песок, глина, сильно трещиноватые и разрушенные скальные породы или грунты с карстовыми образованиями). Французская фирма «Соле-танш» разработала анкеры системы IRP с усилием 300-2500 кН с гарантией надежности их работы в указанных грунтах. Анкеры IRP выполняют из пучков параллельных проволок диаметром 5 мм с конической анкерной головкой (рис. 6.).

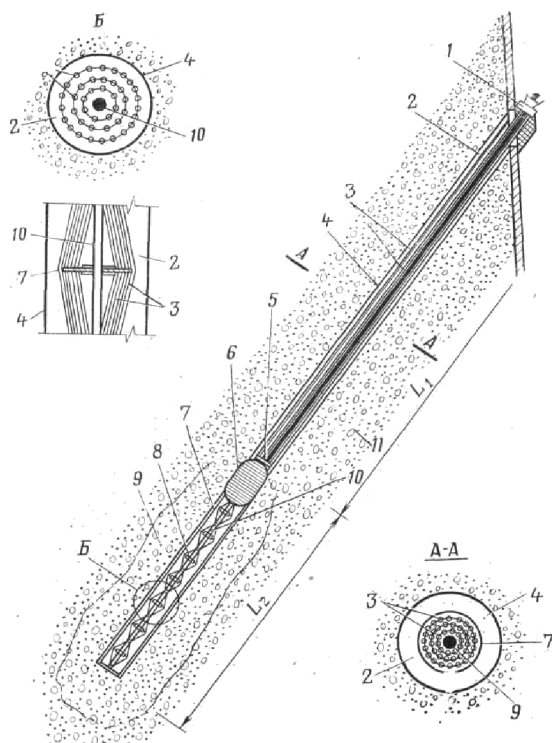


Рис. 6. Анкер системы IRP:

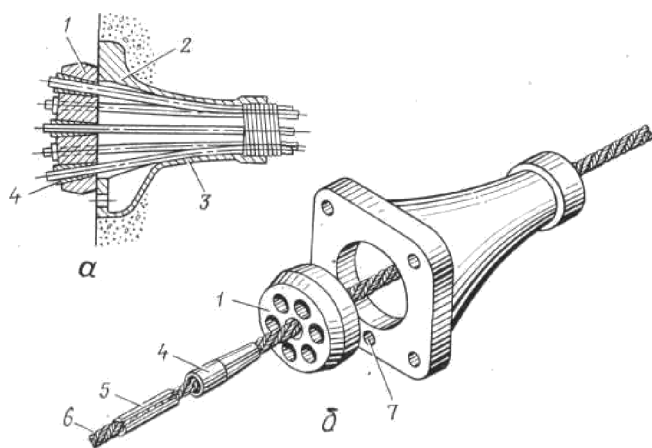


Рис. 7. Типовой семипрядевый анкерный блок системы «Фрейсине-Моногруп»:

а — блок в собранном виде; б — составные части и порядок их расположения; 1 — анкерная головка; 2 — опорная плита с корпусом анкерного блока; 3 — раструб корпуса; 4 — корпус из ковкой стали; 5 — винтовая муфта из закаленной стали; 6 — пряди; 7 — отверстие для цементации диаметром 25 мм

1 — опорная система; 2 — кольцевое пространство между стенками скважины и анкером; 3 — проволоки напрягаемой части анкера; 4 — скважина; 5 — заслонка для защиты напрягаемой части анкера при цементации заделки; 6 — надувной тампон; 7 — защитная оболочка анкера; 8 — распорки; 9 — зона консолидации грунта; 10 — труба для цементации скважины; 11 — песчано-гравелистый грунт; L1 — свободная длина анкера; L2 — длина заделки анкера в грунте

Во Франции из пучков проволочных прядей созданы предварительно-напряженные анкеры системы «Фрейсине-Моногруп» несущей способностью 2,5 ... 20,0 МН. Эта система позволяет использовать пучки, состоящие из 7, 15, 19 и 37 прядей диаметром 15,2 и 18 мм, изготовленные из высокопрочной проволоки диаметром 5 мм. Значение предварительного напряжения прядей принято 70% нормативного сопротивления. Разработаны три модификации анкерного блока системы «Моногруп» — S, Т и К.

Модификация анкерного блока S рассчитана на анкерное усилие 2,5 ... 5 МН с использованием 7 и 15 прядей диаметром 15,2 и 18 мм (рис. 7).

Анкерный блок модификации Т рассчитан на усилие 5 ... 10 МН, который собирают из 19 прядей диаметром 15,2 и 18 мм. Блок модификации К монтируют из 37 прядей диаметром 15,2 и 18 мм, он рассчитан на усилие анкера 10 ... 20 МН. В основу конструкции всех трех блоков положен один и тот же принцип, позволяющий применять различное количество и тип прядей. Опыт применения анкеров системы «Фрейсине-Моногруп» подтвердил, что анкеры, изготовленные из прядей диаметром 15,2 и 18 мм, являются наиболее эффективными.

Конструкция анкерных блоков устроена таким образом, что дает возможность свободно осуществить групповое и индивидуальное натяжение прядей анкеров. Это позволяет при натяжении анкеров пользоваться гидравлическими домкратами малой мощности и

небольшой массы. Для соединения напряженных (активных) анкеров с ненапряженными пассивными анкерами применяют специальные муфты. Муфты состоят из двух половинок, которые с помощью болтов скрепляют между собой. Конструкция муфт апробирована на практике и сейчас широко применяется во многих странах.

Многие специалисты за рубежом считают, что наиболее прогрессивной конструкцией из всех известных систем анкеров являются анкера, разработанные швейцарскими инженерами Биркенмаиером, Брандестини, Рошем и Вогтом (система ББРВ) (рис. 8.).

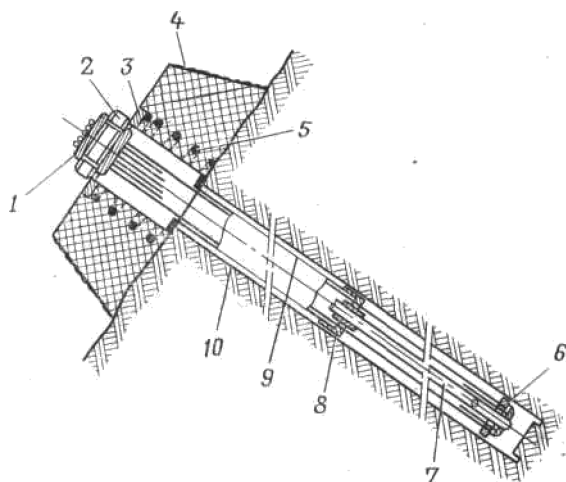


Рис. 8. Анкер из высокопрочной проволоки с высаженными утолщениями (системы ББРВ):

высокопрочная проволока диаметром 5 ... 8 мм. Изменяя количество проволок в анкере, можно создавать анкера большой несущей способности.

На концах анкеров из прочной стали устраивают цилиндрические головки. В каждой головке по числу проволок, входящих в пучок анкера, сверлят отверстия, равные диаметру проволоки с плюсовым допуском 0,3 ... 0,5 мм. Анкерные головки принято делить на подвижные и неподвижные. Подвижные головки предназначены для натяжения и закрепления анкера на опорной плите. Неподвижная головка служит для закрепления анкера в скважине. В случае двустороннего натяжения (прокладка в каналах) обе головки выполняют одинаковыми по типу подвижной головки.

Анкеры ГСП (рис. 9) выполняют из пучков высокопрочной проволоки диаметром 5 мм, с высаженными на концах утолщениями, несущей способностью 1000, 2000, 6000 и 8000 кН. Для натяжения и закрепления анкеров на опорной плите и в грунте на концах анкеров предусмотрены цилиндрические головки с отверстиями диаметром 5,3 - 5,5 мм, расположенными по концентрическим окружностям. Анкеры, выполненные из пучков проволок с утолщениями на концах, могут быть практически неограниченной длины. Известны случаи, когда применяли анкеры этой системы длиной 324 м.

Прочность анкеров главным образом зависит от формы и способа образования утолщений, а также от качества резки и торцовки концов проволок.

Для более равномерного распределения напряжения на бетонную кладку сооружения, вызываемого анкерным усилием, институтом «Гидроспецпроект» сконструированы железобетонные оголовки. Железобетонные оголовки позволяют не только равномерно распределять анкерное усилие на большую площадь бетонной кладки, но и осуществлять натяжение анкерного блока несущей способностью 8 МН одновременно четырьмя гидравлическими домкратами мощностью по 2400 кН. На оголовок анкерное усилие передается через металлическую опорную плиту диаметром 300 мм.

1 — подвижная анкерная головка; 2 — стопорная гайка; 3 — опорная металлическая плита; 4 — опорная железобетонная плита; 5 — спиральная арматура; 6 — неподвижная анкерная головка; 7 — трубка для цементации; 8 — тампон; 9 — пластиковая антикоррозионная трубка; 10 — скважина

Эта система является универсальной: она надежно работает как в скальных породах, так и в мягких грунтах. Во многих странах она получила широкое распространение не только для крепления сооружений и скальных массивов, но и для натяжения и укрупнения сборных бетонных и железобетонных конструкций. Конструкция анкеров системы ББРВ выполняется из пучков параллельных проволок с высаженными на их концах холодным прессованием утолщениями. Для изготовления анкеров применяется вы-

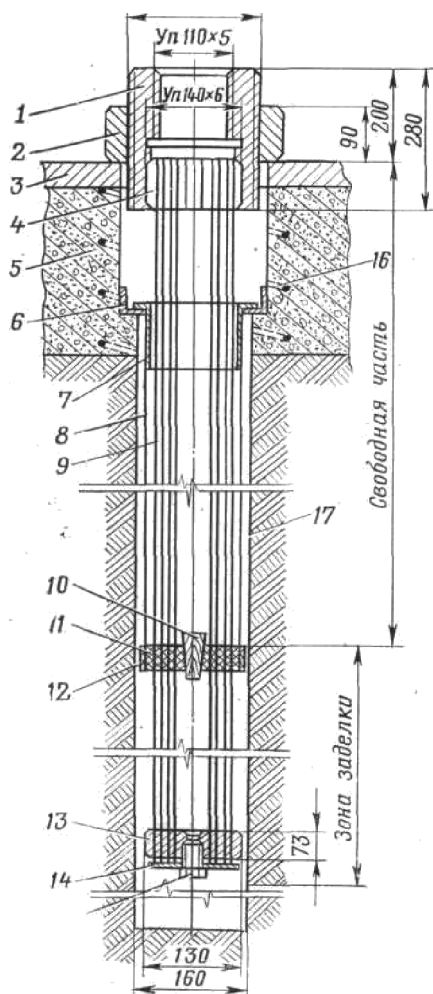


Рис. 9. Конструкция предварительно - напряженного анкера «Гидроспецпроект» (ГСП) несущей способностью 2 МН:

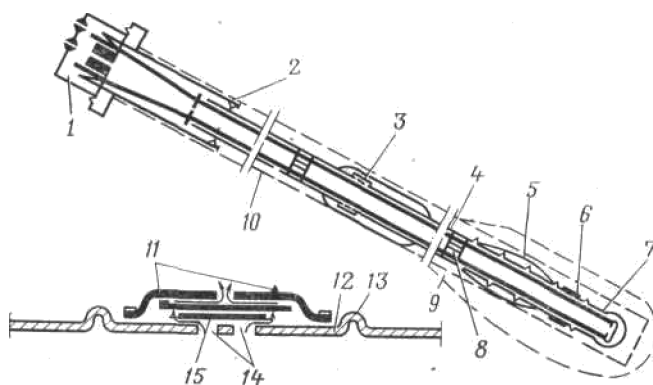


Рис. 10. Схема конструкции анкера системы ТМ:

1 — вторичная защита; 2 — труба; 3 — инъекционный клапан; 4 — металлическая труба; 5 — центратор; 6 — клапан; 7 — пластиковая труба; 8 — распорка; 9 — зона заделки анкера; 10 — скважина; 11 — эластичные мембраны; 12 — металлическая труба; 13 — упоры; 14 — инъекционные отверстия; 15 — противопробивная пластинка

1 — корпус анкерной головки; 2 — стопорная гайка; 3 — опорная металлическая плита; 4 — подвижная анкерная головка; 5 — железобетонная опорная плита; 6 — опорная часть для установки фланца полимерной оболочки; 7 — фланец защитной полимерной оболочки; 8 — защитная полимерная оболочка (рукав); 9 — высокопрочная проволока; 10 — пробка в защитной полимерной оболочке; 11 — резиновая часть пробки; 12 — бугель пробки; 13 — неподвижная анкерная головка; 14 — крышка анкерной головки; 15 — болт, скрепляющий крышку с анкерной головкой; 16 — спиральная арматура; 17 — скважина

Анкеры системы ТМ разработаны фирмой «Секюрита» (Франция) для крепления различных сооружений стенок глубоких котлованов, возводимых в малосвязных и очень тонкой структуры связных грунтах (гравий, песок с небольшим содержанием глины, разрушенная скала, ил и глина).

Конструкция анкеров системы ТМ (рис. 10) состоит из трубы и размещенного в ней напрягаемого элемента (тяжа). Напрягаемый элемент анкера выполняется из стержней арматурной стали или пучков высокопрочной проволоки с использованием анкерных головок известных конструкций. Анкерная труба с помощью обтюлятора делится на зону заделки и зону свободной части анкера. Разделение трубы на две зоны позволяет осуществить инъекцию цементного раствора в заделываемой части под высоким давлением, с тем чтобы компенсировать разгрузку грунта, созданную скважиной, и обеспечить надежное закрепление анкера в грунте.

Зона заделываемой части трубы анкера предназначена для передачи анкерного усилия на грунт, а свободная — для обеспечения возможности беспрепятственного перемещения внутри трубы растягиваемого элемента. Конструкция заделываемой части выполняется из стальных или гофрированных пластиковых труб, а свободная часть — обычно из гладких полиэтиленовых труб. Применение труб позволяет исключить возможность прямого контакта арматуры анкера с грунтом, а их высокие свойства непроницаемости для воды и газа являются хорошим средством противокоррозионной защиты, включая и зону заделки.

В зарубежной практике применение анке-

ров системы ТМ стало обычным явлением при анкерровании сооружений, возводимых на грунтах с низкими механическими характеристиками. Решающее значение здесь, видимо, имели конструкция, обеспечивающая надежное крепление анкера с грунтом, и оригинальное решение проблемы противокоррозионной защиты. Передача анкерного усилия на грунт с помощью трубы оказалась весьма эффективным решением, и это подтверждается практикой анкерного крепления сооружений предварительно-напряженными анкерами трубчатых конструкций других систем. При защите анкера ТМ от коррозии, например, в зоне заделки создается тройной барьер: цементный раствор в трубе, сама труба, раствор между стенками скважины и трубой. Свободная часть анкера защищена пластиковой трубой, заполняемой пластическим материалом. Все это, вместе взятое, обеспечивает надежную противокоррозионную защиту и долговременную работу конструкции анкерного крепления.

Фирмой Titan Ischebeck (рис.11) выпускаются анкер - инъекторы различных типоразмеров (внешним диаметром от 30 до 103 мм) для крепления выработок и тоннелей большого сечения, скважин, упрочнения склонов, берегов и др.

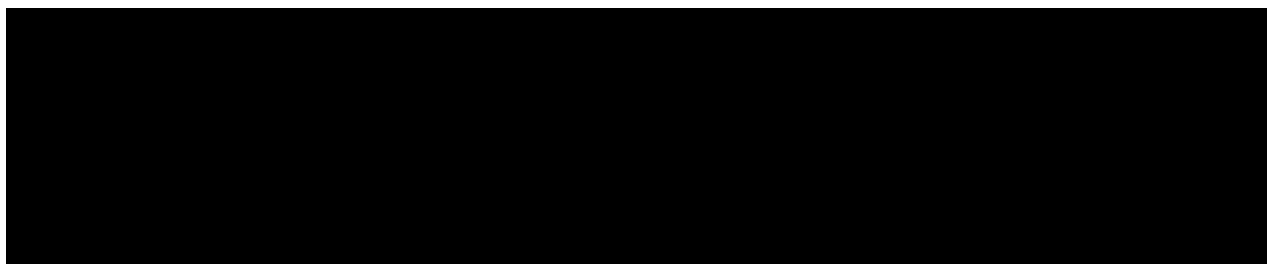


Рис. 11. Схема установки инъекторного анкера:

1 – крестообразная коронка с направляющей трубой; 2 – впрессовываемое тело; 3 – винтовая арматура; 4 – соединительная гайка; 5 – шпунтовая стенка; 6 – две клиновые шайбы; 7 – гайка с фланцем; 8 – пластина для распределения нагрузки; 9 – пакер; 10 – корж; 11 – распорка; 12 – цементный камень

Новизной данного способа является использование в качестве анкера

винтовой арматуры, которая одновременно является и буровой штангой. Винтовая арматура имеет резьбовые ребра, на которые накручивается распорка для увеличения давления цементного раствора в забое шпура (скважины), а также пакера для уменьшения вытекания бурового раствора из шпура (скважины). Анкер изготавливают из винтовой арматуры диаметром 16-32 мм класса А500С по ТУ 14-1-5254 с внутренним отверстием диаметром 8-11 мм, выпуск которой освоен и продолжается на Западносибирском металлургическом комбинате.

Специально для такого вида анкеров были созданы дешевые одноразовые коронки с боковым отверстием, при помощи которого осуществляется подача цементного раствора в шпур. Это способствует увеличению скорости бурения.

При бурении по каналу внутри инъекционного анкера под медленно

повышающимся (от 0 до 5-20 кН/м²) давлением подается буровой (цементный) раствор с $B/C = 0,4-0,7$ и, выходя через отверстие в буровой коронке, помогает разрушать породу. Одновременно с этим буровой раствор заполняет трещины, образовавшиеся при бурении, распространяясь в массив на глубину, равную 1,5-2 диаметрам буровой коронки. Помимо всего прочего данный тип анкеров имеет повышенную антикоррозийную защиту и повышенную несущую способность, что позволяет их использовать не только для ремонта крепи, но и для крепления расстрелов к стенке ствола. Антикоррозийная защита достигается за счет следующих преимуществ, присущих только данному типу анкеров:

- бурение осуществляют с одновременным нагнетанием цементного раствора под давлением 5-20 кН/м², что позволяет восстановить целостность крепи вертикального ствола в отличие от обыкновенного бурения шпуров;
- в отличие от обыкновенных анкеров для анкер-инъекторов характерна повышенная антикоррозийная защита, которая достигается равномерным покрытием стали цементным камнем минимальной толщиной 20 мм в слабых породах и 10 мм – в крепких. Если необходима пассивная защита стали, она может

- быть улучшена за счет комбинированной обработки: «горячая оцинковка + эпоксидное покрытие»;
- повышенная допустимая нагрузка на растяжение и сжатие порядка 150–200 кН.

Во Франции фирма «Сиф-Баши» разработала два типа анкеров: TMS и TMD.

В анкерах TMS (рис. 12, а) закрепление полиэтиленовой оболочки ТМ в нескальном грунте и заделку арматуры в полиэтиленовую оболочку производят одновременно. Анкерная тяга выполнена в виде отдельного арматурного стержня, пучка проволок или прядей. Оголовок анкера типовой, используемый при предварительном напряжении железобетона (соответствует применяемой арматуре). По длине свободной части анкера арматура защищена толстостенной полиэтиленовой трубой. В анкерной заделке арматура центрируется и защищается снаружи ребристой полиэтиленовой оболочкой, в которой имеются клапаны, распределенные по всей длине анкерной заделки. Внутри разделение свободной части анкера и анкерной заделки выполняется уплотнительной пробкой, на которой закрепляют ребристую полиэтиленовую оболочку и защитную трубу. Снаружи анкерная заделка отделяется расширяющимся устройством цилиндрической формы — пакером, который сообщается с внутренней частью анкерной заделки. Пакер выполнен из ткани, пропускающей воду и задерживающей частицы цемента. Имеются две полиэтиленовые трубки: одна — для инъецирования цементного раствора (доходит до низа анкерной заделки), а другая — для заполнения свободной части анкера противокоррозионной мастикой (доходит до низа свободной части). Анкер полностью собирают в заводских условиях и готовым поставляется на строительную площадку.

Заделка анкера TMD (рис. 12, б) в грунте проводят в две фазы: сначала закрепляют в нескальном грунте стальную трубу, а затем в эту трубу заделывают арматуру. Анкер TMD содержит такую же арматуру и имеет тот же оголовок, что и анкер TMS. По длине свободной части арматура защищена толстостенной поливинилхлоридной трубой. В анкерной заделке арматура центрируется и защищается снаружи стальной трубой с клапанами, распределенными по всей длине зоны заделки. Труба имеет кольцевые выступы, предназначенные для улучшения анкеровки трубы в скважине и арматуры в трубе. Свободная часть анкера отделяется от анкерной заделки пакером той же конструкции, что и пакер анкера TMS.

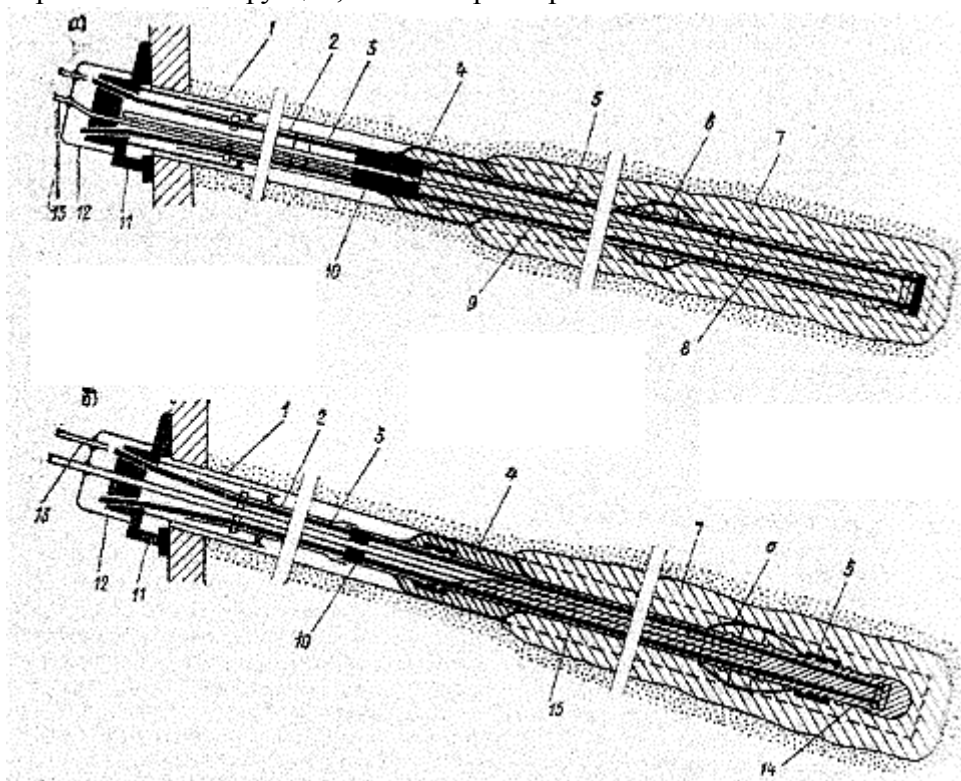


Рис. 12. Анкеры фирмы «Сиф-Баши»

а — типа ТМ5; б — типа ТМО; 1 — буровая скважина; 2 — защитная труба; 3 — анкерная тяга; 4 — пакер; 5 — клапан; 6 — центратор; 7 — цементное ядро; 8 — трубка для инъецирования цементного раствора; 9 — ребристая полиэтиленовая оболочка ТМ; 10 — пробка; 11 — оголовок; 12 — защита оголовка; 13 — трубка для заполнения свободной части анкера; 14 — стальная труба ТМ, 15 — трубка для заполнения анкерной заделки

Западногерманская фирма «Бауэр» разработала и широко применяет в скальных грунтах анкеры различных типов, показанные на рис. 13.

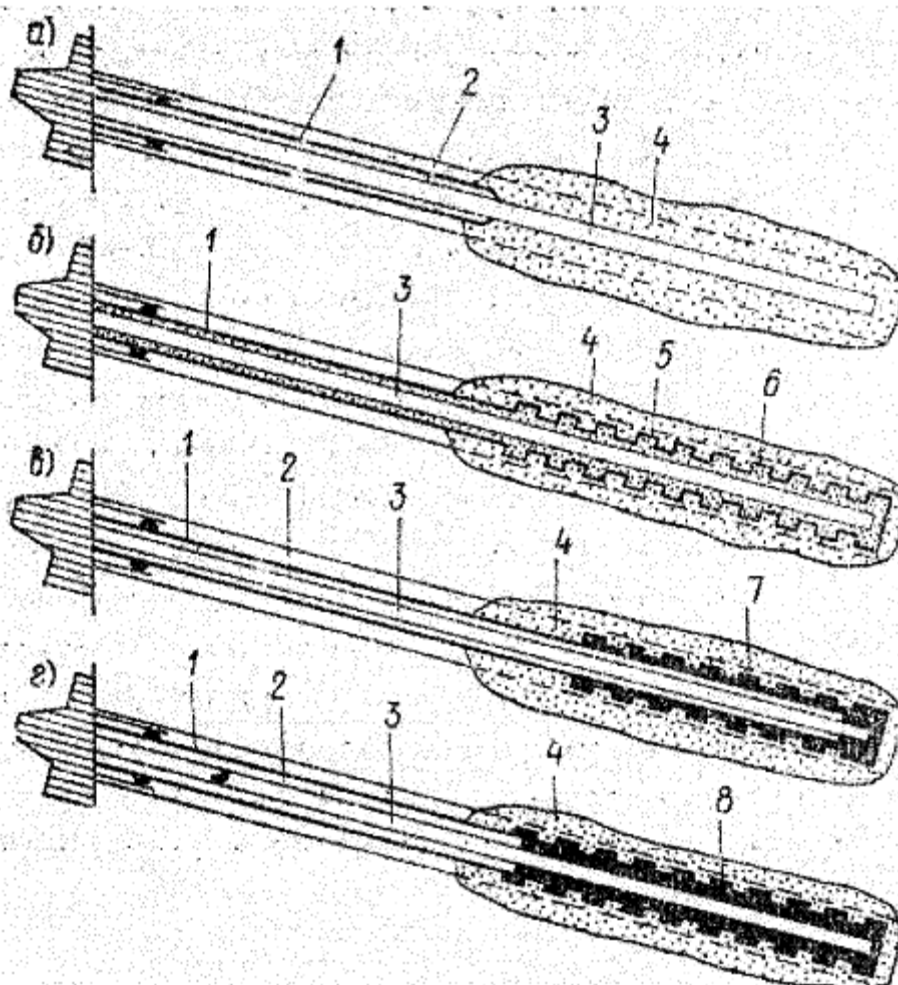


Рис. 13. Анкеры фирмы «Бауэр»

а — анкер ST-52; б — с ребристой оболочкой; в — с опорной трубой; г — с трубой, работающей на трение; 1 — защитная полиэтиленовая оболочка; 2 — мастика для защиты от коррозии; 3 — анкерная тяга; 4 — цементное ядро; 5 — ребристая полиэтиленовая оболочка; 6 — цементный раствор; 7 — опорная труба; 8 — труба, работающая на трение

ВЫВОДЫ

1. Анкеры во многих странах получили широкое применение в строительстве. Надежная и долговременная их работа, простота конструкции несложный процесс анкерования сделали анкеры одним из эффективных средств повышения устойчивости сооружений и скальных массивов. Все системы конструкций анкеров надежны и эффективны в работе и могут успешно использоваться для анкерования сооружений в различных грунтах. Однако при выборе анкерного крепления предпочтение должно быть отдано тем конструкциям анкеров, которые выполняют из стали с более высокими упруго - деформативными свойствами, обладают хорошей гибкостью и не требуют соединений по длине. На строительную площадку анкера должны поставляться в законченном виде, пригодными для непосредственного применения в дело без доводки. Наиболее полно этим требованиям отвечают конструкции анкеров, выполненные из пучков высокопрочной проволоки и проволоочных прядей.
2. Применение анкерных конструкций из высокопрочной проволоки и проволоочных прядей является наиболее прогрессивным решением и заслуживает широкого внедрения в строительство. Дальнейшее совершенствование анкерных систем должно быть тесно связано с развитием технического прогресса, что позволит глубже раскрыть большие возможности анкерного крепления зданий и сооружений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барыкин Б.Ю. Комплекс зданий и сооружений для строительства зданий на неудобьях // Устойчивый Крым. Инновационный потенциал КАПКС / Приложение к научно-практическому дискуссионно-аналитическому сборнику «Вопросы развития Крыма».- Симферополь: Сонат, 2000.- С.28-31
2. Барыкин Б.Ю. Учет особенностей деформирования перекрестно-балочных фундаментов при закреплении их анкерами // Межведомственный научно-технический сборник научных работ (строительство)/ Вып.61., НИИСК, 2004.- С.270-275
3. Тетиор А.Н., Барыкин Б.Ю., Лехно А.М. Расчет и конструирование зданий на склонах. Методические рекомендации. - Симферополь, КИПКС, 1994. - 46 с.
4. Барыкин Б.Ю., Андронов А.В. Расчет анкерного крепления фундамента из перекрестных лент на склоне с учетом ползучести грунта // Строительные конструкции техногенная безопасность. Сборник научных трудов, №9. – Симферополь: НАПКС, 2004.- с.34-39.
5. Вишневский П.Ф. Современные методы анкерного крепления в строительстве.- М.: Воениздат, 1981.- 248 с.
6. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Справочник проектировщика/ Под общ. ред. Е. А. Сорочана и Ю. Г. Трофименкова. - М.: Стройиздат, 1985.- 480 с.

Сафонов А. А., д. арх., профессор, Сафонова А. А. инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Об архитектурно – художественном оформлении современных залов массовых посещений

Проведен анализ творческих подходов к формированию предметно- пространственной среды в сферах профессиональной архитектуры и народного зодчества. Показаны некоторые особенности создания интерьеров современных залов массовых посещений, они проиллюстрированы на конкретных примерах.

залы массовых посещений, интерьер, комфорт, гармония, предметно - пространственная среда

Слом эпох, переход от одной общественно-экономической формации к другой всегда сопровождается желанием осмыслить пройденное, предугадать пути грядущих перемен. На рубеже XIX - XX веков в архитектуре и других видах искусства создавались различные группировки и сообщества, которые опираясь на опыт прошлого, вели поиски еще не изведанных направлений в искусстве. Эту деятельность И.Э. Грабарь назвал «неврастенией творчества». Нечто подобное мы наблюдаем и сегодня. Отличие состоит в том, что в те времена в связи с отсутствием экономических возможностей большинство проектов оставалось на бумаге, т.е. ошибочные направления не были реализованы, в теоретическом же плане эти поиски оказались достаточно продуктивными. В современных условиях реализуемые новаторства порой формируют хаотичную среду как отдельных объектов, так и целых поселений.

Л.Н. Толстой охарактеризовал искусство богатых как «...пошлое и пустое...культ красоты и наслаждений» [1]. Интерьеры залов для приемов дворцов знатных особ, по сути, являлись местом праздного время- препровождения, они богато декорировались лепниной, художественными росписями, позолотой, оснащались скульптурой, статуэтками, различными предметами декора и т.д. Убранство интерьера призвано было произвести впечатление, соответствовать общественному статусу хозяина и, конечно же, отвечать господствовавшим общественным установкам сословия, к которому принадлежит владелец. Интерьер являлся своеобразной визитной карточкой хозяина; его личные пристрастия, функциональные потребности смещались на второй план, общественное мнение беспрекословно доминировало. Что в результате и приводило к безвкусице в декоративной обработке и бутафорному нагромождению порой и талантливо выполненных изящных предметов.

Противоположная крайность эстетического оформления интерьера представлена архитектором Ле Карбюзье [2]. Он считал, что для творческой деятельности нужен интерьер комнаты, хорошо освещенной, с ровными поверхностями ограждений, окрашенных в спокойные светлые тона. Из оборудования нужны стол, стул и чистый лист бумаги. Ничто не должно отвлекать от процесса, т.е. функция является единственно важным фактором при формировании интерьера.

Современные залы для массовых посещений, как правило, имеют отчетливо выявленную функциональную направленность: зрелищные, выставочные, танцевальные, спортивные и т.д., но при этом каждая из названных разновидностей может иметь подтипы со своими специфическими требованиями. Например, зрительные залы драматического театра, театра оперы и балета, эстрады, кино, концертные и т.д.

Дизайнерская переработка интерьера является разделом архитектуры, следовательно, она должна отвечать общим требованиям зодчества: «удобство, прочность, красота». Дизайнер не может серьезно повлиять на прочностные характеристики сооружения, но организацией пространства он может свести к минимуму время эвакуации посетителей и персонала при форс-мажорных обстоятельствах. Пути эвакуации на плане должны быть простыми по рисунку и кратчайшими по расстояниям, пропускная способность соответствовать величине и скорости людских потоков. Следует избегать перепадов отметок пола и узких проходов, что может явиться причиной заторов и пробок на путях движения в экстремальных условиях. Желательно освещать естественным светом пути эвакуации в дневное время.

«Удобство и красота» для посетителя и представителей персонала будет определяться одним термином - «комфорт» физический и психологический, рис. 1.

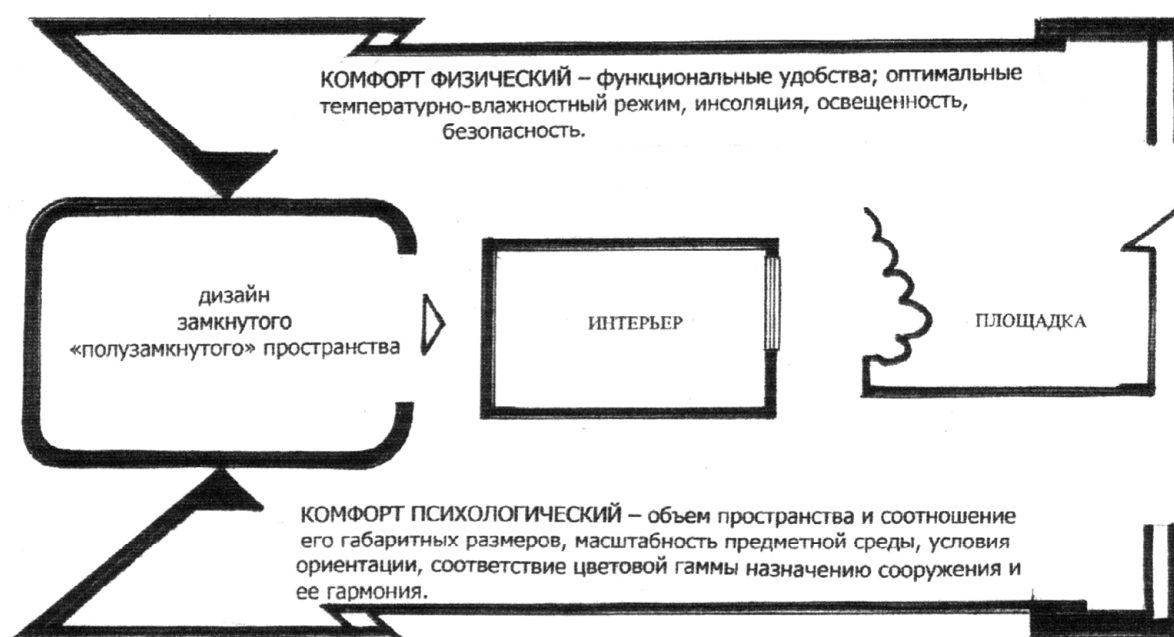


Рис.1. Принципиальные направления декоративной проработки в дизайн проекте.

Физический комфорт характеризуется количественными показателями, по основным направлениям он имеет объективную оценку и закреплён нормативными документами. Нормируется чистота воздуха, скорость воздушных потоков, температурно-влажностный режим, инсоляция, естественное освещение и т.п. Сложнее нормировать физическую достаточность пространства, но ее можно определить путем теоретических расчетов или графических построений, исходя из функциональных процессов, для которых помещение предназначено. Психологическая комфортность пространства должна исключать восприятие помещения коридором или колодцем. Оптимальные соотношения габаритных размеров помещений давно известны, как правило, при проектировании стремятся их выдерживать. Если эти соотношения в отдельных помещениях имеют нежелательные отклонения, то путем цветовой отделки, пластической обработки поверхностей и т.п. дизайнер при разработке может их откорректировать и исключить ощущение психологического дискомфорта пространства интерьера.

Для обслуживания торговых залов, выставок и т.п. имеет значение не только удобство организации функционального процесса, но визуальный контроль этих процессов в целях исключения негативных явлений (хищение, порча экспонатов, продукции и т.д.).

Создание психологического комфорта интерьера является наиболее сложной частью творческого процесса. Пропорциональные соотношения частей и целого, сомасштабность элементов интерьера, изящество линий и форм, гармония цветовых сочетаний - все это призвано вызвать положительные эмоции. Деятельность дизайнера направлена на формирование красивого интерьера. Красоту нельзя оценить количественными показателями, мы привыкли определять ее качественными критериями «хорошо - плохо», но насколько хорошо или плохо и где грань между этими понятиями? Дизайнер работает для потребителя его продукции, следовательно, он обязан ориентироваться на вкус этого потребителя. Залы массовых посещений рассчитаны, как правило, на среднестатистического жителя.

Г. В. Плеханов считал, что только критик вправе оценивать художественное произведение, но он должен обладать сильно развитой мыслительной способностью, равно как и повышенным эстетическим чувством. Л. Н. Толстой придерживался иного мнения, он полагал, что только народ вправе выносить приговор произведению искусства [3]. Великие мыслители рубежа XIX – XX вв. высказывали разные точки зрения. В чем природа этих разногласий? Г.В. Плеханов исхо-

дит из тезиса: искусство призвано образовать человека нравственно, поднять его на новые высоты духовности, т.е. на волне эмоционально чувственной реакции произвести житейские преобразования. Л. Н. Толстой считал, что земное и суетное, возвышенное и вечное должны прибывать в единстве и гармонии, лишь они обеспечивают умиротворенность окружающего мира, покой и эволюционные преобразования бытия.

Если представить эстетическое поле в виде диаграммы, рис.2, то его можно условно поделить на две зоны хороших и неудачных произведений в любом виде искусства. Удачные произведения мы обозначаем термином «красиво». Предметно-пространственная среда помещения упорядочена, она не вызывает негативных эмоций. Если на эмоциональном уровне произведение вызывает восхищение и восторг, то это наивысшая степень эстетического пространства «прекрасно», к которой устремлена деятельность творческой личности. Отклонения от привычных норм восприятия в негативную сторону мы характеризуем понятием «уродливо», крайняя степень этого явления - «безобразно». Эмоционально они могут вызывать внутреннее раздражение, крайняя степень проявления отрицательных эмоций – отвращение и ужас.

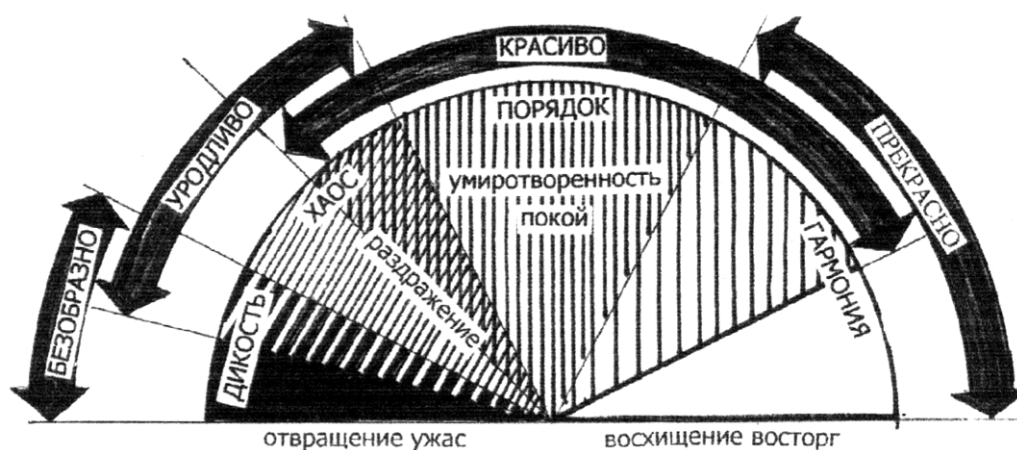


Рис.2. Принципиальная схема оценки эстетических качеств предметно-пространственной среды жизнедеятельности человека.

В силу отсутствия количественных показателей оценки «красоты» границы вышеназванных зон и крайних проявлений красоты и уродства носят, условный характер, они всегда спорны и могут смещаться в ту или иную сторону. Например, искривление позвоночника у человека мы воспринимаем как негативное отклонение от нормы, и оно у психически нормального человека положительных эмоций не вызывает. Причудливо изогнутый ствол дерева мы воспринимаем как экзотику и не задумываемся над причинами этого явления.

Абстракционисты целенаправленно искажают привычные для человека предметы и их части. Они стремятся показать мир с позиций, непривычных в повседневной жизни человека, акцентировать его внимание на деталях, которые в обыденной суетности мы не замечаем, таким путем выявить нравственные опорные точки нашего бытия. По поводу данного течения в искусстве нет единодушного мнения.

Приведенные примеры показывают, насколько сложным остается решение данного вопроса. Попытки перевести оценки на язык цифр предпринимаются с древности до наших дней, (Витрувий - Г. Г. Азгальдов) [4]. Они не исключают субъективизма, и являются слишком сложными для использования в современной практике. Мнение опытных, наиболее авторитетных специалистов (градостроительные Советы, художественные Советы и т.п.) является общественным инструментом оценки продукции творческой деятельности.

Л. Н. Толстой отмечает удивительное свойство таланта: «...если обладатель его под влиянием ложных теорий не насилует себя, то талант сам ведет художника по пути нравственного развития» [1].

Следовательно, достаточно оградить творческую личность от влияния «ложных теорий», и его произведения можно будет рассматривать в жестких границах сектора «красиво прекрасно». Стрелка изменения качества произведения будет приближаться или удаляться от абсолютного эстетического идеала, эталона красоты, наивысшего его проявления. С одной стороны, «если» в утверждении Л. Н. Толстого, с другой отсутствие эстетического эталона в любом виде искусства оставляет границы сектора красоты прозрачными.

В конце XIX в. в архитектурных кругах появилось деление архитекторов на «званных» и «избранных». «Избранные», отмеченные печатью таланта, «званные», не обладающие особым талантом, но имеющие высоко - профессиональную выучку; они в процессе своей деятельности формировали предметно-пространственную среду в соответствии с функциональными требованиями, сохраняя ее в привычных для человека параметрах комфортности. Такое разграничение явилось следствием перехода к капиталистическому способу производства, которое сопровождалось концентрацией производства и разделением труда. В результате из сферы самостоятельного народного зодчества этот вид деятельности обвально переместился в цех профессиональной архитектуры.

В чем принципиальное отличие деятельности народного зодчего? Она, как правило, не носила творческого характера. Крестьянин или ремесленник при постройке дома для себя использовали хорошо отработанный в данном регионе образец жилища. Что позволяло формировать упорядоченную гармоничную предметно - пространственную среду поселений в целом и интерьеров в частности. От природы одаренные мастера на основе отработанных форм жилища создавали произведения искусства, попытки не всегда заканчивались удачей. Эта деятельность носила характер исключений, поэтому зона упорядоченного пространства, безусловно, доминировала. Таким образом, многократно повторяемые действия бытовых и производственных процессов эмпирически формировали функционально оправданную предметно - пространственную среду. Врожденное чувство красоты позволяет избегать уродливых массовых явлений и хаотичного наполнения пространств жизнедеятельности человека.

Ниже приведены проектные предложения по разработке интерьеров, рис. 3. Выставочный зал фирмы «Мелодия» выполняет функции информационно - рекламные и культурно – просветительские. Он предназначен для ознакомления потенциальных покупателей с образцами современной продукции и эволюцией отдельных видов музыкальных инструментов от момента их появления до современных инструментов данной фирмы и других отечественных и зарубежных предприятий этого профиля.

Функция диктует разные формы доступности, исторические образцы могут быть уникальными, поэтому желательно исключить возможности контактов посетителей с этими инструментами. Современная продукция предназначена для реализации, здесь желательно обеспечить возможности осмотра и опробования звучания инструментов.

Требования организации процесса предопределили композицию выставки и разработку интерьера. Зал представляет собою круглый павильон, к которому примыкает корпус с торговыми залами и вспомогательными помещениями. Круглая форма позволяет максимально использовать естественную освещенность зала и рационально организовать пути движения посетителей и обслуживающего персонала.

Наиболее ценные экспонаты, представляющие историю развития отдельных видов музыкальных инструментов, расположены в витраже – в пространстве между первой и второй лентой остекления. Их можно осматривать, из зала и снаружи не входя в зал.

Образцы современной продукции расположены на стеллажах в зале, что обеспечивает возможность опробования их звучания перед покупкой. Зал позволяет проводить презентацию новых образцов продукции, организацию мини концертов и т.п.

Визуальный контроль происходящего осуществляется контролером – охранником с поста у главного входа в зал. При необходимости в верхней части зала можно установить видеокамеры для дополнительного контроля.

Хорошо найденные пропорции зала и его элементов, цветовая гамма интерьера обеспечивают психологический комфорт, создают торжественную и в тоже время уютную обстановку.

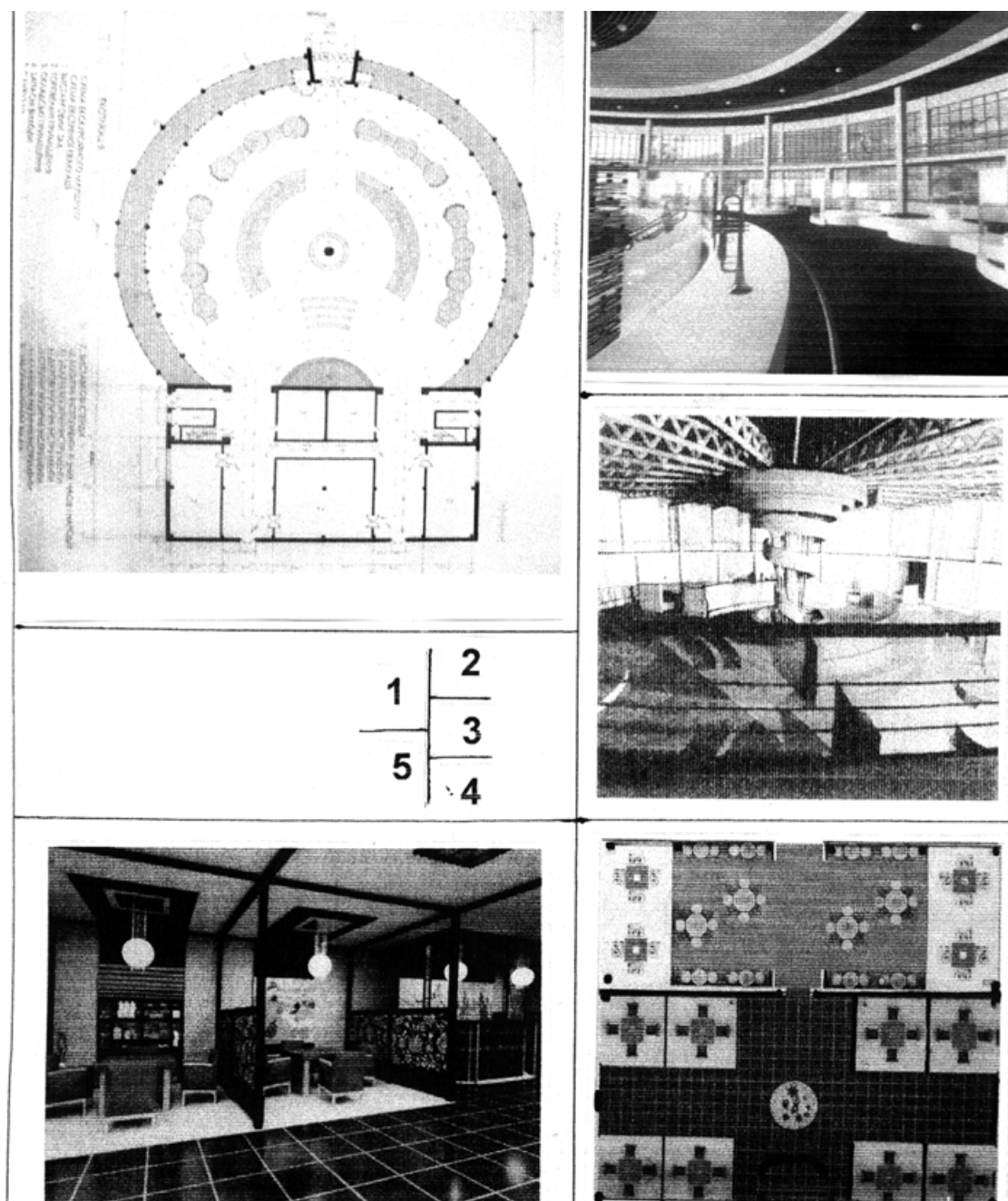


Рис.3. проектное предложение решения интерьеров торгового зала фирмы «Мелодия и зала для посетителей «Чайного домика»: 1-схема плана; 2,3-фрагменты торгового зала фирмы «Мелодия»; 4-схема плана зала и веранды; 5-фрагмент зала для посетителей «Чайного домика».

Решение интерьера зала для посетителей «Чайного домика». Чаепитие - процедура располагающая к неспешной интимной беседе в обстановке уюта и домашней комфортности. В этом есть определенное противоречие, поскольку чайный домик - предприятие, ориентированное на массовые посещения. Зал чайной лишен декора, но благодаря хорошо найденным пропорциям членения помещения, оборудования и гармонии цветовой гаммы удалось решить задачи физической и психологической комфортности зала. Деление зала на полузамкнутые зоны с одним столиком позволяют расчленить его на обособленные пространства в общем помещении. Они расположены в два ряда у наружной стены и внутренней, этим создается различия их освещенности и изоляции. Витражи обеспечивают визуальную связь с зеленой зоной у входа в домик, где в летнее время также организованы места для чаепития на открытом воздухе под сенью естественной растительности.

ВЫВОД

Ведущий принцип формирования современных интерьеров залов массовых посещений - создание комфортной физической и психологической среды. Физическая комфортность призвана обеспечить функциональные удобства процессов, для которых предназначен зал, безопасное заполнение и эвакуацию помещений в обычных условиях эксплуатации и в экстремальных ситуациях. Психологическая комфортность обеспечивает положительный эмоциональный настрой посетителей и обслуживающего персонала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Толстой Л.Н. Полное собрание сочинений. Т. 30. - М.: Гослитиздат, 1953. - С. 129, 123.
2. Корбюзье. Архитектура XX века. М.: Издательство «Прогресс», 1977. – С. 28.
3. Сафонов А.А. О жилище в народном зодчестве и архитектуре. // Известия вузов. Строительство, 1994. N7-8. - С. 78-85.
4. Азгальдов Г.Г. Численная мера и проблемы красоты в архитектуре. - М.: Стройиздат, 1978. - С. 66-72.

Сафонов С.А., инженер, Дружняева М.А., магистрант

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

О возможностях архитектурно-планировочной организации зоны отдыха на нарушенных территориях и неудобьях в районе села Скалистое

Проанализирована практика использования карьеров по добыче пильных известняков в районе села Скалистое. Указано рациональное в современных условиях направление использования нарушенных ландшафтов и неудобий для формирования зоны загородного отдыха и туризма.

Нарушенные ландшафты, архитектурно-планировочная организация, рекультивация.

В семидесятых годах прошлого века на душу населения в бывшем СССР добывалось около 2 м³ нерудных строительных материалов. Предполагалось, что в перспективе этот показатель возрастет до 5-6 м³ на человека [1].

Добыча полезных ископаемых открытым способом имеет ряд недостатков как в процессе проведения работ, так и после их окончания. При изъятии большого объема грунтовых масс происходит перераспределение внутренних напряжений в земной поверхности, что провоцирует оползни, обвалы, селевые потоки и т. п. По окончании разработок земли выводятся из хозяйственной деятельности, их восстановление (рекультивация) требует значительных затрат и в ряде случаев оказывается нерентабельной, т.е. затраты в расчетные сроки не окупаются. Разработки сопровождаются экологически вредными выбросами работающих двигателей машин и механизмов, которые присутствуют во всех карьерах. В частности, на Восточно - Журавском месторождении зафиксированы в составе выхлопных газов дизельных двигателей внутреннего сгорания следующие компоненты: Н₂, О₂, Н₂О (пары), СО₂, СО, Ж_с, СП, альдегиды, сажа, бенз (а) кирен. Они загрязняют атмосферу, водоемы, почвы и грунтовые воды.

По определению И.В. Лазаревой [1]. «Рекультивация земель - это вид хозяйственной деятельности, направленный на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды». Такие работы должны проводиться системно. Еще в Конституции СССР (Основной закон, статья 18) констатировалось: «В интересах настоящего и будущих поколений в СССР принимаются необходимые меры для охраны и научно обоснованного, рационального использования земли и ее недр...» [2]. Для практической реализации данной статьи Конституции были разработаны положения, регламентирующие деятельность министерств и ведомств, данным положением предписывалось: «Приведение сельскохозяйственных земель ... нарушенных при разработке месторождений полезных ископаемых ... в состояние, пригодное для использования по назначению, производится в соответствии с проектом рекультивации земель, входящим в состав землеустроительного дела на предоставление участка ... Затраты на производство работ, предусмотренных проектом, относятся на себестоимость продукции предприятия (разреза, карьера, шахты, рудника и т.п.). ... Приведение земельных участков в пригодное состояние производится в ходе работ, а при невозможности этого - не позднее, чем в течение года после завершения работ» [3].

Положения вышеназванных документов на обследованных нами карьерах как действующих, так и отработанных не выполнялись. Основная причина нарушений, из цены на единицу продукции исключается стоимость рекультивации. Например, в проекте разработки Сасыкского месторождения песчако-гравийной смеси (11 км от Евпатории) отмечается, что если учесть рекультивацию, то стоимость продукции возрастет в 3,5 раза и ее будет выгоднее закупать за пределами Крыма.

Разработка карьеров по добыче пильных известняков для строительных целей в районе села Скалистое начата в конце XIX в. И ведется по сей день. Плановых рекультивационных работ не проводилось и не ведется. Давно отработанные и заброшенные котлованы карьеров сохраняют на поверхностях обнаженные скальные породы, частично они заросли мхом, лишайниками, разнотравьем и кустарниками. Они оцениваются как неудобья и в хозяйственной деятельности не используются. В восьмидесятых годах прошлого века была предпринята попытка использовать днища крупных котлованов отработанных карьеров под дачное строительство работников данного предприятия. Но в процессе перестройки это бремя для граждан оказалось непосильным. В настоящее время возведенные постройки в основном разрушены, а садово-огородные

участки заброшены.

Разработки ведутся на северо-западном склоне первой гряды Крымских гор. Эту гряду в районе села Скалистое разрезает русло реки Бодрак. Юго-восточный обрывистый склон горной гряды ограничивает пойму реки, которая представляет собой широкую ложину, частично заросшую естественным лесом и посадками деревьев хвойных и лиственных пород. На противоположном пологом склоне горы Каблук, где ведутся разработки, проложена дорога с твердым покрытием. У подножья следующей горной гряды Крымских гор проходит асфальтированная дорога Симферополь – поселок Научный; она является своеобразной границей пойменной ложины реки Бадрак.

Места здесь чрезвычайно живописные; нарушенные разработкой территории представляют собой жестко регулярные формы. По преимуществу они не вызывают негативных эмоций, поскольку имеют сходство с открытыми амфитеатрами и спортивными сооружениями [4], а в сочетании с живописным природным окружением напоминают остатки сооружений давно ушедших цивилизаций. На данной территории имеются и памятники истории: пещерный город Бакла, первые земледельческие хутора-усадьбы VIII – IV вв. до н.э. в районе села Трудолюбовка, городище на горе Длинной. Наиболее живописные видовые картины показаны на рис. 1. Вдоль русла реки Бадрак от села Скалистое идет проселочная дорога, которую можно использовать как парковую магистраль.

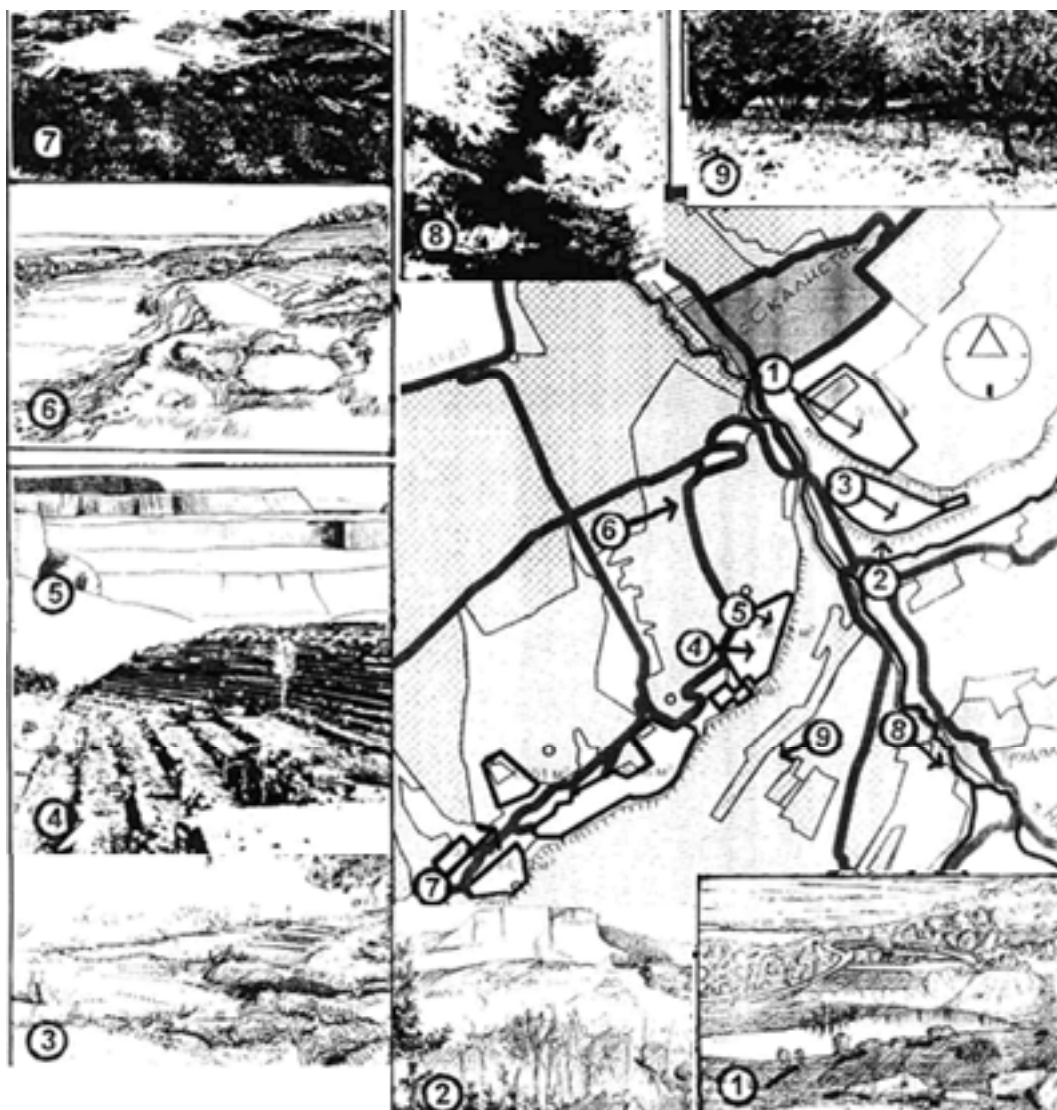


Рис.1. Схема плана района с. Скалистое с видовыми картинками окрестностей: 1 - вид карьера, частично заполненного водой поверхностных стоков, и дорога на Баклу; 2 - обрыв у села второе Скалистое; 3 - частично заросший отработанный котлован карьера; 4, 5 - откосы карьеров современных разработок; 6 - неудобья, с небольшими по площади котлованами карьеров; 7 - общий вид долины с каскадом котлованов отработанных и действующих карьеров; 8 - русло реки Бадрак; 9 - пейзаж пойменной части р. Бадрак.

ВЫВОДЫ

1. В Крыму систематически ведется добыча полезных ископаемых открытым способом и наблюдается тенденция к расширению этой деятельности. При разработках нарушаются ландшафты, происходят выбросы экологически вредных веществ, в результате территории карьеров выводятся из хозяйственной деятельности. Традиционные методы рекультивации не рентабельны, поэтому на обследованных карьерах они не проводились.
2. Территорию отработанных карьеров по добыче пиленых известняков и неудобий в районе села Скалистое целесообразно использовать для формирования зоны загородного отдыха и дешевого массового туризма с поэтапным ее освоением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лазарева И.В. Восстановление нарушенных территорий. М.: Стройиздат, 1972.- с.32.
2. Конституция СССР.- М.: Политиздат, 1977, -с.23.
3. Основные положения по восстановлению земель, нарушенных при разработке месторождений полезных ископаемых, проведение геологических строительных и иных работ. - М.: Политиздат, 1981,-с.12-14.
4. Сафонов А.А., Котляр С.А., Петриченко Е.А. О возможностях использования отработанных карьеров в рекреационной деятельности Крыма.//В сб. Строительство и техногенная безопасность НАПКС,- Симферополь, 2005, №10.- С. 66-73.

Синцов В.П., к.т.н. доцент, Митрофанов В.А., к.т.н. доцент, Янушковский К.А., инженер
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Работа узлов сопряжения консольных балок со сквозными колоннами в стальном каркасе.

Выполнена оценка напряженно - деформированного состояния элементов узлов сопряжения консольных балок с колоннами в многоэтажном здании с металлическим каркасом. Рассмотрено конструктивное решение узлов сопряжения с диафрагмами жесткости и без них в теле колонны. Разработаны две пространственных расчетных модели узла сопряжения, построены изополя напряжений в элементах узла, просчитаны деформации, проведен анализ результатов расчетов.

Стальной каркас, колонна, консольная балка, узлы, метод конечного элемента, расчетная модель, напряженно-деформированное состояние.

При строительстве многоэтажных зданий с металлическим каркасом при наличии эркеров балконов и других, выступающих за плоскость основных колонн частей зданий, применяют консольные балки. Колонны таких зданий довольно часто проектируют сквозного сечения с ветвями из прокатных двутавров и швеллеров. Сопряжения консольных балок со сквозными колоннами часто решается с помощью прокатных уголков, которые устанавливаются в уровне верхнего и нижнего поясов балки. Для придания жесткости уголкам в направлении стенки балки устанавливают ребра жесткости.

При таком решении узла сопряжения распределение напряжений в элементах балки и колонны зависит от наличия диафрагм жесткости внутри сечения сквозной колонны в плоскости поясов консольной балки.

Для выявления степени влияния диафрагм жесткости в сечении колонны на напряженно-деформированное состояние (НДС) элементов узла сопряжения были разработаны две пространственные расчетные модели с использованием ПК «Лира 90». Прототипом сечений элементов и нагрузок для расчетных моделей принят узел стального каркаса фасадной пристройки супермаркета «Палас» по ул. Кирова в г. Симферополе. Колонна выполнена из швеллера № 20 с шириной просвета между ветвями 48 мм. Консольная балка запроектирована из прокатного двутавра № 27 с вылетом 1,5 м.

В качестве основного элемента для создания расчетной модели принят конечный элемент 41 – элемент для создания оболочки, балки и прочих пластинчатых конструкций.

Изополя нормальных напряжений σ_x представлены на рис. 1.

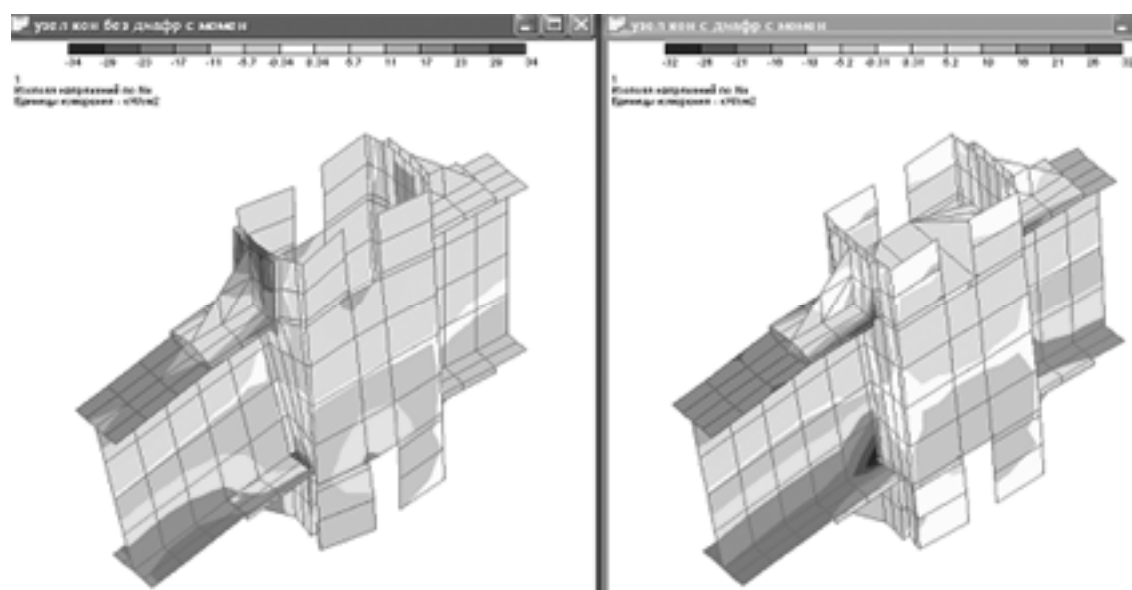


Рис.1. Изополя продольных напряжений σ_x .

По уровню значений нормальных напряжений σ_x в поясах консольной балки в местах прилегания к стенке ветви колонны у обеих расчетных моделей достаточно близки. При наличии

диафрагмы в колонне максимальные значения $\sigma_x = 32 \text{ кН/см}^2$ в местах примыкания поясов консольных балок к ветви колонны.

На рис. 2 представлены изополя нормальных поперечных напряжений σ_y в элементах узлов сопряжения.

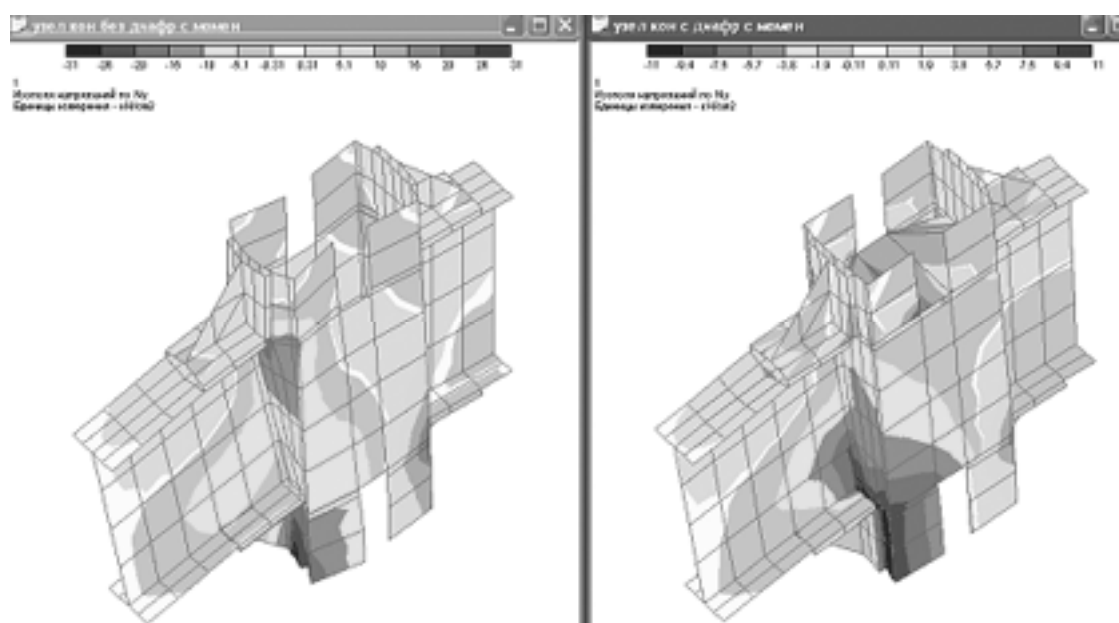


Рис. 2. Изополя нормальных поперечных напряжений σ_y .

Нормальные поперечные напряжения σ_y в элементах консольной балки у обеих расчетных моделей в местах примыкания к стенке ветви колонны лежат в пределах 4,5 10 кН/см² и достаточно близки. Однако, вследствие больших деформаций сечений элементов в узле без диафрагм жесткости нормальные напряжения σ_y в стенке ветви колонны достигают максимальных значений $\sigma_{y, \text{с.у.}} = 31 \text{ кН/см}^2$, в то время как при наличии диафрагм в колонне напряжения в аналогичных элементах составляют всего $\sigma_y = 11 \text{ кН/см}^2$.

Изополя касательных напряжений T_{xy} представлены на рис. 3.

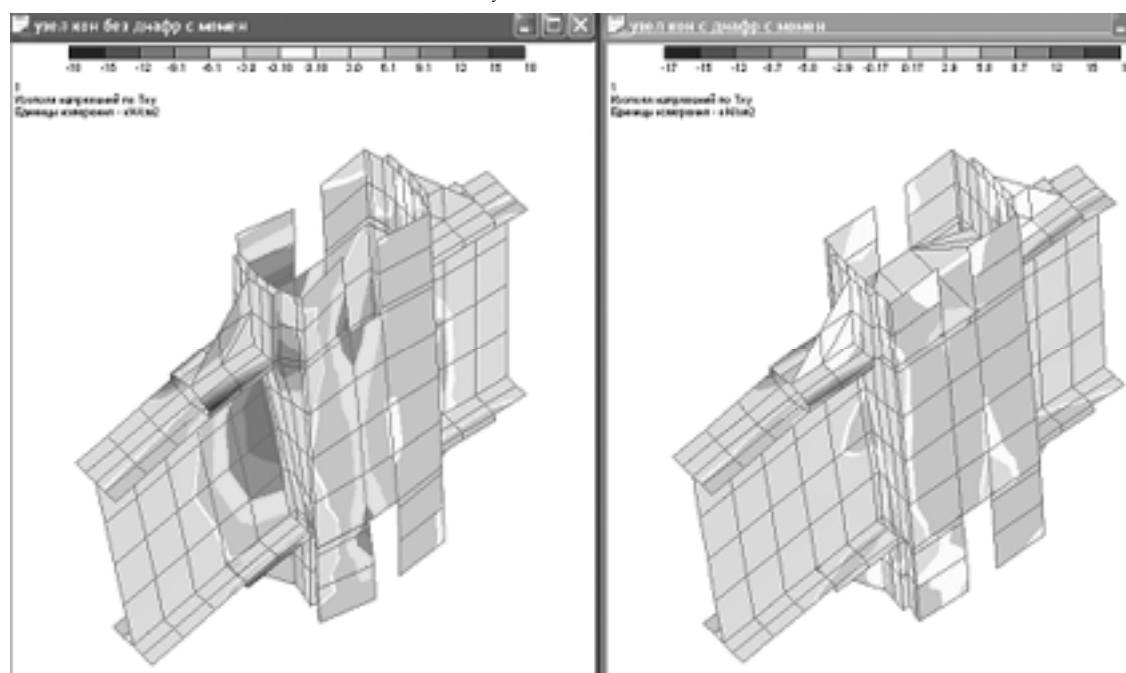


Рис. 3. Изополя касательных напряжений T_{xy}

Значение касательных напряжений T_{xy} в элементах стенки в узле без диафрагм жесткости составляет 5-12 кН/см², в то время как в узле с диафрагмами значения касательных напряжений T_{xy} в аналогичных элементах стенки составляет всего 2,5-2,9 кН/см². Уровни касательных напряжений T_{xy} в элементах поясов в обоих узлах близки, но в узле без диафрагм жесткости они выше на 15...20 %.

На рис. 4 представлены деформированные схемы узлов. Деформации по оси X в узле с диафрагмами жесткости составляют от -1,2 мм до 1,2 мм. В то же время аналогичные точки соединения элементов в узле без диафрагм жесткости составляют от -8 мм до 8,1 мм, что более чем в 6,5 раз больше чем перемещения точек соединения в узле с диафрагмами жесткости.

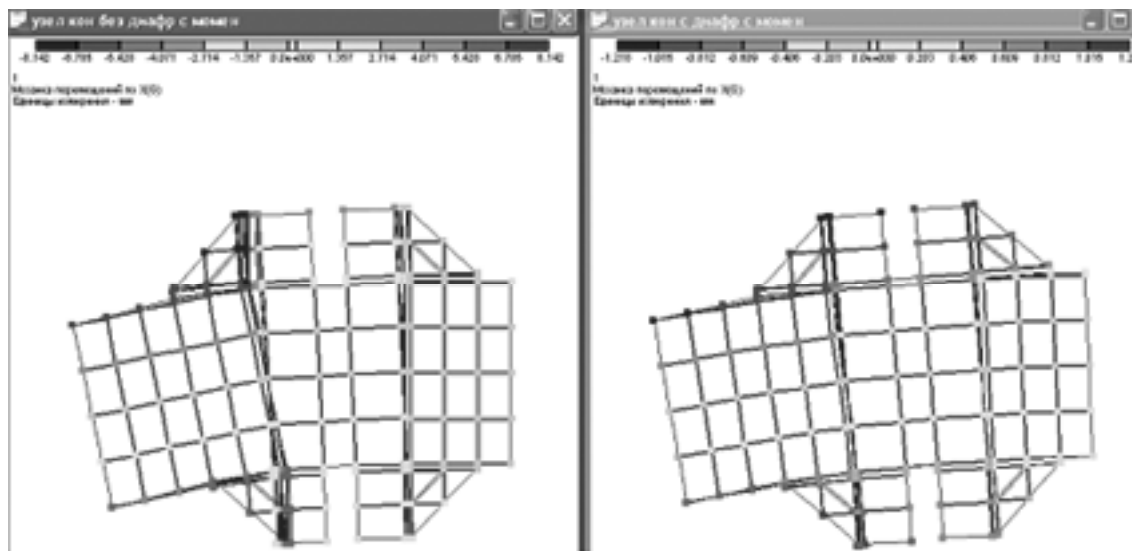


Рис. 4. Мозаика перемещения по оси X.

ВЫВОДЫ:

Наличие диафрагм жесткости в узлах сопряжения консольных балок со сквозными колоннами значительно повышает жесткость составных элементов узла и понижает возможность депланаций сечений, что приводит к снижению уровня напряжений в элементах узла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Металлические конструкции. Т.2. Стальные сооружения, конструкции из алюминиевых сплавов. (Справочник проектировщика)/ под общ. Ред. В.В. Кузнецова.-М.: из-во АСВ, 1999-528с.
2. Пакет прикладных программ «Лира W. 9.4». К., НИИАС, 2004.
3. СНиП II-23-81*. Стальные конструкции. Нормы проектирования. Госстрой СССР - М.: ЦИТП, 1990.
4. ДБН В.1.2-2:2006. Нагрузки и воздействия. Минстрой России - К: 2006.

Раздел 2. Основания и фундаменты, механика и сейсмостойкость

УДК 699.841

Мартынов Н.В., инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Практические примеры корректного снижения неопределенности в задачах обеспечения эффективной и надежной сейсмозащиты строительных объектов

В работе, на основе применения эталона сейсмической интенсивности и сравнительных (переводных) динамических коэффициентов (масштабов), представлены конкретные пути снижения негативной составляющей неопределенности в задачах обеспечения эффективной и надежной сейсмозащиты строительных объектов. Применение аналогичного подхода к другим ключевым моментам позволяет в перспективе надеяться на получение более качественного уровня сейсмозащиты. При этом, учитывая важность и сложность решения проблемы получения эффективной и надежной сейсмозащиты строительных объектов, автором предлагается организовать широкое научное обсуждение имеющихся проблем на основе научной дискуссии среди специалистов.

сейсмозащита, динамическое испытание, динамическая система, единичный осциллятор, мера интенсивности, негативная составляющая, неопределенность, силовое воздействие, сильное землетрясение, эталон, строительный объект, эталон сейсмической интенсивности

Объективно, из-за недостатка и противоречивости имеющейся информации, задача обеспечения эффективной и надежной сейсмозащиты строительных объектов является делом дорогим, очень сложным и к тому же обладающим большой степенью неопределенности. Во многом это связано со сложностью строительных объектов и их архитектурно-конструктивным многообразием; редкостью и уникальностью землетрясений, которая определяется мощностью, глубиной и расстоянием до очага землетрясения, грунтовыми особенностями строительной площадки и т.д. К сожалению, имеющая место высокая степень неопределенности задачи не позволяет не только корректно и адекватно, но во многих случаях вообще обеспечить ее решение. [1-5] Выход один – это понизить имеющую место негативную составляющую неопределенности до практически приемлемого уровня использования. При этом у нас есть несколько путей удовлетворительного решения задачи. Для иллюстрации отмечаемого приведем несколько принципиальных примеров такого подхода.

Пример первый: с одной стороны, по целому ряду объективных причин, в частности, экономического, эстетического и технического порядка мы не можем ни отказаться, ни существенно уменьшить имеющееся архитектурно-конструктивное многообразие строительных объектов. Одновременно с этим, все из-за того же многообразия объектов, мы не можем их на прямую сравнить между собой. Однако с другой стороны, при этом ведь никто не мешает нам, рядом с интересующим объектом, установить единичный осциллятор, например, в виде одноэтажной, металлической рамы [6] и тем самым организовать эталон сейсмической интенсивности, что для нас автоматически решает ряд важных проблем:

Во-первых, это объективно сводит все имеющееся многообразие элементов влияния исследуемой динамической системы к исследованию стандартного эталона (эталонов). Одновременно с этим, в одноэтажной, эталонной раме спектры реакции непосредственно показывают, какого значения может достигать реакция реальной системы с определенным периодом колебаний и затуханием.

Во-вторых, очевидно, что одноэтажная, стандартная рама является более точной мерой интенсивности, чем используемое максимальное значение параметра реакции относительно основания. В нестандартном строительном объекте, наряду с особенностями колебания грунта, неизбежно приходится учитывать еще и собственные колебания и затухания осциллятора, т.е. конструктивные особенности объекта.

В третьих, выполнение одноэтажной, стандартной рамы из металла позволяет обнаружить при сильных землетрясениях, влияние гистерезиса, который при малых значениях силового воздействия просто не фиксируется, так как не обнаруживается.

И, наконец, сравнение данных с эталонами, расположенных в разных пространственных точках, между собой, в какой-то мере позволяет нам объективно судить об особенностях влияний, вносимых разным геоло-

гическим строением площадок строительства, а так же учесть особенности фактических параметров землетрясений в динамический характер поведения строительного объекта при землетрясении.

Проблема лишь в отсутствии такого эталона. Строителям следует договориться об конструктивных параметрах эталона интенсивности, об его аппаратурном оснащении, размещении аппаратуры и, наконец, согласовать и законодательно закрепить статус эталона интенсивности на межгосударственном уровне.

В качестве другого иллюстрирующего примера корректной нейтрализации негативной составляющей неопределенности рассмотрим силовое воздействие. И здесь, редкость проявлений и уникальность землетрясений, связанная с многофакторным влиянием целого ряда его составляющих, не позволяет нам напрямую использовать сейсмические воздействия в задачах динамики и приводит к объективной необходимости замены сейсмического силового воздействия на более доступное динамическое воздействие. Данный факт не вызывает сомнения у специалистов. Проблема лишь в том, как это адекватно и корректно осуществить.

Среди контролируемых динамических воздействий, когда известно его место и время проявления, наиболее близкими по частоте, амплитуде и интенсивности силового воздействия являются ядерные взрывы [5]. Правда, учитывая негативные экологические последствия и их стоимость, не говоря уже о действующем запрете на ядерные испытания, от динамических испытаний посредством ядерных взрывов следует отказаться.

По сравнению с ядерными взрывами, обычные взрывы являются более доступными и экономичными. Но и их применение из-за техники безопасности и дискомфорта, который они вызывают среди населения, в основном ограничено отдельно стоящими строительными объектами, и очень редко, в тех случаях, когда по объективным причинам взрывные работы проводятся внутри жилых образований, их используют для динамического исследования строительных объектов. [1, 3-5, 7-8]

Другой путь контролируемых испытаний строительных объектов динамическими воздействиями нам обеспечивают гармонические силовые воздействия, получаемые с помощью вибромашин. С их помощью можно контролировать не только время воздействия, но частоту и амплитуду силового воздействия. Однако, учитывая жесткую связь между зданием и его основанием, большие диссипативные свойства грунта, вибрационную машину приходится устанавливать на верхних этажах строительного объекта, в то время как сейсмическое воздействие к объекту приходит через фундамент сооружения. Что нарушает адекватность приложения нагрузки и, как следствие, разное силовое восприятие нагрузки строительными элементами. [1-8]

Кроме этого, из-за больших параметров силового воздействия, после динамических испытаний, в месте установки вибромашины наблюдаются микротрещины в железобетонных конструкциях, и даже разрушения отдельных строительных элементов. Поэтому, как правило, после испытаний приходится ремонтировать исследуемый строительный объект. В целом испытания с помощью вибромашин довольно дороги. К стоимости ремонта строительного объекта, следует добавить стоимость самой вибромашины и стоимость ее эксплуатации, что естественно приводит к высокой стоимости динамических испытаний посредством вибромашин. [1-4, 7-10]

Наиболее доступными и дешевыми являются механические воздействия от оборудования, установленного внутри строительного объекта, от транспорта и механизмов, работающих вне строительного объекта, от импульсных ветровых воздействий и т.д. К сожалению, из-за малой интенсивности данных воздействий, посредством их сложно исследовать явления нелинейности, например, связанные с появлением пластичности в металлических деталях и микротрещин в железобетонных элементах, так как фиксация этих проявлений возможна только при более высоких значениях силовых воздействий. [1-10]

Каждое отмечаемое воздействие обладает только ему присущими частотой, амплитудой и интенсивностью силового воздействия, которые существенно отличаются не только друг от друга, но и от сейсмических воздействий. Поэтому, чтобы в практических целях вместо редких сейсмических воздействий можно было использовать более доступные динамические силовые воздействия, нужен своего рода их сравнительный ряд или переводные коэффициенты (масштабы). Понятно, что для успешного решения данной проблемы потребуется значительное время и существенное материально-техническое сопровождение. Другой альтернативы в решении проблемы на сегодня нет, а ее решение для общества крайне существенно и необходимо.

Предлагаемое упрощение силового воздействия действительно способно обеспечить приемлемое решение проблемы поиска и обеспечения надежной сейсмозащиты строительных объектов, но только в отдаленной перспективе, после накопления необходимого объема информации и данных о влиянии сейсмических и динамических воздействий на элементы и узлы строительных объектов. Уже сейчас следует предпри-

нять соответствующие шаги по обеспечению получения сравнительных (переводных) коэффициентов (масштабов) между сейсмическими и динамическими воздействиями: взрывными, вибрационными, организуемых с помощью вибромашин, импульсными ветровыми и механическими воздействиями, т.е. соответствующего экономического, материального и юридического обеспечения.

Следует заметить, что анализ двух ключевых моментов, приведенных в качестве иллюстрирующих примеров, не исчерпывает всех, принципиально важных и существенных для развития сейсмостойкого строительства других моментов. Так, например, за рамками рассмотрения остались вопросы классификации систем и элементов активной сейсмозащиты, паспортизации, страхования жизни людей и имущества и т.д. Пока у нас еще есть возможность на равных обсуждать и согласовывать свои подходы со специалистами других стран в задаче оптимизации эффективной и надежной сейсмозащиты строительных объектов. Мы можем и должны определить и выделить основные ключевые, принципиально важные моменты развития отрасли, найти оптимальное решение и нормативно его закрепить. Что позволит выйти на новый, качественный уровень сейсмозащиты строительных объектов. Следует приложить усилия в убеждении руководства страны и отрасли строительства в необходимости обязательного государственного финансирования отмечаемых работ сейчас и в будущем. Целесообразно широкое обсуждение поднимаемой проблемы среди специалистов.

ВЫВОДЫ

1. Применения эталона сейсмической интенсивности и сравнительных (переводных) динамических коэффициентов (масштабов) позволит корректно и адекватно снизить негативную составляющую неопределенности и неоднозначности информации в задачах обеспечения эффективной и надежной сейсмозащиты строительных объектов.
2. Учитывая важность эталона сейсмической интенсивности и сравнительных динамических коэффициентов в обеспечении эффективной и надежной сейсмозащиты строительных объектов, есть настоятельная необходимость их официальной разработки и государственного утверждения в соответствующих нормативных документах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Медведев С.В., Карапетян В.К., Быховский В.А. Сейсмические воздействия на здания и сооружения. М.: Стройиздат, 1968, 231 с.
2. Амиросланов Н.А. Влияние грунтовых условий на расчетные параметры сейсмического воздействия. Бюл. По инженерной сейсмологии, 1972, № 7, с. 48-53.
3. Поляков В.с. Последствия сильных землетрясений. М.: Стройиздат, 1978, 311 с.
4. Поляков С.В. Сейсмостойкие конструкции зданий: Учебное пособие для вузов. - 2-е изд. М.: Высшая школа, 1983. -304 с.
5. Эйби Дж. Землетрясения: Пер. с англ. -М.: Недра, 1982, 264 с. Пер. изд.: Новая Зеландия, 1980.
6. Клаф Р, Пензиен Дж. Динамика сооружений: Пер.с англ.- М.: Стройиздат, 1979. –320 с./ Перевод. Изд.: Dynamics of structures /Ray W. Clough, Josept Penzien - New York, 1975
7. Нилендер Ю.А. Испытания сооружений./Справочник инженера-проектировщика промсооружений. т. II, М-Л, 1934.
8. Справочник по динамике./Под ред. Б.Г. Коренева И.М. Рабиновича. - М.: Стройиздат, 1972, 511 с., ил.
9. Николаенко Н.А., Назаров Ю.П. Динамика и сейсмостойкость сооружений. -М.: Стройиздат. 1988.- 312 с.: ил.
10. Вибрационные испытания зданий. Под. ред. Г.А. Шапиро М.: Стройиздат, 1972, 160 с. (Гос ком по делам строит. и арх. при Госстрое СССР ЦНИИЭП жилища).

Сильнов Г. П. инженер

Национальная Академия природоохранного и курортного строительства.

Опыт строительства свайных фундаментов на Крымском содовом заводе

Рассматривается выбор технологической схемы защиты свай битумом и защиты трубопроводов мастикой этиноль.

Фундаменты, агрессивная среда, изоляция, битум, этиноль, петролатум, производительность.

При строительстве Крымского содового завода планировалась применить 20 тыс. м³ свай длиной 15-20 м, сечением 350х350 мм. Сваи преднапряженные. Подземные воды агрессивные. Встал вопрос о выборе защиты свай. Институт «Фундаментпроект» предложил 3 варианта защиты:

- Битумом м-4
- Пропиткой свай в петролатуме
- Обмазкой лаком этиноль

Сваи были забиты с каждым видом изоляции в 6 местах по всему заводу. Затем в каждом месте откопали шурфы, которые показывали, что изоляция при забивке полностью сохранилась. Учитывая что битум был более доступен при производстве работ, заключение проектантов было выполнять изоляцию битумной обмазкой.

При работе со сваями было замечено, что изоляция с мастикой этиноль позволяла перемещать сваи по грунту и отслоения при этом не наблюдалось.

При строительстве содового завода нужно было построить 120 км трубопроводов диаметром 800-1200 мм на солепромысле.

Была разработана машина для очистки ржавчины и нанесения мастики этиноль на поверхность трубы. Башенные краны с машиной осуществляли грузоподъемные функции.

Мастика этиноль позволяла перемещать по грунту трубы без их отколов.

Мастика этиноль и механизация работ позволили в 10 раз повысить производительность по выполнению строительства трубопровода и сдать объект в эксплуатацию.

Мастика поставлялась в цистернах из Новосибирска объемом 60 тн.

ВЫВОД:

Использование мастики этиноль позволило на порядок сократить сроки возведения фундаментов и трубопроводов корпуса Крымского содового завода.

Раздел 3. Строительные материалы и изделия

удк 000

Куркчи Э. У., инженер, Якубов Ф. Я., д-р. техн. наук, Куркчи У. М., д-р. техн. наук
Крымский инженерно-педагогический университет.

О выборе раствора электролита для электрохимической переработки вольфрамсодержащих отходов твердых сплавов

Предложена технология электрохимической переработки вольфрамсодержащих отходов твердых сплавов с использованием электролита нейтрального раствора солей.

Вольфрам, твердые сплавы, переработка, электролит, нейтральные растворы солей, анодное окисление.

Известно, что электрохимическая переработка вольфрамсодержащих отходов твердых сплавов является одним из наиболее перспективных способов раздельного извлечения из них полезных компонентов [1]. Однако при электрохимических способах решающую роль играет выбор электролита для проведения электролиза, к которому предъявляются серьезные требования: он должен быть эффективным и максимально инертным к материалам электролизера и вспомогательным устройствам, быть доступным, селективным и стабильным во времени, не подвергаться электрохимическим превращениям с образованием токсичных веществ и легко регенерироваться. С учетом этих требований все известные растворы электролитов, приготовляемые для электрохимической переработки вольфрамсодержащих отходов твердых сплавов, можно разбить на три группы: кислые, щелочные и нейтральные.

Из кислых растворов наиболее эффективным является азотная кислота [2-5], обладающая способностью окислять не только вольфрам с образованием выпадающих на дно электролизера его нерастворимых высших оксидов и H_2WO_4 , но и большинство примесных металлов (Co, Cu, Ni и др) с переводом их в форме катионов в оборотный раствор, из которого они могут быть извлечены восстановлением известными методами. Однако, применение растворов азотной кислоты сопряжено с загрязнением окружающей среды токсичными продуктами и необходимостью применения электролизеров и вспомогательных устройств в кислотостойком исполнении, что осложняет аппаратное оформление технологической цепи электрохимической переработки вольфрамсодержащих отходов.

Щелочные растворы, к которым относятся аммиачные [6-8] и собственно щелочные [9] растворы, свободны от перечисленных недостатков азотнокислых растворов и позволяют проводить электролиз в более простых аппаратах и экологически выгодных условиях без потери качества получаемых продуктов. Однако, аммиачные растворы обладают низкой селективностью по отношению к примесным металлам, а также летучестью аммиака и токсичностью, что ухудшает санитарно-гигиенические условия на рабочих местах.

Что же касается собственно щелочного раствора, то он пригоден для электрохимической переработки вольфрамсодержащих отходов с относительно низким содержанием примесных металлов. При переработке в этом растворе вольфрамсодержащих отходов более сложного состава, например, отходов псевдосплава W-Cu-Ni с содержанием меди до 50 и более процентов, наступает глубокая пассивация анодов и процесс электролиза прекращается. В связи с этим более перспективным является найденные нами новые электролиты – нейтральные растворы солей, позволяющие анодно окислять вольфрамсодержащие отходы сложного состава с образованием смеси нерастворимых оксидов вольфрама и гидроксидов примесных металлов с последующим их разделением с применением селективных растворителей [10-11].

Сопоставительный анализ результатов проведенной работы по электрохимической переработке псевдосплава W-Cu-Ni [10], получаемый в процессе производства и эксплуатации высокотемпературных электроконтактов, показывает, что плотность тока и состав применяемого раствора сильно влияют на скорость окисления составляющих отходы металлов. При постоянной концентрации соли в растворе, равной 200 г/л, увеличение анодной плотности тока с 625 до 5625 А/м² приводит к возрастанию выхода по току для псевдосплава с 105,20 до 134,9 %. Что же касается выхода по току для составляющих псевдосплав компонентов вольфрама, меди и никеля, то они при этом возрастают соответственно с 8,76 до 10,68; с 93,40 до 119,34 и с 3,94 до 4,38 % соответственно. При анодной плотности тока, равной 4000 А/м², увеличение концентрации соли в растворе от 50 до 250 г/л способствует повышению выхода по току для псевдосплава и отдельных его

компонентов- вольфрама, меди и никеля до 147,95; 11,75; 131,38 и 4,82% соответственно.

Заметное превышение выхода по току для меди, который определяет также аналогичное превышение выхода по току для псевдосплава, объясняется тем, что этот металл окисляется не только по электрохимическому, но и по химическому механизму. На основании анализа полученных результатов выявлен оптимальный режим электрохимической переработки псевдосплава, который можно проводить в интервале плотностей тока 1675-4000 А/м² и в растворах, содержащих 100-200 г/л соли, что обеспечивает выход по току для псевдосплава 117,54-147,95% и извлечение металлов в оксидный осадок 97,7-100 % масс. Расход электроэнергии в этих условиях составляет 2890-3479,9 кВт·ч/т перерабатываемых отходов.

Рентгенографический анализ, показал, что анодные осадки, получаемые в результате электрохимической переработки отходов твердых сплавов марок ВК [11], резко отличаются по фазовому составу от аналогичных осадков, полученных из отходов псевдосплава W-Cu-Ni. Это отличие проявляется в том, что оксидный осадок из отходов ВК состоит из двух частей: аморфной и кристаллической, причем кристаллическая часть состоит не из субоксида вольфрама W₃O, а из WO₃, WO₃·xH₂O, а также Co(OH)₂ синей и розовой модификации [12]. Более того, в оксидном осадке обнаружен еще один элемент, который мы относим к углероду, и который, по-видимому, остается без изменений, а также соединение CoOOH, который образуется, предположительно, в результате протекания вторичной реакции окисления Co(OH)₂ кислородом воздуха [13]:

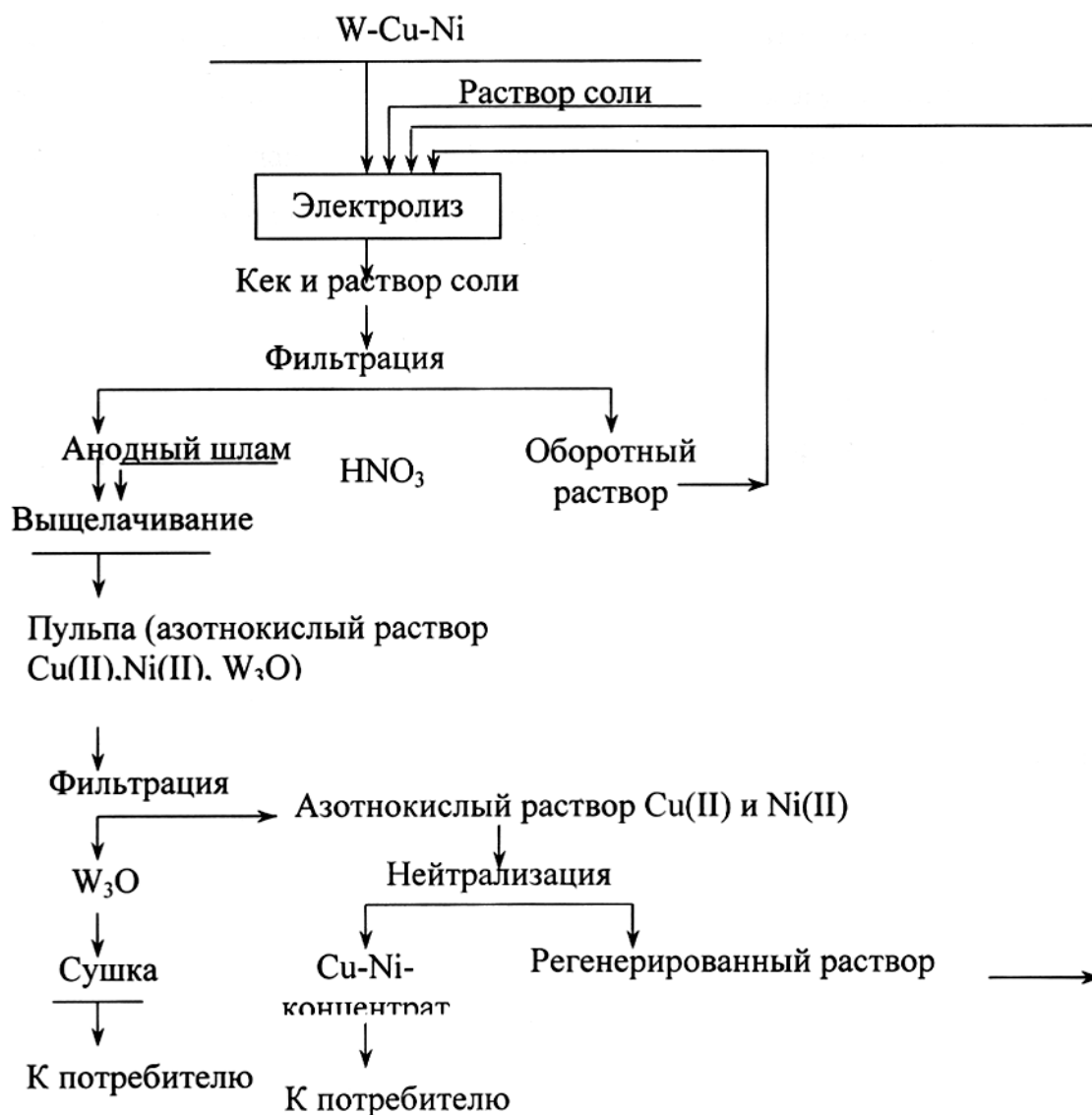
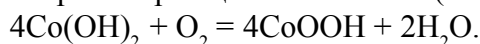


Рис. 1. Технологическая схема переработки отходов твердых сплавов W-Cu-Ni.

Принципиальная схема электрохимической переработки вольфрамсодержащих отходов на примере отходов псевдосплава W-Cu-Ni приведена на рис.

По этой же схеме можно перерабатывать отходы сплава ВК с тем отличием, что здесь конечными продуктами являются WO_3 и оксиды кобальта.

ВЫВОДЫ:

Осуществление анодного окисления вольфрамсодержащих отходов в нейтральных растворах солей обеспечивает их эффективную переработку с высоким извлечением всех сопутствующих компонентов. При этом оборотный и регенерированный растворы вновь направляют на «голову» процесса-электролиз, что обеспечивает малоотходность и комплексность использования вторичного сырья.

Полученные в этих исследованиях результаты могут быть использованы для проведения балансовых испытаний в укрупненно- лабораторном, полу- и опытно- промышленных масштабах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Зеликман А.Н., Никитина Л.С. Вольфрам. М., Металлургия, 1978, с.84-90.
2. Палант А.А., Левин А.М., Брюквин В.А. «Цветные металлы», 1999, №8, с.42-45.
3. Зеликман А.Н., Коршунов Б.Г. Металлургия редких металлов. М., Металлургия, 1991, 431 с.
4. Васьюко А.Т., Ковач С.К. Электрохимия тугоплавких металлов. Киев, Техника, 1983, 160 с.
5. Курчки Э.У., Якубов Ф.Я., Курчки У.М., Валиев Э.В. К вопросу анодного окисления отходов металлического вольфрама в растворах азотной кислоты. Високі технології в машинобудуванні. Збірник наукових праць. Харьков, НТУ «ХПИ», 2003, с.65-68.
6. Amosow V.M.// Nemzetközi konferencia a szinesfémek gazdaságos felhasználásáról I szecio/- Budapest, 1974, s.14-18.
7. Palant A.A., Anufieva G.I.//Hydrometallurgy, 1996, v.42, p.435-439.
8. Палант А.А., Павловский В.А., Априанов Р.А. «Цветные металлы», 1995, №10, с.47-49.
9. Балихин В.С., Резниченко В.А., Корнеева С.Г. и др. «Цветные металлы», 1972, №11, с.65-67.
10. Курчки Э.У., Якубов Ф.Я., Курчки У.М., Валиев Э.В. Электрохимические аспекты комплексной переработки отходов псевдосплава, легированного медью и никелем. Тез.доклада научно-практической конференции «Прикладная физическая химия», Симферополь, изд.КНЦ, 2002, с.99-101.
11. Курчки Э.У., Якубов Ф.Я., Курчки У.М., Валиев Э.В. Комплексная переработка отходов сплава монокарбида вольфрама, легированного кобальтом. Резание и инструмент в технологических системах. Выпуск 63 – Харьков, НТУ «ХПИ», 2002, с.95-99.
12. Краткая химическая энциклопедия. М., Советская энциклопедия, 1966, Том 2. – с. 619.
13. Неницеску К. Общая химия. М., Мир, 1968 - с.670.

Мищенко Д.Н., студент, Корохов В.Г., к.т.н., профессор.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Металлы и сплавы метеоритного происхождения.

Как в древние времена первые образцы стальных орудий труда и оружия были изготовлены из метеоритных находок человека, так и в наши дни - эти находки представляют большой интерес, но уже для науки «металловедение», для практики получения сплавов с необходимыми свойствами. В сообщении приводятся внешние признаки метеоритов, состав, свойства, структура железа, никелевого сплава, камаситов - сплавов с кремнием. Сообщение расширяет общетехнический кругозор будущих выпускников вуза и инженерно-техническим работникам.

железо, метеориты, никель, сплав, камасит, хондриты, минералы, структура, прочность, твердость.

В связи с постоянно растущим интересом к историческим объектам возникает необходимость более детального их изучения.

Начало освоения процесса плавления рудного металла, егоковки и литья относится примерно к шестому тысячелетию до нашей эры. Тогда изготавливали изделия из меди - украшения и предметы хозяйственного назначения. Позднее появилась бронза - сплав меди с оловом и сурьмой, оказавшийся тверже меди. Поэтому бронзовое оружие, орудия труда, домашняя утварь были намного совершеннее каменных. Платон, описывая 2500 лет назад Атлантиду, рассказал, что жители этой страны, кроме золота и серебра, знали еще какой-то драгоценный металл - легкий, белый и мягкий. По описаниям Платона металл напоминает алюминий. Но только в 1845 году немецкий химик Фридрих Веллер получил кусочек чистого алюминия величиной с булавочную головку. Платину умели добывать ацтеки, каким способом - осталось неизвестно. Последний властитель государства Монтесума послал в подарок испанскому королю платиновое зеркало. Как удалось металлургам справиться с платиной, которая плавится при температуре 1772° , до сих пор остается загадкой. Сохранилась неприкосновенной и еще одна тайна древних мастеров - железная колонна в Дели. Ее воздвигли в 415 году. Весит колонна 6,5 тонн, высота ее 7,3 метра. Изготовлена она из чистого железа, в котором совсем незначительны примеси углерода, серы и фосфора. Предполагают, что древние металлурги для получения столь чистого железа растирали губку сварочного железа в порошок и просеивали его. Затем чистый порошок железа нагревали до красного каления и под ударами молота его частицы слипались в одно целое. Из таких кусков, возможно, и создали колонну в Дели. Самым древним предметом из железа считаются бусы из полых трубочек, найденные археологами при раскопке египетских могил. Бусы изготовлены из кованого железа, в котором обнаружено 7,5% никеля, что характерно для железа метеоритного происхождения. В гробнице Тутанхамона также нашли амулет из гематита - кусочков железной руды, и амулет из чистого железа.

На основании этих фактов можно сделать вывод, что первые орудия труда и исторические памятники были сделаны из металлов и сплавов метеоритного происхождения.

Цель данной работы - показать важность изучения свойств металлов и сплавов метеоритного происхождения, как прототипа для получения конструкционных материалов с требуемыми свойствами и использование этих материалов в разных отраслях техники.

Метеориты представляют собой единственное вземное вещество, которое мы можем исследовать непосредственно с применением современной аппаратуры и самых точных методов. Изучая метеориты, мы узнаем, из каких химических элементов состоят небесные тела, какую они имеют структуру, при каких условиях образуются во вселенной химические соединения (минералы). Изучение структуры, состава и различных физических свойств железных метеоритов представляет также интерес для металлургии в связи с изучением различных искусственных сплавов. Химический и минералогический состав метеоритов представляют большой интерес в связи с изучением глубинных слоев Земли.

По своему составу метеориты подразделяются на три класса: железные, железокремнистые и

каменные. Размеры их бывают самые различные. Самый крупный метеорит, найденный в Африке в 1920 году, весит около 60 тонн. Известно еще около трех десятков метеоритов, вес которых превышает тонну. Все эти метеориты относятся к классу железных. Между тем, среди каменных метеоритов таких крупных не встречается. Самые большие каменные метеориты весят не более тонны. Каменные метеориты, как более хрупкие, не выдерживают того огромного давления воздуха, которое они испытывают при своем движении с космической скоростью в атмосфере Земли, и дробятся на части, выпадая метеоритными дождями. Обыкновенно метеориты имеют неправильную обломочную форму. Значительно реже падают так называемые ориентированные метеориты, заостренные на конус с одной (передней) стороны и притупленные - с другой (тыловой). Такая форма метеоритов напоминает головку снаряда. Она возникает в результате обтачивающего действия земной атмосферы на летящее в ней с космической скоростью метеорное тело. Современные точные химические анализы метеоритов показали, что в них имеются все известные на Земле химические элементы. Никаких новых элементов в них не найдено. Это значит, что все небесные тела, вся материя во вселенной, состоят из тех же химических элементов, из которых состоит и Земля, и, следовательно, все они имеют общее происхождение.

Железные метеориты в основном состоят из железа, составляющего в среднем 90%, никеля до 6-8% и кобальта около 0,5-0,7%. Далее в незначительных количествах в них встречаются фосфор, сера, углерод, хлор и некоторые другие элементы. Сплавы железа с никелем носят название «камасит» (отношение никеля к железу 0,06) или «тэнит» (отношение никеля к железу от 0,14 до 1,0). Смесь камасита и тэнита называется плесситом. После полирования и протравливания на их поверхности можно видеть характерные пересечения камаситовых «балочек», которые заметны вследствие различной отражающей способности камасита и тэнита (видманштетеновы фигуры). В земных горных породах естественный сплав железа с никелем не встречается, так что присутствие никеля в кусках железа указывает на его космическое или промышленное происхождение.

Каменные метеориты в основном состоят из следующих элементов: кремния 18%, магния 14%, алюминия 0,8%, кальция 1,3%, серы 2% и очень малых примесей многих других элементов. Большинство же химических элементов как в железных, так и в каменных метеоритах присутствует в настолько малых количествах, что обнаруживается только при помощи электроннозондового микроанализа. В каменных метеоритах в виде соединений с другими элементами находится кислород, составляя в среднем около 30%. Кроме того, в них имеются рассеянные включения никелистого железа и троилита, причем содержание такого железа в общей сумме может достигать 20-25% веса всего метеорита, поэтому космические камни, как правило, тяжелее земных. Основные составляющие каменных метеоритов - это минералы — силикаты (оливины и пироксены). Характерным признаком основного типа каменных метеоритов — хондритов — является наличие внутри них округлых образований — хондр. Хондры состоят из того же вещества, что и весь остальной метеорит, но выделяются на его срезе в виде отдельных зёрнышек.

Третий класс — железокаменные метеориты — это куски никелистого железа с вкраплениями зёрен каменистых минералов.

Метеориты состоят из тех же элементов, что и земные горные породы, но сочетания этих элементов, могут быть и такими, которые на Земле не встречаются. Это связано с особенностями образования тел, породивших метеориты.

Среди падающих - преобладают каменные метеориты. Значит, таких «кусков» больше летает в космосе. Но среди находок преобладают железные метеориты, так как они прочнее, лучше сохраняются в земных условиях и резче выделяются на фоне земных горных пород.

В настоящее время в металлургической промышленности получают широкое разнообразие сталей и других сплавов различного назначения. Это и стали высокой прочности, жаропрочные, износостойкие, нержавеющие, сплавы с памятью геометрической формы. Во всех этих конструкционных материалах присутствуют в различных соотношениях те же химические элементы, которые обнаружены в названных космических находках и называются эти элементы - легирующие. Благодаря теоретической и экспериментальной обработке полученных из космоса материалов, анализу влияния присутствующих в них элементов на свойства сплавов, определения оптималь-

ного соотношения указанных легирующих элементов, удастся получить металлические конструкционные материалы с требуемыми свойствами. Прообразом этих материалов и ценным примером для изучения и практических выводов являются находящиеся в руках исследователей метеоритные находки.

ВЫВОДЫ:

1. Первые стали, используемые человеком на Земле, были метеоритного происхождения. Они отличались от других известных применяемых материалов высокими механическими свойствами и это побудило людей искать способы получения подобных сплавов на Земле из известных минералов. В третьем тысячелетии до нашей эры из железной руды была получена сталь.
2. В настоящее время продолжается поиск и исследование упавших метеоритов, по-прежнему являющихся ценным материалом для продолжения изучения.
3. Практическое применение метеоритов на Земле выразилось в производстве металлургической промышленностью легированных сталей с различными требуемыми свойствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Зубков Л.Б. Космический металл. – М.: «Наука», 1987.
2. Клячко В.С., Савицкий Е.М. Металлы космической эры. – М.: «Металлургия», 1978.
3. Мезенин Н.А. Занимательно о железе. – М.: «Металлургия», 1985.
4. Николаев Г.И. Металл века. – М.: «Металлургия», 1987.
5. Николаев Л.А. Химия космоса. – М.: «Просвещение», 1974.
6. Ульяниной И.Ю. Материаловедение в схемах и конспектах. – М.: «МГИУ», 2002.
7. Черных Е.Н. Металл- человек - время. – М.: «Наука», 1972.

Орловский Ю.И., д.т.н., профессор,
Варминско-Мазурский университет в Ольштыне, Польша

Орловская Е.В., к.т.н., Братковский Р.В., ассистент
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Пархоменко Р.В., к.т.н.
Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности МЧС Украины

Радиоактивность строительных материалов и серный бетон

Приведены данные о радиоактивности строительных материалов и вопросы регламентации содержания природных изотопов. Рассматриваются проблемы радиационной защиты строительных материалов и конструкций. На основании исследований радиационно-защитных свойств серы и серного бетона, предложены составы серного бетона полифункционального назначения.

Радиоактивность, облучение, утилизация промышленных отходов, класс опасности. Серосодержащие композиции, гамма-излучение, фотоэффект

Ионизирующие излучения и радиоактивность строительных материалов

Источниками ионизирующего излучения являются, наряду с естественными космическими лучами, приходящими на Землю, радионуклиды, содержащиеся в земной коре, воздухе, воде, живых организмах, в том числе организме человека, крови, костях и тканях. Излучение исходит также из искусственных источников таких как: ускорители заряженных частиц, медицинское оборудование, электрический ток, ядерные реакторы, а также возникает при ядерных испытаниях и авариях. Большинство стран располагает данными о дозах различных природных и искусственных источников излучений, получаемых человеком. Следует заметить, что эти дозы для различных территорий нашей планеты различны и во многом зависят от радиоактивности пород, слагающих данные территории и места жительства людей. Так, например «Радиологический польский атлас», опубликованный в 1992 г на основе исследований Центральной лаборатории радиологической защиты, содержит данные о среднегодовом распаде радионуклидов в уранорадиевом ряде (табл. 1) [1].

Из таблицы 1 видно, что природные источники ионизирующих излучений составляют свыше 75% эффективного среднегодового уровня дозы. С учетом средней продолжительности жизни человека 70 лет доза излучения от природных источников может достигнуть около 200 мЗв.

Таблица 1

Среднегодовая концентрация радионуклидов

Источник и вид излучений	Эффективный среднегодовой уровень дозы	
	МЗв	%
Природные источники		
Гамма - излучение вне зданий	0,04	1,1
То же, внутри зданий	0,38	10,6
Радон-222 вне зданий	0,29	8,1
То же, в зданиях	0,06	1,6
Торий-232	0,17	4,7
Внутренний распад	0,39	10,8
И т о г о	2,76	76,7
Искусственные источники		
Источники, используемые в медицине	0,78	21,6
Радиоактивные осадки в результате ядерных испытаний и аварий	0,03	0,9
Иные, в том числе предметы домашнего обихода	0,03	0,8
И т о г о	0,84	23,3
Среднегодовые дозы облучения, полученные каждым жителем Польши в 1991 году	3,60	100

Согласно данным ООН Научного комитета по атомной радиации, средняя эквивалентная доза, которую получает человек от земных источников естественной радиации в год, составляет 380 мкЗв, что выше радиационного фона [2].

Таблица 2

Средняя удельная радиоактивность строительных материалов [2]

Строительный материал	Содержание радия и тория, Бк/кг	Страна
Дерево	1,1	Финляндия
Природный гипс	29	Великобритания
Песок и гравий	34	Германия
Портландцемент	45	Германия
Кирпич	126	Германия
Гранит	170	Великобритания
Зольная пыль	341	Германия
Глинозем	496	Швеция
Фосфогипс	1367	Германия
Шлаки силикаткальцевые	2140	США
Отходы уранообогатительных предприятий	4625	США
Примечание. Радиоактивность радионуклидов в радиоактивном источнике характеризуется единицей СИ беккерелем (Бк), соответствующим 1 распаду в секунду. Для сравнительной оценки опасности ионизирующих излучений для живых организмов используют единицу СИ - зиверт (Зв). 1 зиверт соответствует поглощающей дозе 1 Дж/кг для рентгеновского, гамма и бета излучений; 0,01 Зв = 1 бэр.		

Радиоактивность – самопроизвольное превращение неустойчивых атомных ядер в ядра других элементов, сопровождающиеся испусканием ядерных излучений. Известно 4 типа радиоактивности: альфа-распад, бета-распад, спонтанное деление атомных ядер, протонная радиоактивность

Радиоактивность строительных материалов зависит от содержания активных нестабильных элементов радионуклидов и продуктов их самопроизвольного гамма-распада. При распаде радионуклидов возникает α и β ионизирующие излучения в виде потоков тяжелых частиц, состоящих из нейтронов и протонов. Если α - лучи не представляют серьезной угрозы для человека и живых организмов, поскольку не способны проникать через кожу, то β -излучение, обладая большой проникающей способностью через ткани организма на глубину до 2 см, создает серьезные проблемы.

Большинство строительных материалов, не говоря о техногенных отходах, получаемых при переработке, таких как бокситовые шламы, золы уноса, доменные шлаки, отходы переработки фосфорных руд и др., характеризуются высокой радиоактивностью. Считается, что облучение людей техногенными источниками в тысячу раз интенсивнее облучения естественными источниками радиации [2].

Как показывают исследования, наибольшей радиоактивностью по содержанию радия и тория среди строительных материалов обладает гранит, при этом, чем глубже он залегает, тем выше его радиоактивность. Средние удельные радиоактивности строительных материалов, используемых разными странами, по данным [3], приведены в табл. 2. Зависимость содержания калия, урана и тория от вида грунтов оснований зданий и сооружений приведена в табл. 3 [1].

Таблица 3

Содержание калия, урана и тория в различных видах грунтовых оснований зданий и сооружений [1]

Вид основания	Содержание, Бк/кг		
	Калий-40	Уран-238	Торий-232
Гранит	999	60	80
Базальт	240	10	10
Песчаники	370	19	10
Илистые сланцы	703	40	40
Различные грунты	10 – 740	10 – 50	7 - 50

В большинстве стран разработаны и действуют нормы, регламентирующие содержание в строительных материалах радиоактивных природных изотопов. Так, в 2003 г. Совет Министров Польши издал распоряжение, согласно которого регламентируется содержание природных изотопов в сырье и материалах, применяемых в зданиях, предназначенных для пребывания людей и животных, а также в промышленных отходах, используемых в строительстве и нормы контроля этих изотопов [5]. Согласно распоряжению, контролю подлежат изотопы: калий-40, радий -226 и торий - 228.

Содержание природных изотопов устанавливается с помощью нормируемых коэффициентов активности f_1 и f_2 , определяющих содержание изотопов:

$$f_1 = 0,00027S_K + 0,0027 S_{Ra} + 0,0043S_{Th} \leq 1; \quad (1)$$

$$f_2 = S_{Ra} \leq 185 \text{ Бк/кг}, \quad (2)$$

где S_K , S_{Ra} , S_{Th} - содержание соответственно калия-40, радия Ra-226 и тория Th - 228.

Когда максимальные значения коэффициентов f_1 и f_2 исследованного сырья не превышает 20 % предельных значений f_1 и f_2 , т.е. $f_{1\max} \leq 1,0 + 0,2 = 1,2$ и $f_{2\max} \leq 185 + 37 = 222 \text{ Бк/кг}$, партия сырья может быть допущена к изготовлению строительных материалов и изделий. При условии ограничения массы сырья в составе конечного продукта, который должен выполнять условие: $f_1 \leq 1$ и $f_2 \leq 185 \text{ Бк/кг}$ [1].

Наиболее сложным вопросом в технологии строительных материалов и изделий является утилизация промышленных отходов, т.к. они часто характеризуются высокой радиоактивностью. Поэтому одной из задач является определение их класса опасности с целью обеспечения безопасного их применения. Примером многотоннажных перспективных отходов являются фосфогипсы – отходы производства концентрированных фосфорных удобрений, получаемых методом сернокислой экстракции из апатитов и фосфоритов. В настоящее время в мире накоплены десятки миллионов тонн этих отходов. Долгие годы фосфогипс является объектом исследования в строительном материаловедении. Это привело к их широкому использованию в строительстве в качестве сухой штукатурки, компонентов при производстве вяжущих, минерального порошка в асфальтобетонных смесях и др. [20–25]. Однако установлено, что облучение человека фосфогипсом происходит на 30 % интенсивнее по сравнению с природным гипсом. По данным [3] средняя радиоактивность фосфогипса, например в Германии (табл. 2), по содержанию радия и тория составляет 1360 Бк/кг.

На промышленных предприятиях Украины сосредоточено большое количество фосфогипса, которое требует утилизации. Так, по данным статистического управления Автономной республики Крым на 01.01.2004 г., на ГАК «Титан» (г. Армянск) находилось более 10 млн.т. Основные трудности при переработке фосфогипса, например в вяжущий материал, заключается в необходимости нейтрализации вредных примесей. Содержание основного вещества ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) составляет 85 % и отвечает техническим требованиям для фосфогипса 2-го сорта. Содержание элементов I – III классов опасности, в частности фтора, стронция и редкоземельных элементов колеблется в пределах 1,5 – 2,0 % - стронция, 0,2 – 0,25 % - фтора и 0,43 – 0,54 % редкоземельных элементов.

Определение класса опасности фосфогипса ГАК «Титан» определяли расчетным и экспериментальными методами в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 и Государственными санитарными правилами и нормами 2.2.7.029-99 на основании химического состава фосфогипса, мас. %: SiO_2 - 0,8; Fe_2O_3 - Al_2O_3 - 1,01; CaO - 32,5; MgO - 0,71; SO_3 - 45,41, P_2O_5 - 0,96; $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - 96,52.

Оценкой опасности отходов сфер производства и потребления, согласно нормам, является классификация их по критериям опасности. В зависимости от физических, химических и биологических характеристик всей массы отхода или отдельных ингредиентов они делятся на 4 категории: очень опасные (I), высоко опасные (II), умеренно опасные (III); и мало опасные (IV).

Изучение элементного состава фосфогипса производилось с использованием комплекса аналитических методов – химического валового, атомно-эмиссионного – элементы-примеси. По данным атомно-эмиссионного анализа установлено, что в фосфогипсе содержатся редкоземельные элементы (лантан, церий, иттрий, иттербий), а также цезий и фосфор, которые регламентируются как токсичные в составе отходов (табл. 4).

Таблица 4

Результаты атомно-эмиссионного анализа фосфогипса*)

№ п/п	Концентрация элементов, п					
	La 10 ⁻³	Ce 10 ⁻³	Y 10 ⁻³	Yb 10 ⁻⁴	Cs 10 ⁻²	P 10 ⁻²
Проба 1	250	200	10	2,5	100	12
Проба 2	150	100	3,2	4	80	10

*) Анализ выполнен в лаборатории КО ГГРИ, аналитик Г.Н. Рейн

Радиационная безопасность строительных материалов, в частности фосфогипса, характеризуется эффективной удельной активностью следующих химических элементов, входящих в их состав (табл. 5): радия 226– 22,3, тория 232 – 21,9, калия 40 – 16,9 и цезия - менее 1,7 Бк/кг. Эффективная удельная активность определялась по формуле:

$$A_{\text{эф}} = {}^{226}\text{Ra} + 0,085 \cdot {}^{40}\text{K} + 1,31 \cdot {}^{232}\text{Th} + 0,31 \cdot {}^{137}\text{Cs} \quad (3)$$

и в нашем случае составляла 52,95 Бк/кг. Согласно Норм [26], при $A_{\text{эф}} \leq 370$ Бк/кг фосфогипс ГАК «Титан» может использоваться во всех видах стройматериалов без ограничений.

Таблица 5

Удельная активность составляющих химических элементов фосфогипса*)

Удельная активность, Бк/кг							
Ra226	Th232	K40	Cs137	Относительная погрешность, %			Σ
22,3	21,9	16,9	менее 1,7	30	21	150	-
*) Лаборатория КО ГГРИ, гаммаспектрометр СЕГ-01, серия № 45, аналитик А.Я.Хренов							

Определение класса опасности фосфогипса устанавливали по средней смертельной дозе химического элемента при введении в желудок (LD_{50}) по формуле:

$$Ki = \frac{\lg(LD_{50})i}{(S + 0,1F + C) i} \quad (4),$$

и предельно допустимой концентрации веществ (ПДК) по формуле:

$$Ki = \frac{ПДКи}{(S + 0,1F + C_B) i} \quad (5)$$

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; C_B – содержание данного ингредиента в общей массе отхода, т/т; i – порядковый номер конкретного ингредиента.

По результатам аналитических исследований значимые содержания определены для сульфатов стронция, марганца, свинца, оксидов железа и фосфора (таб. 6).

Таблица 6

Физико-химические и токсикологические характеристики ингредиентов

Ингредиент	C_B , т/т	F	S, г/100	LD_{50} , мг/кг	Эквивалент LD_{50}	Класс опасности	ПДК, мг/кг	Ki по LD_{50}	Ki по ПДК
SrSO_4	0,021	0	0,0132	-	5000	IV	6	110	175
MnSO_4	0,027	0	62,9	64	-	-	-	0,03	-
PbSO_4	0,0001	0	0,0045	282	-	I	0,01	3674	2,2
Fe_2O_3	0,064	0	-	-	5000	III	-	38,5	-

Для сульфата стронция индексы токсичности химических ингредиентов по LD_{50} и ПДК составляли:

$$K_{SrSO_4} = \frac{\lg(LD_{50})}{(S + 0.1F + C_b)} = \frac{\lg 5000}{0.0132 + 0 + 0.021} = 110.46$$

$$K_{SrSO_4} = \frac{ПДК}{(S + 0.1F + C_b)} = \frac{6}{0.0132 + 0 + 0.21} = 175.44$$

Данные расчета остальных ингредиентов приведены в табл. 6.

Для определения класса опасности фосфогипса по (LD_{50}) необходимо выполнение условия: $K_1 < K_2 < K_3$, $2K_1 < K_3$. Расчеты показали, что условие выполняется при сравнении индексов токсичности соединений марганца, железа и стронция:

$$K_{1(MnSO_4)} = 0.028 < K_{2(Fe_2O_3)} = 38.5 < K_{3(SrSO_4)} = 110.4.$$

Суммарный коэффициент токсичности рассчитывается по формуле [21]:

$$K_{\Sigma(LD_{50})} = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n K_i = \frac{1}{3^2} (0.028 + 38.5 + 110.4) = 16.54$$

Согласно классификации опасности отходов по LD_{50} при значениях K_{Σ} от 10 и более фосфогипс малоопасен и относится к IV классу.

Для определения класса опасности по ПДК упорядоченность K_i располагается следующим образом: $K_{1(PbSO_4)} = 2.2 = K_{2(SrSO_4)} = 175.4$.

Суммарный индекс токсичности по ПДК определяется по формуле [23]:

$$K_{\Sigma(ПДК)} = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n K_i = \frac{1}{2^2} (2.2 + 175.4) = 44.4$$

При значениях K_{Σ} по ПДК от 30,1 и более отходы малоопасны (класс опасности IV) и их можно использовать при производстве всех видов строительных материалов и изделий, но не рекомендуется применять в чистом виде.

В связи с высокой радиоактивностью целого ряда строительных материалов и изделий, особенно изготовленных с применением отходов промышленных предприятий, возникла проблема разработки принципиально новых материалов высокой радиационной стойкости и защиты строительных конструкций от ионизирующего излучения. Она является особенно актуальной, ввиду развития атомной энергетики, создания современных диагностических и терапевтических аппаратов и установок, необходимости захоронения радиационных отходов и т.д.

2. Процессы, происходящие при взаимодействии гамма-излучения с материалами

Проблема радиационной защиты строительных конструкций, зданий и сооружений как от природных, так и искусственных ионизирующих излучений сводится к ослаблению и поглощению нейтронов и гамма-излучений защитными материалами. Влияние ионизирующих излучений на свойства и структуру материалов зависит от следующих факторов [6]:

- химического и фазового состава материалов, их структуры, строения и свойств;
- радиационных нагрузок - компонентного и энергетического состава ионизирующих излучений, плотности их потоков, интенсивностей, значений поглощенных доз, их мощности и условий облучения.

Основные первичные процессы при взаимодействии гамма-излучения с материалами происходят с различной вероятностью, зависящей от энергии γ - фотона. При малых (0,1-0,3 Мэв) энергиях основную роль играет фотоэффект (фотоэлектрическое поглощение), при средних (0,3-3 Мэв) - комптоновское рассеивание (Комптон-эффект), при больших (более 3-5 Мэв) - процесс образования пары электрон-позитрон. Взаимодействие рентгеновских лучей с материалами вызывает фотоэффект с изменением их направления при некогерентном (эффект Комптона) и когерентном рассеивании.

Основные процессы взаимодействия (первичные) приводят к вторичным, третичным и т. д. явлениям. Может происходить несколько десятков процессов, прежде чем энергия фотона перей-

дет в энергию молекулярно-теплового движения [7,8, 9] .

Интенсивность γ - излучения после прохождения через образец материала толщиной X подчиняется закону Ламберта – Бугера -Берра:

$$I_x = I_0 e^{-\mu x}, \quad (6)$$

где I_0 - интенсивность начального γ - излучения, имп/мин; μ - линейный коэффициент ослабления, см^{-1} .

Линейный коэффициент ослабления, используемый для характеристики ослабления рентгеновского и γ -излучения показывает, при какой толщине поглотителя интенсивность падающего пучка излучения I_0 ослабляется в e раз. Рабочая формула для определения μ после логарифмирования уравнения (6) имеет вид:

$$\mu = 1/X \ln I_0 / I_x. \quad (7)$$

В случае рентгеновского излучения μ можно представить в виде трех слагаемых, соответствующих когерентному рассеиванию μ_k , некогерентному $\mu_{нк}$ и фотоэффекту μ_ϕ

$$\mu = \mu_k + \mu_{нк} + \mu_\phi. \quad (8)$$

В случае γ - излучения μ можно представить как слагаемое трех μ , учитывающих основные процессы взаимодействия: фотоэффект μ_ϕ , Комптон-эффект $\mu_{нк}$ и образования электрон-позитронных пар μ_π :

$$\mu = \mu_\phi + \mu_{нк} + \mu_\pi. \quad (9)$$

Линейный коэффициент ослабления зависит от плотности вещества, порядкового номера элементов, входящих в состав и их атомных масс [8]:

$$\mu_\phi = 0,0089 \cdot \rho \cdot Z^{4,1} \cdot \lambda^{h/A}, \quad (10)$$

где ρ - плотность материала поглотителя; Z и A - порядковый номер и атомная масса элементов, входящих в состав поглощающего материала; λ - длина волны γ - кванта; h - эмпирический коэффициент.

В случае эффекта Комптона или образования электрон-позитронных пар μ - выражается соответственно соотношениями:

$$\mu_{нк} = \rho \cdot \delta_e \cdot N \cdot Z/A, \quad (11)$$

$$\mu_\pi = k \cdot N \cdot Z^2 \cdot \rho \cdot (E - 1,02)/A, \quad (12)$$

где δ_e - электронный коэффициент поглощения, электрон/ см^2 ; N - число атомов в 1 см^3 вещества; E - энергия γ - кванта; k - коэффициент пропорциональности.

Из зависимостей (10 - 12) видно, что чем выше плотность материала-поглотителя и больше порядковый номер элементов, из которых он состоит, тем выше будут и его защитные свойства. Однако не только высокая плотность материалов может обеспечивать радиационно-защитные свойства от воздействия ионизирующего излучения, но и особенности структуры некоторых химических элементов, в частности серы.

3. Радиационно-защитные свойства серы и серных бетонов

Известно, что повышенной радиационной стойкостью обладают минералы с симметричной структурой, координационного и каркасного строения. Сера известна в двух кристаллических модификациях: ромбической и моноклинной, но только первая стабильна в нормальных условиях. Все другие аллотропы, в конечном счете, переходят в нее. Учитывая кристаллическое строение серы можно предполагать, что ее радиационная стойкость будет не ниже стойкости минералов класса окислов, составляющих основу бетонов и известных своей радиационной стойкостью, а ее полимерная модификация и вода примерно эквивалентны по эффекту дозового фактора накопления частиц проникающих излучений. Последнее дает основание предполагать высокую эффективность серного связующего как радиационно-стойкого материала.

Вопрос влияния γ - излучения на изменение свойств серы и ее использования в композиционных материалах, подвергаемых действию ионизирующего излучения, освещался в работах [13-19].

Установлено, что интегральные коэффициенты поглощения γ - излучения для серных бетонов и цементных в сухом состоянии практически одинаковы. Однако при энергии γ - кванта, равного 1,332 Мэв для серы, мастики и бетона на ее основе, наблюдается увеличение спектраль-

ного коэффициента поглощения γ - излучения, в то время как для цементного бетона коэффициент имеет тенденцию к снижению (рис. 1).

При облучении серы и серосодержащих композиций интегральный и спектральный коэффициенты поглощения при модифицировании серы и повышении содержания модификатора, в частности дициклопентадиена, увеличиваются. По мнению авторов, это связано с тем, что дициклопентадиен состоит из таких легких элементов как углерод и водород. Так как известно, что бетоны, состоящие из смеси ядер легких элементов и элементов с относительно большей атомной массой, хорошо поглощают γ - излучение и замедляют поток нейтронов, то модифицированная сера играет роль своеобразной «энергетической губки», которая способна поглощать энергию излучения и рассеивать ее в виде тепла, не претерпевая при этом значительных изменений.

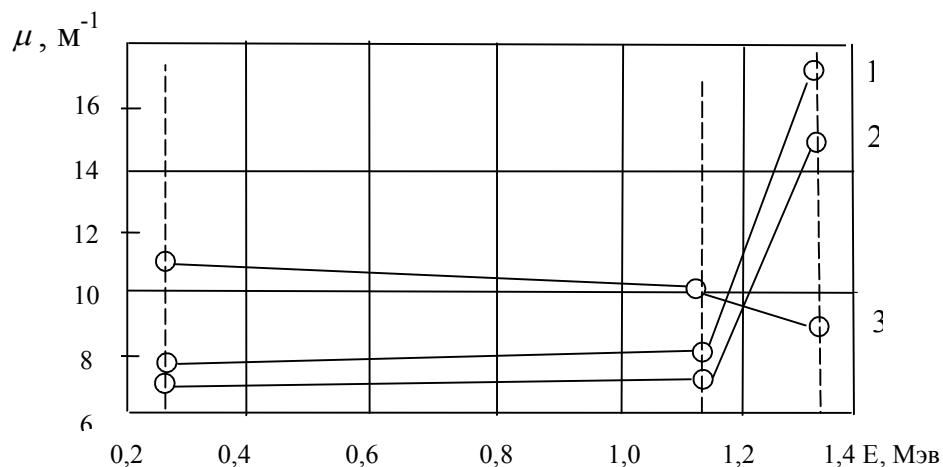


Рис. 1. Зависимость спектрального коэффициента поглощения γ -излучения от энергии облучения: 1-серный бетон, сера модифицированная; 2-то же, сера немодифицированная; 3-тяжелый цементный бетон

На основании проведенных исследований в Национальном университете «Львовская политехника» под руководством Ю.И. Орловского (Н.Н. Жук [16]) на установках Львовского национального университета им. И. Франка и Киевского национального университета им. Т.Г. Шевченко при участии В.И. Тарасевича и И.Б. Михницкого, были разработаны радиационно-защитные составы серных бетонов. Источником γ - излучения использовался изотоп кобальта Co^{60} , имеющий дискретный спектр γ - квантов. Расчет линейного коэффициента поглощения радиоактивного излучения производился на основе закона Ламберта-Бугера-Берра.

В составах использовались чугунная и свинцовая дробь, баритовый щебень, оксид свинца, микрокремнезем (аэросил), цеолит, перлит, отходы производства оптических стекол, стекловолокно и др. Вяжущим являлась техническая сера, модифицированная пластифицирующими и стабилизирующими добавками, антипиренами, биоцидами и др. Разработанные составы характеризуются высокими коэффициентами радиационной стойкости 0,95 - 0,98 коэффициентами линейного γ - ослабления 0,32 - 0,51 см⁻¹ и одновременно являются составами с повышенными электроизоляционными и огнезащитными характеристиками и биоцидными свойствами (патенты Украины 44603А, 60901А, патент Польши 354150). Прочность бетонов на сжатие составляет 52-78 МПа при плотности 3000 - 5700 кг/м³ в зависимости от состава.

ВЫВОДЫ:

Настоящий век является веком композиционных материалов. Большое разнообразие свойств компонентов и современные технологии позволяют создавать высокоэффективные композиты с полифункциональным назначением.

Многие современные строительные материалы, как искусственные, так и естественные природные, характеризуются повышенной радиоактивностью. В связи с этим требуется разработка экологических требований к материалам с точки зрения их радиационной опасности для людей, способов и методов защиты строительных конструкций, зданий и сооружений, как от природных, так и искусс-

венных источников ионизирующего излучения различной степени интенсивности и опасности.

Как показывают исследования, перспективными материалами для радиационной защиты от ионизирующих излучений являются серные мастики и бетоны, характеризующиеся не только высокими физико-механическими свойствами, но и высокой степенью поглощения γ - излучения и газонепроницаемостью для такого радиоактивного тяжелого газа как радон-222.

В настоящее время необходимо проведение комплексных исследований физико-механических свойств, химической и биохимической стойкости серного связующего на основе полимерной серы, являющейся предметом изучения сравнительно новой отрасли химии - химии неорганических полимеров. Практически в этом направлении проведено ограниченное число исследований, носящих в основном коммерческий и рекламный характер. Серные бетоны со временем должны занять свое место в строительном материаловедении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pienkowski B. Materiały budowlane a promieniotwórczość // Materiały Budowlane. - 1997. - №8 (300). - S. 53-54.
2. Платонов А. П. Строительные материалы и экология // Автомобильные дороги. - 1992. - № 3. - С. 16.
3. Радиация. Дозы, эффекты, риск. Перевод с англ. Ю.А.Баникова. -М.: Мир, 1990.
4. Rozporządzenie dotyczące zawartości izotopów promieniotwórczych // Materiały Budowlane. - 2003. - №4 (368).
5. Zapalczyk G. A time-dependent method for characterizing the diffusion of ^{222}Rn in concrete // Health Phys. - 1983, 45, №2. Spes. Issue Indoor Radon. - Pp. 377-383.
6. Бродер Д. Л., Зайцев Л. Н., Комочков М.М. Бетон в защите ядерных установок. - М.: Атомиздат, 1966. - 240 с.
7. Горшков Г.В. Проникающие излучения радиоактивных источников. -Л.: Наука, 1967. - 395 с.
8. Николаев А. В., Афанасьев Ю.А., Рябинин А. И., Дядин Ю.А., Марчук О.Н. Краткий курс радиохимии. -М.: Высшая школа, 1969. - 335 с.
9. Ремизов. Медицинская и биологическая физика. -М.: Высшая школа, 1987. - 638 с.
10. Ступаченко П. П. Структурная пористость и проницаемость цементного камня в бетоне // Изв. вузов. Строительство и архитектура. - 1958. - № 3.
11. Эдельман Л.И., Соминский Д.С., Копчикова Н. В. Исследование распределения пор по размерам в цементном камне // Коллоидный журнал. -Т. 23. - № 2. - 1961.
12. Повышение стойкости бетона и железобетона при воздействии агрессивных сред. Под ред. В. М. Москвина и Ю.А. Саввиной. -М.: Стройиздат, 1975. -236 с. (10. Газопроницаемость бетона, с. 118-121).
13. Орловский Ю. И. Бетоны, модифицированные серой : Дис... д-ра техн. наук: 05.23.05. - Харьков, ХИСИ, 1992. - 529 с.
14. Орловский Ю.И., Гордиенко В. П., Жук Н.Н. Радиационно-химическое модифицирование серы и стабилизация ее надмолекулярной структуры // Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури. -Вип. 2000 – 2 (22). - Макіївка, ДДАБА, 2000.
15. Королев Е.В., Прошин А. П., Соломатов В.И. Серные композиционные материалы для защиты от радиации. - Пенза: ПГАСА, 2001. - 208 с.
16. Жук Н.Н. Специальные свойства бетонов, модифицированных серой: Дис... канд. техн. наук: 05.23.05. - Одесса, ОГАСиА, 2002. - 246 с.
17. Орловский Ю.И., Жук Н.Н., Королев Е.В., Лещевский Д. Радиационно-защитные свойства полимерсерного бетона // Материалы III научно-практического семинара: Структура, свойства и состав бетона, вопросы теории бетоноведения и технологической практики. -Ровно: Видавництво Рівненського державного центру науково-технічної інформації, 2003. - С.126-137.
18. Королев Е.В., Прошин А.П., Баженов Ю.М., Соколова Ю.А. Радиационно-стойкие серные строительные материалы. - М.: Палеотип, 2004. - 464 с.
19. Прошин А.П., Королев Е.В., Болтышев С.А. Сверхтяжелые серные бетоны для защиты от радиации. - Пенза: ПГАСА., 2005. - 224 с.
20. Стонис С.Н., Кукляускас А.И., Бачаускене М.М. Особенности получения строительного гипса из фосфогипса // Строительные материалы. - 1980. - № 2.
21. Будников П.П., Ростенко К.В. Фосфогипс как сырье в производстве гидравлических вяжущих // Строительные материалы. - 1966. - № 11.
22. Ломовцев С.Б. и др. Вяжущие свойства полдугидрата сульфата кальция - отхода производства экстракционной фосфорной кислоты // Химическая промышленность. 1971. - № 11.
23. Воробьев Х.С. Состояние и перспективы развития производства и применения в строительстве гипсовых материалов, изделий и конструкций // Строительные материалы. - 1980. - № 2.
24. Getting rid of phosphogypsum - I/ Can technology provide the answer to a mountainous waster problem? - Phosphorus and Potassium, 1977, № 87.
25. Мещеряков Ю.Г. Гипсовые попутные промышленные продукты и их применение в производстве строительных материалов. -Л.: Стройиздат, 1982.
26. Государственные гигиенические нормативы. - К., 1998. - С. 18-23.

Орловский Ю.И., д.т.н., профессор,
Варминско-Мазурский университет в Ольштыне, Польша

Орловская Е.В., к.т.н.,
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Пархоменко Р.В., к.т.н.
Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности МЧС Украины

Радоновая опасность в строительстве и защита от нее

В статье рассматривается вопрос радиоактивной опасности воздействия газообразного водорастворимого радона на строительные конструкции и источники его образования в природе. Накопление в зданиях радона является следствием капиллярно-пористой структуры строительных материалов, в частности бетона. Описана методика определения параметров диффузного процесса радона и результаты экспериментов по определению газопроницаемости радона через цементный и серый бетоны. В качестве защиты от радона предлагаются противорадоновые барьеры из газо-влажонепроницаемых материалов, в том числе серых мастик и бетонов.

Радон, диффузия, проницаемость, газоанализатор, пористо-капиллярная структура

Радиоактивный радон и его источники

Больше половины среди природных источников радиоактивного излучения (41,4 % табл.1) составляет радон (^{222}Rn), представляющий собой бесцветный газ, без вкуса и запаха, в 7,5 раз тяжелее воздуха. Образуется при радиоактивном распаде радия (^{226}Ra) с периодом распада 3,8 дня. Продукты его распада, например, полоний (^{218}Po), свинец (^{214}Pb), висмут (^{214}Bi), характеризуются коротким периодом распада, измеряемым минутами и, в отличие от газообразного радона, являются металлами. Радон не горит, растворяется в воде и некоторых органических растворителях – спиртах, углеводородах и др. Радиоактивные продукты его распада сами или связанные с частицами пыли могут вдыхаться вместе с воздухом и являться причиной рака легких.

Результаты научных исследований UNSCEAR (United Nations Committee on the Effects of Radiation) подтверждают, что первичным источником радона в окружающей среде является уран (^{238}U), вторым – грунтовые воды и третьим – строительные материалы. Принимая во внимание растворимость радона в воде, влияние диффузии, конвекции воздуха и градиента температур, наблюдается тесная взаимосвязь между увлажнением строительных материалов и элементов зданий и распространением радона, что является отличительной особенностью их совместного действия [1,2,3].

Таблица 1

Среднегодовая концентрация радионуклидов [4]

Источник и вид излучения	Среднегодовой эффективный уровень дозы	
	мЗв	%
Природные источники		
Гамма-излучение вне зданий	0,04	1,1
То же, внутри зданий	0,38	10,6
Радон - 222 вне зданий	0,29	8,1
То же, в зданиях	0,06	1,6
Торий – 232	0,17	4,7
Внутринний распад	0,39	10,8
И т о г о	2,76	76,6
Искусственные источники		
Источники, используемые в медицине	0,78	21,6
Радиоактивные осадки при ядерных испытаниях и авариях	0,03	0,9
Иные, в т.ч. предметы домашнего обихода	0,03	0,8
И т о г о	0,84	23,3
Среднегодовые дозы облучения, полученные каждым жителем Польши в 1991г.	3,60	100

По данным табл. 1 видно, что природные источники излучений составляют свыше 75 % среднегодовой дозы ионизирующего излучения и при средней продолжительности жизни человека 70 лет эта доза составит около 200 мЗв.

Согласно данным Научного комитета по атомной радиации ООН средняя эквивалентная доза, которую человек получает от земных источников естественной радиации в год, составляет 380 мкЗв, что чуть больше радиационного фона [5].

Содержание радона, освобождаемого из земной коры, значительно отличается в различных местах земного шара, в отдельных странах и регионах. Это связано с природным содержанием радонов в породах и плотностью застройки. К зонам повышенного риска относятся Украина и Польша, где отсутствуют исследования по выявлению источников радона, его совместного действия с влажностью, а также разработка эффективных способов и методов защиты строительных объектов от совместного их воздействия.

Радон накапливается, в основном (39,8 %), внутри жилых и общественных зданий (особенно непрветриваемых). Радон просачивается через грунты оснований и фундаменты. Средняя концентрация радона в воздухе на высоте 1 м от поверхности земли составляет 1,2 – 8,6 Бк/м³ (в среднем 4,4 Бк/м³), в то время как в зданиях колеблется от 4 до 600 Бк/м³ (в среднем около 40 Бк/м³). Содержание радона в малоэтажных зданиях зависит, прежде всего, от вида грунтов основания и качества изоляции фундаментов и полов нижних этажей. Около 75 % радона в воздух помещений проникает через основание и только 20 – 25 % составляет излучение от материалов фундаментов, полов и др.

В настоящее время в различных странах утверждены нормы среднегодового содержания радона в помещениях постоянного пребывания людей. Так, в США эта норма составляет 150, в Германии – 250, в Польше – 200 Бк/м³ [4].

Газопроницаемость цементных бетонов и газовая диффузия радона

Учитывая сказанное выше, логично предположить, что для ограничения проникновения радона через основания и фундаменты, накопления его в помещениях, необходимо при проектировании и строительстве зданий предусматривать создание барьеров из таких материалов, которые препятствовали бы не только проникновению газообразного радона, но и являлись бы гидроизоляцией.

Основными конструкционными материалами для фундаментов являются бетон и железобетон на основе портландцемента. Такие материалы характеризуются капиллярно-пористой структурой, образовавшейся в процессе твердения цементного камня и формирования структуры бетона. Эта структура представляет собой сложную систему хаотически расположенных капилляров размером от 10⁻² до 10⁻⁷ см и отдельных пор диаметром от 10⁻² до 0,5 см. По данным [6, 7] 60 – 80 % суммарной пористости цементного камня и бетона приходится на капилляры с радиусом 10⁻⁵ см. Кроме пор и капилляров цементного камня, на газопроницаемость бетона влияют пористость заполнителей, неплотности зоны контакта цементного камня и заполнителей, технологические дефекты бетона.

Механизмы переноса флюидов – газов и жидкостей через цементные бетоны зависят, прежде всего, от структуры и размера пор. Поскольку в бетонах имеются поры и капилляры различного размера, одновременно могут действовать различные механизмы переноса (табл. 2). Особенно существенное влияние на массоперенос имеет образование сквозных путей фильтрации в результате седиментационных процессов и развития макропор, происходящих во время формирования и структурообразования бетона.

Известно, что газопроницаемость бетона зависит от водоцементного отношения. Так, например, увеличение В/Ц от 0,3 до 0,6 приводит к росту газопроницаемости в 25 раз [8, с. 118-121]. Очевидно, что от пористости бетона будет зависеть диффузия радиоактивных газов, проникающих через бетонные и железобетонные конструкции внутрь зданий и помещений. Известны исследования параметров диффузии радона, которые позволили оценить с использованием разработанного кинетического метода стойкость цементного бетона к действию этого газа [9]. Установлено, что бетон, который представляет собой гетерогенный композиционный материал, может

считаться по отношению к радону гомогенно-диффузионной средой. Данный метод позволил относительно быстро и с достаточной точностью определить основные параметры диффузионного процесса: диффузионную длину, пористость материала и коэффициент диффузии. Они для бетона с объемной массой 2,40 и 2,25 г/см³ составили соответственно 12,6 и 16,9; 0,068 и 0,32; $3,34 \cdot 10^{-4}$ и $6,01 \cdot 10^{-4}$ см²/с, что хорошо согласуется с параметрами диффузии, полученными с помощью других методов.

Таблица 2

Механизмы переноса газов и жидкостей через бетон [10]

Флюиды	Механизм переноса	Коэффициент проницаемости, см ² ·см/ см ² ·с·ат	Размер радиусов максимальных пор, см
Газы	Молекулярная диффузия	$< 10^{-5}$	$< 10^{-5}$
	Молекулярный поток	$10^{-5} - 10^{-3}$	$10^{-5} - 10^{-4}$
	Вязкостный поток	$> 10^{-3}$	$> 10^{-4}$
Жидкости	Молекулярная диффузия	$< 10^{-7}$	$< 10^{-5}$
	Капиллярный поток	$10^{-7} - 10^{-4}$	$10^{-5} - 10^{-3}$
	Вязкостный поток	$> 10^{-5} - 10^{-4}$	$> 10^{-4} - 10^{-3}$

Согласно классическим представлениям и отечественным исследованиям, проведенным еще в 1962-68 гг. [13-15], газопроницаемость пористых тел, в частности цементного камня и бетона, может характеризоваться вязкостным и молекулярным механизмами переноса газа, различие между которыми определяется соотношением длины свободного пробега молекул и радиусом капилляра. Если радиус значительно больше длины пробега, газ является вязкостным и характеризуется соударением молекул между собой. Если радиус значительно меньше длины, течение газа является молекулярным и характеризуется ударением молекул о стенки капилляра. При нормальном давлении и длине пробега молекул равной 10^{-5} см, вязкостный и молекулярный потоки различают в зависимости от радиуса капилляров: при $r > 10^{-5}$ см – вязкостный, при $r < 10^{-5}$ см – молекулярный [8, с.119]. Ю.В.Чеховский [13], Ю.А.Саввина [14], А.Г.Грайфер [15] считают, что для плотных цементных бетонов характерный, главным образом, перенос газов по вязкостному закону. Молекулярный поток не является определяющим, так как капилляры с радиусом меньше 10^{-5} см при нормальных условиях заполнены влагой.

Для создания условий переноса газа в цементном камне и бетоне молекулярным механизмом капилляры должны быть заполнены водой при избыточном давлении. На рис. 1а и в табл. 2 показана зависимость изменения коэффициента газопроницаемости бетона насыщенного водой (серия ЦБ-2) при давлении 8 ат, а затем испытанного азотом при том же давлении и по данным Ю.А.Саввиной [8] среднее значение коэффициента газопроницаемости составляло $4 \cdot 10^{-9}$ см²/с·ат. В течение 5 ч проницаемость бетона была неизменной, и механизм переноса газа в это момент характеризовался как молекулярный; после установления стационарного потока механизм приобрел вязкостный характер течения. Разность в коэффициентах проницаемости на три порядка свидетельствует о том, что при протекании обоих механизмов переноса газа через бетон механизм молекулярной диффузии не является определяющим.

Как показывают исследования и согласно современным представлениям о форме связи влаги в бетоне, наличие адсорбированной влаги в порах имеет большое значение для газопроницаемости. Количество такой влаги зависит от характера поровой структуры, влажности и температуры среды, а от них, в свою очередь, существует зависимость между «влажностным равновесием» бетона и относительной влажностью воздуха.

Исследование зависимости газопроницаемости от влажности воздуха показало, что с ее увеличением резко снижается коэффициент газопроницаемости. На рис. 1б и в табл. 3 приведены результаты исследований проницаемости цементного бетона различного влажностного состояния и прочности, проведенные Ю.А.Саввиной [8, с.120-121]. Известно, что прочность бетона и В/Ц косвенно характеризуют суммарную пористость бетона и равновесная влажность при различной прочности имеет не одинаковую величину. С увеличением прочности и снижением В/Ц равновесная влажность возрастает по сравнению с влажностью водонасыщенного бетона, в то время как влажность последнего

снижается. Это также свидетельствует об увеличении объема капилляров меньших размеров.

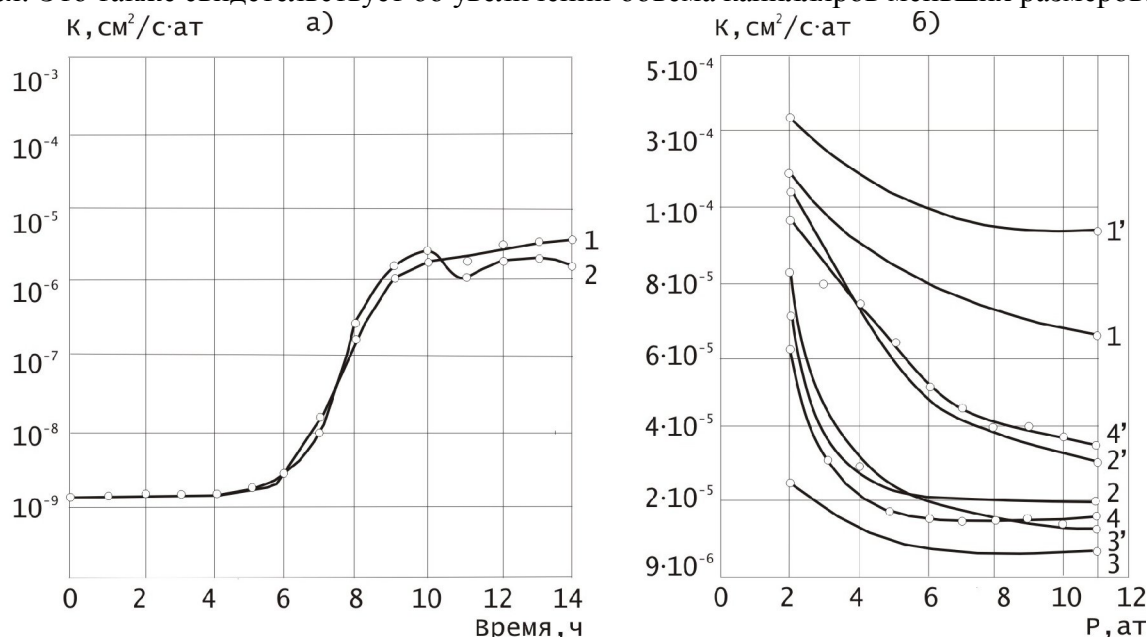


Рис. 1. Изменение коэффициентов газопроницаемости образцов цементного бетона: насыщенных водой при давлении 8 ат (а): 1 – серия ЦБ-2; 2 – серия ЦБ-4; образцов различного влажностного состояния в зависимости от давления (б): 1 – бетон класса В-2; 2 – то же, В-6 (серия ЦБ-2 табл.3); 3 – то же, класса В-10 (образцы равновесной влажности); 4 – то же, класса В-6 (серия ЦБ-4 табл.3), 1'–4' – то же, высушенные до постоянной массы [8], серия ЦБ-4 данные авторов

Таким образом, однозначно установлено, что обезвоживание бетона значительно увеличивает коэффициент его газопроницаемости. Соотношение абсолютных величин между прочностью высушенных образцов меньше, чем образцов с равновесной влажностью, чем объясняется влияние адсорбционной влаги на газопроницаемость бетона. Из проведенных исследований, в частности Ю.В Чеховского [13], можно сделать еще один важный вывод. При рассмотрении капиллярно-пористой структуры бетона следует выделить поры и капилляры в цементном камне, поры в зоне его контактов с заполнителями, поры самого заполнителя. Однако основными порами, влияющими на такие свойства бетона, как проницаемость, морозостойкость, коррозионная стойкость являются поры цементного камня. По сравнению с цементным камнем газопроницаемость бетона уменьшается, что объясняется увеличением в структуре тупиковых пор и уменьшением количества фильтрующих каналов. Хотя с этим можно не согласиться, поскольку в структуре бетонов могут быть технологические трещины и трещины, возникающие в процессе эксплуатации бетонов.

Методика испытаний и характеристика опытных образцов

Методика определения газопроницаемости – коэффициента диффузии была принята следующей. Из образцов цилиндрической формы исследуемых материалов вырезались диски диаметром 15 мм и толщиной 3 см. По периметру дисков для герметизации наносилась эпоксидная смола, затем они вставлялись в металлический цилиндр такого же диаметра как образец. С одной стороны цилиндра с установленным образцом поддерживалась постоянная концентрация радона (нижняя камера), с другой – (верхняя камера) – через каждый час в течение 14 ч отбирались пробы газа, прошедшего через образец, которые поступали в газоанализатор. Схема установки показана на рис.2.

Часть образцов в насыщенном водой состоянии в течение 20 ч испытывалась при постоянном давлении 8 ат. Пробы газа из верхней камеры отбирались через каждый час в течение 14 ч. Другая часть, образцы равновесной влажности и высушенные до постоянной массы, испытывались при переменном давлении в интервале 2 – 12 ат, поскольку установка позволяла регулировать давление в нижней камере при подаче газа из балона.

Равновесная влажность определялась по разности между массой образца, высушенного до постоянной массы при температуре $90 \pm 3^\circ\text{C}$ и массой образца постоянной влажности, хранивше-

гося в условиях лаборатории (температура $20 \pm 3^\circ\text{C}$, относительная влажность воздуха $60 \pm 5\%$), отнесенной к массе высушенного образца.

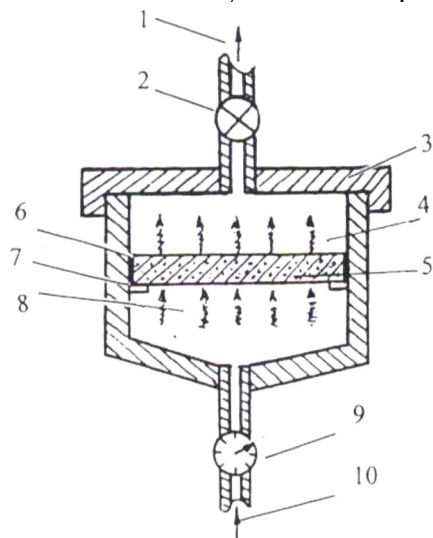


Рис.2. Схема установки для определения газопроницаемости бетона: 1 – к газоанализатору; 2 – запорный кран; 3 – герметическая крышка сборной емкости; 4 – верхняя камера; 5 – испытательный образец $O = 15$, $\square = 3$ см; 6 – герметизация образца эпоксидной смолой по периметру; 7 – фиксаторы образца; 8 – нижняя камера; 9 – манометр 2 – 12 ат; 10 – к баллону с газом

Опытные образцы изготавливались в лабораторных условиях с использованием следующих материалов. Для образцов на основе портландцемента М400 (активность 37,8 МПа) применялись кварцевый песок с модулем крупности 1,90 и гранитный щебень фракций 5-10 мм; на основе технической серы – те же заполнители; серная мастика модифицировалась кварцевой мукой, путем помола песка в лабораторной фарфоровой мельнице до удельной поверхности $350 \text{ м}^2/\text{кг}$. Расход материалов, составы, характеристика бетонов и мастики приведены в табл.3. Здесь же, для сравнения, приведены результаты испытаний аналогичных образцов из цементного бетона, которые выполнялись в НИИЖБ [8].

Образцы из цементного бетона изготавливались по обычной технологии, уплотнялись на лабораторной виброплощадке, твердели в камере нормального твердения 28 сут, после этого определялась их плотность и предел прочности при сжатии. Аналогичные испытания проводились также образцов-кубов с размером грани 0,1 м, изготовленных одновременно с цилиндрическими образцами.

Образцы из серного бетона и мастики изготавливались по горячей технологии при $150 \pm 5^\circ\text{C}$ в обогреваемом смесителе с автоматическим регулированием температуры [11]. Охлаждение и твердение образцов проходило в воздушно-сухих условиях в течение 7 сут, после чего они испытывались по рабочей программе.

Газопроницаемость серной мастики и бетона. Анализ и обсуждение результатов испытаний

Как известно из польских источников [12], исследования, проведенные Американским институтом серы в Вашингтоне «Amerikan Sulphur Institut» показали, что серный бетон газонепроницаем для многих газов, в том числе радона. В отечественной литературе нам таких данных не встречалось, поэтому для подтверждения данного вывода, нами была проведена опытная оценка коэффициентов газонепроницаемости цементных и серных бетонов, изготовленных на одинаковых компонентах и технической сере, с учетом методик испытаний [9,13,14].

Цель и задачи – определение коэффициентов газопроницаемости серных мастик и бетонов, разработка предложений по их снижению для противорадоновых барьеров при строительстве зданий и сооружений в радоновоопасных зонах.

Объектами исследований являлись цементный бетон на основе портландцемента, кварцевого песка и гранитного щебня, серная мастика (техническая сера, модифицированная кварцевой мукой, коэффициент наполнения 0,33 и 1,0) и бетон на ее основе с использованием тех же заполнителей, что и для цементного бетона.

Предметом исследований являлось установление механизма переноса газа через опытные образцы с учетом влияния их влажностного состояния, внешнего давления и особенностей структуры при сопоставительном анализе коэффициентов газопроницаемости цементного бетона, серной мастики и бетона.

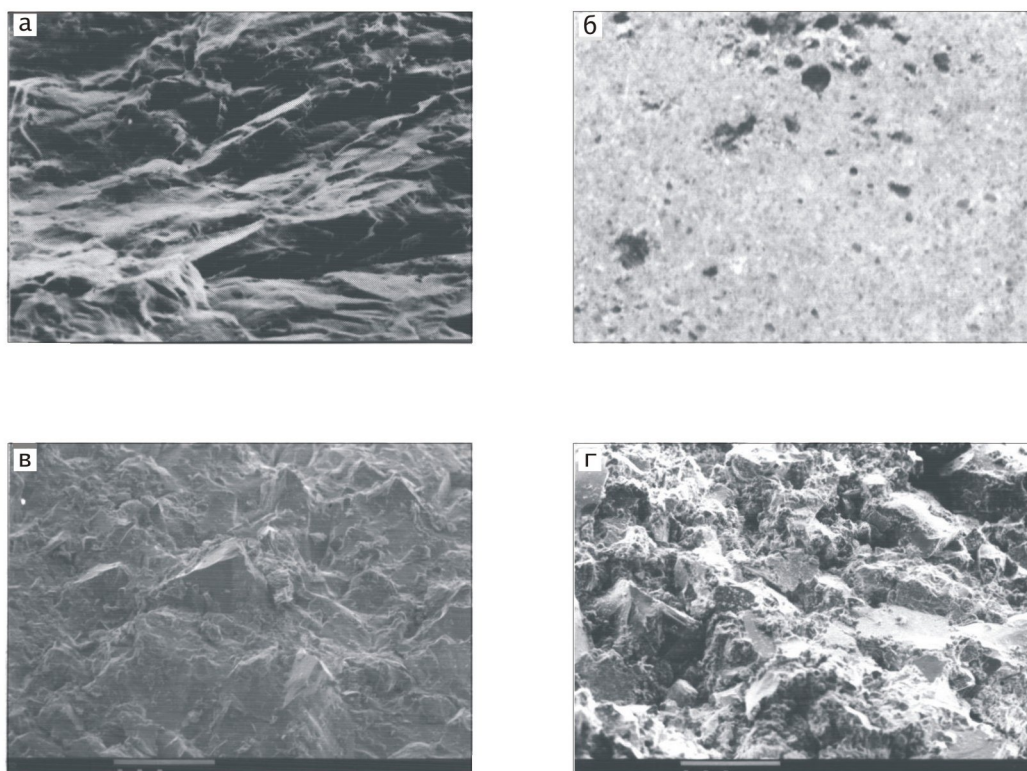


Рис.3. Микрофотографии структур: (а) - расплав технической серы 100^х; (б) – поверхность цементного камня, 10^х; (в) – серная мастика состава 1 : 1; (г) – то же, состава 1 : 3, 300^х

Предполагалось, что структура серной мастики, в которой отсутствуют активные поры и капилляры, характерные для цементного камня и цементно-песчаного раствора, является газонепроницаемой. Однако результаты испытаний структур (рис.3) и составов опытных образцов (табл.3), приведенные на рис. 4а, б, показали, что наблюдается проницаемость, как мастики, так и бетона, величина которой зависит от плотности их структур. Об этом свидетельствует также рис. 3в, г, где отображены структуры серных мастик составов 1:1 и 1:3. Первый состав характеризуется плотной структурой без пустот, второй – рыхлой с пустотами, что свидетельствует о недостаточном количестве серы в составе мастики.

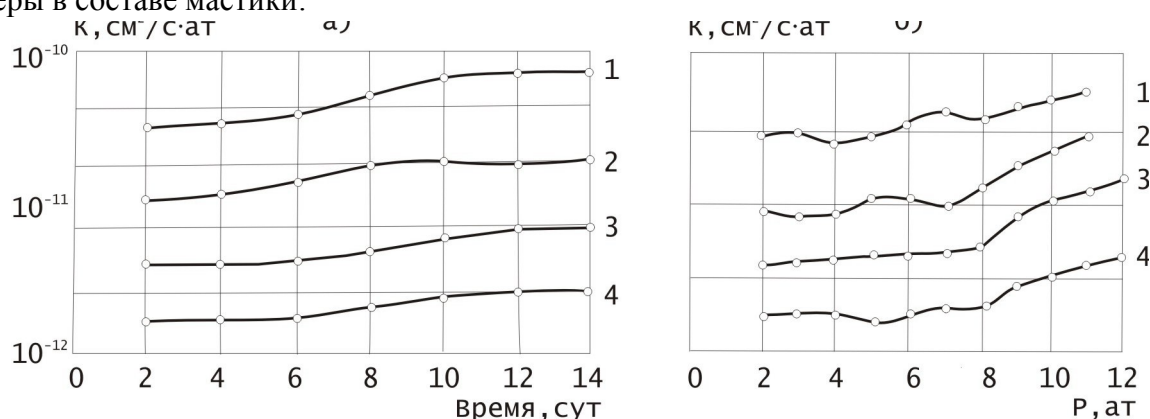


Рис.4. Изменение коэффициентов газопроницаемости серной мастики и бетона: а) – во времени при постоянном давлении 8 ат; б) – в зависимости от давления: 1 – серный бетон серии СБ-2; 2 – то же, серия СБ-1; 3 – серная мастика серии СМ-2; 4 – то же, серия СМ-1

Из рис.4а видно, что на протяжении 14 сут при постоянном давлении 8 ат коэффициенты газорадонопроницаемости как серной мастики так и бетона оставались постоянными и в среднем составляли: для мастики серий СМ-1 и СМ-2 - $2,45 \cdot 10^{-11}$ и $6,50 \cdot 10^{-11}$; для бетонов серии СБ-1 и СБ-2 - $82,45 \cdot 10^{-1}$ и $2,35 \cdot 10^{-10}$ см²/с·ат, соответственно. Из опытных величин коэффициентов видно, что

газопрооницаемость исследованных составов мастики на порядок ниже, чем бетона. Коэффициент газопрооницаемости цементного водонасыщенного бетона в аналогичных условиях за 14 сут изменился на три порядка от $9 \cdot 10^{-8}$ до $5 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{с} \cdot \text{ат}$ (рис. 1а).

Более низкую газопрооницаемость серных мастик и бетонов можно объяснить следующим образом. Известно, что при фазовом переходе серы из расплавленного в твердое состояние происходит перестройка ее кристаллической решетки из призматической в более метастабильную ромбическую меньшей плотности. Такая трансформация сопровождается повышенными температурно-усадочными напряжениями в результате появления растягивающих деформаций. При наполнении расплава серы минеральными наполнителями напряжения растут или снижаются, поскольку между коэффициентами температурного расширения серы и наполнителей, как правило, значительная разница. Если напряжения превышают величины адгезионных и когезионных связей между компонентами, в структуре мастики и бетона могут возникнуть технологические микротрещины, через которые проникают газы, в том числе радон. При этом коэффициенты газопереноса увеличиваются с ростом дефектности структур и внешнего давления (рис. 4), однако их величины, как показали результаты экспериментов, остаются значительно ниже, чем у цементного бетона (рис. 1б).

Таблица 3

Составы и характеристика опытных образцов из цементного бетона, серных мастик и бетона

Шифр, №серии	Вид бетона, условия твердения	Состав	В/Ц	γ , кг/м ³	R ₂₈ , МПа	Средняя влажность		
						W _н	W _р	W _р /W _н
ЦБ-1	Цементный бетон, в камере нормального твердения	Ц : П : Ш = 1:2,06:3,89	0,61	-	B2	7,2	2,3	32
ЦБ-2		1:1,79:3,10	0,50	-	B6	6,4	2,5	48
ЦБ-3		1:1,45:2,65	0,40	-	B10	5,2	3,5	67
ЦБ-4		1:1,74:3,10	0,50	2370	33,2	6,0	2,6	43
СМ-1	Серная мастика, в воздушно-сухих условиях лаборатории	С:Н = 1:1	-	2180	42,5	0,5	0	0
СМ-2		1:3	-	2240	35,6	1,0	0,4	40
СБ-1	Серный бетон, то же	С:Н:П:Ш = 1:2:2:1,76	-	2355	41,4	0,8	0,3	38
СБ-2		1:2:2:2,30	-	2380	32,7	1,3	0,5	39

Примечание. W_н - полное водонасыщение; W_р - равновесная влажность. Серии ЦБ-1, ЦБ-2, ЦБ-3 испытаны Ю.А.Саввиной в 1975г. в НИИЖБ Госстроя СССР под рук. проф. В.М.Москвина [8]; ЦБ-4 испытана авторами статьи под рук. проф. Ю.И.Орловского

Изменение газопереноса при повышении давления у композитов плотных структур мало зависит от внешнего давления, а, главным образом, зависит от их плотности, отсутствия технологических дефектов и величин температурных градиентов, особенно при частом температурном переходе от положительных к отрицательным температурам при эксплуатации серных мастик и бетонов в составе конструкций. Следует отметить и то, что газопрооницаемость цементного камня выше, чем бетона, в то время как серной мастики значительно ниже (рис. 4), а в затвердевшем расплаве серы полностью отсутствует.

Как видно из табл. 3, влажности равновесная и водонасыщенных образцов практически одинаковы, поэтому адсорбирование влаги в открытых порах и капиллярах, которые практически отсутствуют в рассматриваемых структурах, не играют определяющей роли, как в цементном камне и бетоне. Результаты показывают, что поскольку влажность бетона и относительная влажность воздуха для мастик и бетона не являются значимыми, коэффициент газопрооницаемости существенно не зависит от их прочности, а зависит от плотности структур, в частности модифицированного состояния серы, состава смесей, характеристики компонентов и состояния контактной зоны.

Рекомендации по защите зданий от влажности, радона и их совместного действия

Одним из наиболее эффективных конструктивных защитных мероприятий является устройство противорадионных барьеров из разных влаго- газонепроницаемых материалов. Обоснован-

ность включения в список материалов на основе серного связующего заключается в следующем. Сера гидрофобна, нерастворима в воде и ряде растворителей, является хорошим диэлектриком, диамагнитна. Серные бетоны характеризуются высокой коррозионной стойкостью, особенно в солевых и ряде кислых сред, в частности, при воздействии сульфатов. Они отличаются высокой морозостойкостью, что особенно важно при эксплуатации противорадоновых барьеров, фундаментов, полов и стен подвальных помещений. Кроме того, последние исследования [16,17], проведенные в Национальном университете «Львовская политехника» при участии Киевского университета под руководством проф. Ю.И.Орловского и Пензенского технического университета под руководством проф. А.П.Прошина [18,19], дополнительно выявили высокие радиационно-защитные и электроизоляционные свойства этих бетонов, что также важно для материалов при устройстве противорадоновых барьеров.

Серные бетоны и мастики хорошо совмещают две функции, которые необходимы в случае создания барьеров двойного действия: радоно- и влагопроницаемости. Это подтверждают результаты исследований свойств серы и композитов на ее основе.

Учитывая способность радона растворяться в воде, возникает необходимость устройства не только газорадононепроницаемых барьеров, но и универсальных барьеров из материалов, обеспечивающих защиту от совместного воздействия влаги и радона. Следовательно, при проектировании таких барьеров, следует учитывать особенности физико-механических, физико-химических свойств и долговечности материалов.

Таблица 4

Характеристика материалов для противорадоновых барьеров [1]

Материал	Коэффициент диффузии радона D, $\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$	Длина диффузии R, мм	Толщина барьера h, мм
Резина	$(4,5 \pm 0,3) \cdot 10^{-10}$	$14,3 \pm 1,1$	1,4
Полиэтилен 1	$(4,5 \pm 0,4) \cdot 10^{-12}$	$1,47 \pm 0,13$	0,012
Полиэтилен 2	$(2,1 \pm 0,3) \cdot 10^{-12}$	$1,00 \pm 0,14$	1,55
Полипропилен	$(5,5 \pm 0,6) \cdot 10^{-13}$	$0,50 \pm 0,05$	0,09
Поливинилхлорид 1	$(5,4 \pm 0,6) \cdot 10^{-12}$	$1,60 \pm 0,17$	1,3
Поливинилхлорид 2	$(6,4 \pm 0,6) \cdot 10^{-12}$	$1,74 \pm 0,17$	0,23
Поливинилхлорид Р	$(3,8 \pm 0,5) \cdot 10^{-12}$	$1,35 \pm 0,17$	2,0
Алюминиевая фольга	$(4,3 \pm 1,1) \cdot 10^{-15}$	$0,05 \pm 0,01$	0,035
Модифицированный асфальт	$(1,3 \pm 0,3) \cdot 10^{-13}$	$0,80 \pm 0,18$	3,0

Таблица 5

Эффективность применения материалов противорадоновых барьеров [1]

Материал	Объемная активность радона, Бк·м ⁻³ (OAR)					
	Начальная	1 месяц	3 месяца	6 месяцев	1 год	2 года
Резина	80,0	42,0	21,3	14,1	7,8	7,9
Полиэтилен 1	78,5	38,5	19,8	12,7	6,3	6,6
Полиэтилен 2	72,7	31,3	17,4	11,4	5,8	5,5
Полипропилен	93,9	43,6	21,2	14,5	6,9	7,1
Поливинилхлорид 1	71,4	35,1	16,3	11,8	7,1	6,8
Поливинилхлорид 2	64,9	31,9	12,3	7,3	4,6	4,7
Поливинилхлорид Р	101,4	50,9	23,8	11,9	6,2	5,9
Алюминиевая фольга	85,7	43,9	25,0	12,4	6,4	5,4
Модифицированный асфальт	82,9	41,7	20,5	10,8	5,3	5,0

Научно-обоснованные рекомендации по применению тех или иных материалов должны базироваться на комплексных натурных испытаниях, однако до настоящего времени их проведено незначительное количество. В качестве примера, можно привести последнюю работу F. Kurilla [1, 2000 г], в которой автор исследовал девять объектов, с целью определения эффективности конструкции барьеров двойного изолирующего защитного действия от совместного влияния влажност-

ти и радона. Противорадоновые барьеры были выбраны с учетом объемно-планировочных решений, мощности источника радона, вида материалов фундаментов и стен. Барьеры изготавливались из материалов, характеристики которых приведены в табл. 4. Анализ результатов оценки эффективности исследуемых материалов (табл. 5) позволили выбрать наиболее благоприятные и эффективные условия их применения, в зависимости от мощности источника и характера проникновения радона в помещение.

ВЫВОДЫ

С целью эффективного предупреждения отрицательных последствий действия радона необходимо преодолеть сложившиеся стереотипы, что только радиационные аварии или утечки радиоактивных отходов могут создавать угрозу для здоровья людей.

Основным источником радона являются геопатогенные зоны (разломы) земной коры, где радон образуется в результате радиоактивного природного распада радия-226, повсеместно распространенного в природе.

Проникая сквозь трещины, щели и стыки в фундаментах, полы, стены зданий в первые этажи и подвальные помещения, задерживается в них и накапливается. Растворимость радона в воде, колебание уровня грунтовых вод способствует вредному двойному действию влажности и радона.

Проведенные предварительные исследования показали, что серные мастики и бетоны могут рассматриваться как эффективные материалы для создания противорадоновых барьеров полифункционального назначения (газонепроницаемых, гидроизоляционных, радиационно-защитных и др.). Серные бетоны, в отличие от цементных, характеризуются отсутствием активной пористо-капиллярной структуры, что позволяет рекомендовать их при разработке защитных систем для газонепроницаемых конструкций.

Разработка конструктивных способов защиты требует комплексных исследований и разработку рекомендаций по созданию противорадоновых барьеров с учетом особенностей физико-механических, химических, технологических свойств и долговечности строительных материалов.

Дальнейшее повышение газонепроницаемости и плотности серных композиционных материалов должно реализоваться за счет модифицирования серы различными химическими добавками и наполнителями, использования эффективных уплотняющих смесей технологий формования изделий (вибропрессования, вибрирования с пригрузом и т.д.).

В ближайшем будущем следует в ГОСТ по проектированию жилых и общественных зданий внести категории радонового риска в грунтах, грунтовых водах, а также величину максимальной активности радия 226 на уровне $120 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$ при проверке строительных материалов на наличие природных радионуклидов с целью охраны здоровья граждан и улучшения экологии окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курілла Ф. Особливості збереження і регенерації історико-архітектурного середовища в умовах надмірної вологості та радонових забруднень: Автореф. дис. канд. архітектури: 18.00.01 – Львів, Національний ун-т «Львівська політехніка», 2006. – 20 с.
2. Курілла Ф., Печеник О.М. Радон як чинник ризику для здоров'я людей в матеріальному середовищі будинків // 36. Наук. праць вищих навчальних закладів художньо-будівельного профілю України та Росії: “Традиції та новачі у вищій архітектурно-художній освіті” Харківського художньо-промислового інституту, вип.-2. - 3/1, Харків, 2001-2002. – С. 114-115.
3. Kurilla F. Protiradonove difuzne bariery. Stavebnicky casopis, Rocnik:51 cislo:3, Ustav Stavebnictva a architektury SAV, 2003, Bratislava. – s. 12 – 16.
4. Pienkowski B. Materialy budowlane a promieniotworczosc // Materialy Budowlane. -1997. - №8 (300). –S. 53-54.
5. Платонов А.П. Строительные материалы и экология // Автомобильные дороги. - 1992. - № 3. - С. 16.
6. Ступаченко П.П. Структурная пористость и проницаемость цементного камня в бетоне // Изв. вузов. Строительство и архитектура. - 1958. - № 3.
7. Эдельман Л.И., Соминский Д.С., Копчикова Н. В. Исследование распределения пор по размерам в цементном камне // Коллоидный журнал. - Т. 23. - № 2. - 1961.
8. Повышение стойкости бетона и железобетона при воздействии агрессивных сред. Под ред. В. М. Москвина и Ю.А. Саввиной. -М.: Стройиздат, 1975. - 236 с. (10. Газопроницаемость бетона. - С. 118 - 121).
9. Zapalac G.H. A time – dependent method for characterizing the diffusion of ^{222}Rn in concrete // Health Phys. – 1983, 45, №2. Spec.

- Issue Indoor Radon. – Pp. 377 - 383.
10. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Основы бетоноведения. – Санкт-Петербург: ООО «Строй - Бетон», 2006. – 690 с.
 11. Орловский Ю.И. Бетоны, модифицированные серой: Дис. . . д-ра техн. наук: 05.23.05. – Харьков, Харьковский строительный ин-т, 1992. – 529 с.
 12. Betony siarkowe- stabilizacja odpadow. Osrodek Badawczo-rozwojowy Przemyslu siarkowego “Siarkopol”. Tarnobrzeg, 2003. – S. 225.
 13. Чеховский Ю.В. Исследование структуры пор и проницаемости цементного камня: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.23.05 / НИИЖБ, М., 1963.
 14. Защита строительных конструкций от коррозии. Материалы координационного совещания. Под ред. В.М.Москвина и В.М.Медведева. - М.: Стройиздат. – С. 43-55. Саввина Ю.А. О проницаемости бетона.
 15. Грайфер А.Г. Особенности технологии плотных бетонов применительно к сооружениям для транспорта и хранения газообразных продуктов: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.23.05 / НИИЖБ, М., 1968.
 16. Жук Н.Н. Специальные свойства бетонов, модифицированных серой: Дис. . . канд. техн. наук: 05.23.05 / ОГАСиА, Одесса, 2002. – 208 с.
 17. Орловский Ю.И., Жук Н.Н., Королев Е.Я., Лещевский Д. Радиационно-защитные свойства полимерсерного бетона // Материалы III научно-практического семинара: Структура, свойства и состав бетона. – Ровно, 2003. – Рівно: Видавництво Рівненського державного центру науково-технічної і економічної інформації. – С. 126–137.
 18. Королев Е.А., Прошин А.П., Баженов Ю.М., Соколова Ю.А. Радиационностойкие серые строительные материалы. – М.: Палеотип, 2004. – 464 с.
 19. Прошин А.П., Королев Е.А., Болтышев С.А. Сверхтяжелые серные бетоны для защиты от радиации. – Пенза: ПГАСА, 2005. – 224 с.

Хаялиев Л. С., студент, Корохов В.Г., к.т.н., профессор

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Сплавы с особыми свойствами и способы повышения прочности металла

Рассмотрены способы получения, испытания, обработки и применения металлов с повышенной прочностью, жаропрочностью, памятью геометрической формы, рассмотрена перспективность применения таких материалов в технике и конкретные области рационального использования

металлы, сплавы, пластичность, сверхпрочность, применение, теплосмена, дорнование, ультразвук

В связи с неуклонным развитием техники, традиционные материалы по своим свойствам все меньше удовлетворяют возрастающим требованиям, например, необходимы сверхпластичность, сверхпрочность, износостойкость и другие особые свойства. Известные традиционные способы изменения свойств химическим составом, термообработкой не позволяют получить ожидаемых результатов. В поисках решений используют нетрадиционные способы химического воздействия путем введения различных составляющих в строго определенном количестве. Зачастую используют сочетание термического и механического воздействия, магнитные воздействия и особые способы воздействия.

Целью настоящего сообщения является системный анализ целенаправленных способов изменения механических, физических и особых свойств металлических сплавов как широко используемых, так и применяемых для уникального оборудования и приборов. Использование представленных материалов позволит при проектировании конструкций, машин, аппаратов, приборов осуществить целенаправленный выбор требуемых материалов, обеспечивающих максимально эффективное использование этого оборудования при требуемой надежности.

В направлении изменения свойств металла можно выделить такое особое свойство как жаростойкость. Жаростойкие металлы применяют в механизмах и конструкциях, на которые воздействуют высокие температуры (до 1000 °C) и в результате температурного колебания металл теряет свои свойства и выходит из строя. Для более продолжительного использования изделий из стали предлагается повышение жаростойкости отливок за счет комплексного модифицирования стали.

Анализ вышедших из строя деталей из жаростойкой стали 40X24H12СЛ* показал, что основной причиной этого является образование трещин в результате теплосмен. Трещины, как правило, поражают все сечение тела литой детали и проходят по границам транскристаллитов, загрязненных большим количеством неметаллических включений (НВ) и эвтектических карбидов. Наиболее благоприятные характеристики макро- и микроструктуры, прочности, ударной вязкости и жаростойкости достигаются при температуре заливки форм сталью не выше 1530 °C.

Легирование сталей Cr-Ni-Si-Ti-B, позволило получить существенную жаростойкость такой стали, как 35X22H10СТРЛ, не уступающую по механическим свойствам стали 40X24H12СЛ, но значительно превосходящую ее по жаростойкости.

Экономно-легированная сталь 35X22H10СТРЛ не уступает по механическим свойствам стали 40X24H12СЛ, но значительно превосходит по жаростойкости. Промышленные испытания отливок, изготовленных из данного сплава, показали увеличение стойкости в 1,3... 1,5 раза при снижении себестоимости отливок на 10 %.

Сталь для мостостроения. Задача улучшения этой стали состояла в повышении механических свойств для монтажа и эксплуатации ее в условиях отрицательных температур. Поставленная задача решена подбором особого химического состава с дополнительным содержанием ванадия и титана. Таким образом, сталь для мостостроения содержит: углерода 0,03-0,1%; марганца 1,0-1,2%; кремния 0,03-0,1%; меди 0,7-0,8%; никеля 0,7-0,8%; серы 0,010%; фосфора 0,010%; ванадия 0,05-0,10%; титана 0,01-0,08%; остальное-железо.

Эта сталь обладает высоким комплексом механических свойств, в том числе в условиях воздействия отрицательных температур, а именно временное сопротивление разрыву

$\sigma_B = 600 \text{ Н / мм}^2$, предел текучести $\sigma_T = 550 \text{ Н / мм}^2$, относительное удлинение $\delta = 21 - 25\%$, ударную вязкость $KCV^{50} = 55 - 60 \text{ Дж / см}^2$. Кроме того, элементы металлоконструкций в мостостроении из этой стали хорошо свариваются. Содержание углерода в стали находится в границах 0,03-0,10%, такое содержание углерода обеспечивает хорошую пластичность стали и свариваемость, в том числе при низких температурах. Получить содержание углерода менее 0,03 процента от всей массы при выплавке технологически затруднительно.

Важным вопросом повышения надежности конструкции является, повышение прочности металла. Применение современных машин и механизмов, работающих на больших скоростях и со значительными нагрузками, требует решение проблемы повышения срока их службы и, соответственно, срока службы отдельных деталей, входящих в состав машин и механизмов.

Качество поверхностного слоя является одним из главных факторов, определяющих долговечность деталей машин и механизмов. Тщательно обработанная общеизвестными способами поверхность сопрягаемых деталей является носителем остаточных макро- и микронапряжений, усталостных макро- и микротрещин, шаржированных зерен абразива и прочих дефектов. Для повышения прочности и износостойкости деталей необходимо применять методы обработки, улучшающие физические свойства, структуру и микрогеометрию поверхности. Для этого используют следующие способы улучшения качества поверхности:

- дробеструйная обработка увеличивает усталостную прочность в 1,5 раза;
- обкатывание шаром или роликом увеличивает микротвердость поверхности на 40-60%, снижает шероховатость с 5 до 10 класса, требуется несколько проходов инструмента по обрабатываемой детали, образует наклеп значительной толщины;
- дорнование, увеличивает микротвердость поверхности на 25-35%, снижает шероховатость, с 5 до 9-11 класса;
- чеканка увеличивает микротвердость поверхности на 20-70%, толщина наклепа может быть до 20-25 мм, усталостная прочность увеличивается на 50-100%, срок службы деталей увеличивается в два и более раза;
- в результате упрочнения металла взрывной волной, микротвердость поверхности увеличивается на 60-70%, толщина наклепа может быть до 40-50 мм, что недостижимо никакими другими методами, но применение связано с известными технологическими трудностями и не всегда возможно;

Ультразвуковую обработку применяют после чистовой токарной обработки. Ультразвуковой инструмент, зажатый в резцедержатель универсального токарного станка, под действием статической силы, создаваемой прижимом, и динамической силы, создаваемой ультразвуковой колебательной системой, пластически деформирует и упрочняет поверхностный слой детали, увеличивает микротвердость, снимает остаточные макро- и микронапряжения, сглаживает неровности поверхности и создает, в итоге, улучшенный поверхностный слой.

В результате применения этого способа:

- микротвердость поверхности возрастает на 30-300%;
- шероховатость снижается с 5 до 9-14 класса;
- толщина наклепа может быть до 0,1 мм, в отдельных случаях возможно реализовать режим холодной проковки с толщиной наклепа до 15-20 мм;
- сочетая статическую и динамическую составляющие силы ультразвуковой обработки, можно повысить предел текучести;
- предел контактной выносливости повышается на 10-20%;
- удачный микрорельеф повышает свойство удержания обработанной поверхностью масел и смазок и снижает износ при возвратно - поступательном характере относительного движения сопрягаемых деталей;
- повышается коррозионная устойчивость обработанной поверхности;

В результате комплекса перечисленных свойств, детали машин и механизмов, подвергнутые ультразвуковой импульсной упрочняющей чистовой обработке, имеют большую износостойкость,

циклическую прочность, контактную усталость, чем после шлифования, обкатывания шаром и многих других окончательных, финишных, способов, обработки поверхности деталей.

Для авиации потребовались материалы, которые бы обладали комплексом механических свойств, позволяющих выдерживать сочетание разнохарактерных нагрузок.

История алюминиевых авиационных сплавов ведет начало с 1911 г., когда в Германии Альфред Вильм установил, что если алюминиевый сплав, содержащий 4% меди и 0.5% магния, закалить и оставить вылеживаться на воздухе, его прочность существенно повысится. Этот процесс получил название «старения», хотя было бы правильнее назвать его «возмужанием».

При старении атомы меди группируются в мельчайшие зоны, число которых - миллионы. Атомы меди имеют меньший диаметр, чем атомы алюминия, поэтому возникает напряжение сжатия и прочность повышается. Сплав Вильма, который впервые был освоен в Германии на заводах «Дюрал-металлверке», получил название «дюралюмин». Впоследствии, повысив содержание в нем магния до 1.5%, создали очень хороший сплав 2024. И поныне его широко применяют в разных модификациях. При определенном соотношении цинка и магния увеличение содержания меди в сплаве приводит к тому, что одновременно повышается прочность, пластичность, коррозионная стойкость и вязкость разрушения, что дает ему широкое применение в авиации.

Алюминий-литиевые сплавы и являлись новым классом алюминиевых систем, которые характеризуются удачным сочетанием механических свойств: малой плотностью, повышенным модулем упругости и достаточно высокой прочностью. Это позволяет создавать аэрокосмическую технику с меньшей массой, что даёт возможность экономии горючего, увеличения грузоподъемности и улучшения других характеристик летательных аппаратов.

Влияние лития в сплаве Al-Li. Увеличение содержания лития уменьшает плотность алюминия. Добавки лития в пределах твердого раствора приводят к непрерывному увеличению модуля упругости алюминия. При максимальной растворимости лития в твердом растворе модуль упругости составляет 8000 кг/мм^2 . Увеличение содержания лития приводит к повышению «прочностных характеристик алюминия. При содержании лития до 2% прочность сплавов возрастает без снижения пластичности, при дальнейшем увеличении содержания лития пластичность резко снижается. Литий при концентрациях до 0,8% сообщает алюминиевым сплавам повышенную стойкость к коррозии, более высокую, чем у чистого алюминия. Каждый процент лития снижает плотность алюминия на 3 %, повышает модуль упругости на 6% и обеспечивает в сплавах значительный эффект упрочнения после закалки и искусственного старения. Создан целый класс сплавов пониженной плотности различного назначения:

- сплавы для изготовления сварных конструкций;
- высокопрочные сплавы типа В95;
- жаропрочные сплавы.

На базе системы Al-Mg-Zn разработан оригинальный сплав – 1420. Он самый легкий из алюминиевых сплавов, коррозионностойкий, свариваемый, имеет сравнительно высокую (по сравнению с предыдущими сплавами) прочность и повышенный модуль упругости. Сплав закаливается как при охлаждении в воде, так и на воздухе. Механические свойства сплава в процессе старения при 200°C не изменяются, что позволяет легко производить всевозможные технологические операции по деформации в закаленном состоянии. Этот сплав относится к среднепрочным и широко применяется в сварных конструкциях, обеспечивая снижение массы до 20-25 % при повышении жесткости до 6%. Из этого сплава для авиастроения изготавливают плиты, панели, профили, прутки, листы.

Очень высокой жаропрочностью обладает сплав ВАД 23, в который дополнительно включены марганец и кадмий. Состав сплава ВАД 23 в процентах: Li 0.9-1.4; Cu 4.8-5.8; Mn 0.4-0.8; Cd 0.1-0.25; Fe 0.3; Si (не более) 0,2.

Эти алюминий-литиевые сплавы наиболее эффективно применяют в летательных аппаратах. Это связано с тем, что они имеют низкую плотность и более высокие механические свойства по сравнению с традиционными алюминиевыми сплавами, но несколько дороже.

В космической технике для баков, работающих при низких температурах, жидкого водорода и

гелия, тоже использован алюминиевый сплав, который не только не охрупчивается, а наоборот упрочняется и при этом повышает свою пластичность.

Сплав серебра с 20% палладия благодаря повышенной прочности, достаточно высокой коррозионной стойкости и пластичной способности к глубокой вытяжке, нашел широкое применение в электротехнической и медицинской промышленности.

Сплавы с памятью геометрической формы, используемые в космической технике, получают на основе титана и никеля.

ВЫВОДЫ

1. Приведена система способов улучшения важных механических свойств сплавов применяемых в технике, к которым, прежде всего, следует отнести: повышение прочности, пластичности, ударной вязкости, коррозионной стойкости и улучшение свариваемости. Рассматриваются сплавы на основе железа, алюминия, меди, серебра, палладия.
2. Одновременное повышение прочности, пластичности и вязкости стали для металлоконструкций мостостроения, при улучшении ее свариваемости достигается таким составом: углерода 0,03-0,1%; марганца 1,0-1,2%; кремния 0,03-0,1%; меди 0,7-0,8%; никеля 0,7-0,8%; серы 0,010%; фосфора 0,010%; ванадия 0,05-0,10%; титана 0,01-0,08%; остальное-железо.
3. Требуемых механических технологических свойств алюминиевых сплавов, применяемых в авиации и ракетной технике, достигают за счет введения лития, магния, кадмия, цинка.
4. Сплав серебра с 20% палладия, благодаря повышенной прочности, достаточно высокой коррозионной стойкости и пластичности, способен к глубокой вытяжке, он нашел широкое применение в электротехнической и медицинской промышленности.
5. Помимо оптимального химического состава перечисленных сплавов, такие способы технологической обработки изделия как дорнование, обкатка шаром или роликом, дробеструйная обработка, ультразвуковая обработка значительно повышают усталостную прочность металла, снижают шероховатость поверхности, увеличивают твердость, износостойкость соприкасающихся поверхностей трущихся деталей за счет создания регулярного микрорельефа, удерживающего смазочный материал.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исследование структуры сплава серебро-палладий при деформации и отжиге /Мирзаев Д.А., Соколова А.А., Рушиц СВ., Руденко В.К. //Физика металлов и металловедение, 1996, том82, вып.5.-178-189 с.
2. Уточнение интегральной интенсивности рентгеновских лучей для текстурированных металлов ГПУ с помощью метода ЭДРЛ /Д. Кивилия, Е. Лайне //Новые методы исследования текстуры поликристаллических материалов. Сб.ст.- М.: Металлургия, 1985.-299-305 с.
3. Вассерман Г. Гревен И.-Текстуры металлических материалов// М.Металлургия, 1969.-654 с.
4. Бородкина М.М., Спектор Э.Н.- Рентгенографический анализ текстуры металлов и сплавов// М.: Металлургия, 1981.-271 с.
5. Вишняков Я.Д., Бабарэко А.А.-Теория образования текстур в металах и сплавах// М.:Наука,1979.-343с.

Раздел 4. Технология промышленного и гражданского строительства

УДК 691:699.86

Головченко И.В., к.т.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Выбор рациональной технологии изготовления теплоизоляционных изделий из материала «СИЦИЛ»

Приводится новая технология изготовления жестких теплоизоляционных изделий из материала «Сицил», которая включает две стадии. Особенностью данной технологии является возможность технологического перерыва между 1-й и 2-й стадиями изготовления изделий до нескольких недель.

Теплоизоляция, материал «Сицил», технология изготовления, силикат натрия, известняк, серная кислота, изотермический режим, адгезия.

В настоящее время большое внимание уделяется утилизации отходов камнепиления известняка и отходов серно-кислого производства. На кафедре технологии строительного производства Национальной академии природоохранного и курортного строительства разработан теплоизоляционный материал «Сицил», включающий данные отходы.

Важнейшими факторами, оказавшими наибольшее влияние на выбор технологии производства изделий из материала «Сицил» являются адгезия изделий к стенкам форм и качество заполнения материалом углов форм.

Первоначально изделия производили по одностадийной литьевой технологии в следующей последовательности:

1. Силикат натрия в виде гранул и известняк измельчали в шаровой мельнице марки МБЛ до крупности помола $2000\text{ см}^2/\text{г}$.
2. В отдельной емкости готовили водный раствор серной кислоты с $\text{pH}=2,0$
3. Силикат натрия и известняк дозировали и смешивали в сухом виде, а затем затворяли водным раствором кислоты.
4. Смесь тщательно перемешивали до образования равномерной пластичной массы. Подвижность смеси определяли на приборе Суттарда до расплыва 14 см согласно общепринятой методики на гипсовое вяжущее.
5. Смесь требуемого объема заливали в формы, которые помещали в сушильную камеру, предварительно разогретую до температуры $170\text{--}200^\circ\text{C}$.
6. Сушильную камеру разогревали до температуры 350°C , после чего изделия обрабатывали в изотермическом режиме в течение 2-10 часов в зависимости от габаритов изделий.
7. После изотермического режима осуществляли плановое охлаждение изделий до температуры наружного воздуха в течение 8 часов.

Однако формование изделий на жидкой сырьевой смеси требует проведения специальных противоадгезионных мероприятий, так как прилипание изделий к формам настолько велико, что при распалубке излом идет по телу изделия, а не по пограничному слою.

В качестве противоадгезионной смазки были опробованы как традиционные для производства железобетона мылонафт и масляные смазки, так, и высокотемпературные лаки, пластилин, алюминиевая фольга и другие металлические прокладки.

В процессе дальнейших исследований был разработан принципиально другой путь технологического процесса – двухстадийная технология получения изделий.

На первой стадии сырьевую смесь готовили аналогично одностадийной технологии, а затем заливали в формы, смазанные машинным маслом. Формы помещали в сушильную камеру 1-й стадии и смесь подсушивали в течение 1,5 – 2 часа при температуре $60\text{--}80^\circ\text{C}$. Таким образом из смеси удалялась лишняя влага и она как бы «схватывалась». Как показали исследования никакие химические реакции между компонентами смеси при данной температуре не происходят.

Такие заготовки совершенно не прилипали к формам, их легко хранить, они имеют вид плас-

тин, малогабаритны и транспортабельны. Формы заготовок 1-й стадии несколько меньше по размерам, чем формы 2-й стадии. Это сделано для того, чтобы заготовки легко можно было установить формы 2-й стадии.

Ко 2-й стадии относится непосредственное формование и сушка изделий. Пластины – заготовки устанавливают в формы будущих изделий и подвергают термообработке при температуре 350°C. Здесь заготовки вспучиваются, принимают форму изделия, но уже практически не адгезируют к стенкам формы.

Анализируя проведенные исследования, было решено разрабатывать технологическую линию по производству изделий из материала «Сицил» с использованием двухстадийной технологии.

Под разработанную двухстадийную технологию была запроектирована технологическая линия по производству изделий из материала «Сицил» (плит, полуцилиндров) производительностью 2000м³ изделий в год.

ВЫВОДЫ

1. Изготовление и применение теплоизоляционного материала «Сицил» особенно актуально в Крыму, на территории которого расположены карьеры по добыче пильного известняка и химические предприятия.
2. Применение двухстадийной технологии изготовления изделий из материала «Сицил» позволяет улучшить их качество, а также создать запасы заготовок для бесперебойной работы технологической линии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.С. 1733431 (СССР) Сырьевая смесь для получения теплоизоляционного материала. (Симферопольский филиал ДИСИ. Авт. Изобретения В.Г.Сургучев, Л.П.Махновский. Заявл. 20.10.85. №3969351)
2. Бабушкин В.И., Матвеев Г.М., Мчедлов-Петросян О.П. Термодинамика силикатов – М.: Стройиздат. 1986 – 408с.
3. Тотурбиев Б.О. Строительные материалы на основе силикатно-натриевых композиций. – М.: Стройиздат, 1988 – 208с.

Головченко И.В., к.т.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Выбор рациональных схем механизации работ при прокладке подземных теплотрасс в различных условиях строительства

Проанализированы различные схемы механизации работ при прокладке подземных теплотрасс в непроходных каналах. Показана зависимость структуры работ по прокладке подземных теплотрасс от вида теплоизоляционных материалов и степени стесненности фронта работ. Предложены принципы выбора рациональных технологических решений при прокладке подземных теплотрасс.

Теплотрасса, стесненность, теплоизоляционный материал, непроходной канал, структура работ, комплексный процесс

Монтаж трубопроводов теплотрасс в непроходных каналах возможен по различным монтажным схемам в зависимости от применяемых средств механизации и условий производства работ.

В качестве средств механизации наиболее часто применяются автомобильные краны и тракторные краны-трубоукладчики. При невозможности их применения из-за стесненности фронта работ могут быть применены одноковшовые экскаваторы с гидравлическим приводом 4-й и 5-й размерных групп, а также лебедки.

Анализ нормативных источников и производственного опыта показывает, что наименее трудоемким способом прокладки подземных теплотрасс в непроходных каналах является предварительная теплоизоляция труб на бровке траншеи и последующий их монтаж автомобильными кранами или тракторными кранами-трубоукладчиками.

Однако применение данных схем возможно при нестесненных или малостесненных условиях производства работ. В этом случае грунт разрабатывается экскаватором навывмет и складывается на одной бровке траншеи или грузится на транспорт, а на другой бровке располагаются конструкции, трубы и монтажные механизмы. При этом ширина этой бровки $b \geq 6$ м. Монтаж трубопроводов в этих случаях можно вести секциями длиной до 12 м.

В стесненных условиях производства работ, когда площадка для складирования грунта отсутствует, а площадка для размещения машин $4,5 \leq b < 6$ м возможно применение тракторного крана-трубоукладчика, который доставляет с приобъектного склада и монтирует сначала конструкции непроходных каналов, а затем секции трубопроводов длиной 12 м. При этом экскаватор может разрабатывать грунт с погрузкой в транспортные средства, т.к. ширина площадки допускает движение транспортных средств.

В особых условиях при ширине площадки $b < 4,5$ м возможно применение лебедок и навесного оборудования к гидравлическим экскаваторам – обратная лопата.

При $3,5 \leq b < 4,5$ м возможно применение лебедок для укладки в траншеи секций длиной до 12 м. В этом случае секции трубопроводов раскладывают вдоль будущей траншеи до её разработки. Экскаватор разрабатывает грунт с погрузкой в транспортные средства, подаваемые сзади и сразу монтирует конструкции каналов, которые подаются в зону действия экскаватора автотранспортом. Затем против каждой секции устанавливается лебедка и две направляющие по которым секция опускается в траншею.

При ширине площадки для складирования конструкций $b < 3,5$ м установка лебедки невозможна.

В этом случае в качестве монтажного механизма может быть применен экскаватор – обратная лопата с гидравлическим приводом 4-й или 5-й размерных групп.

Если позволяет ширина площадки и размер конструкций каналов, то их раскладка производится вдоль бровки будущей траншеи до её разработки. Если площадку организовать невозможно, то экскаватор сначала разрабатывает грунт в транспортные средства, подаваемые сзади, затем с транспортных средств, также подаваемых сзади монтируются конструкции каналов и секции трубопроводов длиной 6 м.

Данный способ монтажа конструкций каналов является наиболее трудоемким и продолжительным, т. к. не позволяет вести земляные работы, монтаж конструкций каналов и монтаж трубопроводов параллельными потоками.

Кроме условий производства на технико – экономические показатели работ оказывает влияние вид теплоизоляционных материалов.

При использовании мягких теплоизоляционных материалов тепловую изоляцию трубопроводов выполняют в траншеях после их монтажа и сварки. При использовании жестких теплоизоляционных материалов в нестесненных и малостесненных условиях возможна предварительная теплоизоляция труб на бровке траншеи, а затем монтаж изолированных секций. Это существенно увеличивает производительность труда.

Анализ структуры работ и разработанных на её основе циклограмм показывает, что с возрастанием степени стесненности увеличивается количественный состав комплексных процессов и количество технологических перерывов. Это приводит к снижению технико-экономических показателей производства работ.

В основу выбора рациональных решений по прокладке подземных теплотрасс в непроходимых каналах положены следующие принципы:

- 1.Определение границ применения для различных условий стесненности организационно-технологических решений и методов производства работ.
- 2.Систематизация разработанных решений и формирование на их основе укрупненной структуры работ.
- 3.Технико-экономическое обоснование рациональных вариантов производства работ.

ВЫВОДЫ

- 1.На основе построения укрупненной структуры работ и технико-экономического анализа предложена методика выбора рациональных схем механизации работ при прокладке подземных теплотрасс в непроходных каналах.
- 2.При построении укрупненной структуры работ необходимо учитывать не только степень стесненности по фронту работ, но и вид теплоизоляционного материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Беляков Ю.И. Организационно-технологические правила прокладки подземных трубопроводов в стесненных условиях строительства и реконструкции промпредприятий. / Беляков Ю.И., Снежко А.П., Резун А.В. и др. – Киев, 1986. – 145с./
- 2.Захарченко С.Е. Справочник строителя тепловых сетей. – М.: Энергоиздат, 1984. – 184с.
- 3.Матюхин А.Н., Щепкина Г.Т., Неёлов В.А. Теплоизоляционные и гидроизоляционные работы. – М.: Высш. шк., 1991. – 287с.

Жидов С.Н., аспирант

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Фильтр-осушитель для пневмотранспортных систем

Рассмотрена новая конструкция фильтра-осушителя для пневмотранспорта сыпучих грузов и приведены результаты испытаний.

Пневмотранспорт, сыпучий материал, адсорбционный осушитель, аналитический фильтр, весовой метод, сжатый воздух, степень очистки, точка росы, флуориметр.

Эффективность работы любых пневмотранспортных систем в значительной степени зависит от качества подготовки сжатого воздуха, являющегося энергоносителем транспортируемых пылевидных грузов. Поэтому создание надежных и простых по конструкции фильтров для очистки сжатого воздуха от масла и влаги является весьма актуальной задачей.

Обычно, в общей схеме очистки сжатого воздуха подаваемого компрессорными установками, после фильтров грубой очистки устанавливают фильтры – осушители, позволяющие, сжатый воздух давлением более 0,6 МПа, очищать и осушать не ниже 0 класса по ГОСТ 17433-80. Точка росы по маслу и влаге не должна превышать -40°C [1].

Существующие конструкции фильтров имеют ряд недостатков. К основным можно отнести: 1) низкий ресурс эксплуатации, 2) большие потери давления на выходе фильтра, 3) высокие эксплуатационные затраты, связанные со значительным энергопотреблением и сложностью обслуживания фильтров [2].

Разработана и испытана конструкция адсорбционного осушителя (фильтра-осушителя) воздуха, защищенная патентом Украины № 18321 (авторы: Морозов А.Д., Васильев Н.В., Жидов С.Н.) [4].

Фильтр-осушитель Рис.1,2 состоит из заполненных адсорбентом колонн 1 и 2, дросселей с обратным клапаном 3 и 4, входного фильтра грубой очистки 5 и выходного фильтра тонкой очистки 6, пятилинейного пневмораспределителя 7, каналов 8,9,10,11,12,13, двухлинейного пневмоклапана 14, датчиков давления 15 и 17, таймера (не показан) и глушителя 16. На рис.2 схематично представлены колонны 1 и 2, выполненные в виде заглушенных сверху патрубков 18, заполненных адсорбентом 19, с расположенными по центру трубопроводами 20 и 21, которые служат попеременно для отвода осушенного сжатого воздуха и для подачи осушенного сжатого воздуха на регенерацию адсорбента 19, патрубки 18 внизу снабжены фланцами 22, закрепленными на распределительной плите 23, в которой выполнены каналы 24 и 25.

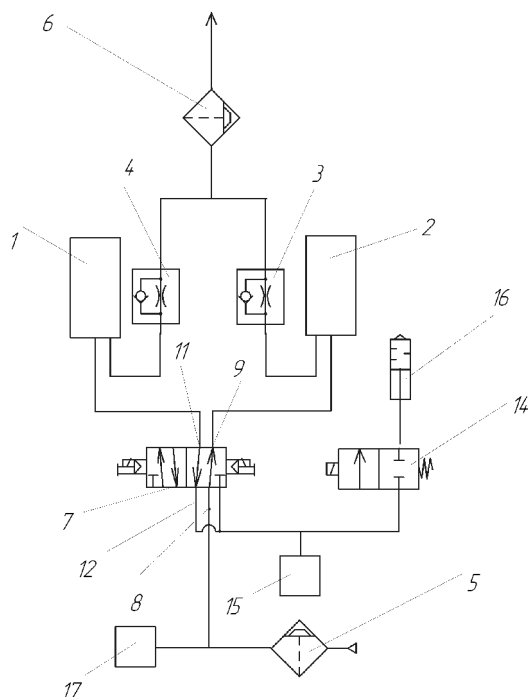


Рис.1. Принципиальная схема фильтра-осушителя

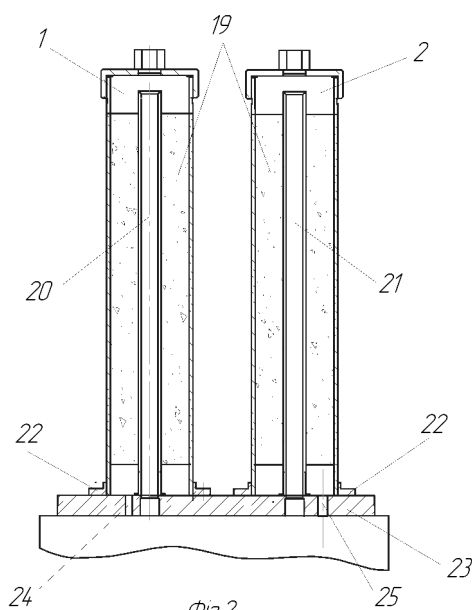


Рис.2. Схематичное представление колонн фильтра-осушителя

Адсорбционный осушитель работает следующим образом.

Сжатый воздух после компрессора и фильтра предварительной очистки (например, циклон) поступает на вход осушителя в фильтр грубой очистки 5, где удаляется капельная влага и масло и твердые включения. Затем воздух поступает в каналы 8 и 9 пневмораспределителя 7 на вход колонны 2, проходит через слой адсорбента, где осуществляется его осушка. Большая часть осушенного воздуха через фильтр тонкой очистки 6 поступает к потребителю. 20% осушенного воздуха через дроссель 4 поступает на выход колонны 1 и восстанавливает ранее отработанный адсорбент. Влажный воздух по каналам 11 и 12 пневмораспределителя 7 поступает на вход двухлинейного пневмоклапана 14 и далее через глушитель 16 выбрасывается в атмосферу. После завершения процесса регенерации в колонне 1 происходит переключение пятилинейного пневмораспределителя 7, в этот момент двухлинейный пневмоклапан 14 закрывается на короткий промежуток времени и давление в колоннах 1 и 2 выравнивается. Это необходимо для предохранения от разрушения адсорбента. Далее процесс повторяется, но теперь в колонне 1 осуществляется осушка, а адсорбент в колонне 2 восстанавливается. Работой осушителя управляет электронное устройство, основным элементом которого является таймер, жестко запрограммированный на попеременное включение электромагнитов пятилинейного пневмораспределителя 7, при котором изменяется направление потока сжатого воздуха. Датчики давления 15 и 17 выдают на электронное устройство управления электрические сигналы, позволяющие осуществлять работу осушителя в автоматическом режиме в зависимости от условий эксплуатации.



Рис.3 Общий вид фильтра-осушителя

- воздух, необходимый для испытаний соответствовал 0 классу по ГОСТ 17433-80.

В качестве поглотителя использовали наборы аналитических фильтров, установленных на входе и выходе фильтра осушителя [3]. Определение содержания паров масла в растворе производили по оценке интенсивности его флуоресценции под действием ультрафиолетового излучения при помощи фотоэлектрического флуориметра.

После отбора проб на аналитические фильтры, последние тщательно промывали в измерен-

Исследование эффективности работы фильтра-осушителя новой конструкции проводилось по следующим методикам:

1. Определение степени очистки сжатого воздуха осуществляли люминесцентным методом.

Фильтр-осушитель испытывали при номинальном давлении и расходе сжатого воздуха методом изокINETического отбора проб. Степень очистки A в процентах:

$$A = 100 - K,$$

где: K – коэффициент проскока масляного тумана

$$K = \frac{\text{Сп.м.2}}{\text{Сп.м.1}} \times 100 ,$$

где: Сп.м.1 – содержание паров масла, уловленных поглотителем (мг) до очистного устройства. Сп.м.2 – содержание паров масла, уловленных поглотителем после очистного устройства.

Испытания проводили при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха 20 ± 5 С;
- концентрация масляного тумана 100 мг/м^3 ;
- дисперсность (средний радиус частиц масляного тумана) $1,5 \dots 2 \text{ мкм}$;

ном количестве растворителя. Затем определяли концентрацию масла в растворе фотоэлектрическим флуориметром [3].

Содержание паров масла в воздухе (Сп.м.) в мг/м³:

$$\text{Сп.м.} = m / V$$

где: m – содержание масла в растворе, в мг

V – объем пробы воздуха, прошедшего через аналитические фильтры, выполняющие роль поглотителя м³

$$V = Q_n t,$$

где: Q_n – расход воздуха, приведенный к нормальному состоянию, через аналитические фильтры м³/ мин.

t - время измерения, мин.

2. Степень осушки(точка росы) определяли весовым методом.

Производили взвешивание снаряженных силикагелем-индикатором U- образных трубок, установленных на выходе фильтра-осушителя. Расход воздуха 0,1 м³/час. Отбор пробы производили в течение двух часов. Изменение цвета в трубке не допускали.

Влагосодержание воздуха d

$$d = (m_T - m_C) / m_B \text{ мг/кг},$$

где: m_T – общая масса трубок после испытаний, мг;

m_C – общая масса снаряженных трубок до испытаний, мг;

m_B - масса пробы воздуха после осушки, кг;

$$m_B = 342 V p / T \text{ кг},$$

где: V – объем пробы воздуха, при давлении p и температуре T м³;

p – абсолютное давление воздуха возле расходомера, кгс/см²;

T – абсолютная температура воздуха возле расходомера, К.

Точку росы воздуха определяли по табл. приложения ГОСТ 24484-80.

ВЫВОДЫ.

В результате проведенных исследований было установлено:

1. Степень очистки воздуха на выходе фильтра-осушителя - 99,95%, что соответствует 0 классу загрязненности по ГОСТ 17433-80.
2. Содержание водяных паров в пробе воздуха на выходе фильтра-осушителя при избыточном давлении воздуха 0,6 МПа - 16,2 мг/кг, что соответствует температуре точки росы осушенного воздуха – 40 С.
3. Фильтр-осушитель технологичен в изготовлении и имеет меньшую материалоемкость по сравнению с аналогами.
4. Схема управления позволяет легко перенастраивать режимы регенерации адсорбента в зависимости от влажности окружающего воздуха.
5. Конструктивные особенности фильтра-осушителя обеспечивают высокую надежность всего устройства и гарантируют повышенный ресурс эксплуатации.
6. Простота обслуживания и низкое энергопотребление фильтра-осушителя позволяют существенно снизить эксплуатационные затраты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пирумов А.И. «Обеспыливание воздуха», М., «Стройиздат», 1981.-296 с.
2. Старк С.Б. «Пылеулавливание и очистка газов в металлургии», М., «Металлургия», 1977.-328 с.
3. Ужов В.Н., Мягков Б.И. «Очистка промышленных газов фильтрами», М., «Химия», 1970.-320 с.
4. Описание к патенту Украины № 18321 (бюл. № 11, 2006 г.)

Корохов В.Г., к.т.н. профессор, Бурова И.В., инженер, Гармаш М.А., инженер
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Расчет размеров фасонной формующей головки пресса для погонажных изделий из бетона, глины, пластмасс

Приведена методика расчета размеров фасонной формующей головки пресса для получения погонажных изделий различной геометрической формы в поперечном сечении. Полученные расчетные зависимости могут быть использованы при проектировании прессов с легкосменными головками, обеспечивающими также требуемое давление прессования сырья и стабильную работу машины.

Прессование, формующая головка пресса, давление осевое, радиальное, масса, движение ламинарное, турбулентное, коэффициенты трения, бокового давления, скорость, диаметр, длина, конусность

Погонажные изделия небольшого поперечного сечения и значительной длины изготавливают из бетона, глины, пластмасс, в основном, на шнековых прессах. В качестве формообразующего рабочего органа в этих прессах используют цилиндрические или фасонные формующие головки. Конфигурация и размеры поперечного сечения выходного сопла головки определяют, соответственно, конфигурацию изготавливаемого изделия. Легкая сменяемость головок с различной формой сопла обеспечивает легкую переналадку пресса на выпуск даже небольших партий изделий различного вида. Чтобы придать изделию требуемую плотность и оно не оплывало и не теряло свою первоначальную геометрическую форму, а сохраняло бы ее при сушке или термообработке, в прессе должно создаваться необходимое давление прессования, которое обеспечивается конструкцией шнекового механизма и определенными размерами формующей головки, создающей требуемое противодействие непрерывно движущейся прессуемой массе.

В опубликованной нами статье [5] приведена методика расчета длины формующей головки простейшей геометрической формы – цилиндрической. В ней противодействие прессуемой массе, т.е. требуемое давление прессования, обусловлено только силами трения этой массы о внутреннюю поверхность головки. Прессы с формообразующим элементом такой конструкции используют для изготовления изделий, соответственно, цилиндрической формы – труб, кругляка, у которых наружный диаметр равен диаметру формующего шнека – нагнетательного элемента машины.

Понятно, что нужды промышленного производства не могут ограничиваться только цилиндрическими изделиями с жестко фиксированным наружным диаметром, равным наружному диаметру рабочего органа пресса. Потребность в изготовлении цилиндрических изделий иного диаметра, а также изделий и иной геометрической формы, помимо круглой в поперечном сечении, обуславливает необходимость применения фасонной формующей головки. Такая формующая головка должна обеспечить переход прессуемой массы и ее формообразование на пути движения от нагнетающего шнека к калибрующему участку (соплу) этой же головки.

Принципиальная схема формующего шнекового пресса показана на рис. 1. Вращающийся шнек 1 размещен в замкнутом цилиндре 2 диаметром D_1 . Над этим цилиндром находится сообщающийся с ним бункер 3 для приема прессуемого сырья, которое из него попадает в межвитковые каналы вращающегося шнека 1. Влево от торца шнека 1 к цилиндру примыкает коническая формующая головка 4. Сырье перемещается шнеком, испытывая давление со стороны его витков. Оно уплотняется и перемещается в формующую головку 4. Степень уплотнения сырья зависит от давления прессования, которое определяется сопротивлением его движению в формующей головке. А это значит, что зависит от продольных и поперечных размеров головки и от угла ее конусности. Поэтому, длина ℓ формующей головки, ее поперечные размеры и угол конусности α являются искомыми конструктивными параметрами машины, обеспечивающими эффективность ее работы.

Определенная сложность при проектировании прессов различной производительности и для изделий различного поперечного сечения с формообразующими головками сложной конфигурации или с набором различающихся между собой таких формообразователей состоит в том, что эти

головки выполняют одновременно две функции: формообразование изделия и создание необходимого противодействия движущейся массе для того, чтобы прессование происходило при заранее известном давлении, заданном технологией изготовления изделия, и полученное погонажное изделие сохраняло бы свою геометрическую форму при последующей сушке или термообработке. Осевое давление, создаваемое шнеком, а, следовательно, и радиальное давление массы на стенки канала формирующей головки, непостоянны вдоль ее длины, что усложняет расчет размеров этой головки.

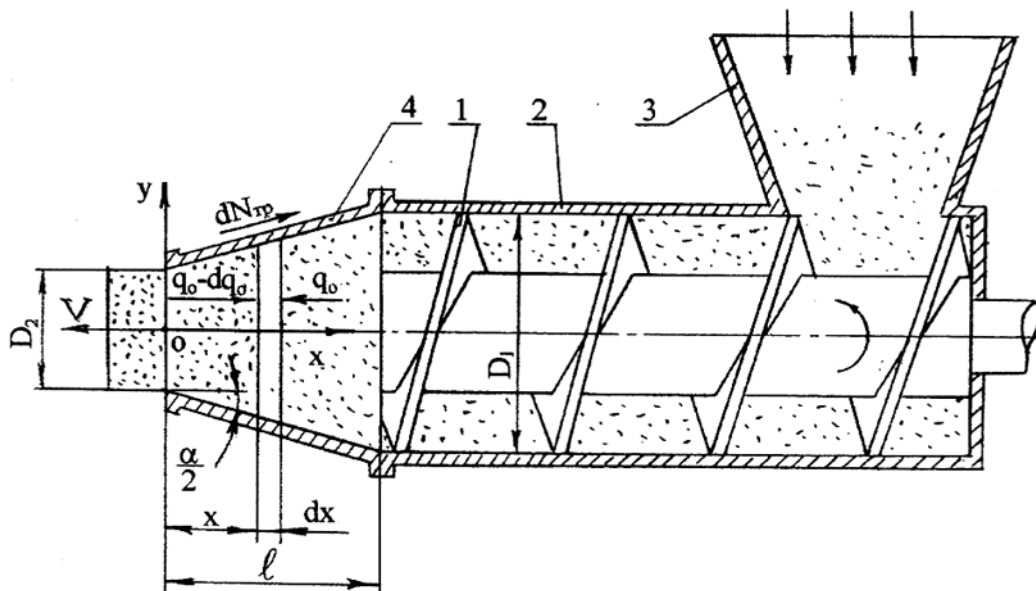


Рис.1. Шнековый пресс с конической формирующей головкой. Формование кругляка.

Непостоянство давления вдоль камеры прессования изменяется по закону, близкому к линейному: по мере удаления прессуемой массы от шнека давление уменьшается в результате расхода энергии на преодоление внешнего и внутреннего трения, что подтверждено многочисленными экспериментальными исследованиями.

Создание нужного давления прессования обусловлено двумя факторами: с одной стороны – конструкцией и режимными параметрами шнекового механизма, а с другой стороны – размерами и уклонами стенок фасонной формирующей головки, создающей нужное противодействие.

При недостаточном противодействии изделие получится рыхлым, нестабильной геометрической формы, а при слишком большом противодействии возможна «запрессовка» машины, когда при вращающемся шнеке прекращается поступательное перемещение массы, и нередко это сопровождается разрушением деталей пресса – выходом из строя деталей привода, разрывом цилиндра или головки.

Цель настоящей работы состоит в получении расчетной зависимости между заданным давлением прессования изделия, то есть – нужным противодействием, создаваемым фасонной формирующей головкой, ее длиной и углом конусности стенок, для использования этой зависимости при проектных расчетах прессов с формирующими головками требуемой конфигурации, которые позволят изготавливать непрерывным прессованием плотные погонажные изделия нужного поперечного сечения.

Если в цилиндрической формирующей головке происходит равномерное ламинарное движение прессуемой массы и нужное противодействие создается только силами ее трения о внутреннюю поверхность стенок, то в фасонной сужающейся головке помимо указанных пристенных сил трения вязкого подслоя возникают значительные местные внутренние сопротивления вследствие трения и перемешивания частиц между собой. Это существенно усложняет возможность определения расчетным путем суммарных сопротивлений, на которые, в данном случае, влияет несколько факторов. В связи с изменением конфигурации живого сечения канала формирующей головки частицы массы постоянно перемешиваются между собой, скорость их во всех точках потока по-

стоянно изменяется по величине и направлению, возникают поперечные циркуляции и вихри разных направлений. Они являются источниками пульсаций скоростей и давлений, а от них, в свою очередь, и зависят возникающие касательные напряжения. Сложное движение частиц массы, вызывающее сопротивление ее течению по формующей головке, складывается из их поступательного движения со скоростью U и компонентов угловых скоростей $\omega_x, \omega_y, \omega_z$. По известным уравнениям из теории гидравлики [6] следует, что

$$\left. \begin{aligned} \omega_x &= \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_z}{\partial y} - \frac{\partial u_y}{\partial z} \right) \\ \omega_y &= \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_x}{\partial z} - \frac{\partial u_z}{\partial x} \right) \\ \omega_z &= \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_y}{\partial x} - \frac{\partial u_x}{\partial y} \right) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

При этом потенциал скорости будет равен:

$$V = \frac{1}{2} \left[\frac{\partial u_x}{\partial x} x^2 + \frac{\partial u_y}{\partial y} y^2 + \frac{\partial u_z}{\partial z} z^2 + \left(\frac{\partial u_z}{\partial y} + \frac{\partial u_y}{\partial z} \right) yz + \left(\frac{\partial u_x}{\partial z} + \frac{\partial u_z}{\partial x} \right) zx + \left(\frac{\partial u_y}{\partial x} + \frac{\partial u_x}{\partial y} \right) yx \right] \quad (2),$$

где: x, y, z – координаты частиц массы с определенным направлением движения.

Приведенные уравнения описывают качественную сторону процесса движения массы в формующей головке. Анализ этих уравнений позволяет понять природу этого движения и указывает на существенное влияние угловых скоростей частиц на скорость движения массы, на возникновение напряжений и сопротивлений этому движению. Местные потери напора или противодействие при движении вязко-пластичной массы внутри конической формующей головки в виде конфузора описываются в теории гидравлики [6] следующей зависимостью:

$$h_{мп} = \frac{V^2}{2q} \left[\xi_{к.вх.} \left(1 - \frac{D_2^2}{D_1^2} \right) + f_{тр} \right], \quad (3)$$

где: V – средняя скорость движения массы в поперечном сечении за местным сопротивлением сужающейся конической головки; ее значение определяется по известному расходу прессуемой массы (производительности пресса), отнесенному к площади живого сечения канала в месте его максимального сужения;

$\xi_{к.вх.}$ – коэффициент местного сопротивления; его находят из табл. 1 в зависимости от отношения площади поперечного сечения S_1 головки в месте ее наибольшего диаметра D_1 к площади S_2 меньшего диаметра D_2 ;

$f_{тр}$ – коэффициент сопротивления трению (коэффициент трения скольжения массы о стенки головки), зависит от физико-механических свойств прессуемой массы и шероховатости стенок головки; определяется экспериментально; обычно находится в пределах от 0,15 до 0,25.

Таблица 1

Значения коэффициента местного сопротивления $\xi_{к.вх.}$ в зависимости от отношения площадей поперечного сечения головки S_1/S_2 , соответственно, со стороны входа и выхода массы

S_1/S_2	1,56	1,78	2,25	2,78	4	6,25	9	11,11	16	28,6	36
$\xi_{к.вх.}$	0,17	0,081	0,039	0,323	0,362	0,482	0,692	0,742	1,139	1,684	2,012

Для дальнейших преобразований представим уравнение (3) в развернутом виде:

$$h_{\text{м.п.}} = \frac{f_{\text{тр}} \cdot V^2}{2q} + \frac{\xi_{\text{к.вх.}} \cdot V^2}{2q} \left(1 - \frac{D_2^2}{D_1^2} \right) \quad (4)$$

В правой части уравнения (4) первое слагаемое с коэффициентом трения $f_{\text{тр}}$ представляет собой значение потери давления, создаваемого шнеком на внешнее трение о стенки канала формующей головки. Второе слагаемое – это потери давления на внутреннее трение частиц массы.

Для расчета длины ℓ конической формующей головки, обеспечивающей требуемое давление прессования, на рис.1 выделен кольцевой элемент находящейся в равновесии массы толщиной dx . Ось x прямоугольной системы координат расположим вдоль оси прессы, за начало координат примем точку на торце усеченного конуса. Силами веса и инерции частиц пренебрегаем ввиду их малости и того, что они гасятся вязкостью прессуемой массы.

На выделенный элемент прессуемой массы, находящейся в формующей головке, действует со стороны шнека осевое давление g_o , а с противоположной стороны давление $g_o - dg_o$, представляющее собой суммарную потерю давления как на трение массы о стенки головки, так и вследствие сопротивления движению массы при внутреннем трении частиц. Площадь кольца, на которую действует осевое давление шнека, обозначим через F . Сила этого давления равна произведению площади кольца на указанное осевое давление, т.е. $F \cdot dg_o$. Из условия равновесия действующих сил названная сила давления уравновешивается приращением сил сопротивления dN_c . Спроектировав эти силы на ось x получаем:

$$F \cdot dg_o = dN_c \quad (5)$$

Левая часть этой зависимости в единицах силы равна:

$$F \cdot dg_o = \frac{\pi D_1^2}{4} \cdot dg_o, \text{ где} \quad (6)$$

D_1 – наружный диаметр шнека.

Правая часть равенства (6) также в единицах силы равна:

$$dN_c = \left[\frac{f_{\text{тр}} \cdot g_r \cdot V^2}{2q} + \frac{V^2 \xi_{\text{к.вх.}} \cdot g_o}{2q} \left(1 - \frac{D_2^2}{D_1^2} \right) \right] dx \quad (7)$$

Радиальное давление g_r составляет часть осевого давления и оно равно $g_r = g_o \cdot \square$. Коэффициент бокового давления $\square$ сырья определяется в лабораторных условиях на стабилометре. Для названных выше прессуемых материалов он находится в широких пределах – от 0,7 до 0,95. Произведение коэффициента трения $f_{\text{тр}}$ и радиального давления g_r представляет собой силу трения $dN_{\text{тр}}$, действующую на длине выделенного элемента dx . Угол конусности $\alpha/2$ между вектором силы трения $N_{\text{тр}}$ и вектором скорости V осевого перемещения массы шнеком представляет собой угол давления, который во избежание остановки перемещаемой шнеком массы, должен быть меньше угла трения ($\tan \alpha_{\text{тр}}/2 = f_{\text{тр}}$) для рассматриваемой пары материалов «прессуемое сырье – стенка формующей головки». С увеличением этого угла, т.е. угла конусности головки, сопротивление перемещению массы возрастает.

Приравнявая правые части уравнений (6) и (7), заменив dx на $d\ell$ и выразив радиальное давление g_r через произведение осевого давления g_o и коэффициента бокового давления $\square$, с выносом общих множителей за скобку, получим:

$$\frac{\pi D_1^2}{4} \cdot dg_o = g_o \cdot \frac{V^2}{2q} \left[f_{\text{тр}} \cdot \varepsilon + \xi_{\text{к.вх.}} \left(1 - \frac{D_2^2}{D_1^2} \right) \right] d\ell \quad (8)$$

откуда:

$$dx = d\ell = \frac{2\pi D_1^2 q}{4V^2 \left[f_{\text{тр}} \cdot \varepsilon + \xi_{\text{к.вх.}} \left(1 - \frac{D_2^2}{D_1^2} \right) \right]} \cdot dg_o \quad (9)$$

После преобразования получим:

$$d\ell = \frac{dg_o}{g_o} \frac{15,4D_1^2}{V^2 \left[f_{\text{тр}} \cdot \varepsilon + \xi_{\text{к.вх.}} \left(1 - \frac{D_2^2}{D_1^2} \right) \right]}, \text{ откуда} \quad (10)$$

$$\ell = \frac{15,4D_1^2}{V^2 \left[f_{\text{тр}} \cdot \varepsilon + \xi_{\text{к.вх.}} \left(1 - \frac{D_2^2}{D_1^2} \right) \right]} \int_{g_{o \text{ кон}}}^{g_{o \text{ нач}}} \frac{dg_o}{g_o}, \text{ где} \quad (11)$$

ℓ, D_1, D_2 - размеры в метрах.

После интегрирования и введения уточняющего эмпирического коэффициента получаем расчетное уравнение для определения длины формующей головки пресса, позволяющей вести процесс при заданном давлении прессования:

$$\ell = \frac{0,005D_1^2}{V^2 \left[f_{\text{тр}} \cdot \varepsilon + \xi_{\text{к.вх.}} \left(1 - \frac{D_2^2}{D_1^2} \right) \right]} \ln \frac{g_{o \text{ нач}}}{g_{o \text{ кон}}} \quad (12)$$

В том случае, если необходима формующая головка переходной конфигурации от круга диаметром D_1 не к кругу диаметром D_2 , а к квадрату или прямоугольнику для получения изделия соответствующего профиля в поперечном сечении, то в уравнении (12) вместо отношения квадратов диаметров следует принимать отношение соответствующих площадей [6] с введением корректирующего коэффициента для прямоугольного сечения, уменьшающего длину головки на 5-8%.

После определения длины ℓ формующей головки по указанной зависимости (12) при известных диаметрах D_1 и D_2 , необходимо по этим определившимся размерам вычислить угол конусности $\alpha/2$ проектируемой головки и сравнить его с углом трения для пары материалов «прессуемое сырье – внутренняя поверхность стенки формующей головки». Угол конусности $\alpha/2$ головки должен быть меньше угла трения, тангенс которого равен коэффициенту трения указанной пары материалов, т.е. $\text{tg } \alpha_{\text{тр}}/2 = f_{\text{тр}}$. В противном случае при вращении шнека сырье не будет перемещаться внутри головки и произойдет «запрессовка», что может привести к разрушению деталей привода машины, разрыву цилиндра или головки.

Значения длин формующих головок, вычисленные по зависимости (12), согласуются с точностью до 10...15% с результатами экспериментов при переработке сырья с физико-механическими свойствами, характеризующимися коэффициентом трения $f_{\text{тр}} = 0,25$ и коэффициентом бокового давления $\square = 0,9$ при давлениях прессования $g_{o \text{ нач}} = 0,25 \text{ Мн/м}^2$ и

$$g_{o \text{ кон}} = 0,02 \text{ Мн/м}^2.$$

Зависимость (12) справедлива для вычисления длин формующих головок в достаточно широком диапазоне их начальных диаметров D_1 :

$D_1 = 500 \text{ мм}$ с коническими переходами до $D_2 = 400 \square 150 \text{ мм}$;

$D_1 = 400 \text{ мм}$ – соответственно до $D_2 = 300 \square 75 \text{ мм}$;

$D_1 = 300 \text{ мм}$ – соответственно до $D_2 = 200 \square 50 \text{ мм}$;

$D_1 = 200 \text{ мм}$ – соответственно до $D_2 = 150 \square 50 \text{ мм}$;

$D_1=100$ мм – соответственно до $D_2= 75 \square 30$ мм.

При диаметре $D_1=200$ мм вычисленную длину ℓ следует увеличить в два раза; при $D_1=150$ мм – увеличить в три раза и при $D_1=100$ мм – увеличить в четыре раза.

ВЫВОДЫ

1. Уравнение (12) позволяет выполнить проектный и проверочный расчеты длины фасонной формирующей головки шнекового пресса для погонажных изделий из бетона, глины, пластмасс, получаемых непрерывным формованием и прессованием сырья при известных его физико-механических свойствах и заданном технологически проверенном давлении прессования. Использование этой зависимости на стадии проектирования машины позволит отказаться от подбора длины формирующей головки экспериментальным путем.
2. Уравнение (12) применимо в неизменном виде для расчета длины конической формирующей головки. При необходимости расчета длины головки переходной конфигурации от круга диаметром D_1 к квадрату, прямоугольнику или иному очертанию для получения изделия соответствующего профиля в поперечном сечении, то в уравнении (12) вместо отношения квадратов диаметров следует принимать отношение соответствующих площадей.
3. Зависимость (12) справедлива для вычисления длин формирующих головок в достаточно широком диапазоне их начальных диаметров D_1 : 500 мм, 400 мм и 300 мм. При диаметре $D_1=200$ мм вычисленную длину ℓ следует увеличить в два раза; при $D_1=150$ мм – увеличить в три раза и при $D_1=100$ мм – увеличить в четыре раза.
4. Коэффициенты трения $f_{тр}$ и бокового давления μ прессуемого сырья, входящие в уравнение (12), необходимо определять в лабораторных условиях, соответственно, на сдвиговом приборе и стабиллометре.
5. После определения длины ℓ формирующей головки по указанной зависимости (12) при известных диаметрах D_1 и D_2 , необходимо по этим определившимся размерам вычислить угол конусности $\theta/2$ проектируемой головки и сравнить его с углом трения для пары материалов «прессуемое сырье – внутренняя поверхность стенки формирующей головки». Угол конусности $\theta/2$ головки должен быть меньше угла трения, тангенс которого равен коэффициенту трения указанной пары материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ковалев А.А.; Морозов А.Д. Исследование энергетических характеристик пневмомеханической установки для сыпучих материалов – Симферополь. НАПКС – 2004
2. Ковецкий Г.Д., Королев А.В. Процессы и аппараты пищевых производств – М.: Агропромиздат. 1991
3. Борщевский А.А., Ильин А.С. Механическое оборудование для производства строительных материалов и изделий – М.: Высшая школа. 1987
4. Сапожников М.Я., Дроздов Н.Е. Справочник по оборудованию заводов строительных материалов – М.: Издательство литературы по строительству. 1970
5. Корохов В.Г., Бузова И.В., Гармаш М.А. Расчет размеров формирующей головки шнекового пресса для кирпича, труб, пластмасс – Симферополь. НАПКС, вып. 12 – 2005
6. Справочник по гидравлике. Под ред. Большакова В.А. Киев «Вища школа», 1977.

Корохов В. Г., к. т. н., профессор, Мухопад А. А., студент.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Сварка пластмасс.

Применение пластиковых материалов в технике и в сантехнических сооружениях возрастает. Одним из технологических приемов получения неразъемных соединений, например, магистральных трубопроводов, является сварка пластмасс. В сообщении в систематизированном виде рассмотрены теоретические основы и проверенные практикой режимы сварки пластмасс.

пластик, сварка, подготовка, тепло, шов, продолжительность, полиэтилен, поливинилхлорид.

Достоинства полимеров известны, а их недостатки, являющиеся следствием физической природы материала, с развитием технологий их получения, постепенно убывают. Растут допустимые температуры применения полимерных труб, допустимые давления в трубопроводах, и каждый шаг в этом направлении практически расширяет сферу применения пластиков.

Практически снята проблема коррозионной стойкости труб по отношению к внешней среде, что позволяет прокладывать трубопроводы в агрессивных средах. По отношению к внутренней среде - пластмассовые трубы характеризуются низкой склонностью к коррозионным отложениям. Нет необходимости в коррозионной защите подземных трубопроводов при воздействии блуждающих токов.

Проста технология прокладки трубопроводов. Пластиковые трубы имеют значительно меньший вес, что существенно облегчает транспортировку и монтаж, а их гибкость позволяет проходить повороты трассы без применения фасонных деталей и поставлять значительную часть типовых размеров труб длинномерными прямолинейными отрезками.

Существуют и эксплуатационные преимущества, к которым относятся гладкость внутренней поверхности труб, обеспечивающая повышенную пропускную способность трубопроводов, и особое соотношение прочности и эластичности, которое снижает чувствительность к гидравлическому удару и не допускает разрушения при замерзании воды в трубопроводе.

Цель настоящего сообщения состоит в анализе свойств различных пластмасс, их свариваемости, режимов сварки, а также в выработке предложений для рационального использования тех или иных материалов, которые по своим свойствам, надежности соединения и применяемой технологии сварки будут в наибольшей мере соответствовать как условиям эксплуатации, так и техническим и экономическим возможностям осуществить приемлемые способы соединений при проектировании трубопроводов различного назначения.

Наряду с достоинствами, следует отметить, что пластиковые трубопроводы весьма чувствительны к механическим повреждениям и высоким температурам. Основное ограничение сферы применения пластиковых труб - давление в трубопроводе.

Все чаще применяются пластиковые трубы для местной газификации и в коммунальной сфере, прежде всего для холодного и, частично, горячего водоснабжения. Пластиковые трубы все увереннее заменяют стальные.

Полимерные трубы изготавливают из пластиковых материалов, значительно различающихся по своим свойствам.

Для промышленного производства труб используют следующие полимеры: полиэтилен высокой плотности (полиэтилен низкого давления - ПНД), полиэтилен низкой плотности (полиэтилен высокого давления - ПВД), сополимеры полипропилена (ППБ и ППС), сшитый полиэтилен (ПЭС), поливинилхлорид (ПВХ).

Основным материалом для производства труб является полиэтилен двух марок - ПЭ-63 и ПЭ-80, обладающих оптимальными механическими свойствами.

Для полиэтилена высокой плотности допустимое напряжение в стенке трубы составляет 6,3; 8,0 и 10,0 МПа (в зависимости от марки), для полиэтилена низкой плотности — 3,2 МПа. В соответствии со значением допускаемого напряжения полиэтилены делят на классы: ПЭ-32, ПЭ-63, ПЭ-80, ПЭ-100.

Актуальна разработка и применение армированного полиэтилена.

Основными методами соединения полимерных труб являются сварка (враструб, встык, с помощью деталей с закладными нагревательными элементами, экструзионная) и склейка; используют также разъемные соединения.

Типичным разъемным соединением полиэтиленовых и полипропиленовых труб является фланцевое. Применяют также соединения с помощью условно разъемных фитингов, имеющих внутреннюю или наружную резьбу для соединения со стальной трубой, их же используют для водопроводов питьевого и технического назначения из ПЭ и ПП, широко используют компрессионные фитинги. Для канализационных труб из ПП и ПЭ применяют раструбные разъемные соединения с резиновым кольцом или специальными соединительными элементами.

Неразъемные соединения труб и соединительных элементов осуществляют обычной сваркой или сваркой при помощи деталей с закладными нагревательными элементами. Простую сварку выполняют двумя способами: враструб и встык. Сварку враструб используют для труб диаметром от 16 до 90 мм. Сварка встык - для труб диаметром от 32 до 1600 мм.

В основе сварки пластмасс лежит процесс взаимодействия макромолекул в зоне контакта свариваемых деталей. В зависимости от этого различают сварку способами плавления, давления и химическую.

Сварка плавлением основана на свойстве полимерных материалов при нагреве выше определенных температур переходить в вязкотекучее состояние, которое при наличии плотного контакта соединяемых деталей способствует возникновению межмолекулярного взаимодействия.

Основными параметрами режима сварки являются температура и продолжительность нагрева свариваемых деталей, а также давление при сварке и время его воздействия.

Режимы сварки определяют путем варьирования температуры нагрева в интервале выше температуры текучести, но ниже температуры деструкции при различной продолжительности и при различном удельном давлении.

Образование сварного соединения термопластов и интенсивность реологических процессов в зоне контакта соединяемых деталей зависит от вязкости расплава, прилагаемого давления и формы контактной поверхности.

В основу определения свариваемости плавлением заложена характеристика изменения вязкости.

Количественными параметрами, характеризующими свариваемость, является ширина температурного интервала (от температуры плавления до температуры деструкции ΔT), минимальное значение вязкости и градиент вязкости. Чем шире температурный интервал ΔT , меньше в нем вязкость и больше градиент, тем лучше и проще сваривается данный термопласт.

В соответствии с указанным все термопласты по свариваемости могут быть разделены на несколько групп:

хорошо свариваются - полиэтилен, ПЭ-63, ПЭ-80;

удовлетворительно свариваются - полиамиды, плавкие фторлоны;

ограниченно свариваются термопласты - поливинилхлориды, полиэтилентерефталатная пленка;

трудно свариваются - фторлон 4, фторлон 26, поливинилацетат.

При сварке нагрев следует вести до температуры, близкой к температуре минимальной вязкости, но ниже температуры деструкции. При сварке под воздействием нагрева и прилагаемых усилий осадки, в процессе охлаждения в шве и околошовной зоне возникают местные напряжения и могут образоваться трещины. Поэтому сварные швы нерационально подвергать нагрузкам сразу же после сварки. Однако, спустя некоторое время (10-12 ч), собственные напряжения релаксируются.

В основе химической сварки лежит процесс реализации химических связей между макромолекулами. Она может быть выполнена и без присадки в результате действия нейтронного или рентгеновского излучения.

Сварка - требует высокой квалификации персонала и высококачественного оборудования.

В термодинамическом смысле существует сходство между сваркой пластмасс и сваркой металлов, осуществляемых одним из двух способов: давлением или плавлением. Для получения неразъ-

ёмного соединения при сварке давлением необходимо сблизить соединяемые поверхности. Поскольку соединяемые поверхности заготовок имеют микронеровности и различные загрязнения, препятствующие такому сближению, то необходимы затраты извне тепловой и деформационной энергии. Тепловая энергия значительно повышает пластичность соединяемых материалов, а деформационная – необходима для изменения геометрической формы соединяемых поверхностей заготовок, их сближения в месте контакта на расстояние до 0,3 – 0,4 нм, чтобы между поверхностными молекулами свариваемых пластмасс возникли межмолекулярные связи и произошло соединение.

При сварке давлением большое значение имеет подготовка труб. Внутреннюю и наружную поверхности, концов свариваемых труб, на расстоянии не менее 30 мм от торца, очищают от различного рода загрязнений, отрицательно влияющих на свариваемость и вызывающих растрескивание сварного шва в процессе эксплуатации. Соединяемые поверхности труб после очистки подвергают торцовке, исключая загрязнение торцов заготовок. В некоторых случаях применяют обезжиривание свариваемых концов растворителем (ацетоном, спиртом). Деформированные, порванные или имеющие забоины концы труб обрезают. Режущий инструмент перед обработкой кромок должен быть обезжирен.

Важными операциями являются сборка и центровка труб перед сваркой. Концы стыкуемых труб должны крепиться в сварочной установке таким образом, чтобы вылет труб составлял 60-70 мм. После сборки между обработанными торцами труб не должно быть зазоров, превышающих 0,5 мм при диаметрах труб до 110 мм и 0,7 мм - при диаметрах более 110 мм.

Температуру нагрева сварочного инструмента необходимо поддерживать постоянной с точностью до ± 10 °С. Продолжительность нагрева торцов свариваемых труб зависит от температуры окружающей среды, толщины стенки труб, подготовки торцов труб под сварку. Сокращение продолжительности нагрева приводит к недостаточному размягчению материала и к ухудшению качества сварного шва.

Время между удалением нагревателя и осадкой труб не должно превышать 1-2 с, иначе происходит снижение прочности сварного шва в результате быстрого охлаждения свариваемых поверхностей. При увеличении давления выше необходимого происходит чрезмерное выдавливание оплавленного материала наружу и внутрь трубы, что ухудшает качество сварного соединения.

Правильность соблюдения технологического процесса сварки может быть установлена по внешнему виду и форме сварного соединения. Наиболее высокое качество сварного соединения соответствует образованию двойного плавно скругленного валика грата высотой не более 2-3 мм.

Интенсивность процесса преобразования энергии и его характер определяют вид сварки. Для сварки названными способами необходим нагрев, который может осуществляться либо непосредственно за счет передачи тепла от нагретого инструмента, газа или присадочного материала, либо за счет ультразвуковых колебаний, трения, высокочастотного электрического поля, электромагнитной энергии, лазера, инфракрасного излучения или концентрированного светового луча. В качестве газа - теплоносителя чаще всего используют воздух. Можно применять азот, углекислый газ и аргон.

Сварку плавлением при газовом теплоносителе можно вести с присадочным материалом и без него. Присадочный материал при сварке листов может быть в виде прутка круглого (2-6 мм) или другого сечения; этот материал обычно содержит 3-10% пластификатора. Жесткие пластины толщиной менее 2 мм могут свариваться без разделки кромок и без зазора. Более толстые пластины сваривают с разделкой кромок. Листы и трубы толщиной 4 мм и более сваривают прутком за несколько проходов.

Высокоэластичные материалы иногда соединяют диффузионным методом, требующим значительного и очень продолжительного давления.

Высокое качество сварных соединений пластмассовых трубопроводов обеспечивается при проведении комплекса мероприятий по контролю, который включает три этапа: предупредительный контроль (до начала сварки), активный (в процессе сварки) и приемочный (после завершения сварки).

Предупредительный контроль – это оценка качества свариваемых материалов.

На сборку должны поступать трубы, близкие по геометрическим параметрам. На их поверхности и по торцам не должно быть трещин, пузырей, раковин и посторонних включений, видимых простым глазом, следов холодных спаев и разложения материала.

Условия хранения труб должны исключать попадание на них прямых солнечных лучей, так как при этом возможно не только снижение прочности материала труб, но и значительное ухудшение их свариваемости.

Перед сваркой трубы подвергаются механическим и термомеханическим испытаниям.

Гарантийный срок хранения труб - два года со дня изготовления. По истечении указанного срока трубы перед использованием должны подвергаться повторной проверке.

ВЫВОД

1. Пластиковые трубопроводы - легкие, подвижные и простые в установке, обладающие по сравнению со стальными трубами такими преимуществами как долговечность, коррозионная стойкость, снижение затрат на эксплуатацию, токсикологическая и бактериологическая безопасность.
2. Область применения полимерных труб: системы водоснабжения, канализации, газоснабжения, отопления и технологические трубопроводы.
3. Дешевизна, простота монтажа, коррозионная стойкость и надёжность являются главным стимулом к расширению применения пластиковых труб взамен стальных.
4. Новый материал определяет новую технологию. Пластиковые трубы можно соединять склейкой, обжимными муфтами и сваркой. Сварка приобрела особое значение.
5. Перспективные задачи: увеличение химической стойкости труб при работе в особо агрессивных средах; упрочнение внешней поверхности труб для исключения их повреждений при монтаже трубопроводов; увеличение рабочих давлений; увеличение рабочих температур; создание сложных по конструкции труб, которые могут работать в экстремальных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казаков А.Ф., Осокин А.М., Шишков А.П. Технология металлов и других конструкционных материалов. – М. “Металлургия”, 1975.
2. Николаев И.С. Сварочные конструкции. – М. “Наука”, 1990.
3. Справочник сварщика под ред. Степанова. – М. “Металлургия”, 1983.
4. Сварка и резка в промышленности под ред. Федько. – М. “Металлургия”, 1989.

Корохов В.Г., к.т.н., профессор, Лавринев П.Г., к.т.н. доц., Стрижак А.А., студент.
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Созидательный взрыв, применение взрыва в сварке

Представлен анализ материалов, относящихся к условиям образования и разновидностям взрывов, созидательном использовании взрыва в технике. Рассматриваются проблемы сварки разнородных металлов и пути преодоления плохой или невозможной свариваемости использованием технологии сварки взрывом, а также в выработке рекомендаций сварки взрывом трудносвариваемых металлов. Рассмотрены особенности взрывной сварки, компактирования, штамповки взрывом, а также взрывной резки.

сварка, взрыв, давление, пластичность, металл, прочность, кумуляция, аммоний.

Развитие техники требует постоянного совершенствования технологических приемов обработки металлов и других материалов для повышения производительности этих процессов, преодоления технологических трудностей при резке металла, сварке разнородных материалов, штамповке, а также при получении инструментальных алмазных материалов с особыми свойствами, при получении коррозионностойких многослойных материалов для различных отраслей промышленности. В этом случае использование взрыва оказалось достаточно эффективным и надежным решением указанных проблем.

Целью настоящего сообщения является краткое представление систематизированного материала, посвященного использованию энергии взрыва в технологических процессах обработки и сварки металлов, в изготовлении конструкционных материалов с новыми свойствами. Использование представленной информации позволит расширить кругозор и углубить технические знания студентов ВУЗов и инженерно-технических работников, занимающихся проблемами разработки новых конструкций в различных отраслях техники.

Взрыв – это очень быстрое выделение большого количества энергии и большого объема газов. Суть этого заключается в том, что выделение энергии при взрыве является более быстрым, чем другие формы выделения энергии в сходных условиях (например, при горении). Чтобы выделившаяся энергия могла осуществить механическое действие, нужно рабочее тело, то есть вещество, которое могло бы передать достаточно большое давление окружающей среде. Этим рабочим телом являются газообразные продукты взрыва, которые, будучи вначале сильно нагретыми и сжатыми, расширяются и производят механическую работу. Скорость распространения процесса взрыва, называемого детонацией, весьма велика и достигает 9 км/с.

Одним из основных условий детонации является то, что взрывчатое превращение происходит в узкой зоне, примыкающей к фронту детонационной волны. За фронтом этой волны давление, температура и плотность вещества (продукты взрыва) скачкообразно повышаются. Расширяющиеся продукты взрыва являются рабочей средой, совершающей работу. Процесс детонации во взрывчатых веществах во многих случаях возбуждается ударной волной, создаваемой в заряде. Для твердых взрывчатых веществ критические значения возникновения детонации составляют $(10..50) \cdot 10^8$ Н/м². Условиями возбуждения детонации являются следующие:

- давление на фронте ударной волны больше критического значения;
- предельные соотношения геометрических размеров заряда.

Виды взрывов

Химические взрывы. Изобретенный в древнем Китае порох был первым компактным и мощным источником энергии. Позднее появились взрывчатые вещества, такие как динамит, тротил, аммонит, несравненно более разрушительные. Кроме военных нужд, взрывчатые вещества применяют в промышленности, горном деле и при сварке взрывом.

Электромагнитный взрыв. Может быть достигнут при использовании конденсатора емкостью 100 мкФ, заряженного до напряжения 300 В; при коротком замыкании электрических сетей, а также при фокусировке мощного импульса света лазера.

Ядерные взрывы. Атомные и термоядерные бомбы, несомненно, относятся к важнейшим сим-

волам нашего века. Человек, освоив ядерную энергию, достиг технологического могущества, сравнимого по мощности с природными факторами.

Кумулятивный эффект. Фаустпатрон – эффективное противотанковое средство. Заряд патрона имел на переднем конце коническую выемку с металлической облицовкой и пробивал высоконадежную броню. Как показали снимки взрыва таких зарядов, при сжатии конуса вдоль его оси вырывалась высокоскоростная струя металла облицовки. Давления, развиваемые при взрыве, во много раз превосходят прочность металлов (около 2 тыс. атм для меди). Поэтому материал облицовки ведет себя как жидкость – течет под нагрузкой. Металл облицовки, двигаясь к оси под действием взрыва, порождает тонкую кумулятивную струю со скоростью порядка 10 км/с. Такая струя «размывает» броню.

Кумуляция – это концентрация действия взрыва в одном определенном направлении. Она достигается при применении заряда с кумулятивной выемкой. Пример кумуляции – сферическое сжатие термоядерного заряда.

Взрывные технологии обработки материалов

Взрывная резка (контактная). Основана на использовании явления образования кумулятивных струй. Возникают большие давления в узкой зоне, при этом расплавленный металл в виде тонкой струи с большой скоростью “выплескивается” по оси заряда. Взаимодействие этой струи с преградой пробивает ее на большую глубину (именно так кумулятивные снаряды поражают танковую броню).

Небольшие заряды такого типа широко используют для пробивания отверстий на большой глубине в трубах (перфорации) при добыче нефти и газа (такие заряды называются перфораторами).

Если заряд не осесимметричен, а удлинён в одном направлении (удлинённый кумулятивный заряд – УКЗ), то образующаяся в виде лезвия ножа кумулятивная струя режет листы металла толщиной до 100 мм. Применяется при разрезке кораблей, самолетов, вагонов и т.п.. УКЗ позволяют также проводить разборку боеприпасов без взрыва зарядов. Это очень важно с точки зрения экологии.

Компактирование взрывом. Осуществляется при спекании ультрадисперсных алмазов (УДА). УДА с размерами частиц 2 – 20 нм получают за счет углерода в составе ВВ. Для практических целей частицы таких малых размеров не нужны. Этот метод применяют для получения рисунков на металле в виде взрывной гравировки.

Штамповка взрывом относится к числу “неконтактных” взрывных технологий. Сущность ее состоит в передаче энергии взрыва металлической заготовке (пластине) через воздух, воду или сыпучие среды (неконтактный взрыв). В этом случае для осуществления штамповки не нужны мощные дорогостоящие прессы. В производственной операции используется только часть штампа – матрица, которая к тому же может быть изготовлена из недорогого легко обрабатываемого материала.

Сварка взрывом

Металлы с разнородными физическими свойствами, такими как температура плавления, теплопроводность, химическое взаимодействие, обычно не свариваются или свариваются плохо, что приводит к малой прочности и хрупкости соединения.

Сварка взрывом обеспечивает надежное соединение двух пластин (двухслойный материал) и нескольких пластин (многослойный материал). Пластины могут быть из различных металлов (несвариваемых с помощью обычной сварки), геометрические размеры пластин могут достигать нескольких метров. Механизм сварки напоминает образование кумулятивной струи, образующейся в зоне соударения пластин.

Этот способ сварки, основан на использовании энергии взрыва. Привариваемую деталь устанавливают под углом к неподвижной детали. При соударении деталей от взрыва образуется кумулятивная струя, распространяющаяся по поверхности деталей, вследствие чего происходит совместная пластическая деформация обеих деталей и они свариваются. В качестве взрывчатого

вещества чаще всего используют аммоний.

Это уникальный метод, позволяющий получить зону сплошного соединения по поверхностям двух и более металлов или сплавов площадью до десятков квадратных метров. При этом наносимый слой может иметь толщину от 0,1 мм до 30 мм, а толщина металла основы не ограничена.

Сваркой взрывом можно соединить между собой практически все металлы или сплавы, используемые в промышленности, с высокой прочностью соединения слоев. Как правило, прочность зоны соединения превышает прочность менее прочного металла или сплава. Сваркой взрывом соединяют между собой плоские или цилиндрические заготовки. Основные размеры заготовок зависят от свойств металлов или сплавов, из которых они изготовлены.

Разработан новый вид сварки взрывом для получения тонколистовых заготовок биметаллов или многослойных металлических материалов, позволяющий получать прочное соединение между металлами или сплавами на площади до сотен квадратных метров. При этом заготовка представляет собой биметалл, свернутый в многовитковую рулон высотой 0,5-1,5 метра и длиной от одного до нескольких десятков метров в зависимости от толщины свариваемых металлов или сплавов. Толщины соединяемых металлов от 0,1 мм до 2 мм. Такую сварку осуществляют последовательной серией взрывов. Рулонный способ сварки в сравнении с традиционной сваркой взрывом в десятки раз повышает производительность технологического процесса и может быть использован в автоматизированном производстве с дальнейшей обработкой.

Сварка взрывом является по сути «холодной сваркой» тугоплавких и разнородных материалов. Ее используют как первоначальный этап по производству биметаллических толстостенных материалов, которые в дальнейшем прокатываются до нужной толщины.

Области применения сварки взрывом. Такую сварку применяют в черной и цветной металлургии, машиностроении, где используют биметаллические материалы, в том числе и такие как «сталь-медь», «сталь-цирконий», что позволяет существенно увеличить срок службы конструкций с применением этих материалов при повышении их надежности. «Сталь-алюминиевые» сплавы используют при производстве электродов. Замена баббитов в тяжело нагруженных подшипниках скольжения дизельных двигателей на подшипники скольжения «сталь-сплав» позволяет увеличить срок службы и снизить затраты на изготовление.

Сварка взрывом многопроволочных проводов из алюминия и меди в однородных или разнородных комбинациях целесообразна для электрифицированных железных дорог. Стандартный, выпускаемый промышленностью детонирующий шнур с навеской взрывчатого вещества 12г на погонный метр используется как миниатюрный заряд. Механическая прочность сварного соединения между проводами достигает 100% основного металла, а электросопротивление ниже, чем целого провода.

Технология сварки взрывом может быть использована для соединения медных многопроволочных проводов сечения от 30 до 600 мм², нескольких сталемедных и сталеалюминевых проводов сечением от 70 до 240 мм², а также нескольких медных многопроволочных проводов с алюминиевой шиной.

Технология приварки соединителей с помощью взрыва к головкам рельсов исключает недостатки электродуговой приварки. Два миниатюрных заряда весом всего по 8 г устанавливают на манжетах соединителя. Сто таких соединителей может быть приварено за 6 часов. Для уменьшения безопасного расстояния, например, на станциях, где много персонала и пассажиров, взрыв можно производить в портативной переносной камере. В этом случае безопасное расстояние составляет не менее 5 м. Без использования портативной камеры это расстояние должно быть не менее 20м.

Взрывные установки. Существуют взрывные генераторы давления (ВГД) многократного действия, используемые в качестве механизмов, приводящих в движение различные рабочие машины. ВГД представляет собой прочную стальную камеру, надежно локализирующую образующиеся при взрыве продукты взрыва, соединенную с помощью дросселирующего устройства с рабочим механизмом. Энергоемкость таких ВГД очень велика. Примером их применения может служить взрывная установка для разбивания крупногабаритных камней в горнодобывающей промышленности.

ности. Куски самого прочного гранита размером 2 м³ разбиваются на мелкие фрагменты с одного удара. При этом в ВГД подрывается всего несколько десятков грамм обычного аммонита.

Другой пример – взрывная установка, построенная по принципу гильотины: разгоняемый с помощью ВГД нож легко разрубает на фрагменты такие объемные конструкции, как фюзеляж самолета, его крылья.

Преимуществами таких взрывных установок являются их мобильность, транспортабельность, энергонезависимость, экономичность.

Для сварки взрывом в заводских условиях используют сферические шаровидные толстостенные стальные камеры, оснащенные дросселирующим устройством для снижения в них давления после взрыва. Камеры имеют входной люк и рабочий стол, на котором располагают заготовки со взрывчатым веществом.

Следует подчеркнуть, что использование взрывных технологий требует строгого соблюдения мер безопасности.

ВЫВОДЫ

Созидательные взрывные технологии используются при резке металла, штамповке, компактировании алмазных материалов.

Взрывом сваривают толстостенные заготовки из разнородных металлов, подлежащие последующей прокатке, рулонные заготовки, рельсовые соединители.

Оборудование для использования взрывных технологий обладает простотой конструкции, мобильностью, энергонезависимостью, экономичностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мержиевский Л.А., Титов В.М., Фадеенко Ю.И., Швецов Г.А. Высокоскоростное метание твердых тел // Физика горения и взрыва. 1987. Т. 23, №5. С. 77-91
2. Волков К.В., Даниленко В.В., Елин В.И. Синтез алмаза из углерода продуктов детонации ВВ // Там же. 1990. Т. 26, №3. С. 123-125.
3. Лямкин А.И., Петров Е.А., Ершов А.П., Сакович Г.В., Ставер А.М., Титов В.М. Получение алмазов из взрывчатых веществ // ДАН СССР. 1988. Т.302, №3. С 611-613.

Морозов А.Д., к. т. н., профессор
Национальная академия природоохранного строительства

Хабрат Н.И., инженер, доцент
РВУЗ Крымский инженерно-педагогический университет

Основы расчета основных размеров фундаментов стационарных стреловых поворотных кранов

Приведен критический анализ состояния вопроса теории расчетов фундаментов стреловых поворотных кранов. Разработанные авторами новые аналитические зависимости позволяют учитывать все факторы, определяющие основные параметры фундаментов. Приведенные расчеты различных форм фундаментов служат основанием для выбора их рациональной конфигурации.

Фундаменты кранов, стреловые поворотные краны, расчет фундаментов, конфигурация фундаментов.

1. Введение

В различных отраслях производств при проведении погрузочно–разгрузочных работ широкое применение получили стационарные стреловые поворотные краны, [1-4,6,8,9,10] в значительной мере облегчающие труд людей, занятых на этих работах. Устойчивое положение и работоспособность этих кранов обеспечивается в течение длительного периода их эксплуатации фундаментами, на которых они монтируются.

2. Состояние теории вопроса

Отметим, что во всех вышеперечисленных источниках информации приводятся одни и те же требования к фундаментам при проведении их проверочных расчетов, заключающихся в двух условиях. Первое состоит в том, что максимальное давление $p_{\max}$ фундамента на грунт не должно превышать допускаемого $[p]$, а минимальное $p_{\min}$ должно быть менее нуля, т.е. фундамент не должен отрываться опорной поверхностью (подошвой) от грунта. Это условие выражается аналитическими зависимостями:

$$p_{\max} = p_v + p_m = \frac{G + R_{\Pi}}{A} + \frac{M + FL}{W} \leq [p]; \quad (1)$$

$$p_{\min} = p_v - p_m = \frac{G + R_{\Pi}}{A} - \frac{M + FL}{W} < 0, \quad (2)$$

где p_m, p_v – давления грунта на опорную поверхность фундамента от опрокидывающего момента ($M+FL$) и сил тяжести фундамента G и суммарной R_{Π} от металлоконструкции крана, противовеса, поднимаемого груза и всех вертикальных инерционных сил, приведенных к центру тяжести опорной поверхности фундамента соответственно;

M – опрокидывающий момент от всех вертикальных нагрузок, действующих на кран относительно его оси вращения – центра тяжести опорной поверхности фундамента;

F – приведенная суммарная горизонтальная сила от инерционных, ветровой и др. нагрузок на высоте L от верхней плоскости фундамента – поверхности закрепления плиты крана;

A, W – площадь опорной поверхности (подошвы) фундамента и осевой момент ее сопротивления соответственно.

Второе условие – сила тяжести фундамента должна быть выбрана без учета давления им на грунт со стороны боковых поверхностей [9].

На рис. 1, а приведена схема стационарного стрелового поворотного крана с приведенными силовыми факторами M и F , действующими на него, на рис. 1,б эпюра давления грунта на фундамент от сил тяжести G и R_{Π} , на рис 1,в эпюра давлений грунта на подошву фундамента от моментов M и FL и на рис. 1,г эпюра суммарного давления грунта на опорную поверхность фундамента, удовлетворяющая условиям зависимостей (1) и (2).

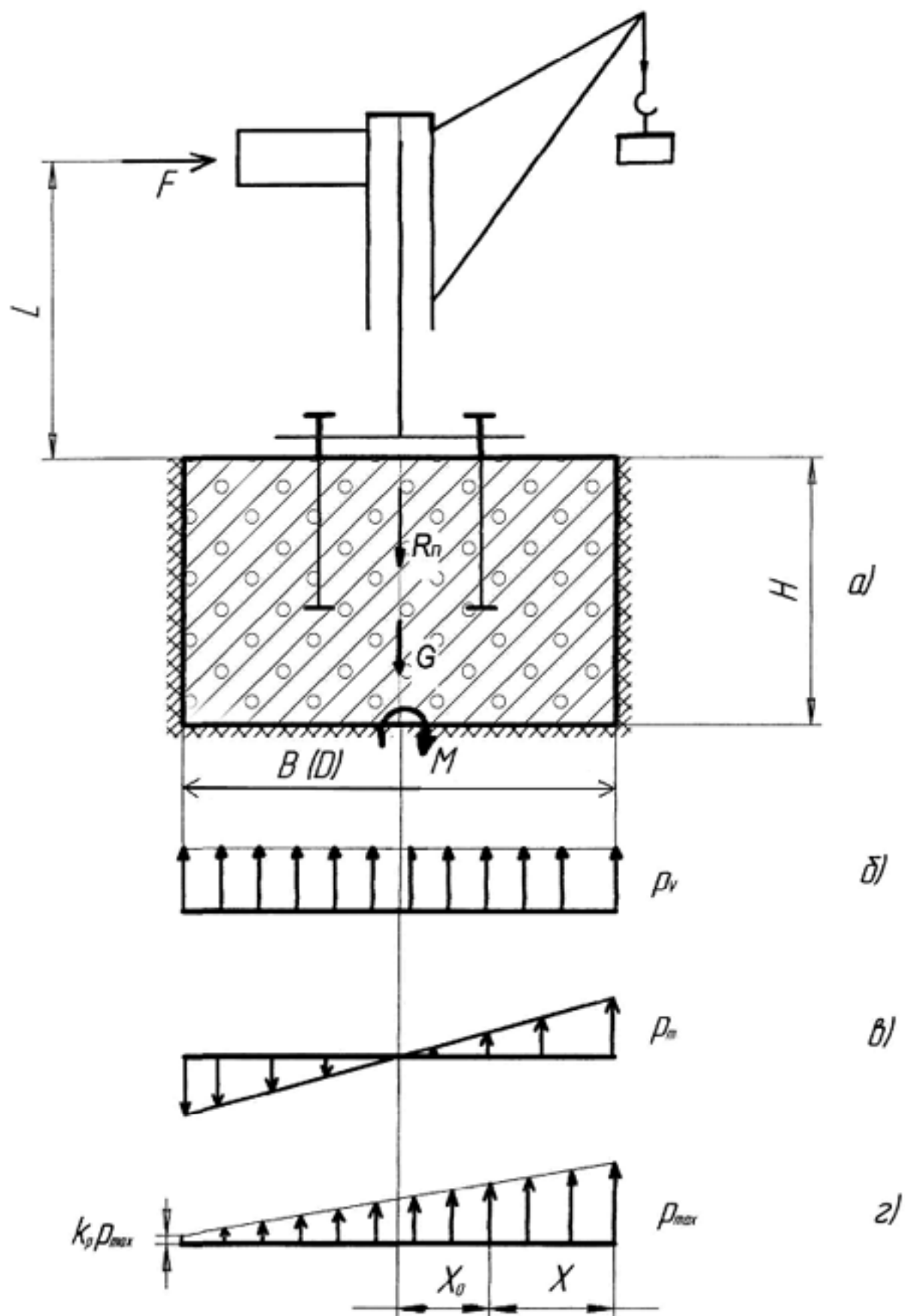


Рис.1. Расчетная схема приведенных силовых факторов воздействующих на стреловой кран.

Проанализируем выше приведенные источники информации по определению основных разме-

ров фундамента для стационарных стреловых поворотных кранов. В работах [3, 8,9] приводятся зависимости (1) и (2) без каких - либо предложений по определению основных размеров фундаментов. Видимо авторы этих работ предполагают, что основные параметры фундаментов могут быть определены методом последовательного подбора, удовлетворяя условиям зависимостей (1) и (2). Отметим, что такой путь решения поставленной задачи возможен, но отличается длительностью и большой трудоемкостью.

В работах [2,11] приводится уравнение равновесия моментов сил относительно ребра опрокидывания для фундамента, имеющего квадратную форму опорной поверхности в виде:

$$0,5B(G + R_{\Pi}) - M - F(L+H) = 0 \quad (3)$$

где В, Н - соответственно размеры квадрата опорной поверхности и задаваемая высота фундамента. Авторы работ [2,11] предлагают определять силу тяжести фундамента из уравнения (3) преобразовав его к виду:

$$G = 2[M+F(L+H)]/B - R_{\Pi} \quad (4)$$

Однако наличие в уравнении (4) неизвестного параметра В, не позволяет решить его.

Компенсируя некорректность зависимостей (3) и (4) авторы работ [2,11] рекомендуют расчетное значение силы тяжести фундамента по зависимости (4) увеличивать в 2 – 3 раза. Нам предоставляется такой подход, по определению силы тяжести фундамента не совсем научным.

В работе [4] предлагается зависимость для определения силы тяжести фундамента

$$G \geq 2Mk/B, \quad (5)$$

составленная исходя из условия грузовой устойчивости крана, в которой М – опрокидывающий момент, действующий на кран, k – минимальный коэффициент грузовой устойчивости. Анализ уравнения (5) показывает, что оно составлено также как и соотношение (3) с той лишь разницей, что введен коэффициент запаса k ни в коей мере не отражающий характер распределения давления грунта на фундамент. Кроме вышеизложенного в работах [2, 4, 11], для фундаментов с квадратной опорной поверхностью не учитывается тот факт, что при расположении стрелы поворотного крана вдоль направления диагоналей квадрата опорной поверхности фундамента, осевой момент сопротивления его опорной поверхности уменьшается в 1, 4 раза по сравнению с положением стрелы крана перпендикулярно сторонам квадрата его опорной поверхности фундамента.

Анализ других выше перечисленных работ будет приведен в этой статье ниже, после рассмотрения картины распределения давлений по опорной поверхности фундамента, как наиболее близких к решению поставленной в этой статье задачи.

3. Цель работы

Целью данной работы является разработка научно обоснованного метода расчета основных параметров фундаментов стационарных стреловых поворотных кранов, учитывающего конструкцию формы фундамента и задаваемое соотношение максимальных и минимальных давлений грунта на фундамент, которое должно быть выполнено при проведении проверочных расчетов по зависимостям (1) и (2).

4. Пути решения

Поставленная задача решается путем составления условия равновесия моментов сил от всех возможных максимальных по величине силовых факторов относительно центра давления суммарной эпюры давления грунта на фундамент, находящегося внутри ядра сечения, обеспечивая тем самым условие по зависимости (2) [10].

5. Разработка теории расчета

Для упрощения рассматриваемого вопроса принимаем фундамент для стрелового крана высотой Н с опорной поверхностью в виде квадрата с размером сторон В и при этом направление стрелы крана перпендикулярное к сторонам опорной поверхности.

Принимаем, что минимальное давление грунта на фундамент со стороны противоположной ребру опрокидывания составит:

$$p_{\min} = k_p p_{\max} \quad (6)$$

где: k_p – коэффициент, выражающий относительное давление грунта на фундамент в зоне минимальных давлений. Его значение принимается равным 0,04...0,10.

Рассматривая эпюру суммарных давлений грунта на фундамент по рис. 1,г, определим расстояние X от ребра опрокидывания фундамента до центра давления:

$$X = \frac{0.5B^3 pk_p + B^3 p(1-k_p)/6}{B^2 pk_p + B^2 p(1-k_p)/2} = \frac{B}{3} \left(\frac{1+2k_p}{1+k_p} \right). \quad (7)$$

При этом смещение центра давления по суммарной эпюре от центра тяжести опорной поверхности фундамента X_0 составит с учетом соотношения (7):

$$X_0 = 0.5B - X = \frac{B}{6} \left(\frac{1-k_p}{1+k_p} \right) = \frac{B}{6} k_{p0}, \quad (8)$$

где k_{p0} – коэффициент, учитывающий положение центра давления грунта на опорной поверхности фундамента относительно ядра сечения.

$$k_{p0} = (1-k_p)/(1+k_p). \quad (9)$$

Нашими аналитическими исследованиями установлено, что для любых видов опорных поверхностей фундаментов коэффициент k_{p0} рассчитывается по одной и той же зависимости (9). Вывод этой зависимости приведен для наиболее простой формы опорной поверхности – квадратной.

В приведенной выше зависимости (8) первый член формулы $B/6$ для квадратной формы опорной поверхности выражает значение радиуса ядра сечения в направлении, перпендикулярном от центра тяжести этой поверхности к любой из ее сторон. А так как осевой момент сопротивления квадрата минимальный относительно его диагоналей, то и значение радиуса ядра сечения принимается в этой плоскости.

Ниже приведены расчетные значения положения центра давления X_0 для опорных поверхностей фундаментов, имеющих различные формы при задаваемых коэффициентах k_p , выражающих минимальные давления грунта на фундамент.

Таблица 1.

Зависимость параметра X_0 от формы опорной поверхности фундамента.

Вид опорной поверхности фундамента	Расстояние центра давления X_0 от центра тяжести опорной поверхности фундамента
квадратная	$X_{0\min} = \frac{B}{6\sqrt{2}} k_{p0} = 0.11785 B k_{p0} \quad (10)$
круговая	$X_0 = \frac{D}{8} k_{p0} = 0.125 D k_{p0} \quad (11)$
кольцевая	$X_0 = \frac{D}{8} \left[1 + \left(\frac{d}{D} \right)^2 \right] k_{p0} = \frac{D}{8} (1 + \alpha^2) k_{p0} \quad (12)$
восьмигранная	$X_{0\min} = 0,2256 R k_{p0} \quad (13)$

В приведенной выше таблице:

D, d – диаметры наружный и внутренний кольцевой опорной поверхности фундамента соответственно;

R – радиус описанной окружности восьмигранной опорной поверхности фундаментов;

α – отношение диаметров d/D .

Для определения размеров опорных поверхностей фундаментов различных видов составим общее уравнение моментов сил относительно центра давления грунта на фундамент по рис. 1,а и 1,г

$$(G + R_{\pi}) X_0 - M - F (L + H) = 0. \quad (14)$$

Приведем уравнение (10) к виду

$$G + R_{\pi} - [M + F (L + H)]/X_0. \quad (15)$$

Выразив силу тяжести фундаментов различных конфигураций по рис. 2 в уравнении (15) через его габаритные размеры, плотность материала $\square$ и ускорение земного тяготения g и преобразовав, получим кубические неполные неприведенные уравнения, решение которых позволяет определить основной размер опорной поверхности фундамента.

Эти уравнения принимают следующий вид при площадях опорных поверхностей фундаментов в виде:

квадратной: $B^3 + B \frac{R_{\Pi}}{H\gamma g k_{BH}} - 12[M + F(L + H)] / (H\gamma g \sqrt{2} k_{BH} k_{p0}) = 0$ (16)

круговой: $D^3 + D \frac{4R_{\Pi}}{\pi H\gamma g k_{DH}} - 32[M + F(L + H)] / (\pi H\gamma g k_{DH} k_{p0}) = 0$ (17)

кольцевой: $D^3 + D \frac{4R_{\Pi}}{\pi H\gamma g k_{DH} (1 - \alpha^2)} - 32[M + F(L + H)] / [\pi H\gamma g k_{DH} k_{p0} (1 - \alpha^4)] = 0$ (18)

восьмигранной: $R^3 + R \frac{R_{\Pi}}{2,828 H\gamma g k_{RH}} - 1,5674[M + F(L + H)] / (H\gamma g k_{p0} k_{RH}) = 0$ (19)

В приведенных выше уравнениях B, D, R , - размеры опорных поверхностей фундамента – квадрата, диаметра, и радиуса описанной окружности восьмигранника соответственно;

H – высота фундамента, принимаемая в соответствии с рекомендациями [8,9] в пределах $H = (1 \dots 2)m$ и на $0,2m$ более глубины промерзания грунта;

$\square, g$ – плотность материала фундамента и ускорение земного тяготения соответственно;

k_{BH}, k_{DH}, k_{RH} – коэффициенты, выражающие отношение действительных объемов фундаментов к объемам по их опорным поверхностям и постоянных сечениях по высоте при квадратной, круговой и восьмигранной формах соответственно.

При постоянных площадях сечений фундаментов по высоте эти коэффициенты равны единице.

Выразив в уравнениях (16) – (19) через a_i постоянную величину при втором члене и через b_i третий член, получим неполные неприведенные кубические уравнения вида

$$B^3 + Ba_{16} - b_{16} = 0, \quad (16')$$

$$D^3 + Da_{17} - b_{17} = 0, \quad (17')$$

$$D^3 + Da_{18} - b_{18} = 0, \quad (18')$$

$$R^3 + Ra_{19} - b_{19} = 0, \quad (19')$$

которые имеют тригонометрическое решение с одним действительным и двумя мнимыми значениями корня. Действительное значение корня определяется по зависимостям [5]

$$B(D, R) = 2\sqrt{\frac{a_i}{3}} \cdot \operatorname{ctg} 2\alpha \quad (20);$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \sqrt[3]{\operatorname{tg} \frac{\beta}{2}} \quad (21);$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{2}{b_i} \sqrt[3]{\left(\frac{a_i}{3}\right)^3} \quad (22)$$

6. Примеры расчетов

Определим расчетные значения оснований фундаментов различных конфигураций по рис. 2 по их опорным поверхностям для стационарных поворотных стреловых кранов, используя зависимости (16) – (19) при следующих исходных данных:

$R_{п} = 40 \text{ кН}$, $M = 200 \text{ кН}\cdot\text{м}$, $F = 10 \text{ кН}$, $L = 3 \text{ м}$, $H = 1 \text{ и } 2 \text{ м}$, $\square = 2000 \text{ кг/м}^3$, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$, $k_p = 0,1$ ($k_{p0} = 0,8182$).

с последующей проверкой результатов расчетов по зависимостям (1) и (2). Результаты расчетов сведены в табл. 2. При этом принято для фундаментов с переменным сечением по высоте по рис. 2,б,в,д,е,и,к отношение размеров по верхним и нижним основаниям равным 0,4, отношение высоты ступени нижних оснований к общей высоте 0,25, отношения средних высот ступеней фундаментов к общей высоте по рис. 2,б,д,и – 0,35 и отношение размеров этих ступеней в горизонтальном направлении к размерам оснований опорных поверхностей – 0,7.

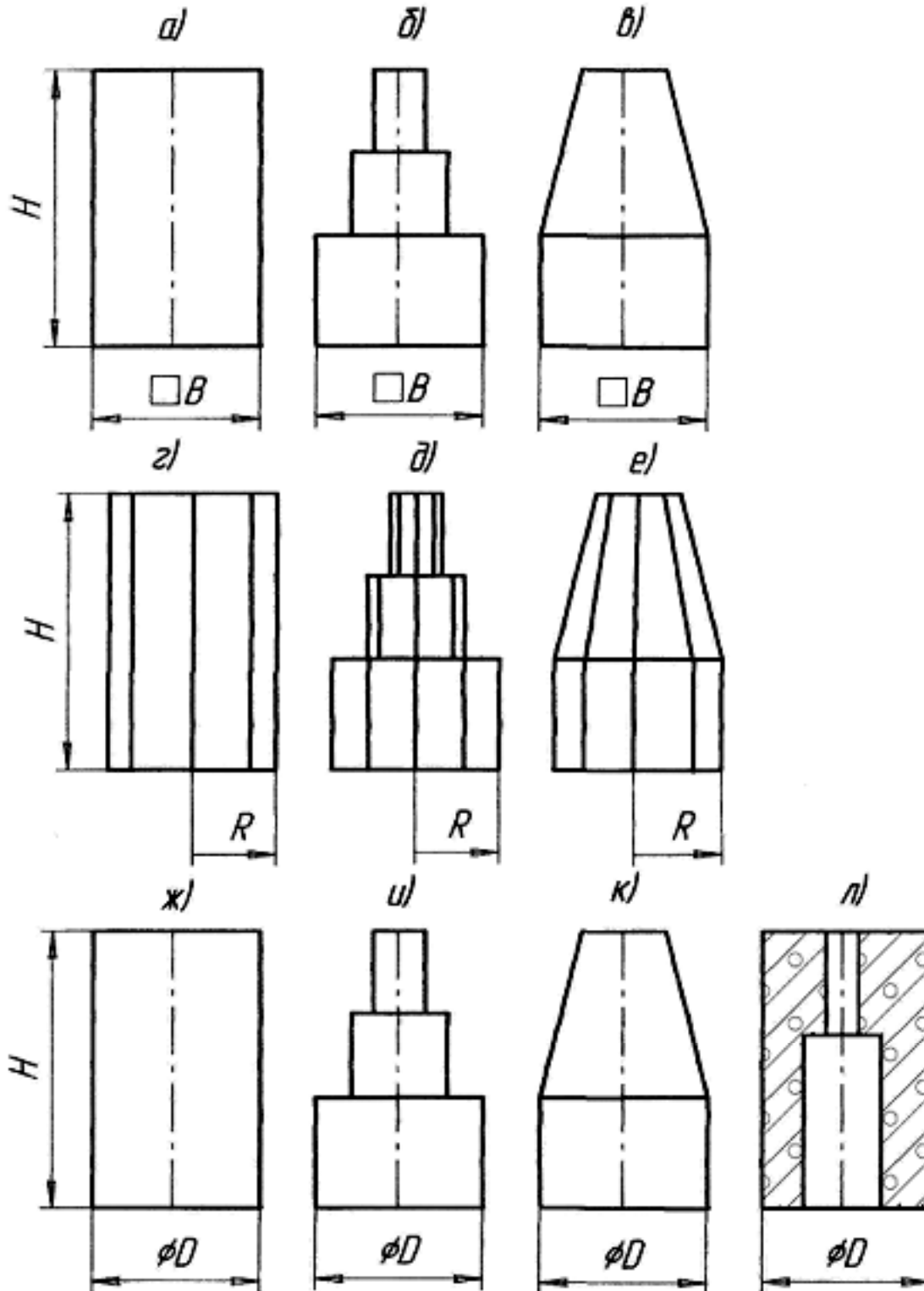


Рис.2. Конфигурация фундаментов с опорными поверхностями в виде квадратной – а,б,в; восьмигранной – г,д,е; круговой – ж,и,к; кольцевой – л.

Для полого кругового фундамента по рис 2, л отношение внутренних диаметров к наружному приняты в верхней и нижней частях соответственно равными 0,2 и 0,7 при одинаковых высотах пустотелых его частей.

Результаты расчетов по определению основных параметров приведены в таблице 2 с последующей проверкой этих параметров их соответствию по известным зависимостям (1) и (2).

Из анализа табличных расчетных значений основных параметров фундаментов различных конфигураций следует:

а) увеличение высоты фундаментов с одного метра до двух, в соответствии с рекомендациями [8,9] приводит к резкому увеличению как масса фундаментов так и давлений на грунт (табл. 2. п. 2;11);

б) фундаменты с переменным сечением по высоте имеют меньшие массы и давления на грунт, хотя и уступают по габаритам опорных поверхностей (табл.2. п. 3,7,8,11);

в) фундаменты с кольцевой опорной поверхностью отличаются повышенным давлением на грунт (табл. 2, п.13);

г) оптимальная опорная поверхность фундамента на грунт – круговая, весьма близкая к ней в виде восьмигранника – технологическая при их изготовлении.

Таблица 2.

Расчетные параметры фундаментов

Вариант	Схема рисунка	Н, м	D,B, или R,м	K_{BH}, K_{DH}, K_{RH}	G, т	$p_{\min}$, Па	$p_{\max}$, Па
1	2,б	2	4,71	0,485	43,050	3788	37880
2	2,а	1	4,585	1,0	42,056	3913	39130
3	2,а	2	3,725	1,0	55,515	7659	76590
4	2,б	1	5,785	0,4855	32,49	1950	19500
5	2,г	1	2,605	1	37,617	3940	39400
6	2,д	1	3,004	0,485	29,568	1972	19720
7	2,е	1	3,00	0,64	32,683	2568	25680
8	2,в	1	5,293	0,64	35,184	2542	25420
9	2,ж	1	4,853	1	36,294	3960	39604
10	2,ж	2	3,947	1	48,950	7728	77280
11	2,и	1	6,117	0,485	25,510	1970	19700
12	2,к	1	5,600	0,64	31,522	2578	25784
13	2,л	1	4,654	0,735	24,668	5909	59093

Принятое нами выше отношение размеров верхнего и нижнего оснований фундамента, равным 0,4, чисто условное, при проведении первого этапа проектного расчета и должно уточняться в последующих уточненных расчетах, в зависимости от требуемых размеров верхнего основания фундамента для закрепления на нем крана. В случае если давление фундамента на грунт принятой конструкции крана превышает расчетное сопротивление грунта увеличить опорную площадь подошвы фундамента.

В приведенных выше источниках технической информации имеются рекомендации по параметрам фундаментов поворотных стреловых кранов следующего вида.

Так, например, в работе [1, с.326] приводятся зависимости (1) и (2) без решения вопроса по аналитическому определению основных параметров фундаментов. При этом рекомендуется, чтобы давление, создаваемое вертикальной нагрузкой R_n превышало давление создаваемое опрокидывающим моментом в 1,5 раза. Это соответствует $k_p = 0.2$, что приведет к дополнительному увеличению массы фундамента на 16% чем при $k_p = 0.1$.

В работе [7] при кольцевом полом фундаменте ошибочно принимается величина ядра сечения равной $D/6$, в то время как она составляет

$$D(1+\alpha^2)/8 \quad [10].$$

В работе [6] приведено оригинальное аналитическое исследование по определению положения ядра сечения опорной поверхности фундамента квадратной формы. Однако при этом не учитывается изменения размера ядра сечения по опорной поверхности фундамента при повороте стрелы поворотного крана в положение, совпадающее с диагоналями квадрата. Кроме того, в этой же работе отсутствует метод проектного расчета основных параметров фундаментов различных конфигураций.

Использование зависимостей (16)...(22) устраняет пробел в проведении расчетов по определению параметров фундаментов для стреловых стационарных поворотных кранов.

ВЫВОДЫ

1. Разработан аналитический метод по определению основных параметров фундаментов для стационарных поворотных стреловых кранов и апробирован проверочными расчетами.
2. Приведенные расчеты фундаментов различных конфигураций и их анализ служат рекомендациями для принятия рациональных их конструктивных исполнений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров М.П. Подъемно-транспортные машины.- М.: Высшая школа. 1972. - 504 с.
2. Бондаровский Ф.П., Корнеев Г.В. Детали машин и подъемно-транспортные машины.- М.: Машгиз, 1962.- 552 с.
3. Грузоподъемные машины / Александров М.П., Колобов Л.Н., Лобов Н.А. и др.-М.: Высшая школа, 1986. – 400с.
4. Иванченко Ф.К. Конструкции и расчет подъемно-транспортных машин. -К.: Вища школа, 1983.-352с.
5. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров М.: Наука, 1968.-720 с.
6. Красников В.В. Подъемно-транспортные машины в сельском хозяйстве.-М.: Колос, 1973.-464 с.
7. Руденко Н.Ф., Александров М.П., Лысенков А.Г. Курсовое проектирование грузоподъемных машин.- М.: Машиностроение, 1966. – 382с.
8. Справочник по кранам: Т.2./ Под общей ред. М.М. Гохберга.-М.:Машиностроение, 1988. – 559 с.
9. Справочник по кранам. Т.2./ Под редакцией А.И. Дукельского - Л.: Машиностроение, 1973. – 351 с.
10. Писаренко Г.С., Яковлев Н.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов- К.: «Наукова думка», 1975. – 704 с.
11. Фиделев А.С. Подъемно-транспортные машины- К.: Вища школа, 1976. - 220 с.

Раздел 5. Техногенная безопасность

УДК 621.873.7

Батурин В.Е., инженер, доцент

Харьковский национальный автомобильно - дорожный университет

Автомобиль и инфраструктура города

Рост автомобильного парка и ускоренная автомобилизация страны ведет к развитию практически новой отрасли народного хозяйства – автосервис. Автосервис сегодня нельзя рассматривать только как некую сеть станций обслуживания и мастерских по ремонту автомобилей, это уже инфраструктура автомобильного транспорта, которая должна рационально вписываться в инфраструктуру городов.

В данной статье рассматривается вопрос о необходимости проведения исследований для расширения рекомендаций и дополнительных нормативов по градостроительству в сфере автосервиса, с целью создания научно-обоснованной системы « АВТОМОБИЛЬ – АВТОСЕРВИС – ГОРОД», обеспечивающей социально—экономическую эффективность и безопасность автомобиля.

Автомобиль, автомобилизация, автосервис, безопасность, градостроительство, инфраструктура, система, эффективность

Автомобильный парк ускоренно развивается с ежегодным приростом от 300 до 400 тысяч автомобилей в год. Так, например, за 2006 год на Украине продано 370 тысяч автомобилей [6]. Показателем автомобилизации страны является количество автомобилей на тысячу жителей. Динамика роста этого показателя на Украине составила: 1975 г. – 16, 1985 г. – 47, 1990 г. – 66, 1995 г. – 90, 2005 г. – 120 автомобилей на одну тысячу жителей. К 2010 году ожидается, что этот показатель возрастет до 200 [1]. Например, в г. Симферополе в 2006 г. на тысячу его жителей уже приходится около 170 автомобилей. Если на основании Закона Украины «Об автомобильном транспорте» развитие грузового и пассажирского автотранспорта планируется на основании программ, разрабатываемых городскими, районными и областными исполкомами, то численность легковых автомобилей, принадлежащих гражданам, определяется только покупательной способностью и спросом. А доля этого автотранспорта в общей структуре парка составляет 50 – 60 %. Так, например, в 2006 г. за счет автокредитов продажа автомобилей населению возросла на 40 процентов по сравнению с 2005 годом [6]. В настоящее время в крупных городах страны автомобильные пробки, парковки на тротуарах и площадях уже считаются обычным явлением. А что же будет, если уровень автомобилизации у нас достигнет уровня стран западной Европы – 400 – 600 автомобилей на тысячу жителей? Автомобилизация страны ведет к созданию практически новой отрасли народного хозяйства – автосервис. Сегодня автосервис уже не просто сеть станций технического обслуживания (СТО) и мастерских по ремонту автомобилей, как было это в нашем понятии, – это инфраструктура автомобильного транспорта. Автосервис только зарождается как отрасль и мы еще не имеем достаточного опыта, исследований и анализа в вопросах его организации и обустройства городов. Автосервис как инфраструктура автомобильного транспорта включает в себя следующие системы [1]:

- торговля автомобилями и запасными частями к ним;
- поддержание работоспособности автомобилей;
- обеспечение технической эксплуатации автомобилей;
- обеспечение использования автомобилей;
- обеспечение безопасности автомобилей.

Эти системы обуславливают социально – экономическую эффективность автомобиля. Задача автосервиса в целом заключается в том, чтобы обеспечить максимальное использование возможностей, заложенных в автомобиле. Но реализация систем автосервиса требует изменения и дальнейшего развития инфраструктуры городов. Интеграция автомобильного рынка Украины в европейский и мировой автомобильные рынки привела к развитию фирменного автосервиса. В Украине начали работать множество иностранных фирм: «Мерседес – Бенц», «Опель», «БМВ», «Тойота», «Ниссан», «Пежо», «Форд» и др. В связи с этим в городах открылась сеть автосалонов, фирменных СТО, магазинов по продаже запасных частей, аккумуляторов, шин и др. Практически в каждом городе имеются авторынки по продаже подержанных автомобилей. Таким образом, для обеспечения системы торговли необходимы дополнительные городские площади.

Система поддержания работоспособности автомобилей должна иметь сеть СТО и мастерских. В связи с автомобилизацией в стране начали бурно развиваться тысячи мелких предприятий автосервиса в гаражах, при домах и на стоянках, как правило, в непригодных помещениях и без необходимого оснащения оборудованием. Но беда в том, что иностранные автомобили это не наши автомобили типа ЗАЗ, ВАЗ или «Москвич», обслуживание и их ремонт требуют как соответствующего оснащения, так и квалификации работников. То есть необходимо создавать современные СТО, обеспечивающие культуру и высокое качество работ на основании государственного регулирования путем их сертификации и проведения конкурсов.

Прогнозируется, что рациональная структура СТО по количеству рабочих должна составлять: до 5 человек – 70% СТО, от 5 до 20 человек – 15-20%, от 21 до 50 человек – 10%, более 50 человек – 2 – 3%.[1]. Следовательно, децентрализация работ по обслуживанию и ремонту автомобилей тоже потребует в какой-то степени расширения городских границ.

В настоящее время крупные автотранспортные предприятия распались и на рынке автоуслуг появились много мелких владельцев транспортных средств (1 – 10 авт.), которые обеспечивают перевозки грузов и пассажиров, но не имеют своей ремонтной базы и вынуждены обращаться на СТО. Это тоже потребует организации специализированных СТО по обслуживанию транспорта автоперевозчиков. Таким образом, для системы обеспечения работоспособности автомобилей в дальнейшем потребуются значительные городские площади и дополнительные участки земли.

Система технической эксплуатации автомобилей предусматривает обеспечение их эксплуатационными материалами и местами хранения. В черте города действуют десятки автозаправочных станций (АЗС), которые предлагают различные виды топлив, масел, смазок и автомобильной косметики. Закон обязывает владельцев транспортных средств обеспечить их хранение в гаражах и на стоянках [4]. Каждый автомобиль должен иметь как минимум три места хранения: дома, на работе и на отдыхе. Существующая сеть ГСК уже не обеспечивает потребности в местах и хранение автомобилей производится на охраняемых платных стоянках и просто под домами на улицах. Нам еще предстоит строить многоэтажные гаражи, подземные паркинги и стоянки. Автомобиль выгодно иметь тогда, когда он не приносит его владельцу забот. А это значит, что должны быть подъездные пути и стоянки вблизи рынков, стадионов, торговых центров, вокзалов и т. п., гаражи для хранения должны размещаться рядом с жильем – все это создает удобства владельцам транспорта. Автомобиль является небезопасным как для того, кто им управляет, так и для всех окружающих. Так на Украине ежегодно под колесами автомобиля погибает около 7 тысяч человек.

Безопасность движения остается одной из важных социально-экономических проблем автомобилизации. На основании Закона [5] государственные и местные органы власти и управления разрабатывают, утверждают и реализуют программы по обеспечению безопасности дорожного движения. Кроме требований к совершенствованию конструкции автомобиля и повышения квалификации водителей система безопасности дорожного движения включает в себя качество дорог, организацию дорожного движения, устройство пешеходных переходов, систем регулирования уличного движения и др. Темпы развития улично-дорожной сети существенно отстают от темпов автомобилизации. А чем выше плотность улично-дорожной сети, тем чаще пересекаются транспортные и пешеходные потоки, что приводит к задержке транспортных средств, образованию очередей и снижению скорости сообщения. Хранение и организация движения городского транспорта требует увеличения территории города и транспортных коммуникаций, размеры которых достигают 30 – 40% от общей городской территории [2].

Автомобиль представляет собой и экологическую опасность. К основным источникам загрязнения атмосферы, особенно атмосферы крупных городов вредными веществами относится автомобильный транспорт. «Вклад» автотранспорта в валовой выброс вредных веществ составляет более 50% [2]. Развитие автомобилизации ведет к значительному преобразованию естественных экологических систем. При широком использовании автомобилей все большее число людей получают огромную нагрузку на организм, не успевающий и во многих случаях не могущий адаптироваться к загрязненной атмосфере. Градостроительные методы улучшения качества среды направлены в основном на предотвращение распространения загрязнения от источников к человеку, а также на совершенствование планировочной структуры городов с целью уменьшения объема транспортной работы, более плотной застройки и приближения жилья к местам работы, торговым и культурным центрам.

Таким образом, автомобилизация, развитие автосервиса и инфраструктура городов находятся в тесной взаимосвязи и образуют систему «Автомобиль – Автосервис - Город» (см. Рис.).

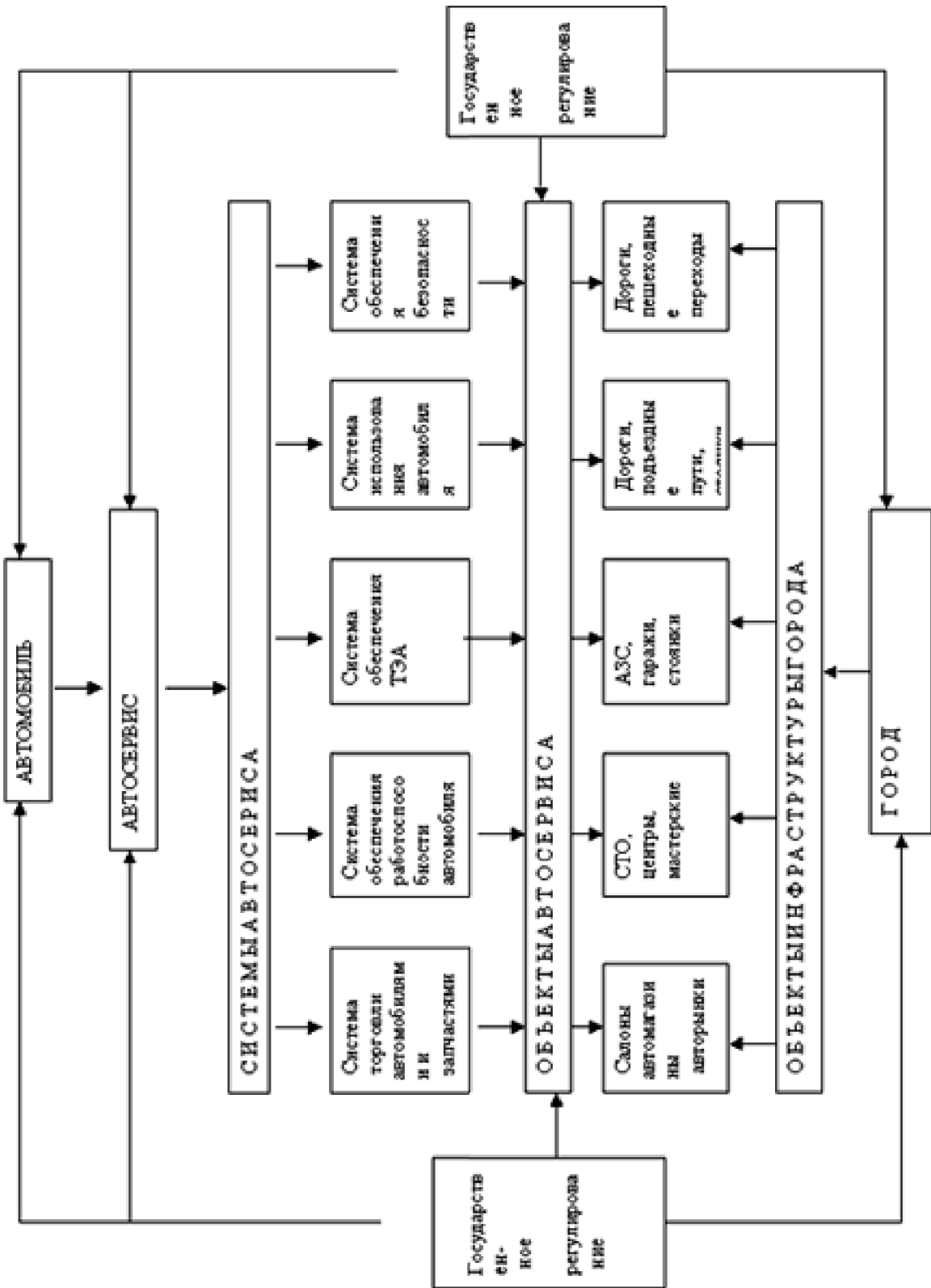


Рис. Система «Автомобиль-город»

Строительные нормы по градостроительству в части автосервиса и автотранспорта в основном принимаются по численности населения или количества работающих в предприятиях и учреждениях, а не по уровню автомобилизации [3]. Кроме того, не все объекты автосервиса учтены в данных нормах и требуется их расширение и дополнение. В условиях ускоренной автомобилизации органам власти и органам местного самоуправления настоятельно необходимы рекомендации и нормативы по развитию инфраструктуры городов на основании уровня их автомобилизации с целью обеспечения социально-экономической эффективности и безопасности автомобиля.

В системе автосервиса наиболее емким является производство по обслуживанию и ремонту автомобилей – это сеть СТО и мастерских, которая требует под себя земельные участки города. Площадь земельного участка СТО рассчитывается по количеству рабочих постов, которое является мощностью СТО.

Расчетное количество рабочих постов на СТО города, района, области равно:

$$X_{\Pi} = A * P + A_{\text{тр}} / A_{\Pi} ; \quad (1)$$

где: A – уровень автомобилизации, ав/ 1000 чел.;

P – численность жителей, тыс.чел.;

$A_{\text{тр}}$ – количество транзитных автомобилей;

A_{Π} – количество автомобилей, приходящихся на один пост, шт.

$$A_{\Pi} = N_{\Pi} / T_{\text{тор}} ; \quad (2)$$

где: N_{Π} – мощность поста, нормо- час;

$T_{\text{тор}}$ – техническая потребность в услугах СТО, чел.- ч.

$$N_{\Pi} = \Phi_{\text{рв}} * K_{\text{тр}} * K_{\text{об}} * K_{\text{с}} * P_{\Pi} , \quad (3)$$

где: $\Phi_{\text{рв}}$ – фонд рабочего времени,

$K_{\text{т}}$ – коэффициент уровня организации труда,

$K_{\text{об}}$ – коэффициент технической готовности оборудования,

$K_{\text{с}}$ – коэффициент сезонности,

P_{Π} – среднее количество рабочих на посту, чел.

Техническая потребность в услугах СТО равна:

$$T_{\text{тор}} = t_{\text{тор}} * L ; \quad (4)$$

где: $t_{\text{тор}}$ – удельная трудоемкость ТО и ремонта на 1000 км пробега,

L – пробег автомобиля на планируемый период, тыс.км.

Рабочий пост – производственная площадь (120 м^2), на которой одновременно могут работать в одну смену три работника (или пять работников – 1,5 или 2 смены); она обеспечена оборудованием, оснасткой и инструментом, необходимыми и достаточными для выполнения работ по ТО и ремонту автомобилей [1].

Таким образом, расчетная производственная площадь всех СТО равна:

$$F_{\text{сто}} = X_{\Pi} * 120. \text{ м}^2 \quad (5)$$

Необходимая площадь земельных участков под СТО определяется по нормативной плотности застройки.

Дальнейшие исследования систем автосервиса позволят уточнить и расширить перечень строительных нормативов в градостроительстве, представленных в ДБН 360-92

ВЫВОДЫ

Автомобилизация и развитие автосервиса оказывают существенное влияние на инфраструктуру и жизнедеятельность городов и требуют их государственного регулирования.

Разработка дополнительных рекомендаций и нормативов по созданию и развитию рациональной инфраструктуры городов в зависимости от их автомобилизации с целью реализации социально—экономической эффективности и безопасности автомобиля будут необходимы и полезны для государственной власти и органов местного самоуправления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О.Д. Марков Організація автосервісу - Львів, -1998 – 332 с.
2. Канило П.М., И.С.Бей, А.И.Ровенський Автомобиль и окружающая среда. – Х,; Прапор, 2000, - 304с.
3. ДБН 360-90 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских, поселений, - Киев , 2002 – 91с.
4. Закон Украины “ Об автомобильном транспорте” – Киев,; 2006
5. Закон Украины “О дорожном движении” – Киев, :1993
6. Журнал АВТОСЕРВИС. №1 2007

Ветрова Н.М.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Сущность стратегий экологической направленности для рекреационных территорий

Исследованы современные подходы к формированию стратегии развития отдельных территорий, имеющих рекреационную специализацию в рамках экологического управления на региональном уровне.

экологическая безопасность в рамках стратегии региона, особенности стратегии экологической направленности рекреационной территории

В условиях высокой интенсивности и напряженности труда, нарастания психологических перегрузок в современном производстве роль рекреации человека повышается. При этом особое значение для организации эффективной рекреации человека имеет учет экологического состояния природных систем окружающей среды как определяющего фактора рекреации. Этот подход основан на понимании непосредственного участия в рекреационном процессе природных составляющих, таких как климат, гидроресурсы, бальнеогрязевые запасы, фитолечебные морские и пляжные ресурсы, ландшафтное многообразие [1, с.16]. Именно снижение качественных характеристик окружающей среды по отношению к норме сказывается отрицательно на привлекательности рекреационной территории, а по ряду показателей может привести к потере значимости территории как пригодной для организации рекреационного процесса. Следовательно, управление рекреационными территориями должно в первую очередь быть экологически сбалансированным, и, учитывая вышеприведенное, целью данной статьи является рассмотрение подходов к формированию стратегии развития рекреационного региона с учетом экологической составляющей.

В теории проблемы обеспечения экологической безопасности, состояния окружающей среды, его влияния на здоровье населения и на эффективность рекреационной деятельности широко изучались учеными-экологами, географами [2], [3], [4], [5, с.239-246], [6], медиками [7, с.95], [8], [9, с.7-13], экономистами [10], [11], [6, с.267-274], [1, с.57-73]. Однако аспекты экологического управления экологической безопасностью рекреационного региона на стратегическом уровне все же требуют дополнительного осмысления: проблемным является вопрос о всесторонней теоретической проработке подходов к определению сущности, особенностей экологической составляющей региональной стратегии в рамках существующих территориальных комплексов, имеющих сформировавшуюся специализацию хозяйствования.

Общепризнано рекреационная деятельность рассматривается как процесс, имеющий не только физиологическую и социальную, но и экономическую основу [10]. При наличии рекреационных потребностей общества для организации на отдельной территории эффективных видов и форм рекреации различных групп населения используется имеющаяся совокупность рекреационных ресурсов, благодаря таким их свойствам как лечебно-оздоровительное воздействие, уникальность, историческая и культурная ценность, эстетическая привлекательность и другие характеристики. Для рекреационной специализации, при которой создаются специальные элементы техногенной среды, необходимо, с одной стороны, учитывать уровень социально-экономической целесообразности организации рекреационно-экономической деятельности, а с другой – поддерживать и сохранять экологический потенциал используемого пространства.

Данный подход связан с пониманием, что техногенная среда формируется для жизнедеятельности в целом и для рекреационной сферы, в частности, но в то же время оказывается влияние на естественно-природную составляющую среды посредством потребления ресурсов в требуемых объемах. При этом часто нарушаются пропорции процессов возобновления таких ресурсов: лесозаготовка ведется без учета сроков возобновления лесов; водозабор, превышает естественный уровень баланса гидроресурсов; добыча полезных ископаемых осуществляется с нарушением массивов поверхности земли (создание пустот и другие виды нарушений) и другие виды воздействия. Также в природной среде располагаются создаваемые объекты жизнеобеспечения, что не всегда соответствует показателям естественно-природной среды: строения, сооружения, дороги занимают территории насаждений, которые обеспечивают кислородный баланс, строительство в оползневой зоне нарушает устойчивость массивов и другие аспекты урбанизации.

Следовательно, присутствует объективное противоречие – вследствие установок на обеспечение обще-

ственного развития наблюдается несоответствие процессов хозяйствования человека процессам развития естественно-природной среды. Другими словами, жизнеобеспечение общества осуществляется при наличии экологической доминанты, которая проявляется с одной стороны в необходимости учета факторов естественно-природной среды, а с другой - в решении проблем поддержания требуемых характеристик среды.

Наличие системной проблемы функционирования природных комплексов в условиях направленного воздействия на них человека требует осознания совокупного влияния на природную среду антропогенных процессов – как сложившихся, так и возможных. Концептуально, при построении целостной стратегической перспективы развития любого региона необходимо обеспечить сбалансированное взаимодействие природных, технических и социальных подсистем, формирующих среду, соответствующую санитарно-гигиеническим, эстетическим и материальным потребностям общества при сохранении природно-ресурсного потенциала. Особое значение данный подход имеет для рекреационной территории.

В теории стратегического управления подчеркивается, что решение указанной задачи зависит от результатов оценки уровня экономического развития и экологического состояния территории; ресурсного потенциала региона; территориального и отраслевого зонирования территории по видам ресурсов, оценки возможных изменений экологических балансов территории. Результаты исследований должны обеспечить основу обоснования стратегических перспектив рекреационной деятельности по отношению к принципу «Не навреди» ни рекреанту, ни окружающей среде и стратегическое управление учитывает целый комплекс характеристик как внешнего окружения (макроуровень), ситуации в отрасли, позиций в сегменте рынка, так и внутренних особенностей процесса организации рекреации на отдельной территории [1, с.31].

При этом для рекреационной территории экологическое управление в процессе формирования стратегической перспективы должно:

- учитывая влияние на природную среду в целом и на рекреационные ресурсы в частности (возможные выбросы, дисбаланс состояния окружающей среды и другие), оценивать целесообразность создания новых и развития имеющихся рекреационных систем (учреждений рекреации, предприятий инфраструктуры) и других элементов деятельности на отдельной территории, включая потенциально небезопасные производства;
- с территорий, которые урбанистически перегружены или имеют высокие риски экологических опасностей, предусматривать перераспределение производительных сил, включая рекреационные системы.

Данный подход к проблемам экологического управления основан на учете следующих особенностей рекреационной деятельности в регионе:

- 1) сезонный рост численности населения в рекреационном регионе за счет миграции в регион рекреантов с других территорий;
- 2) повышенный уровень освоения особых территорий - курортных, в которых целесообразно создание уникальных лечебных рекреационных услуг;
- 3) рекреационная деятельность развивается в рамках уникальности рекреационных ресурсов, что приводит к повышению уровня урбанизации территорий, которые имеют наибольшую привлекательность для рекреации – морское побережье, территории, обладающие рекреационными ресурсами для отдельных видов рекреации (горный, зеленый, познавательный и др. туризм);
- 4) рекреационная деятельность требует поддерживающегося функционирования широкой инфраструктуры региона, поскольку создается комплексная рекреационная услуга (транспорт, связь, агропромышленный комплекс, общественное питание, торговля, культурно-развлекательная деятельность) [12, с.264].

Анализируя приведенные особенности, уровень влияния опасных воздействий различной направленности в рекреационных зонах может быть более значительным вследствие ослабленного здоровья больных или находящихся на реабилитации рекреантов. Сезонные пики роста населения могут сказаться на уровне потерпевших при опасностях, а также на усложнении ситуации при эвакуации рекреантов с территории. Также при росте населения, восстановление природных характеристик окружающей среды может быть невыполнимо из-за превышения критического уровня воздействий на природные комплексы: роста хозяйственно-бытовых отходов, роста уровня выбросов транспорта в атмосферу, механическое нарушение растительности, ландшафтов, уплотнение почв, превышенный водозабор минеральных гидроресурсов и воды для бытовых и технологических нужд, нарушения в зонах обитания животных и др. Так, в Крыму не сокращаются численность и объемы могильников твердых отходов; сохранилось лишь около 25% естественных

ландшафтов – что ниже среднемирового уровня [6, с.191]; резко сокращается многообразие растений и животных на полуострове (более 50% видов диких животных занесены в Красную книгу Украины); допустимые нагрузки на леса при организации туризма превышаются значительно [6, с.96], в курортный сезон количество автотранспорта в зонах отдыха полуострова возрастает в 3-3,5 раза, что приводит к резкому росту выбросов в атмосферу.

Приведенные данные еще раз подтверждают важность решения проблем экологии для рекреационного региона как текущего, так и стратегического уровней. При этом для рекреационно-экономической деятельности возможны следующие стратегические перспективы [13, с.13]:

- стратегическое развитие - курс на расширение деятельности в регионе по объемам, видам, уровню рекреационных услуг. Стратегия развития может иметь различные направления и целевую установку (рост объемов без изменения номенклатуры, с изменением номенклатуры товаров, услуг, рост при концентрации действий на отдельных видах деятельности, рост через расширение системы сбыта, другие);
- стратегия стабилизации - обеспечение достигнутого уровня функционирования рекреационных предприятий, как по видам, так и по объемам услуг;
- стратегия сокращения - необходимость реализации мер по сокращению отдельного вида или направления деятельности и одновременно обоснование изменений специализации.

Учитывая имеющиеся ресурсы и сложившуюся инфраструктуру, одной из альтернатив стратегии развития для территориальных рекреационных зон, может быть признана «стратегия концентрированного роста». В ее рамках осуществляется ориентация на увеличение объемов оказываемых рекреационных услуг. Важно отметить, что стратегия концентрированного роста также может включать меры, которые реализуются в ценовой сфере. При этом следует учитывать, что за длительный период в Крыму сложилась зональная специализация рекреационного комплекса, при которой в отдельных городах или населенных пунктах организовывался лишь недорогой оздоровительный семейный отдых, на других территориях развивалось санаторно-курортное обслуживание соответствующих категорий рекреантов в соответствии с имеющимися рекреационными ресурсами, параллельно создавались зоны элитного туризма. Исходя из вышеприведенных характеристик, стратегия концентрированного роста перспективна для традиционно популярных рекреационных зон (включая туристические потоки как национального, так и международного уровня), в которых совершенствование индустрии позволит выйти на качественно новый уровень функционирования. Однако, учитывая требования экологической доминанты при обосновании стратегии развития в рекреационной сфере необходима реализация сбалансированных мер по обеспечению экологической безопасности территориальных экосистем (естественно на отдельно исследуемой территории требуют решения различные экологические аспекты).

Осознание экономической необходимости защиты позиций хозяйствующих субъектов на рекреационном рынке без роста объемов рекреационных услуг является основой выбора «стратегии стабилизации» для территориального рекреационного комплекса. Такой стратегический выбор в условиях действия экологической доминанты целесообразен при соответствующей характеристике состояния окружающей среды в целом и имеющихся рекреационных ресурсов территории, в частности: когда отмечается значительная нагрузка рекреационных ресурсов целесообразно совершенствование рекреационных услуг без увеличения мощностей предприятий рекреации. Нарушение баланса «ресурсы-объемы рекреационной деятельности» в регионе могут привести как к резкому снижению качества предоставляемых услуг, так и к критическим изменениям в состоянии территории, которые потребуют значительных затрат на мероприятия по устранению отрицательных экологических последствий. В рамках данной стратегии на территории не должно предполагаться создание новых и расширение имеющихся объектов рекреации и инфраструктуры, однако экономика территории, для которой характерны определенный квалификационный состав кадров, структура фондов, а также система организации деятельности, очень зависима от резких структурных изменений, поскольку специализация имеет тесную связь с социальными аспектами хозяйствования. При этом данная стратегия для рекреационной зоны предполагает ориентацию на поддержание экологии окружающей среды территории, а также сохранение уровня занятости, стабилизацию социальных процессов, посредством обеспечения повышения привлекательности рекреационного комплекса за счет поддержания уникальности и качества услуг в имеющихся объемах. Стратегия с такими целями целесообразна для территории, которая обладает уникальными рекреационными ресурсами, используемыми сегодня на максимально допустимом уровне.

Реализация принципа структурных изменений территориального комплекса в меняющихся условиях функционирования осуществляется в рамках стратегии изменения специализации для территорий, имеющих рекреационные ресурсы, но традиционно развивавших другие виды деятельности. В Крыму существуют территории, на которых имеются значительные, часто неповторимые рекреационные ресурсы, хотя эти территории традиционно задействованы в сельскохозяйственном производстве. Однако в условиях коренного реформирования аграрно-промышленного комплекса и оценки уровня эффективности ведения сельского хозяйства на таких территориях следует рассмотреть возможность изменения в целом или частично специализации в направлении ориентации на сельский туризм, охоту как отдых, бальнеологические курортные услуги и другие виды восстановления здоровья и состояния трудового потенциала нации.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований проявились проблемы стратегического управления, когда перспективы как общее направление в развитии деятельности рекреационного региона не могут не отражать субъективные мнения, но для преодоления возможных противоречий между хозяйствованием и состоянием внешней среды должна реализовываться стратегическая система мероприятий экологической направленности, регламентирующая ведение экономической деятельности. В такой системе объединяются социально-организационные, оценочно-прогнозные и технические меры, которые позволяют избежать рассогласования экологических параметров и рекреационной специализации территории.

Рассмотрены возможные альтернативы развития рекреационных регионов с учетом необходимости обеспечения экологической безопасности региона. Сформулированные подходы к разработке стратегии функционирования рекреационной территории требуют дальнейшего исследования с учетом складывающихся условий и экологических факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Устойчивое развитие рекреационно-экономического комплекса Крыма / Коллектив авторов; Под ред. д.э.н., проф. А.В. Ефремова – Симферополь: «Таврия», 2002. – 400 с.
2. Реймерс Н.Ф. Экология (теория, законы, правила, принципы, гипотезы). – М.: Россия молодая, 1994. – 367 с.
3. 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.
4. Экология, охрана природы и экологическая безопасность / Под ред. В.И. Данилова -Данильяна. – М.: Изд. МНЭПУ, 1997. – 744 с.
5. Устойчивый Крым. Общественно-экологическое движение. – Симферополь: Бизнес-Информ, 2002. – 368 с., ил.
6. Экология Крыма. Справочное пособие / Под ред. Н.В.Багрова и В.А.Бокова. – Симферополь: Крымское учебно-педагогическое государственное издательство, 2003. – 360 с.: ил. – На русском языке.
7. Устойчивый Крым. План действий: научные труды КИПКС. Киев-Симферополь: СОНАТ, 1999. – 400 с., ил., 16 с. цв. вкл.
8. Шибанов С.Э., Шибанов А.С. Анализ существующих запасов, перспектив освоения и экологического состояния гидро-минеральных и грязевых курортных ресурсов Крыма // Вестник физиотерапии и курортологии. – 2001. – №1. – С.112-116.
9. Ярош А.М., Солдатченко С.С., Коршунов Ю.П., Бессмертный А.Ф., Ефимова В.М., Воскресенская Е.Н. Сравнительная медико-климатологическая характеристика основных приморских курортных местностей Европы и прилегающих к ней регионов Азии и Африки // Приложение к научно-практическому дискуссионно-аналитическому сборнику «Вопросы развития Крыма». – Симферополь: СОНАТ, 2000. – 136с., ил.
10. Мамутов В.К., Амоша А.И., Дементьева Т.Н. и др. Рекреация: социально-экономические и правовые аспекты. – Академия наук Украины Институт экономики промышленности. – К.: Наук. думка, 1992. – 141с
11. Данилішин Б.М. Природно-техногенні катастрофи: проблема економічного аналізу та управління. – К.: УІНЦІР, 2002. – 153 с.
12. Ефремов А.В., Ветрова Н.М., Бережная И.В. Системный подход к формированию организационной структуры управления рекреационно-экономическим комплексом Крыма. // Культура народов Причерноморья. ?1997. ?№2. ? С.263-266.
13. Ветрова Н.М. О типах и иерархии стратегий // Экономика и управление. ? 2003. -№5-6. ? С.11-14.

Дьяков И.М., к.т.н., доцент, Царенко Н.В., инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Рекреационная емкость территории и проблемы ее соблюдения

Рассмотрены и проанализированы существующие исследования в области рекреационной нагрузки на территорию и методов ее определения. Выявлены недостатки существующих подходов. Определены целесообразные направления исследований, связанные с оценкой и предотвращением угрозы превышения рекреационной емкости территории.

рекреационная емкость, рекреационная нагрузка, рекреационная территория, допустимая нагрузка.

Одним из первостепенных требований, предъявляемых к рекреационным территориям, является экологическая комфортность. Она во многом определяется возможностью регенерации и поддержания нормального состояния окружающей природной среды, ее рекреационных ресурсов. В свою очередь, отрицательное воздействие на окружающую среду рекреационных территорий, где нет развитой промышленности, напрямую зависит от количества присутствующих на территории людей. Такое воздействие проявляется постепенно, в большинстве случаев путем накопления негативных факторов – загрязнений, изменения ландшафтов и т.д.

Состояние окружающей среды отслеживается путем мониторинга. Однако он может лишь констатировать негативные изменения в окружающей среде, в то время как более целесообразно выявлять и предотвращать первопричину негативных изменений. Учитывая, что загрязнения и другие негативные воздействия увеличиваются с нарастанием количества рекреантов, целесообразно ограничение их количества на территории. Определяющим параметром количества рекреантов на территории, обеспечивающим сохранение и регенерацию окружающей среды, является рекреационная емкость территории.

В соответствии с этим, большое значение для сохранения рекреационного статуса территории играет наличие и функционирование социально-экономического и экологического механизма оценки и обеспечения соблюдения рекреационной емкости территории. Такой механизм позволит предотвратить чрезмерные нагрузки на рекреационные территории и обеспечит их устойчивое развитие.

Существует значительное количество исследований, направленных на изучение допустимой нагрузки на территорию, а именно максимального количества отдыхающих или проживающих на территории людей, при котором обеспечивается сохранение природных компонентов среды. Наиболее известны работы В.В. Покшишевского, С.А. Ковалева, Б.Ц. Урланиса, Ю.Г. Саушкина, Р. Пенто, М. Гравитца, Е.Е. Слуцкого, К.П. Космачева, К.М. Лосяковой [1], изучавших различные аспекты расселения. Работы таких авторов, как Э.Б. Алаев [2], Владимиров В.В. [3], Микулина Е.М., Яргина З.Н., Неверов А.В. [4] посвящены определению граничных факторов расселения. Различные аспекты понятия емкости природной среды, в том числе рекреационной, изучали П.П. Семенов-Тянь-Шанский, С.М. Мягкова, Ф.Н. Рянский [5], Е.Г. Петрова [6], В.М. Разумовский [7].

Цель статьи – определить основные направления исследования методов оценки и регулирования количества рекреантов на территории с учетом ее рекреационной емкости.

В Национальной академии природоохранного и курортного строительства проводятся исследования, направленные на разработку социально-экономического и экологического механизма оценки рекреационной нагрузки на территорию и соблюдения ее рекреационной емкости.

Существуют различные подходы к расчету рекреационной емкости территории, т.е. допустимого с экологической точки зрения количества рекреантов, которое может находиться на рекреационной территории без нанесения экологического ущерба для нее.

Временная методика определения рекреационных нагрузок на природные комплексы при

организации туризма, экскурсий, массового повседневного отдыха и временные нормы этих нагрузок [8] предлагает следующие методы оценки допустимой рекреационной нагрузки на территорию: метод пробных площадей, моделированием категорий повреждений поверхности почвенного покрова и др.

В методике, предложенной Н.В. Масловым [9], для обоснования допустимого значения рекреационной емкости территории последовательно рассчитываются частные значения допустимой емкости территории, а именно:

- частная емкость территории по расходу энергии;
- частная емкость территории по условиям эмиссии углекислого газа в атмосферу;
- частная емкость территории по условию воспроизводства кислорода атмосферой;
- частная емкость территории по наличию ресурсов поверхностных вод.

Из рассчитанных показателей выбирается минимальное значение, принимаемое за допустимую емкость.

В этих и других известных методиках не учтены такие аспекты, как сезонная миграция работоспособного населения, зависимость рекреационной емкости от вида рекреационного использования, различное влияние на емкость организованных и неорганизованных туристов, методы организации быта туристов и др. Основное назначение таких методик состоит в определении возможной рекреационной нагрузки на территорию до ее застройки или использования с целью определения мощности курортно-рекреационного комплекса. Это ограничивает их использование для контроля за антропогенным воздействием на природную среду.

Другой стороной исследуемой проблемы является сложность определения количества людей, находящихся на рекреационной территории.

Наиболее известны следующие методы оценки количества туристов (прежде всего неорганизованных), посетивших рекреационную территорию:

- Метод, основанный на определении количества человек, прибывающих железнодорожным транспортом (метод определения пассажиропотока);
- Метод, основанный на определении количества потребленного на рекреационной территории хлеба;
- Методы, предлагаемые Временной методикой определения рекреационных нагрузок на природные комплексы при организации туризма, экскурсий, массового повседневного отдыха и временными нормами этих нагрузок

Первый метод не может быть приемлемым для анализа количества человек, воздействующих на рекреационную территорию, так как:

- Он инертен и позволяет определять лишь количество рекреантов, прибывших на территорию Крыма, не уточняя их распределение по рекреационным территориям, цель и длительность пребывания;
- Помимо железнодорожного транспорта, туристы прибывают в Крым автомобильным, водным, авиатранспортом;
- Жители Крыма также могут составлять долю рекреационной нагрузки.

Определение количества человек вторым методом вызывает сомнение из-за неоднозначного отношения населения к употреблению хлебобулочных изделий, возникшего в последнее время, наличия значительного количества мелких пекарен, не поддающихся контролю, и других факторов.

Во временной методике [8] для оценки количества рекреантов, находящихся на территории, предлагаются базовые: метод моментных наблюдений и хронометражный. Кроме них применяют расчетные методы, разработанные для конкретных природных и социальных условий на основе эмпирически установленных регрессий рекреационных нагрузок с природными и социальными факторами, стадиями рекреационной дигрессии и т.п. Из базовых методов более предпочтителен метод моментных наблюдений, так как он по затратам времени на проведение учетов в десятки раз менее трудоемок, чем выборочный хронометражный.

Объектом моментных наблюдений могут быть однородные участки природных комплек-

сов с преобладанием определенного вида отдыха, размер которых должен обеспечивать возможность единовременного учета отдыхающих.

В связи с тем, что численность отдыхающих на одних и тех же участках варьирует в зависимости от времени суток, сезона, условий погоды, рабочих и нерабочих дней моментные учеты организуют следующим образом.

На каждом учетном участке определяют численность отдыхающих в момент наблюдений, и данные заносят в специальную ведомость (наблюдательный лист). Суточные моментные наблюдения проводят утром, в середине дня, вечером. Отдыхающих, остающихся на участке на ночь, учитывают при вечерних наблюдениях, регистрируя их путем опроса, либо подсчетом людей, устанавливающих палатки и другие приспособления для ночлега. При значительной вариации посещаемости на участках количество среднесуточных наблюдений увеличивают в 2-3 раза. Годовые моментные наблюдения проводят в течение нескольких дней весной, летом, осенью, зимой дифференцированно в рабочие и нерабочие дни с комфортной и дискомфортной погодой.

Основным недостатком данного метода моментных наблюдений является невысокая точность, значительная трудоемкость и невозможность использования в механизме регулирования рекреационной нагрузки на территорию.

Для оценки уровня антропогенной нагрузки на рекреационную территорию авторами предлагается сопоставление количества людей, находящихся на рекреационной территории с допустимым, полученным на основе модифицированного расчета рекреационной емкости.

Схема механизма оценки и регулирования уровня рекреационной нагрузки на территорию представлена на рис. 1. Первоначально рассчитывают рекреационную емкость территории (допустимое значение). Периодически, в сезон пиковой нагрузки, определяют количество рекреантов, находящихся на контролируемой территории. При приближении количества рекреантов к допустимому значению (90-100% от допустимого), вводятся в действие ограничительные меры, а при превышении граничного значения – экстренные меры. Те и другие меры должны использовать социально-экономический механизм влияния, а не носить распорядительный характер.

Мониторинг плотности размещения рекреантов можно проводить посредством получения информации от операторов мобильной связи. Этот метод наиболее точен и позволяет с небольшой погрешностью получать данные о количестве людей – пользователей мобильной связи, прибывающих на той или иной рекреационной территории. Учитывая, что подавляющее число рекреантов, работников обслуживающей сферы и местных жителей пользуются услугами мобильной связи, подобный мобильный мониторинг может дать достаточно точные результаты.

На основании проведенных исследований установлено, что методика определения количества человек, воздействующих на рекреационную территорию, должна учитывать категории (группы) людей и миграционные процессы, рассмотренные в табл.

Необходимо так же иметь в виду, что вышеперечисленные категории людей оказывают неодинаковое воздействие на окружающую среду. Это возможно учесть посредством введения соответствующих коэффициентов к численности, которые предполагается определить в последующих исследованиях путем анализа статистических данных. Такие коэффициенты позволят привести численность людей, находящихся на территории, к эквивалентному, усредненному по воздействию человека на окружающую среду.

Механизм регулирования притока рекреантов на ту или иную территорию для предотвращения последующих экологических катастроф требует дальнейшей детальной разработки.



Рис.1. Схема механизма оценки и регулирования уровня рекреационной нагрузки на территорию

Процессы и группы людей, создающие антропогенную нагрузку на рекреационную территорию

№ п/п	Миграционные и другие процессы	Группы людей
1.	-	Местное население
2.	Сезонная миграция населения, связанная с поиском работы в межсезонье за пределами рекреационной территории	Местное население
3.	Сезонная миграция населения, приезжающего в курортный сезон в рекреационную зону на работу;	Жители других регионов
4.	Туризм	Организованные рекреанты
5.	Туризм	Неорганизованные рекреанты, в том числе из прилегающих территорий

ВЫВОДЫ:

1. Превышение нагрузки на рекреационную территорию влечет за собой снижение качества окружающей среды и потерю рекреационного статуса территории.
2. Необходим механизм оценки уровня рекреационной нагрузки на территорию и предотвращения достижения граничных значений.
3. Для оценки рекреационной нагрузки на территорию предлагается использовать экспресс-анализ, основанный на сопоставлении численности людей, прибывающих на территории с расчетной допустимой рекреационной нагрузкой. При этом количество человек, находящихся на территории можно определять с использованием данных операторов мобильной связи.
4. Неодинаковое влияния различных групп рекреантов на окружающую среду возможно учитывать посредством введения поправочных коэффициентов с целью приведения численности людей к эквивалентному, усредненному по воздействию на окружающую среду, значению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Космачев К.П., Лосякова К.М. География плотности населения // География и природные ресурсы, 1982, N2. – С. 104-112.
2. Алаев Э.Б. Социально-экономическая география: Понятийно-терминологический словарь. - М.: Мысль, 1983. - 350 с.
3. Владимиров В.В., Микулина Е.М., Яргина З.Н. Город и ландшафт: проблемы, конструктивные задачи и решения. – М., Мысль, 1986. – 238 с.
4. Неверов А.В. Экономика природопользования. – Мн., Выш. шк., 1990. - 216с.
5. Рянский Ф.Н. К разработке концепции сбалансированного эколого-экономического развития региона // Региональные проблемы. N1-2. 1995. – С. 67-71.
6. Петрова Е.Г. Демографическая емкость территории субъектов РФ при экологически устойчивом типе природопользования // Вестник МГУ. Сер5. География. 1997. N5. – С.28-33.
7. Разумовский В. М. Природопользование. — СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2003. — 296 с.
8. Временная методика определения рекреационных нагрузок на природные комплексы при организации туризма, экскурсий, массового повседневного отдыха и временные нормы этих нагрузок. - М., 1987. - 34 с.
9. Маслов Н.В. Градостроительная экология: Учеб. пособие для строит. вузов. - М.: Высш. шк., 2003.-284с.

Садикова Г.Е., к.г.н., доцент

Національна академія природоохоронного і курортного будівництва

Оцінка екологічного ризику від процесу підтоплення будівельного об'єкту в мікрорайоні Піонерське (Сімферопольський район)

Проаналізовано екологічний стан території мікрорайону Піонерське (Сімферопольського району). Проведено оцінку екологічного ризику економічних витрат від процесу підтоплення будівельного об'єкту на даній території.

Екологічний стан, екологічний ризик, підтоплення

Основними об'єктами оцінки екологічних ризиків на локальному рівні є різні по займаній площі й обсягу територіальні комплекси, що включають всі розташовані в їхніх межах будинки, спорудження й інші об'єкти господарства, від окремих будівельних об'єктів до їхніх систем у межах невеликих муніципальних утворень і населених пунктів [1, 2].

Аналіз екологічного стану територій мікрорайонів індивідуальної житлової забудови проведений у гірському (середньо гірському), передгірському і степовому типах ландшафтів Криму. На прикладі мікрорайону стихійної забудови Піонерське охарактеризовано природну підсистему території мікрорайону, розташовану в гірсько-долинно-терасових комплексах. Проведено територіальне і функціональне районування господарської підсистеми і виділено зони екологічного ризику. На території даного мікрорайону вивчені сучасні і історичні природно-господарські територіальні системи, проведено екологічний аналіз території та оцінка екологічного ризику від процесу підтоплення [3].

Природна підсистема розташована в гірсько-долинно-терасовому комплексі долини ріки Б. Салгир. Долина в досліджуваному районі мала наступні характеристики: руслова частина 3–7 м, заплава глибоко врізана (до 1,5–2 м), дуже вузька, у долині виражені тераси – перша надзаплавна, епізодично збереглися друга і третя (рис.1). Корінна тераса – круті південно-західні і північно-східні схили складені делювіально-пролювіальними галько-пісчано-суглинистими відкладеннями, що підстиляються конгломератами верхньої юри (титон).

Господарська підсистема. Територія зазнала наступних змін: русло ріки перенесене до сходу на 150-200 м, перша і друга надзаплавні тераси зрівняні, порушене природне знаходження ґрунтів, русло ріки по лівому березі обгороджено насипом, ділянки лісу по правому і лівому борту долини викорчовані, ґрунти аж до автомобільної траси Сімферополь – Ялта розорані, перемішані і, починаючи з 1991 р., – забудовані. До 90-х років штучна тераса використовувалася для вирощування садових і городніх культур, із застосуванням у значній кількості отрутохімікатів. Тепер мікрорайон Піонерське – житлова забудова на першій і другій надзаплавній терасі р. Салгир на північ і південь від с. Піонерське, площею більш 200 га. Виступ суші щодо русла ріки складає 1-4 м. На території забудови рівень ґрунтових вод знаходиться на глибині 0,3-5,4 м і коливається до 0,3-3 м у паводки і 1,0-5,4 м у межені. Значну роль у підтопленні району грає Сімферопольське водосховище. Прокладка водопроводу в цих гідрогеологічних умовах технічно складна і дорога. Економічна ситуація і необхідність розміщення населення в короткий термін привели до того, що населення споживає воду з незахищеного першого від поверхні водоносного горизонту, використовуючи власні свердловини.

Тому природно-антропогенний ландшафт мікрорайону Піонерське за останні 15 років неодноразово змінювався: *природний ландшафт (долина) > вирубка лісу і чагарників > перенесення русла ріки до лівого берега > нівелювання першої і другої надзаплавних терас > фруктові сади (застосування отрутохімікатів) > забруднення ріки і водоймища > вирубка садів на 50 м від русла > знищення садів у долині > забудова мікрорайону > антропогенний ландшафт (система розселення).*

Мікрорайон автором обстежений у травні і вересні 1999 р., квітні і вересні 2000р. Води по наявності хімічних сполук гідрокарбонатні, кальцієво-магнієві, рідше змішаного складу. Мінералізація вод змінюється від 0,3 до 2,3 г/л, колі-титр – 4–250, NO³- - 40–290 мг/л, NO²- - сліди – 23 мг/л. Ступінь забруднення води значна і повинна використовуватися для технічного децентралізованого водопостачання. В хімічних аналізах води відзначено запах H₂S, зміна кольору від безбарвного до зеленуватого, райдужні плівки на поверхні, t = 10-14 °C, pH = 6,2-7,4, загальна жорсткість – 5,86-30,81 мг.екв, Pb – 0,3-30, Cu – 100, F – 0,5-3, Sr – 1-1,5, нітрати – 40-290 – 0-11,6, нітрити – сліди – 23 мг/л. За результатами аналітичних досліджень ґрунтів і техногенних відкладів Pb, Zn, B, Cu, Co, Hg виявлені в концентраціях, що перевищують ГДК до 10 разів [4].

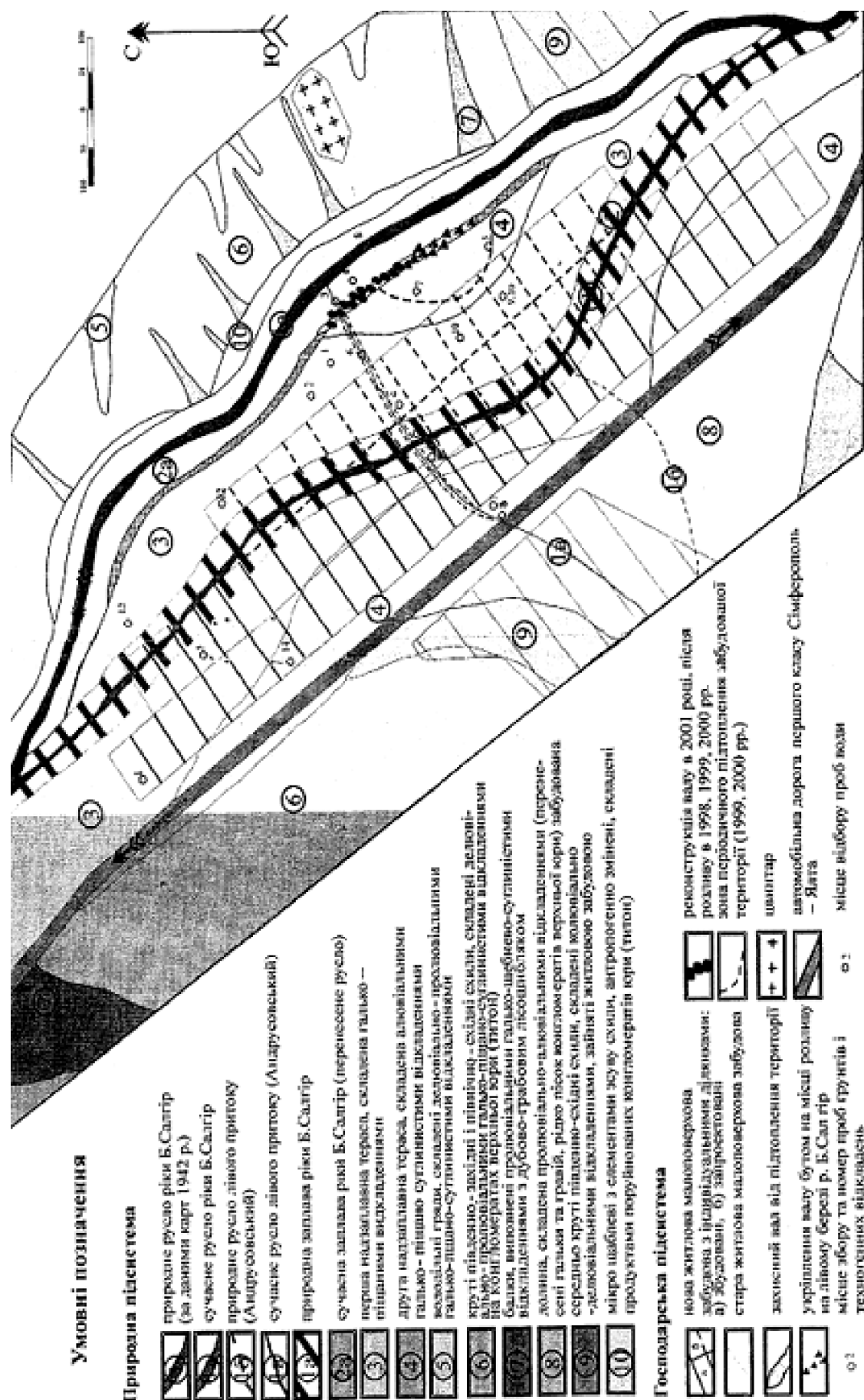


Рис.1. Росташування зони підтоплення в мікрорайоні Піонерське

Корінне перетворення рельєфу, ґрунтів, динаміки і хімії ґрунтових вод створило техногенний ландшафт, що не задовольняє вимогам безпечного проживання в мікрорайоні з одного боку, а з іншого - потенційно створює екологічно небезпечну ситуацію для Сімферопольського водосховища. Причиною являється те, що при господарському освоєнні долини не дотримано принцип природно-антропогенної сумісності (В.А.Николаев, Г.І.Швебс). Зниження ризику можливо при розробці ландшафтно-техногенних систем, інтенсивність і спрямованість яких один на другого повинні регулюватися природоохоронними заходами (створенням ландшафтно-інженерних систем).

На території даного мікрорайону, на ділянці з небезпекою розвитку процесу підтоплення, запроєктовано будівництва житлового приміщення. Приміщення типове безкаркасне, двоповерхове, стіни з ракушечнику. Форма за планом прямокутна зі сторонами 10 і 12 м. Фундамент стрічковий: три стрічки, розташовані вздовж під стіни, що несуть, шириною 0,5 м і загальною площею 48 м². Площа фундаментної частини приміщення або його підґрунтя складає 120 м². Вартість будівництва приміщення разом з обґрунтованими проектно-дослідницькими роботами визначено, за сукупними розрахунками, в розмірі 0,4 млн умовних одиниць (у.о.).

Оцінено екологічний ризик економічних витрат від процесу підтоплення вищезазначеного приміщення за термін його служби без капітального ремонту, який визначений в 50 років, на стадії обґрунтування інвестицій в будівництво (табл.1).

Для оцінки екологічного ризику від підтоплення було виконано за методом математичного моделювання прогнозу подальшого перебігу рівня першого від поверхні водоносного горизонту, який показав, що середньо багаторічна швидкість його підйому після будівництва приміщення збільшується до 20 см/рік за рахунок додаткових витоків з підведених до приміщення комунікацій для надання води. Фундамент житлового приміщення розташований вище на 0,2 м за рівень підземних вод, і частково на одному рівні. Отже, фундамент почне підтоплюватися при встановленій швидкості підйому рівня ґрунтових вод приблизно за рік або в той же рік.

Таким чином, протягом 50 – річного терміну служби приміщення буде підтоплене 49 років.

Таблиця 1

Оцінка екологічного ризику від процесу підтоплення будівельного об'єкту

Вартість будівельного об'єкту, млн, у.о.		0,4
Термін служби, років, T_c		50
Площа фундаменту, м ² , S_o		120
Тип фундаменту		стрічковий
Глибина фундаменту, м		0,9
Глибина залягання рівня підземних вод, м	до початку будівництва	0,2
	на період експлуатації	0,2 – 0
Швидкість підйому рівня підземних вод, см/год		20
Час підтоплення, років, T_s		49
Потужність зони підтоплення / глибина закладення фундаменту		0,7 – 0,9
Приращение уязвимости, год ⁻¹ , $V_e(S)$	середня	0,0076
	максимальне	0,0085
Риск середній	повний, у.о./год, $R_e^h(S)$	2979,2
	питомий, у.о./м ² , $R_{se}^h(S)$	24,82
Риск максимальний	повний, у.о./год, $R_e^m(S)$	3332
	питомий, у.о./м ² , $R_{se}^m(S)$	27,76
Повний наведений економічний збиток за 50 років, млн у.о.(%)	середній	0,149 (37,2%)
	максимальний	0,166 (41,5%)

При цьому весь цей час потужність зони підтоплення в межах фундаменту складе від 0,35 до 1 м., а відношення цієї потужності до глибини закладення фундаменту (0,9 м), необхідне для визначення уразливості приміщення для процесу підтоплення (по СНиП 2.03.11-85), буде перебувати весь цей час в інтервалі 0,7-0,9.

Для спрощення обчислень приймемо розрахункові значення уразливості цього інтервалу для оцінюваного приміщення на стрічковому фундаменті й визначимо повний середній і максимальний ризик економічних втрат цього об'єкта від процесу підтоплення протягом 50 років його служби. З урахуванням наведених вище даних, зазначені щорічні ризики будуть відповідно рівні: $R_e^h(S) = 2979,2$ у.о./рік, $R_e^m(S) = 3332$ у.о./рік.

Відповідні питомі середні й середньо максимальні економічні ризики втрат від підтоплення приміщення складуть протягом строку його служби: $R_{se}^h(S) = 24,82$ у.о./м² $R_{se}^m(S) = 27,76$ у.о./м².

ВИСНОВКИ

Із цих прогнозних оцінок виходить, що повний наведений (до певного проміжку часу) економічний збиток або ризик від процесу підтоплення за 50 років експлуатації приміщення складе від 37,2% до 41,5% від його кошторисної вартості (табл.1), що є не тільки з економічних позицій, але й за умовами безпечної життєдіяльності не виправданим. У розглянутій ситуації на стадії підготовки проектної документації на будівництво наступних об'єктів на цій території необхідно розглянути декілька варіантів інженерного захисту приміщення від підтоплення й зробити вибір найбільш оптимального з них за результатами уточнених оцінок економічного ризику втрат від цього процесу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення / А.Б.Качинський. – К.НІСД, 2001. – 312 с.-(Сер. «Екологічна безпека»; Вип.5).
2. Оценка и управление природными рисками. Тематический том / Под ред. А.Л.Рагозина. – М.: Издательская фирма «КРУК», 2003. – 320 с.
3. Садыкова Г.Э. Интегральная экологическая оценка территорий на стадии проектирования застройки и реконструкции населенных пунктов // Сб. науч. трудов НГА Украины №10 – Днепропетровск: РИК НГА Украины. – 2000. С.133-139.
4. Садыкова Г.Э. Экологическая ситуация долины р. Салгир в районе с. Пионерское // Ученые записки Таврического Национального Университета им. В.И.Вернадского. - 2002. № 21. – С.75-81.

Сапронова З.Д. к.г.-м.н., профессор

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Поддубная Т.Д., к.г.н., ведущий научный сотрудник, Селютина Л.В., инженер

Крымское отделение Украинского государственного геологоразведочного института

К проблеме утилизации отходов железорудной промышленности Кривбасса

Рассматривается возможность вовлечения в эксплуатацию отходов переработки железных руд Кривбасса и получения высококачественных товарных продуктов для металлургической промышленности с использованием малозатратных технологий обогащения.

отходы железных руд, обогащение, хвосты, железные концентраты, хвостохранилища, гравитационные методы

В экономике Украины железорудная промышленность занимает ведущее место и обеспечивает весьма значительные валютные поступления в бюджет страны. Минерально-сырьевой потенциал железных руд, развитое металлургическое производство позволяют Украине войти в число ведущих стран мира по производству и потреблению черных металлов. Однако, современный уровень использования сырья не соответствует концепции рационального освоения недр, отсутствие современных технологий не позволяет получать высококачественные железные концентраты, способные конкурировать на мировом рынке черных металлов. В последнее время доля экспортных поставок ограничивается вследствие низкого качества железорудной продукции. Среднее содержание железа в товарных продуктах, производимых горно-обогатительными комбинатами Кривбасса, за 15 лет возросла всего лишь на 0,4% и составляет 64,84%, тогда как продукция мировых производителей характеризуется высоким содержанием железа – от 66,1 до 69,6% и, что немало важно, более низкой себестоимостью их получения. Некоторые предприятия Кривбасса уже сейчас испытывают дефицит магнетитовых руд, отмечается заметное снижение содержания в сырой руде металла. В связи с этим, актуально стоит вопрос о вовлечении в переработку новых сырьевых ресурсов Криворожского бассейна – окисленных руд и отходов переработки железистых кварцитов.

Запасы окисленных железистых кварцитов в Криворожском бассейне составляют 15-20% от общих запасов железорудного сырья. С момента строительства комбината окисленных руд (КГОКОР) в сохранных отвалах накоплено более 750 млн.т. руды с содержанием железа 24-38%. Отвалы окисленных руд представляют собой техногенные месторождения, ресурсная ценность которых сопоставима с месторождениями железистых кварцитов. Методика изучения этих отвалов в Кривбассе не отработана, недостаточно исследован их минеральный состав с учетом процессов рассеивания, ассимиляции и включения химических элементов в планетарный биогеохимический круговорот под воздействием техногенеза. Эти процессы существенно отразятся на технологических свойствах окисленных руд, представляющих собой многокомпонентные смеси различных по плотности и измельчаемости минералов. Основным минералом-носителем Fe в этих рудах является гематит (железная слюдка, мартит), в меньшей степени - гидрооксиды железа и магнетит; среди нерудных в большом количестве присутствует кварц. Исследования мономинеральных фракций показало, что в каждой из них присутствует тонковкрапленный магнетит, который не раскрывается даже в классе -10+5 мкм. Включения в кварце его составляют до 0,7%, вследствие чего удельная намагниченность кварца тонких классов больше, чем у мартита и гематита [2]. Это является причиной засорения концентратов при магнитном обогащении окисленных кварцитов и, как следствие, низкого качества товарных продуктов. Доводка магнитных продуктов возможна методом флотации, но именно этот технологический этап является сдерживающим фактором в обогащении окисленных руд на КГОКОРе. Сейчас ведутся исследования по использованию сухой магнитной технологии обогащения с использованием сильномагнитных сепараторов на постоянных магнитах.

Как показал опыт отработки этих отвалов, технология сухого магнитного обогащения с использованием сепараторов на постоянных магнитах нового поколения (B-Nb-Fe) позволяет получать доменный кусок (25-100 мм) и аглоруду (0-10мм) с содержанием железа общего 42 и 54 % соответственно. Относительно низкое содержание железа в продукте после магнитной сепарации заставляет рассматривать эту операцию как подго-

товительную. Доказано, что доводка магнитного продукта до суперконцентрата преимущественно гематитового состава ($68-69\% \text{Fe}_{\text{общ}}$) возможна и гравитационными методами с использованием винтовых сепараторов и концентрационных столов. Вторым альтернативным источником получения высококачественных товарных продуктов являются хвосты обогащения железистых кварцитов. В настоящее время в хвостохранилищах Кривого Рога заскладировано 3 млрд.т. отходов с содержанием железа от 12 до 33 м.д.%. Основным рудным минералом-носителем железа здесь является гематит, который из-за низкой магнитной восприимчивости не извлекается в товарный продукт традиционной мокрой магнитной сепарацией.

К проблеме утилизации и вовлечения во вторичную переработку огромного количества хвостов необходим государственный подход. В Законе Украины "Про державну геологічну службу України" отходы от добычи и переработки полезных ископаемых, пригодные для промышленного использования, наряду с месторождениями полезных ископаемых рассматриваются как составная часть минерально-сырьевой базы страны. Но в то же время, в Законе „Об отходах” отсутствуют правовые отношения между государством и владельцами отходов; последние зачастую игнорируют требования этого закона, вследствие чего освоение хвостохранилищ находится в зачаточном состоянии. Если учесть, что ОАО „СевГОК” и ОАО „ЦГОК” находятся в собственности финансово-промышленной группы System Capital Management, ОАО „ЮГОК” относится к влиянию оффшоров группы „Приват”, а ОАО „Ингулецкий ГОК” контролирует Старт-Групп (Россия) [1], то без целевой

государственной программы по оценке этих отходов как резерва обеспечения металлургической промышленности Кривбасса, эти хранилища едва ли будут являться объектами исследований ближайшие 5-10 лет. Более того, ряд уже заполненных хвостохранилищ перешли в коммунальную собственность и отходы продаются с целью их утилизации без должной оценки их потенциальной ресурсной стоимости.

Начало в цивилизованном освоении техногенных месторождений Кривбасса должна положить отработка Валявкинского хвостохранилища, где силами Академии горных наук Украины, КО УГГРИ и ООО „Подряд” проведена детальная разведка и опытно – промышленная эксплуатация лежалых

гематит-кварцевых хвостов с содержанием железа общего до 32,63%. Выбранная схема обогащения, основанная на применении гравитационных методов, на наш взгляд, является наиболее малозатратной и оптимальной, что является необходимым условием переработки отходов. Применение короткоконусных гидроциклонов, винтовых шлюзов и концентрационных столов показали высокую рентабельность производства и позволили получать высококачественные железные концентраты ($66,5\% \text{Fe}_{\text{общ}}$). Себестоимость получения товарных продуктов при этом значительно ниже, чем с использованием высокоградиентной магнитной сепарации. И хотя запасы гематит-кварцевых хвостов категории В+С₁ Валявкинского хвостохранилища невелики и составляют 270,5 тыс.т., установлена принципиальная возможность промышленной переработки материала этого техногенного месторождения на рациональной экономической основе.

ВЫВОДЫ.

- несмотря на наличие значительных возможностей прироста прогнозных ресурсов железных руд, строительство новых предприятий по добыче и переработке железных руд потребует крупных капиталовложений, что при современном экономическом состоянии страны невозможно;
- освоение техногенных месторождений не требует сложных технологий, капиталовложения обеспечивают быстрый экономический эффект. На действующих горно-обогатительных предприятиях Кривбасса затраты на дробление и измельчение составляют до 80% от общих затрат на обогащение. Исключение этих затрат при переработке хвостов позволяет получать дешевые высококачественные концентраты даже при их незначительном выходе – до 22% от исходного сырья;
- гематитовые концентраты предпочтительнее магнетитовых (их температура плавления ниже на 200°C), что в условиях энергосбережения является весьма актуальным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

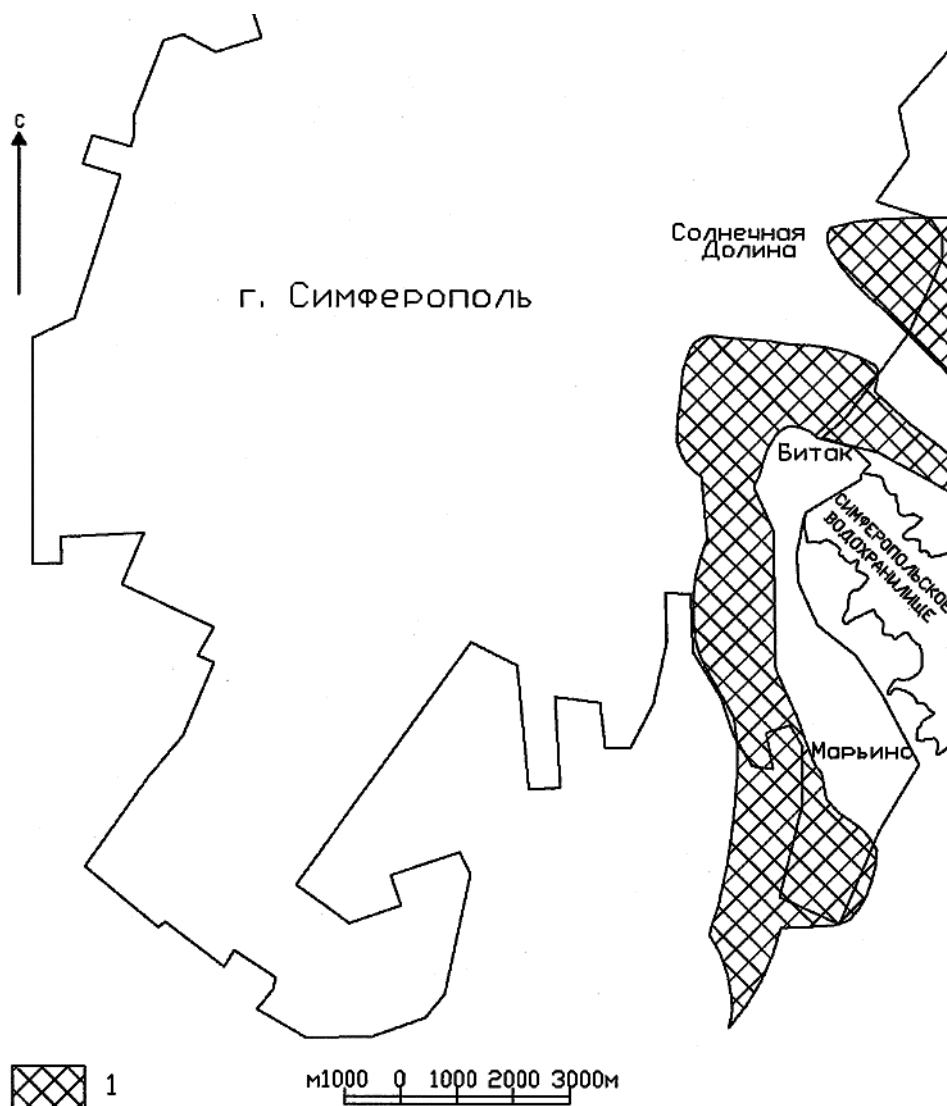
1. Васильчук И.П., Опанасенко М.Ю. Оценка потенциальных производственно-финансовых возможностей и рисков участия горнорудных предприятий кривбасса в процессе глобализации рынков железорудной промышленности/Сб.н.тр. Качество минерального сырья.- Кривой рог, 2005.-С.400-408.
2. Губин Г.В., Мироненко С.Н., Губин Г.Г. Основные этапы развития обогащения бедных железистых кварцитов в Кривбассе / Обогащение руд.- 2000.-№4.-С.7-12.

Сухорученко С.К., инженер
Институт «КрымГИИНТИЗ».

Эколого-геологическое состояние нижнемеловых глин г. Симферополя.

В статье рассматриваются результаты инженерно-геологических и гидрогеологических исследований нижнемеловых глин г. Симферополя. По результатам исследования большая часть территории г. Симферополя, расположенная на нижнемеловых глинах относится к зоне риска по уровню эколого-геологического состояния. Эколого-геологическое состояние, подтопление, крип, оползни, изменение свойств грунтов.

Юго-восточная часть города Симферополя сложена нижнемеловыми отложениями готеривского, баремского, аптского и альбского ярусов (Рис.1).



**Рис.1. Схематическая карта распространения нижнемеловых отложений г. Симферополя
1 – нижнемеловые отложения.**

Готеривские отложения в районе г. Симферополя, в основе своей, представлены жёлтыми или охристо-бурыми органогенными известняками с прослоями и линзами песчаников, конгломератов и красных или охристых глин. Баремские отложения представлены охристо-бурыми органогенными известняками, песчаниками, песками и бурыми карбонатными глинами. Аптские и альбские отложения состоят из довольно однообразной толщи чёрных, серых или зеленоватых глин с прослоями сферосидеритов, тонкозернистых песчаников и полимиктовых песков. Общая мощность нижнемеловых отложений в пределах г. Симферополя достигает 100 метров [1]. Мощность перекрывающих четвертичных отложений не превышает 3-5 метров, кроме среднечетвертичных отложений блоковых оползней, расположенных вдоль куэст долины прорыва

реки Салгир.

Целью исследования является районирование территории г. Симферополя, где распространены нижнемеловые глины, по уровню эколого-геологического состояния.

Задачей исследования является изучение и анализ результатов инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий на площади распространения нижнемеловых глин в пределах города Симферополя.

В работах отечественных исследователей приводится следующая классификация районирования территории по степени эколого-геологического состояния в зависимости от поражённости каким-либо неблагоприятным процессом [2]:

- норма – 5 процентов территории затронутой неблагоприятным процессом, нет необходимости в защитных мероприятиях;
- риск – от 5 до 25 процентов территории затронутой неблагоприятным процессом, характеризуется редкими защитными инженерными мероприятиями;
- кризис – от 25 до 50 процентов территории затронутой неблагоприятным процессом, характеризуется тем, что на всей территории необходимо проводить защитные мероприятия;
- катастрофа – более 50 процентов территории затронутой неблагоприятным процессом, характеризуется сложными инженерно-геологическими условиями; защитные мероприятия нецелесообразны и не могут в остановке неблагоприятного процесса.

Изменение физико-механических, деформационных и набухающе-усадочных свойств глин рассматриваются в виде анализа лабораторных данных свойств в условно природных комплексах (ПК) и в природно-технических комплексах (ПТК). ПК до застройки находились на южной и восточной окраине г. Симферополя (микрорайоны Марьино и Солнечная Долина) и были заняты сельскохозяйственными угодьями и пустошами, ныне они застроены домами приусадебного типа. ПТК включают в себя в г. Симферополе микрорайоны Марьино, Битак, Солнечная Долина, район автовокзала, парк Салгирка. Общая площадь распространения нижнемеловых глин в г. Симферополе составляет более 6 квадратных километров или около 10 процентов от площади города.

Средние и крайние значения характеристик грунтов и количество определений приведены в табл. 1.

Таблица. 1.

Физико-механические и набухающие свойства нижнемеловых глин г. Симферополя.

Комплексы	Физико-механические и набухающие характеристики											
	Естественная влажность, доли единиц	Число пластичности	Показатель текучести	Объёмный вес, г/см ³	Удельный вес, г/см ³	Коэффициент пористости	Степень влажности	Модуль деформации при естественной влажности, МПа	Сцепление при естественной влажности, кПа	Угол внутреннего трения при естественной влажности, градусы	Давление набухания, МПа	Относительное набухание, проценты
Природные комплексы	0,321 (150)	0,351 (150)	-0,04 (150)	1,82 (150)	2,65 (150)	0,937 (0,150)	0,89 (150)	49,0 (13)	53,0 (21)	23,0 (21)	0,140 (26)	12,0 (27)
	0,090- 0,492	0,086- 0,564	от -0,53 до 0,32	1,58- 2,19	2,56- 2,76	0,394- 1,357	0,50- 1,0	30,0- 91,0	15,0- 116,0	12,0-38,0	0,025- 0,600	3,0- 27,0
Природно-технические комплексы	0,312 (777)	0,324 (777)	0,06 (777)	1,83 (777)	2,68 (777)	0,943 (777)	0,89 (777)	41 (214)	49 (24)	25 (24)	0,116 (160)	13 (121)
	0,076- 0,600	0,106- 0,610	от -0,68 до 0,73	1,48- 2,30	2,56- 2,76	0,392- 1,748	0,53- 1,0	5,0-98,0	8,0- 97,0	4,0-35,0	0,020- 0,400	2,0- 29,0

Примечание: в числителе среднее значение, в скобках количество определений; в знаменателе крайние значения

По результатам анализа результатов лабораторных определений физических, деформационных, прочностных и набухающе-усадочных характеристик изменение свойств в ПТК по сравнению с ПК изменились незначительно, кроме значения консистенции грунтов. Это объясняется тем, что нижнемеловые глины насыщены водой (степень влажности выше 0,8), являются слабопроницаемыми породами и имеют низкую водоотдачу. По результатам одиночных откачек, по которым коэффициент фильтрации для элювированных, аргиллитоподобных, трещиноватых глин изменяется от 0,04 до 0,08 м/сутки и только на отдельных участках, где происходит деформация толщи оползневыми подвижками, или при увеличении суммарной мощности прослоев песка коэффициент фильтрации может увеличиться до 0,4-0,5 м/сутки.



Рис.2. Распространение различных типов набухающих грунтов нижнемеловых глин в г. Симферополе

1 – сильнонабухающие грунты; 2 – средненабухающие грунты; 3 – слабонабухающие грунты; 4 – ненабухающие грунты.

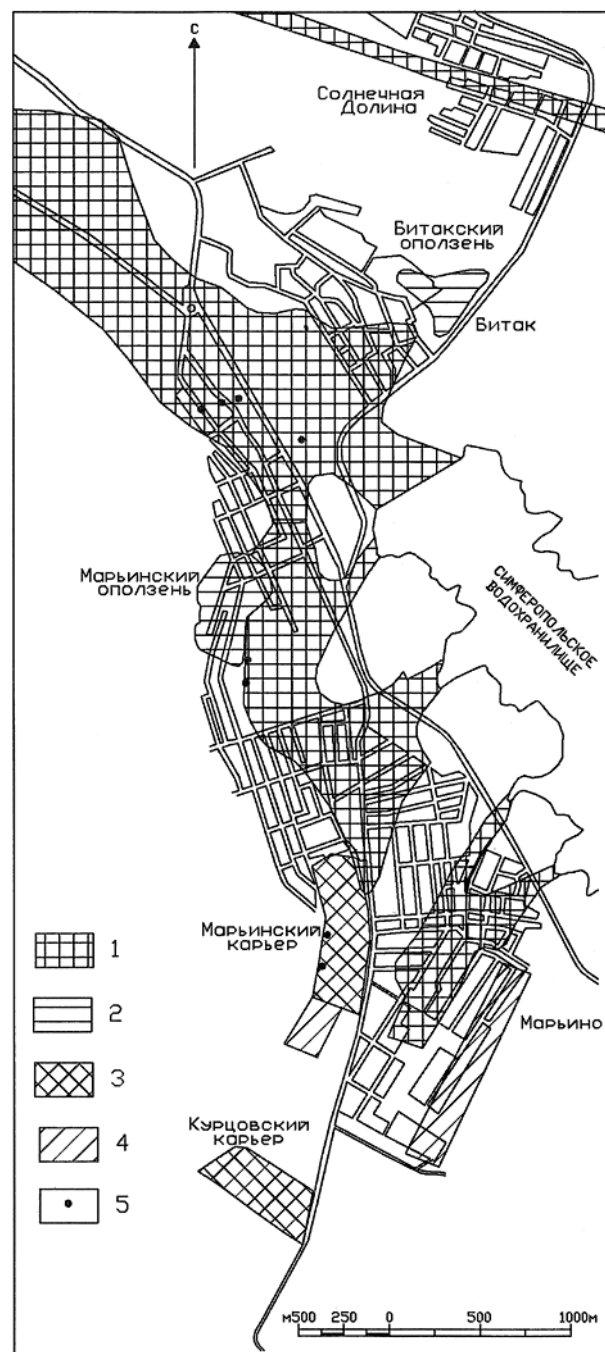


Рис.3. Схема развития неблагоприятных инженерно-геологических процессов на нижнемеловых глинах в г. Симферополе

1 – подтопление; 2 – техногенные оползни; 3 – техногенные оползни и подтопление в карьерах; 4 – криповый процесс; 5 – источники

По набухающим свойствам на территории г.Симферополя выделяются четыре типа набухающих глин – сильно-, средне-, слабонабухающие и ненабухающие грунты. Распространение различных типов набухающих нижнемеловых глинистых грунтов показано на рис. 2.

На участке распространения нижнемеловых отложений в последние десятилетия характерно подтопление смешанного характера, где наряду с природным добавилось техногенное подтопление. Общая территория подтопления составляет около 2 квадратных километров с тенденцией увеличения подтапливаемых площадей (Рис.3).

Институтом «КрымГИИНТИЗ» неоднократно проводились гидрогеологические изыскания для выяснения причин подтопления и для наблюдения за изменением уровня подземных вод по заданию Городского совета г. Симферополя как для всего г.Симферополя, так и для отдельных его частей (микрорайон Марьино, Большой Марьинский оползень) и отдельных зданий (турбаза «Таврия», бывшее здание ЦНТИ ныне учебный корпус ТНУ и др.).

Для территории распространения нижнемеловых глин характерно развитие оползневой процесса и крипа. Оползневой процесс развивается на склонах Внутренней гряды в пределах долины прорыва реки Салгир и на откосах глиняных карьеров Курцовского и Марьинского месторождения кирпичных глин.

Наибольшую опасность представляют Большой Марьинский и Битакский оползни (см. рис.3.) [3, 4].

Большой Марьинский оползень расположен на восточном склоне куэсты Неаполя Скифского Внутренней гряды Крымских гор. На теле Марьинского оползня сформировалось несколько молодых техногенных оползней, основной причиной активизации которых, было образование карьера по добычи глины на улице Радищева с подрезкой склона до 15метров. Активизировавшаяся часть Большого Марьинского оползня зарегистрирована под №1010 кадастра оползней Автономной республики Крым. В процесс смещения в районе улицы Радищева вовлечено 8 улиц [3]. Мощность оползневых отложений колеблется от 16 до 55м. В 1970 и 1998 годах институтом «КрымГИИНТИЗ» были проведены инженерно-геологические изыскания для стабилизации оползня с предложением ряда мероприятий по стабилизации. Противооползневые мероприятия до настоящего времени не выполнены. Битакский оползень расположен вблизи объездной дороги, к северо-востоку от ул. Алексеева. Изучение Битакского оползня началось в начале 60-х годов XX века, в связи с его активизацией из-за перегрузки склона отвалами техногенных грунтов из выемки объездной дороги. Оползень зафиксирован под №1011 кадастра оползней Автономной республики Крым. Мощность древнеоползневых и современных техногенных грунтов достигает 42м. Древнеоползневые отложения представлены смещёнными нуммулитовыми известняками и глинами бахчисарайского яруса палеогена, мощностью от 5 до 30м. Современные техногенные грунты представлены глинами, суглинками и дресвяными грунтами известняка мощностью до 12 м. Противооползневые мероприятия на Битакском оползне не проводили.

На участке Марьинского месторождения кирпичных глин локальными оползнями деформировались постройки цеха №1 по обжигу кирпича и некоторые приусадебные дома, расположенные к западу и северо-западу от кирпичного завода. Карьер по добыче кирпичных глин заложен в довоенное время. Ныне карьером вскрываются серо-зелёные или серые аргиллитоподобные глины аптского возраста мощностью не менее 100метров. Аптские глины на данном участке падают к северо-западу под углом в 5-6 градусов. К западу (выше карьера) толща аптских глин перекрыта оползневыми отложениями среднечетвертичного возраста, сложенного суглинками четвертичного возраста, известняками и глинами бахчисарайского яруса среднего палеогена, мергелями верхнемелового возраста. Карьер подрезает язык древнего фронтального блокового оползня выдавливания с длиной 1км, шириной 0,5км и мощностью до 30м. В средней части оползня, западнее (выше) карьера имеются выходы источников. В настоящее время в источниках к природной воде добавляется бытовая вода, связанная с орошением садовых участков, расположенных к западу от карьера на оползневой террасе среднечетвертичного оползня. Из-за подрезок в языковой части древнего оползня формируются опол-

зни высокого порядка мощностью 10-12м.

Согласно классификации, приведённой О.К. Леонтьевым и Г.И. Рычаговым [5], для территории распространения нижнемеловых отложений характерны склоны: очень отлогие (от 2 до 5 градусов), отлогие (от 5 до 15 градусов) более 90 процентов территории и средней крутизны (от 15 до 35 градусов) менее 10 процентов территории. Крутые склоны (крутизной более 35 градусов) для естественных склонов не характерны, они встречаются только в искусственных выработках-карьерах.

Наряду с оползневыми склонами на участке исследования выделяются дефлюкционные склоны, на которых происходит медленное движение грунта вниз по склону (крип). Криповый процесс развивается на склонах с крутизной от 3 до 45 градусов земной поверхности.

Автор совместно с кандидатом географических наук А.А. Клюкиным в 1999-2002гг. проводил эксперименты по определению смещения почвогрунтов в районе Симферополя, в том числе, и на склонах, где материнской породой являются меловые глины и конгломераты.

Методика проведения изучения крипа была предложена П.Е. Дорошевым [6]. Она заключается в следующем. На склоне закладывают шурф до грунта, который считается неподвижным. В неподвижную породу, как правило, материнскую породу, вбивают металлический стержень длиной 0,5м, который является неподвижным репером. В боковую стенку шурфа по отвесу, опущенному к неподвижному стержню-реперу, через, по возможности, равные интервалы вдавливали окрашенные пластиковые пластины размерами 1 на 2см. После чего шурф засыпали грунтом, последний утрамбовывали до естественной поверхности. Глубина заложения шурфов колебалась от 0,25 до 0,55м. Шурфы были заложены на различных ландшафтных участках – степных, лесостепных и лесных с различной степенью антропогенного вмешательства.

По результатам исследований наименьшая скорость крипового смещения отмечалась под лесными ландшафтами – от 0,28 до 0,75мм/год, где грунты достаточно прочно скреплены корневой системой деревьев. Наибольшая скорость смещения была выявлена под кустарниково-степными ландшафтами – от 1,0 до 4,99мм/год. Кустарниково-степные ландшафты это наиболее трансформированные человеком, характеризующиеся различными подрезками склона при строительстве сооружений и разряженным травянистым покровом из-за интенсивного выпаса скота.

По результатам экспериментов перемещение грунта крипом характеризуется следующими свойствами:

- смещение грунта происходит под углом к поверхности,
- постепенное убывание скорости смещения с глубиной от поверхности под всеми типами ландшафтов,
- скорость смещения больше, чем больше мощность рыхлых отложений.

Установленные результаты хорошо согласуются с результатами, полученными в аналогичных ландшафтных условиях [7, 8].

Территория распространения глин характеризуется сейсмичностью в 7-8 баллов [9].

При районировании территории по степени эколого-геологического состояния нижнемеловых глин учитывали совокупность критериев: изменение физических, механических, включая деформационные, набухающе-усадочные свойства, подтопление территории, оползни, крип, сейсмичность, крутизна склонов, мощность перекрывающих четвертичных отложений и техногенное влияние хозяйственной деятельности.

Для нижнемеловых глин с одной стороны характерен процесс набухания и усадки, там, где нет техногенного и природного замачивания и подтопления, с другой из-за практического водопора глины способствуют развитию природного и техногенного подтопления. Оба процесса под влиянием хозяйственной деятельности приводят к изменению несущих способностей грунтов в основании зданий и сооружений, что ведёт к угрозе нормальной жизнедеятельности [10].

На основе совокупности критериев на территории г. Симферополя выделяются зоны кризиса, риска и нормы (Рис.4.)

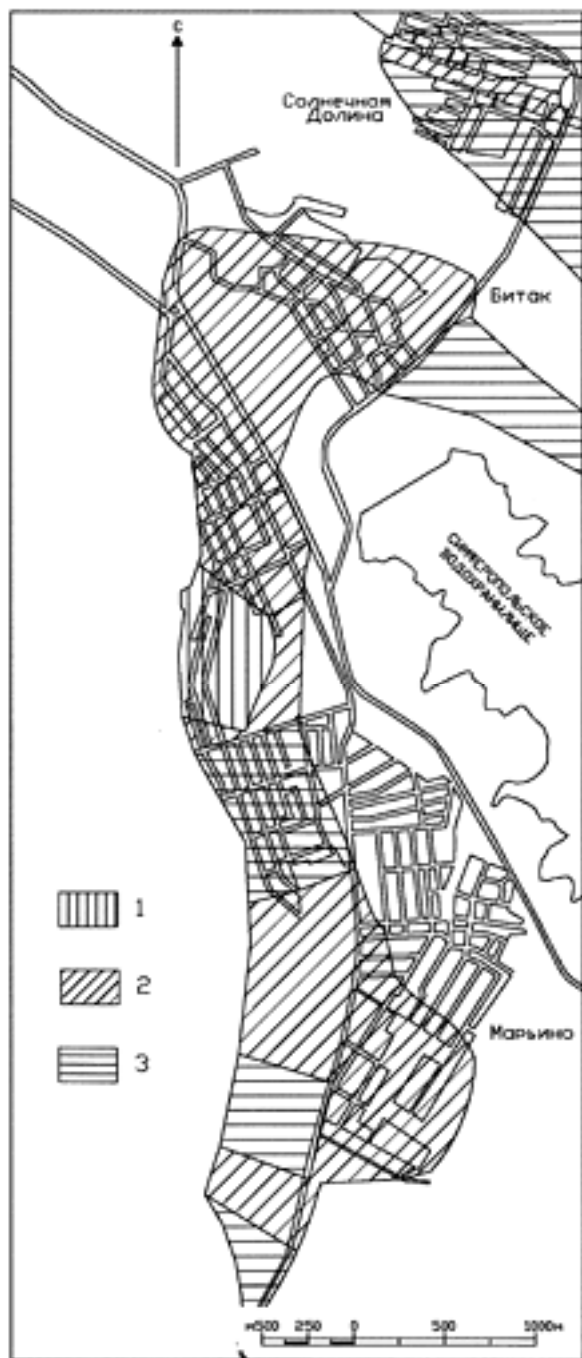


Рис. 4. Районирование территории распространения нижнемеловых глин г.Симферополя по уровню эколого-геологического состояния.

Степень эколого-геологического состояния: 1

– кризис; 2 – риск; 3 – норма

Зона кризиса – это район развития молодых техногенных оползней в теле Большого Марьинского оползня в районе улицы Радищева. Причём кризисной ситуации можно было избежать, если в начале 70-х годов XX века начальных стадиях развития оползневых подвижек были выполнены противооползневые мероприятия. К данной зоне вскоре может перейти участок, расположенный к западу и северо-западу от карьера по добыче кирпичных глин Марьинского месторождения, если не предпринять противооползневых мероприятий. Глубина подрезки склона в карьере достигла 15-20м, что провоцирует образование молодых техногенных оползней в теле среднечетвертичного блокового оползня фронтального типа.

К зоне риска относятся территории, где наблюдается природное и техногенное подтопление, участки Марьинского и Курцовского карьеров по добыче кирпичных глин, Битакский оползень и где глины обладают средне-сильнонабухающими свойствами.

К территориям с нормальным эколого-геологическим состоянием относятся территории, где распространены ненабухающие или слабо-набухающие глины, очень отлогие и отлогие склоны и где нет подтопления и оползней.

ВЫВОДЫ

1. Для территории распространения нижнемеловых глин характерны неблагоприятные инженерно-геологические процессы, такие как набухание, подтопление, крип и оползни.
2. Более трети территории распространения нижнемеловых глин в пределах г. Симферополя подтоплено.
3. Около одной восьмой территории распространения нижнемеловых глин занята активными оползнями.
4. Смещение грунта на дефлюкционных склонах составило от 0,28 до 4,99 мм/год.
5. Большая часть территории распространения нижнемеловых глин г. Симферополя по степени эколого-геологического состояния относится к зоне риска.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Заїка-Новацький В.С., Гук В.І., Нероденко В.М., Соколов І.П. Геологічна будова Кримського передгір'я у межах Альма-Салгирського межиріччя. – К.: Видавниче об'єднання «Вища школа», видавництво при Київському державному університеті, 1976. – 84с.
2. Боков В.А., Лушик А.В. Основы экологической безопасности. – Симферополь: «СОНАТ», 1998. – 224с.
3. Ерыш И.Ф., Саломатин В.Н. Оползни Крыма. Часть I. История отечественного оползневедения. – Симферополь: «Апостроф», 1999. – 248с.
4. Устойчивый Крым. Симферополь – южная столица. – Киев-Симферополь: «СОНАТ», 2001. – 360с.
5. Леонтьев О.К., Рычагов Г.И. Общая геоморфология. – М.: Высшая школа, 1979. – 288с.
6. Дорошев П.Е. Происхождение и эволюция склонов бассейна верхнего и среднего Дона (с позиции их рационального использования). Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук. – М.: 1972. – 186с.
7. Агафонов Б.П. Экзолигодинамика Байкальской рифтовой зоны. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1990. – 176с.
8. Ажигиров А.А. Процессы современной денудации в субтропической зоне РСФСР. Автореферат на соискание учёной степени кандидата географических наук. – М.: 1984. – 28с.
9. ДБН В.1.1 –12:2006. Строительство в сейсмических районах Украины. – К.: ГП «Укрархбудинформ», 2006. – 84с.
10. Сухорученко С.К. Изменение свойств нижнемеловых глин в предгорном Крыму при хозяйственной деятельности человека // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності, 2006, №6 (36). – С. 26-30.

Фокина Н. А., инженер

Национальная Академия Природоохранного и курортного строительства

Уменьшение твердого стока в результате регулирования русел рек.

В статье анализируется антропогенное воздействие на изменение гидрологического режима некоторых рек Украины и оценивается влияние изменений на поступление речных наносов в Черное море.

Гидрологический режим рек, твердый сток, зарегулированность русел рек, переброска стока, рефулирование, осушение земель, водохранилище, пляж, антропогенное воздействие, аккумулятивный берег, аллювиально-аккумулятивный, осадкообразование.

Геологическая работа рек выражается в разрушении, транспортировке, и аккумуляции продуктов разрушения. Обломочные частицы, захваченные речным потоком, переносятся либо во взвешенном состоянии, либо путем перекачивания и перемещения по дну. Масса переносимых рекой на протяжении года твердых частиц называется твердым стоком в отличие от массы растворенных веществ – ионного стока. Общая масса твердых частиц, выносимых всеми реками в систему Мирового океана, свыше 20 млрд.т в год, растворимых соединений – около 4 млрд.т [13]. По оценке А.П. Лисицына [5] на долю речного стока приходится 73,1% (18,53 млрд.т/год) всего терригенного осадочного материала, участвующего в океанской седиментации. Остальные наносы в океан с суши поступают в виде стока растворенных веществ - 12,7% (3,2 млрд.т/год), эолового материала - 6,4% (1,6 млрд.т/год), ледникового стока - 5,9% (1,5 млрд.т/год) и продуктов абразии - 1,9% (0,5 млрд.т/год). По расчётам Н.И.Маккавеева на долю стока наносов приходится 72,3% [6]. Процесс поступления и распределения наносов в море имеет сложный характер. Не редки случаи, когда донные наносы рек, которые по своей крупности существенно важны для береговой зоны, безвозвратно уходят на большие глубины по каналам стока подводных каньонов. Наносы могут навсегда задерживаться в водохранилищах зарегулированных рек, или использоваться на хозяйственные нужды, могут аккумулироваться в закрытых бухтах и лиманах, откуда их выход в море резко ограничен. Например, кроме Дуная, крупные реки Украины не впадают непосредственно в море. Их устья расположены в лиманах, посредством которых они соединяются с Черным морем.

Накоплением прибрежно-морских наносов формируются аккумулятивные берега. Если наносы речного происхождения, то берега относятся к аллювиально-аккумулятивному типу. Формирование указанного типа побережья является следствием совместной деятельности рек, выносящих на устьевые взморья песчаный, гравийный и галечный материал и волнений, разносящих речной аллювий вдоль морского берега. Аллювиально-аккумулятивные берега широко распространены в умеренных широтах. Они образованы в местах впадения большого числа малых рек, сток наносов которых недостаточен для построения дельты, а волновой фактор распределяет этот аллювиальный материал вдоль берега. Одним из ярких примеров такого побережья является преобладающее большинство берегов Черного моря.

Иными словами, в развитии аллювиально-аккумулятивных берегов решающую роль играет речной сток наносов. Также от стока наносов зависит количество взвеси, и процесс осадкообразования в глубокой части моря. Таким образом, формирование побережья и морское осадкообразование становится зависимым от прилегающей суши. Роль связующего звена суши с морем выполняют реки, доставляющие в береговую зону моря продукты разрушения горных пород [1].

Изменение гидрологического режима рек приводит к сокращению твердого стока в море, что, в свою очередь, является одним из основных факторов развития процессов абразии. Помимо размыва берегов, с проблемой поступления речных наносов связаны такие важные вопросы, как изменение ареалов обитания прибрежных видов; истощение рыбных ресурсов и снижение видового разнообразия; изменения в качестве воды; изменение площади водно-болотных угодий; уменьшение способности переноса отложений; изменения в биоразнообразии и пищевых цепях; изменения процессов накопления отложений. Эти вопросы особенно важны сейчас, когда сокращение и исчезновение пляжей, отступление берегов, вызванное дефицитом береговых наносов, носит необратимый характер, а загрязнение моря достигло угрожающего предела.

Цель данной статьи – проанализировать антропогенное воздействие на изменение гидрологического режима некоторых рек Украины и оценить влияние изменений на поступление речных наносов и, как

следствие, на абразионные процессы.

Изменение режима рек может происходить как в результате изменения природных условий, так и деятельности человека. В настоящее время, в условиях возрастающего хозяйственного использования рек и освоения их бассейнов, антропогенные факторы являются одними из ведущих в руслоформировании.

Из всех видов сооружений наибольшее значение имеют плотины регулирующих водохранилищ, которые коренным образом изменяют русловые процессы. История создания плотин и водохранилищ исчисляется тысячелетиями. Первые из них были созданы в Древнем Египте за 3 тыс. лет до н. э. и на Ближнем Востоке за 2,5 тыс. лет до н.э. По данным А. Б. Авакяна и др. [2], общий объем водохранилищ на земном шаре на рубеже XIX и XX веков составлял 15 км³, а к концу XX века он превысил 6 тыс. км³, то есть увеличился в 400 раз. Согласно исследований Дж. Миллимэна и Р. Мида во второй половине XX столетия количество наносов, поступающих в Мировой океан, значительно уменьшилось из-за их осаждения в водохранилищах зарегулированных рек и не превышает 15,0 млрд.т в год. Из этого количества 13,5 млрд.т являются взвешенными наносами рек, а около 1–2 млрд.т влекомыми, которые в океан поступают с паводочными водам. В естественных условиях (без влияния водохранилищ) Дж. Миллимэн и Дж. Сивицки суммарный сток наносов в Мировой океан оценивают равным 20 млрд.т в год [1].

На территории Украины выделяют 6 главных речных бассейнов, а также бассейны рек Крыма и Приазовья. Крупные реки Украины зарегулированы, и суммарное количество аллювия сокращено на 45%, к тому же они впадают в обширные лиманы, где оседает около 1500 тыс.м³ наносов [3]. По этой причине в море они выносят малое количество наносов, ориентировочно около 160–170 тыс.м³.

Таблица 1.

Сток наносов крупных рек Украины

Река	Сток наносов	
	тыс.т/год	тыс. м ³ /год
Дунай	5120	30000
	8780	50000*
Днестр	1730	1000
	2500*	1500*
Южный Буг	200	120
Ингул	126	75
Днепр	800	470
	2100*	1250*

*** до зарегулирования**

Ниже рассмотрены основные причины изменения гидрологического режима поверхностных водотоков бассейна Днепра, основными из которых являются: регулирование стока, включая необходимые пропуски из Днепровских водохранилищ; межбассейновая и внутрибассейновая переброска стока; изъятие речного стока на промышленные и хозяйственные нужды; осушение земель; изъятие стока на орошение; дополнительные поступления воды за счет сброса сточных вод;

1. Зарегулированность стока.

Экономический эффект от создания водохранилищ общеизвестен: образование подпора дает возможность получать электроэнергию, увеличивает меженные расходы рек и, тем самым, улучшает условия судоходства и водоснабжения, предотвращает наводнения, облегчает использование воды для орошения сельскохозяйственных земель. Вместе с тем, водохранилища, в результате затопления больших территорий, значительно увеличивают испарения с водной поверхности, что уменьшает суммарные водные ресурсы регионов. Создание водохранилищ замедляет водообмен, уменьшает сток наносов, нарушает экологическую обстановку реки, приводит к изменению термического, светового и гидробиологического режимов рек.

Днепр является третьей по величине рекой Европы после Волги и Дуная, а также второй по величине рекой, впадающей в Черное море. Бассейн реки Днепр представляет собой трансграничную систему: 20% от общей площади речного бассейна расположено в пределах территории Российской Федерации,

23% на территории Республики Беларусь, и 57% (наибольшая часть бассейна) находится в пределах Украины.

В бассейне Днепра расположены 15380 притоков различного порядка, построено 504 водохранилища, на малых речках - 12570. На Днепре создан каскад из шести водохранилищ - Киевская, Каневская, Кременчугская, Днепродзержинская, ДнепроГЭС, Каховская - общей площадью 6950 км² и полным объемом аккумулярованной воды 43,8 км³. Протяженность береговой линии Днепровских водохранилищ составляет 3079 км. В белорусской части бассейна реки Днепр зарегулированность стока составляет 2-3%; в российской части бассейна – около 3%; по состоянию на 1990 г., в Украине водохранилищами и прудами было зарегулировано около 22% от среднего объема речного стока. За последние 35 лет в водохранилища Украины поступило 337 млн. м³ продуктов разрушения берегов. Строительство водохранилищ нарушило экологическое равновесие реки, коренным образом изменило условия водообмена. Он замедлился, сравнительно с природными условиями, в 14-30 раз [4].

2. Переброска стока.

При проведении подобных работ должны приниматься во внимание вопросы сохранения природных условий и развития хозяйства не только тех районов, куда доставляется дополнительный сток, но и тех территорий, откуда этот сток будет изыматься. Размеры изымаемого стока должны устанавливаться в объемах, которые отрицательно не повлияют на режим морей. В пределах Днепра в Республике Беларусь существуют две основные системы переброски стока, пропускная способность которых составляет 0.2-0.3 км³/год. По первой системе (Безинская водная система) в бассейн поступает 0.2-0.25 км³/год воды из другого бассейна (Вилия). Вторая система (Днепро-Бугский канал) обеспечивает перераспределение стока в пределах бассейна реки Днепр и переброску части стока (0.04-0.06 км³/год) в бассейн реки Западный Буг. В Украине построено 6 крупных каналов и 5 водоводов, по которым днепровская вода передается в маловодные районы (например, Крым). Каналами Днепр-Донбасс, Северо-Крымским и Каховским ежегодно перебрасывается 5-6 км³ стока за пределы бассейна [4]. Северо-Крымский канал – самый крупный канал в Европе. Основные потребители воды в Крыму – сельское хозяйство, промышленные предприятия и коммунальное хозяйство. Строительство канала принесло в Крым не только блага, но и экологические проблемы. Около 42% воды (приблизительно 1 млрд м³ в год) бесцельно уходит в землю, испаряется или сбрасывается в Сиваш, что приводит к заболачиванию и засолению территорий [8].

3. Изъятие стока на промышленные и хозяйственные нужды.

Нарушению естественного баланса наносов способствует безвозвратное водопотребление, изъятие наносов, неправильное берегоукрепление и т.д.

В последние годы возросло потребление (особенно в городах) воды для бытовых и производственных нужд. Днепр обеспечивает водой 2/3 территории Украины, а это - около 30 млн. человек, 50 крупных городов и промышленных центров, около 10 тыс. предприятий, 2,2 тыс. сельских и свыше 1 тыс. коммунальных хозяйств, 50 больших оросительных систем и 4 атомные электростанции [4]. В 2001 г. общий объем изъятия речного стока на промышленные и хозяйственные нужды в белорусской части бассейна реки Днепр (за исключением бассейна реки Припять) составил 0.24 км³, причем максимальный ежегодный объем изъятия стока за период с 1985 по 2001 г. составлял 0.7 км³. В бассейне реки Припять годовой объем изъятия речного стока составил 0.18 км³ в 2001 г., а максимальный ежегодный объем за период с 1985 по 2001 г. достигал 1.26 км³.

В 2000 г. в российской части бассейна реки Днепр общий годовой объем изъятия стока составил 0.77 км³. Доля безвозвратного водопотребления в украинской части бассейна реки Днепр составляет 75%, причем наиболее значительная часть общего объема безвозвратного водопотребления приходится на Днепропетровскую (14%) и Херсонскую (23%) области. В 2000 году общий объем изъятия стока на промышленные и хозяйственные нужды в украинской части бассейна реки Днепр составил 6.17 км³, а общий объем изъятия стока в бассейне реки Припять за этот же период достиг 1,086 млн. м³.

4. Осушение земель и изъятие стока на орошение.

Преобразование водного баланса на водозаборах, т.е. воздействие на процессы формирования стока (и, тем самым, на источники питания рек), происходит при проведении различных мелиоративных работ и

изменениях почвенно-растительного покрова.

В зоне повышенного увлажнения главным фактором, оказывающим влияние на водный баланс, являются осушительные мелиорации. Осушение болот приводит к иссушению и осадке торфяной толщи. Сначала сток несколько возрастает, но в различных ландшафтах этот процесс происходит по-разному и зависит от последующего использования этих территорий. При создании на месте болот сельхозугодий, может понадобиться применение искусственного орошения. В целом, любые меры по интенсификации земледелия и повышению урожайности, а, следовательно, и транспирации ведут к перестройке водного баланса в сторону сокращения поверхностного стока [10].

Во всех трех странах бассейна Днестра имеются значительные площади осушенных и орошаемых земель. Данные о масштабах осушения и орошения представлены в Таблице 4.3. В Республике Беларусь общая длина открытой мелиоративной сети достигла 64,000 км, т.е. в два раза превысила протяженность естественной гидрографической сети.

Украинская часть бассейна реки Днепр характеризуется наибольшими объемами изъятия стока для орошения (0.86 км³ в год). В Российской Федерации и Республике Беларусь объемы изъятия стока на орошение являются значительно более низкими (0.003 км³/год и 0.004 км³/год, соответственно).

5. Дополнительные поступления воды за счет сброса сточных вод предприятий.

В 2000 г. объемы дополнительных поступлений стока за счет сброса сточных вод предприятий составили 0.43 км³ в Российской Федерации, 0.4 км³ в Республике Беларусь, и 0.5 км³ в Украине. Надо отметить, что при этом поверхностные воды подвергаются химическому, механическому, тепловому, радиоактивному и бактериальному загрязнению. Наибольший объем сточных вод сбрасывается организациями коммунального хозяйства, промышленными предприятиями, сельскохозяйственными фермами и комплексами. Значительный объем загрязняющих веществ попадает в водоемы при сбросе в них коллекторно-дренажных вод [12].

Изменение гидрологического режима других рек Украины.

В настоящее время сток наносов Дуная имеет тенденцию уменьшения, особенно резко сократился сток после 1960 года. В прошлом годовой объем наносов составлял 80–85 млн. т/год, а в настоящее время снизился до 50–55 млн. т/год. По уточненным данным В.Н. Михайлова в 1921–1960 гг. сток наносов составлял 67,7 млн. т/год, после ввода в строй ряда водохранилищ сократился до 42,2 млн. т/год. Согласно новых исследований М.В. Михайловой и Е.А. Левашовой полная величина стока взвешенных и влекомых наносов Дуная в вершине дельты для периода 1921–1960 гг. составляла 87,8 млн. т/год, а для периода 1961–1998 гг. — 51,2 млн. т/год [1].

В бассейне Днестра преобладают малые реки длиной до 10 км общим количеством более 14 тысяч, насчитывается 65 водохранилищ и 3447 прудов. В бассейнах средних и малых рек находится 49 водохранилищ и 1935 прудов [7].

В течение последнего 50-летнего периода в бассейне Днестра произошли четыре крупномасштабные перестройки естественного водного режима, это:

- строительство Дубоссарской ГЭС, приведшее к зарегулированию стока Днестра;
- ликвидация озерно-пойменной системы не только реки Днестр, но и притоков;
- строительство Днестровского гидроузла, приведшее к изменению гидрологического, термического и светового режимов реки,
- зарегулирование стока малых рек (в основном притоков второго и третьего порядка).

Водоохранилища и карьеры стройматериалов оказывают существенное влияние на режим реки Днестр. Многократно сокращено количество и крупность наносов. В низовьях реки, в русле преобладают тонко (45%) и тонко мелкозернистые пески (30%). Средняя крупность убывает вниз по течению от 0,19 мм до 0,12 мм [1]. Общее использование воды Днестра составляют хозяйственно-питьевые нужды, производственные потребности, орошение и сельское хозяйство.

Русло реки Ингул зарегулировано низконапорными плотинами, многочисленными ставками и водохранилищами. Крупнейшие из которых Кировоградское, Докучаевское, Ингульское, Софиевское. ... Воду р. Ингул используют для водообеспечения, сельского хозяйства, а также рыбоводческой промышленности.

Южный Буг, занимающий среди рек Черноморско-Азовского бассейна седьмое место по протяженности (806 км) и площади водосборного бассейна (63,7 тыс. км²), — наибольшая река, бассейн которой полностью расположен в границах Украины. Для бассейна Южного Буга характерна высокая степень зарегули-

рованности. Из более чем 1100 водохранилищ на территории Украины на бассейн этой реки приходится 197 общим объемом 0,86 км³. На Южном Буге построено 13 небольших ГЭС. Наиболее важный водохозяйственный и энергетический объект на Ю. Буге — Южно-Украинский энергокомплекс, в настоящее время включающий Южно-Украинскую АЭС и Александровскую ГЭС. Воды Южного Буга интенсивно используются в сельском хозяйстве для орошения. Крупнейшей в бассейне Ю. Буга является оросительная система Южно-Бугская в Николаевской области, сооруженная в 1968—1975 гг. Площадь орошаемых земель — 12,2 тыс. га [11]. Народнохозяйственное использование воды в бассейне Южного Буга в 90-х годах характеризуется следующими показателями (км³ в год): забор воды — 1,07—2,53; использование — 1,04—2,46; безвозвратное потребление — 0,19—0,69; сброс в бассейн — 0,88—1,84. Максимальные показатели соответствуют началу, минимальные — концу 90-х годов. Основной потребитель воды — промышленность (в 1998 г. — 79% общего объема потребления, при этом только одна Южно-Украинская АЭС потребляет ежегодно 40 млн м³), на втором месте коммунальное хозяйство (12%). Доля воды, потребляемой на орошение, в последние годы уменьшилась [11].

По территории Автономной Республики Крым протекает 1657 рек и временных водотоков (балок). Сток почти всех крупных рек Крыма зарегулирован, их воды аккумулируются в водохранилищах: Аянском, Симферопольском (на р. Салгир), Партизанском (на р. Альма), Загорском (на р. Кача), Счастливленском (на р. Бельбек) и др.. Всего на реках расположено более 300 озер, сооружено 23 водохранилища и более 1500 прудов.

Реки Крыма по размерам небольшие, их относят к категории малых рек, то есть с длиной не более 10 км. Малые размеры и небольшая водность крымских рек обманчивы: после сильных ливней случаются паводки — внезапные, в течение 2-3 часов подъемы уровня воды в реках на 2-3 м, иногда даже на 4-6 м. Паводки приводят к образованию селей. Сели случаются во всех речных долинах, но наиболее часто это происходит в восточной части ЮБК, на реках Ускут, Ворон, Ай-Серез, Шелен, Кутлак. В естественных условиях за счет обломочного материала, выносимого селевыми потоками, формируются морские пляжи. Их размеры напрямую зависят от количества обломочного материала, который потом превращается в гальку. Поэтому не всегда с селями стоит бороться путем перегораживания селеопасных рек платинами. Разумнее способствовать беспрепятственному прохождению потока по руслу, а поля и строения в селевых долинах располагать выше по склону, на безопасных участках. Чем больше твердого стока будут выносить реки, тем шире станут пляжи [8].

Исследователь крымских пляжей Ольга Саввичевна Романюк выделяет 4 типа питания пляжей: с береговым питанием (море разрушает берег); питание вдольбереговым потоком наносов, поступающих из рек и смещаемых морским течением; аллювиальное питание и комплексное. В результате строительства прудов и водохранилищ на реках Западный Булганак, Альма, Кача, Бельбек, Черная ... снизились объемы наносов крупных фракций, формирующих пляжи, в результате чего, ширина и протяженность пляжей постоянно сокращаются. Значительный вред им приносит рефулирование (землечерпание) донных отложений в целях добычи песка для строительных нужд [9].

Таблица 2.

Сток наносов малых рек Крыма [3].

Река	Сток наносов		
	тыс.т/год	тыс.м ³ /год	м ³ /км ² -год
Альма	44,3	24,6	38,8
Кача	12,1	6,72	61,1
Кокозка	25,9	14,4	17,2
Бельбек	32,4	18,0	66,6
Чёрная	0,57	0,32	6,72
Дерекойка	2,78	1,54	30,9
Улу-Азень	6,48	3,6	55,5
Демерджи	4,66	2,58	48,6
Таракташ	2,65	1,47	9,6

В Черное море, вместе со стоком Крымских рек, поступает ежегодно 0,075 млн.м³ наносов, из них 0,025 млн.м³ являются берегоформирующими, а 0,050 млн.м³ - морскими. Такое количество наносов в море поступает в условиях регулирования и водохозяйственного пользования стока, в естественных условиях общее количество стока наносов составило бы не менее 0,09 млн.м³[1].

В настоящее время существуют различные проекты пополнения пляжей твердым материалом. Например, Н.И. Маккавеев описывает проект целенаправленного искусственного увеличения твёрдого стока впадающих в море рек. Это увеличение предлагается достичь посредством интенсификации гравитационных процессов (отвалов, осыпей, оползней) на отдельных участках склонов долин, взрывания порогов и завалов в руслах рек, выше которых образовались скопления аллювия, спрямления крутых меандр и, наконец, спуска по рекам отвалов пустой породы из карьеров, шахт и обогащательных установок; вывозом на пляжи рыхлообломочного материала, скопившегося в водохранилищах, свалом в реки наносных отложений пойменных террас.

ВЫВОД:

Преобладающее большинство берегов Черного моря относится к аллювиально-аккумулятивному типу. Поэтому, работа рек по переносу и отложению частиц разрушенных горных пород особенно важна. Они выступают связующими агентами суши с морем, доставляя в море продукты эрозионно-денудационной деятельности, являются основными источниками питания пляжей. Веками морской берег находился в динамическом равновесии. Обвалы, оползни, речные и селевые потоки обеспечивали материалом пляж, и он, в свою очередь, противостоял штормам и удерживал оползни. Вмешательство человека в природу – противоселевые работы, рефулирование, ведение портового, берегозащитного, рекреационного и навигационного строительства, регулирование гидрологического режима рек... - дало свои негативные результаты – пляжи стали резко сокращаться, а местами полностью исчезли. Примерами тому могут быть пляжи большинства южнобережных поселков – Карасана, Кичкине, Партенита... Регулирование гидрологического режима рек способствовало развитию промышленности, сельского хозяйства, решило проблемы водообеспечения населения, но, при этом, привело к целому ряду экологических проблем, среди которых загрязнение вод промышленными и коммунальными стоками, сокращение и исчезновение пляжей, отступление берегов, вызванное дефицитом береговых наносов, носит угрожающий характер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джаошвили Шалва Реки Черного моря / [Ред.: И. Хомерики] - Тб., 2003 - 186с.
2. Авакян А.Б., Литвинов А.С., Поддубный С.А. Гидролого-географические исследования водохранилищ // Географическое направление в гидрологии. М.: Издательство Россельхозакадемии, 1995. С.180-191.
3. Дедков А.П., Мозжерин В.И. Эрозия и сток наносов на Земле. Казань: КГУ, 1984. - 246с.
4. Постановление Верховного Совета Украины о национальной программе экологического оздоровления бассейна Днепра и улучшения качества питьевой воды. Киев 27 февраля 1997 года № 123/97-ВР
5. Лисицын А.П. Осадкообразование в океанах. Москва: Наука, 1974. - 440с.
6. Маккавеев Н.И. Некоторые особенности эрозионно-аккумулятивного процесса // Эрозия почв и русловые процессы. Москва: МГУ, 1981. Вып.8. С.5 –16
7. Смирнова -Гараева Н.В. Водная растительность Днестра и ее хозяйственное значение. – Кишинев, «Штиинца», 1980. – 136с.
8. Экология Крыма: Справочное пособие под ред. Н.В. Багрова, В.А. Бокова. – Симферополь: Крымское учебно-педагогическое государственное издательство, 2003. – 360с.
9. Олиферов А.Н., Тимченко З.В. Реки и озера Крыма. – Симферополь: Доля, 2005. – 216с.
10. Комплексное использование водных ресурсов: Учебное пособие/ С.В. Яковлев, И.Г. Губий, И.И. Павлинова, В.Н. Родин. – М.: Высш.шк., 2005.- 384 с.
11. Шпигельман Я. Реки Причерноморья: Южный Буг. Журнал “Порты Украины” №1 2002г.
12. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Инженерная геология и охрана природной среды: Учебник для вузов. – Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. Ун-та, 2003.- 352 с.
13. Добровольский В.В. Геология: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2003. – 320 с.

Чабан В.В., аспирант

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Особенности расположения гипсовых отложений в восточном бассейне Сакского соленого озера.

Описывается гипсовая корка восточного бассейна Сакского соленого озера. Приводится типизация гипсовой корки и распределение ее по дну озера.

соленые озера, кристаллы гипса, гипсовая корка, донные отложения.

Цель работы заключается в изучении гипсовой корки восточного бассейна Сакского соленого озера, разработке типизации гипсовых отложений и изучении техногенного воздействия на гипсовую корку озера.

В современном своем состоянии озеро представляет каскад изолированных друг от друга водоемов, которые делятся на три группы:

I группа. Водосбор Михайловской и Чеботарской балок: Михайловский пруд, Буферный бассейн.

II группа. Водосбор Чокракской балки: водоём Чокрак, водоём Ковш, накопительные и испарительные бассейны.

III группа. Месторождение лечебной грязи и рапы: Западный лечебный, Восточный лечебный.

Бассейн является площадью современной добычи лечебной грязи и рапы на основании государственной лицензии на разработку месторождения (площадь равна 1,42 км², объём равен 1,27 млн. м³, среднегодовое превышение над уровнем Чёрного моря Н=-0,9м).

Во всех бассейнах установлена система искусственного регулирования перетока вод.

Техногенное воздействие на Сакское озеро еще в конце IX века привело к усиленной осадке гипса в лечебной части озера, в результате чего на дне озера начала образовываться гипсовая корка. На сегодняшний день практически вся нетронутая грязевая залежь в восточном бассейне покрыта толстым слоем гипсовых отложений.

С одной стороны, гипсовая корка необходима для нормального протекания процессов грязеобразования в восточном бассейне. Она выступает своеобразным буфером между биологической зоной, в которой ведут активную деятельность целый ряд микроорганизмов, и между агрессивной средой озера (минерализация рапы в летние месяцы доходит до 180 г/л). Но, с другой стороны, мощный слой гипсовой корки мешает осуществлять добычу лечебной грязи.

Поэтому актуальность работы заключается в выявлении толщины и степени целостности гипсовой корки в различных частях озера.

Предмет исследования является распространение гипсовой корки по дну озера и картирование участков, испытывающих наиболее сильное техногенное воздействие.

Предварительно была проведена работа по сбору, анализу и обобщения опубликованных и фондовых материалов по изучению гипса Сакского соленого озера.

Для составления карты-схемы распространения гипсовой корки разработана типизация гипсовых отложений, в основу которой легли внешние признаки: мощность и морфологические особенности гипсовой корки. Отдельным типом выделен гипс, который распространен по всей площади бассейна в виде мелких (до 0,5-1,0 мм) кристаллов и их обломков. Этот тип гипса в основном является продуктом механического разрушения плотных, сцементированных разностей гипсовой корки в прибрежной зоне за счет антропогенного воздействия и волноприбойной деятельности.

Отбор проб при помощи бура позволил изучить вертикальное строение гипсовой корки.

Координаты опорных точек, с помощью которых устанавливались различные границы типов гипса, определяли при помощи приемника спутниковых сигналов – GPS. В ходе работы была составлена компьютерная база данных, в которую были внесены основные характеристики всех опорных точек.

Для составления топоосновы использовали компьютерные программы «Goggle» и «Photoshop 8».

Создание контуров залегания гипсовой корки различных типов проводили в графическом редак-

торе «Corel draw 12».

Сакское соленое озеро образовалось около 5 тысяч лет назад из морского залива, образовавшегося в начале при затоплении морем устьевое расширение Чеботарской и Чокракской балок, а в дальнейшем при отделении от моря песчано-галечной пересыпью (длиной до 3 км, шириной до 600 м и высотой 3-4 м). В результате «отшнуровывания» Сакского озера от моря песчаной пересыпью, в нем возникли условия для установления специфического гидрологического режима соленого водоема и формирования донных отложений. Колебания уровня воды были связаны с сезонным различием атмосферных осадков и интенсивностью испарения. Иногда озеро практически полностью пересыхало. В условиях сухого полупустынного климата при сильном испарении происходило накопление морских солей, а с поверхностными водами привносился глинистый и биогенный материал, образуя на дне озера смешанные осадки. По мере увеличения солености озера происходило выпадение гипса в осадок, которое стало значительным при разделении Сакского озера на ряд отдельных бассейнов и организации соленого промысла. Это привело к тому, что в восточном бассейне минерализация воды достигла уровня, свойственного для гиперсоленых водоемов и все дно было покрыто слоем гипса, выпавшего в осадок в периоды больших испарений. [1]

После разделения озера перемычками гипс продолжал выпадать в осадок только в тех частях озера, режим которых меньше всего подвергся нарушению и в большей части сохранились все необходимые для этого условия. Единственная часть озера, которая подверглась наименьшему преобразованию, был участок, отведенный под пользование грязелечебницы.

Академик А.Е.Ферсман, проводивший работы на Сакском соленом озере в начале прошлого века, описывал гипсовую корку как ровную шероховатую поверхность, разбитую как бы в шахматном порядке, рядом извиваются и перекрещиваются возвышения, образующие петли. Эти возвышения образуются в результате выпячивания общего слоя гипса; под ними скапливается очень жидкая и илистая масса, в которой можно заметить гораздо более интенсивное течение биологических процессов, чем в более плотной грязи, подстилающей ровные поверхности. Образование извилин можно объяснить необходимостью растущей корки гипса увеличивать свою поверхность, так как кристаллы все время растут. Сами кристаллы образуются в результате взаимодействия гипса и соленой воды. Кристаллы имеют копьевидную форму. Свободные концы таких кристаллов частью выделяются над поверхностью особой зоны, но только часть кристаллов гипса прорастает эту зону и заканчивается головкой, другая часть дорастает только до биологической зоны и заканчивается неровной поверхностью. В ряде мест новообразования гипса происходит возникновение новых гипсовых плёнок в виде тонких пластинок.

Внутри кристаллов серого цвета ясно видны зонально-расположенные включения. Число таких колец колеблется между 17 – 25, но, в общем оно постоянно и в ряде взятых образцов положение колец, взаимное расстояние и их характер тождественны. В общем, каждое такое кольцо соответствует одному годовому периоду, но не исключена возможность образование и нескольких колец в один год.

На основании изучения годичных колец нарастания кристаллов гипса Академик А.Е.Ферсман пришел к выводу, вполне оправдываемому общей историей озера: рост кристаллов гипса должен был начаться около 1896 года, причём зародыши гипса образовались в среде ила и росли первые 6-8 лет в массе тины и грязи. После довольно сильного отложения грязи, приходящегося приблизительно на 1902 год, началось нормальное и сильное развитие гипса правильными кольцами, с мало колеблющимися размерами отложений. Начиная с 1910-1912 года (время прорыва Михайловской плотины и наводнения) в росте кристаллов наступает значительный перелом. Кристаллы покрываются количеством осадков, часть их не может даже прорасти сквозь покров грязи и заканчивает свою кристаллизацию неправильным зарастанием отдельных центров. Годичное отложение гипса сильно снижается[2].

По подсчёту профессора С.А. Щукарёва на основании многочисленных анализов в толще всего сакского грязевого отложения на глубине только 3 м заключается около 2400000 т поваренной соли, 670000 т магниевых солей, 2500000 т гипса, причём все эти соли находятся преимущественно в твёрдом состоянии [3].

В результате добычи грязи было также добыто большое количество гипса, которое пытались использовать в производстве. Этим занималась в 30-х годах директор станции С.А. Пастак. В начале были произведены исследования гипса как стройматериала. Химический анализ гипсовой корки показал, что по своим свойствам гипс Сакского озера не только не уступает существующим нормативам, но по некоторым параметрам превосходит их (Табл.). [4]

Таблица

Результаты испытания гипса

Марка	Тонкость помола		Нормальная густота	Удельный вес	Объемный вес		Сод. Гидр. воды	Сроки охватывания			Механ.проч. в кл/см ²	
	Остаток на 64	Остаток на 900			Рыхл.	Утрас.		Врем. Ток.	Начало	Конец	1 день	7 день
Гипс без промыва	0.32	22%	50%	2.5	855	933	5%	3 м	5 м	6 м	9.6	20
Гипс с промывкой	все прошло	25%	65%	2.5	944	1253	5%	9 м	9 м	12,2 м	11.2	16
ОСТ № 2 645	не более 2%	30%	-	-	-	-	3-6%	2 м	6 м	6 м	7	14

Но, несмотря на то, что новые технологии позволяли получить более дешевый и качественный гипс, менее устойчивый процесс производства так и не был налажен.

Исследования гипсовых отложений проводились в 90-х годах Сакской ГПРЭС, которая наблюдала за скоростью садки гипса на дно озера. В ходе проведенных исследований была выявлена четко выраженная зависимость скорости садки гипса от климатических условий в течение года. В годы с сильным испарением садка гипса проходила более интенсивно, чем в годы с большим количеством осадков. Интенсивность садки гипсовых отложений также колебалась в зависимости от сезона года: в летнее время значительно интенсивней, чем в зимнее. Выявленные закономерности объясняются увеличением частиц гипса, оседающих на дно при интенсивном испарении, и растворение частиц при разбавлении рапы (дожди, закачка).

В настоящее время дно восточного бассейна покрыто плотным слоем гипсовой корки, мощность которой варьирует от 3 до 8 см.

Представленная ниже типизация гипсовой корки Восточного бассейна Сакского соленого озера состоит из четырех основных типов. Первоначальная же типизация состояла из большего количества типов, которые по мере проведения полевых и камеральных работ были обобщены по наличию ряда общих признаков, которые позволяли качественно отделить их от других типов корки. Таким образом, предлагаемая нами классификация представляет собой четыре сложных типа гипсовой корки, большинство из которых можно разбить на более простые типы.

Первый тип гипсовой корки распространен в ю-з части (на территории деятельности бывшего солепромысла) и по периферии главного гипсового поля и с-в части Восточного бассейна. Характерной особенностью первого типа гипсовой корки является то, что он практически везде покрыт “наплывным” илом, а в верхнем слое покрыт кристаллами соли и органикой светло-коричневого цвета. Целостность этого типа гипсовой корки в северной и северо-западной части Восточного бассейна в значительной степени разрушена вследствие бесконтрольного процесса самолечения грязями местными жителями и приезжими в город-курорт Саки. Иногда встречаются локальные выступы на гипсовой корке, не покрытые наплывным илом, которые называют «бляшками». Гипсовая корка первого типа имеет мощность от 3 до 5 см. В основном корка рыхлая, но иногда образует более плотные участки гипсового слоя называемого “брекчия”.

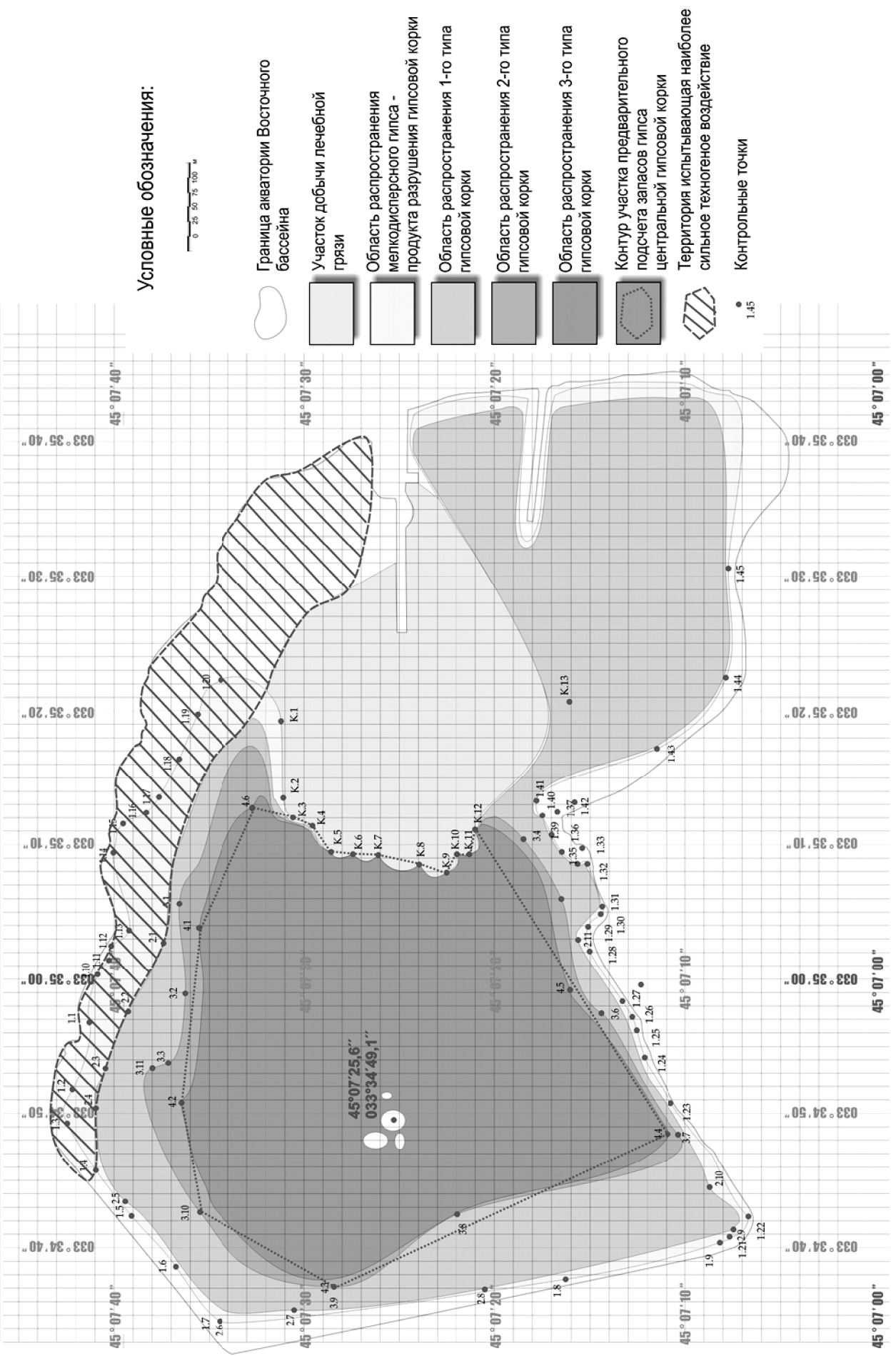


Рис.1. Карта-схема распространения гипсовых отложений в восточном бассейне Сакского соленого озера.

Второй тип гипсовой корки окаймляет главное, центральное поле его развития в Восточном бассейне. Имеет более плотное строение, менее разрушенное антропогенным воздействием, практически везде отсутствует слой наплывного ила и имеет среднюю мощность до 4 см. Верхняя часть покрыта уплотненным светло-коричневым слоем, который обогащен органическими остатками. Гипсовая корка имеет двухслойное строение из-за тонкого прослоя (до 3-5 мм) темного ила, что свидетельствует или о двухэтапном, т.е. с перерывом, накоплении гипсовых отложений в Восточном бассейне, или о новообразованном нижнем слое гипса в процессе перекристаллизации его мелкодисперсной разновидности из самих донных отложений. Иногда встречаются участки “землистого” слабосцементированного гипса.

Третий тип гипсовой корки (центральное гипсовое поле) наиболее плотный, имеет четко выраженное двухслойное строение и образует сплошное гипсовое поле (рис. 1.). Гипсовая корка верхнего слоя до 4-7 см, а нижнего до 5-8 см., но общая мощность, как правило, не превышает 15 см. Разделяющий прослой донных илов от 0,5 до 2 см., также как и во втором типе фиксирует перерыв в стадии образования гипса или вторую фазу в формировании гипсовой корки, связанную с кристаллизацией мелкодисперсной его разновидности из донных отложений (Рис.2.).

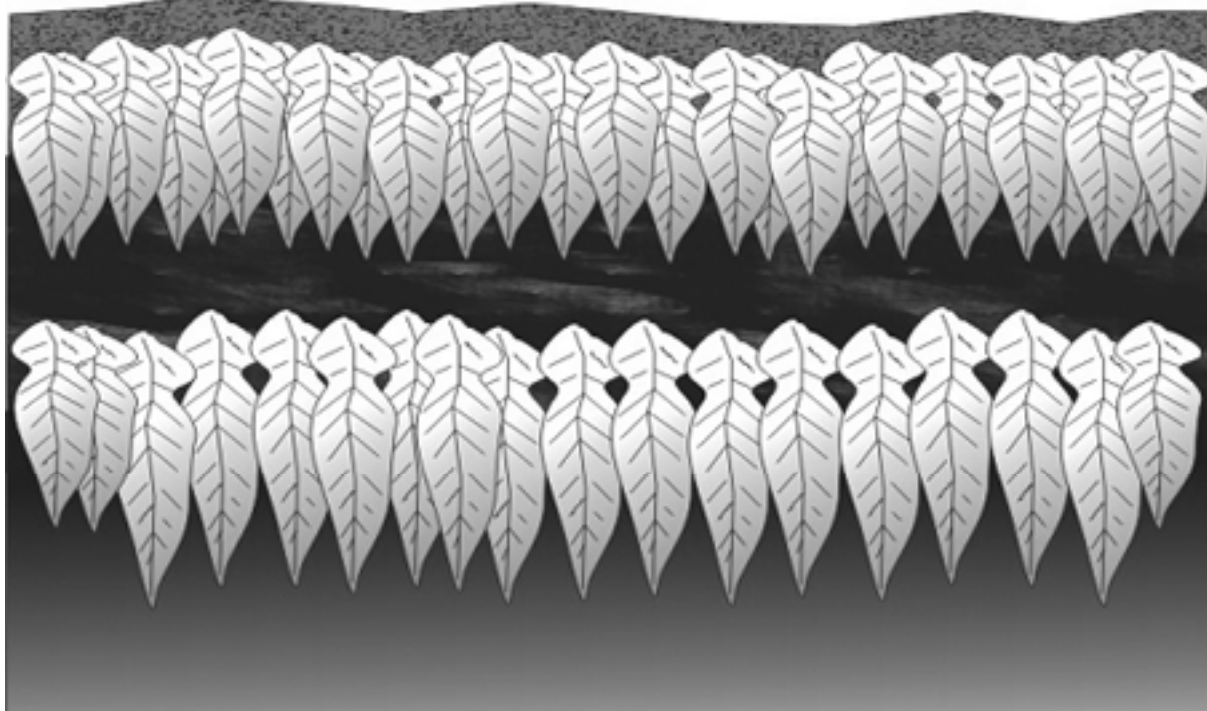


Рис.2. Схематическое строение двухслойной гипсовой корки.

В нижней части описываемого типа корки широко распространена крупнокристаллическая разновидность образованная хорошо ограниченными, копьевидными кристаллами гипса. При извлечении на поверхность и применении механического воздействия распадаются на отдельные гипсовые копыя. Достаточно высокая плотность третьего типа гипсовой корки потребует специальных приемов ее разрушения и удаления с тем, чтобы не происходило излишнего засорения материала донных отложений ее обломками в процессе добычи лечебной грязи.

В центральной части гипсового поля находятся места с полным отсутствием гипсовой корки. Такие «окна» имеют неправильную форму и представляют собой места выхода грязи на поверхность. Обнаружить такие места визуально трудно, поскольку они располагаются на одном уровне с гипсовой коркой и, к тому же, покрыты слоем наплывного ила.

В процессе изучения распространения гипсовой корки в восточном бассейне не было обнаружено описанных Ферсманом А.Е., локальных (диаметром до 10 см) “выпячиваний” более хрупкого, слабосцементированного гипса над общим слоем гипсовой корки. В прибрежной части повсеместное распространение имеют так называемые «бляшки», - небольшие возвышения 1-3 см, представляющие собой места целой (не разрушенной) гипсовой корки свободной от наплывного ила, иногда покрытые органикой светло-коричневого цвета.

В значительной степени разрушена гипсовая корка, расположенная вдоль северного берега озера, т.е. в местах массового отдыха и купания населения. Эта территория подвержена наиболее сильному техногенному влиянию. Следы механического воздействия на гипсовую корку хорошо прослеживаются на сотни метров от берега, а отдельные встречаются на основном гипсовом поле. В этих местах разрушенная корка находится на 1-3 см ниже, чем общий уровень дна, а остатки цельной гипсовой корки выглядят как поднятия.

На поперечном разрезе (Рис.3) хорошо видно строение поврежденных участков гипсовой корки: сверху находится слой наплывного ила, затем небольшие кристаллы гипса расположенные в хаотическом порядке. Остатки разрушенной корки распространяются на глубину до 5 см.

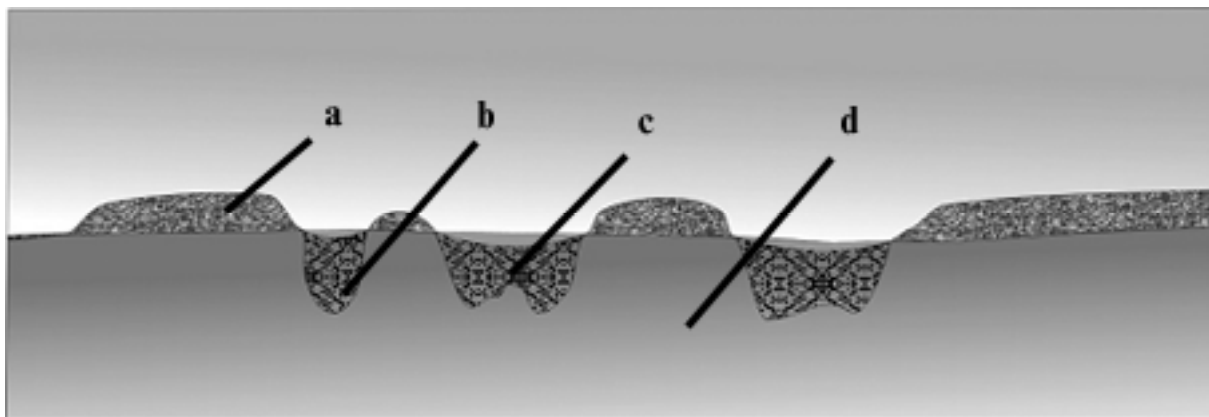


Рис.3. Схема строения разрушенных участков гипсовой корки у берегов озера.

а – гипсовая корка; б – разрушенная гипсовая корка; с – наплывной ил; д – донные отложения.

В целом наблюдается следующая закономерность – увеличение плотности и мощности гипсовой корки к центру озера. И более слабое ее выражение или же полное отсутствие у берегов (см. Рис.1.). Наиболее четко такая закономерность наблюдается со стороны северного и южного берегов озера, где типы гипсовой корки практически равномерно сменяют друг друга, а на краю участка разрабатываемой грязевой залежи распределения гипсовой корки на типы не установлено (сразу начинается гипсовое поле).

ВЫВОДЫ:

1. В предыдущих работах ряда ученых указывается на наличие непосредственной связи между образованием мощного слоя гипсовых отложений и техногенным влиянием, оказываемым на восточный бассейн Сакского озера [2,3].
2. Исследования, проведенные в 2006 году, дали возможность оценить степень техногенного воздействия на гипсовую корку, расположенную вдоль берегов озера. В ходе работы было изучено вертикальное строение разрушенных участков гипсовой корки.
3. Нужно продолжать работу по изучению вещественного состава гипса и его использования в промышленности. Дальнейшие исследования гипсовой корки Восточного бассейна Сакского соленого озера помогут узнать природу образования второго слоя гипсовой корки и встречаемых в центре гипсового поля участков, полностью не покрытых гипсом.
3. В дальнейшем необходимо более подробно изучить роль техногенного влияния на гипсовую корку и в целом на экосистему озера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Годовиков А.А. Минералогия М.: «Недра», 1983. – 650 с.
2. Ферсман А.Е. К геолого-минералогическому обоснованию Сакского озера. Петроград: «1-я государственная типография» 1919. – 80 с.
3. Щукарев С.А. К вопросу о рациональном грязевом и рапном хозяйстве в лечебной части Сакского озера. «Кур. Дело», 1928. – 60 с.
4. Пастак С.А. Гипс Сакского озера и его промышленное использование // Журнал: Экономика, культура . № 7-8. Крым: 1993, -С. 27-34.

Раздел 6. Водообеспечение и водоотведение, гидромелиорация, теплоснабжение и энергетика

УДК 697.9

Анисимов С.Н., доцент, Сопов И.В., к.т.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Особенности аэродинамического расчета воздуховодов равномерной раздачи.

Рассматриваются особенности аэродинамического расчета воздуховодов равномерной раздачи с учетом изменения параметров.

Воздуховоды, воздухораспределители, расход воздуха, равномерная раздача, статическое давление, динамическое давление, полное давление, коэффициент расхода, коэффициент гидравлического трения.

Задачи, решаемые вентиляционной техникой, весьма обширны и разнообразны. Одной из частных задач при устройстве систем общеобменной вентиляции и воздушных завес является равномерная раздача воздуха.

Равномерная раздача воздуха реализуется при помощи воздухораспределителей различных конструкций. Один из широко применяемых типов воздухораспределителей – воздуховоды, в боковой поверхности которых имеются места для выхода воздуха, представляющие собой либо продольные щели, либо боковые отверстия.

Одинаковые расходы воздуха по длине таких воздухораспределителей достигаются тремя способами:

- изменением высоты продольной щели или площади отверстий при постоянном поперечном сечении воздуховода;
- изменением площади поперечного сечения воздуховода при неизменной высоте щели или площади отверстий;
- изменением отношения площади продольной щели или площади отверстий к площади поперечного сечения воздуховода.

При этом необходимо отметить, что в первом случае равномерная раздача воздуха происходит с разными, а во втором – с одинаковыми скоростями истечения по длине продольной щели и по всем отверстиям, в третьем – достигается лишь приближенная равномерная раздача воздуха.

На практике, особенно в зданиях гражданского назначения, наиболее широко применяется первый способ как наиболее простой и в то же время в большей степени отвечающий архитектурным требованиям. При этом, особенно для воздуховодов большой протяженности, предпочтение отдается воздухораспределителям постоянного поперечного сечения с боковыми приточными отверстиями переменной площади.

Расчет воздухораспределителей первого и второго типов обычно ведут по методике [1]. В основу этой методики положена схема явлений, при которой скорости воздуха и статическое давление в поперечном сечении воздухораспределителя одинаковы, коэффициенты расхода и гидравлического трения по длине воздухораспределителя постоянны, а истечение воздуха происходит под действием избыточного статического давления.

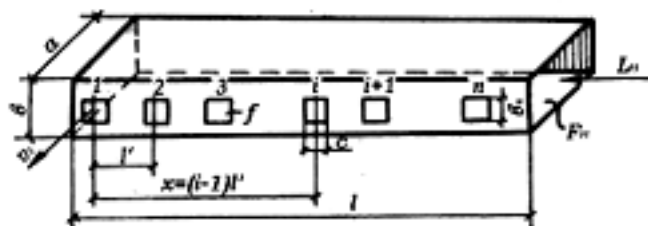


Рис. 1. Общий вид воздуховода

го сечения с боковыми отверстиями переменной площади, схема которого представлена на рис. 1.

Такая схема упрощает аналитическое описание процессов и удовлетворительно работает при расчете воздухораспределителей сравнительно небольшой протяженности. Однако сделанные допущения не совсем отвечают действительным реальным процессам.

Рассмотрим воздухораспределитель, представляющий собой воздуховод постоянного поперечного

Задача расчета состоит в определении необходимого статического давления в начале воздухопровода P_n и размеров отверстий f_i с целью обеспечения равномерной раздачи воздуха.

Исходя из общей постановки задачи и физических представлений в основе решения должны лежать уравнение первого закона термодинамики для потока и частные уравнения процессов течения. Первый закон термодинамики для потока выражает закон сохранения энергии и для условий данной задачи сводится к уравнению Бернулли, а частные уравнения процессов течения – к зависимостям для дозвукового истечения из отверстий в тонкой стенке.

Для определения полного давления в начале воздухопровода составим уравнение Бернулли для двух сечений – для сечения расположенного в начале воздухопровода и сечения в конце воздухопровода

$$P_n + \frac{\rho w_n^2}{2} = P_k + \Delta P, \quad (1)$$

где: P_n и P_k – статические избыточные давления в начале и конце воздухопровода, соответственно; $\rho w_n^2/2$ – динамическое давление в начале воздухопровода; ΔP – потери давления на трение и местные сопротивления в воздуховоде.

Статическое давление в конце воздухопровода должно обеспечить заданный расход воздуха из отверстия 1 с заданной максимально допустимой скоростью истечения, определяемой по формуле для истечения из отверстия в тонкой стенке

$$v_{max} = \mu_1 \sqrt{\frac{2P_k}{\rho}}, \quad (2)$$

откуда

$$P_k = \frac{\rho v_{max}^2}{2\mu_1^2}, \quad (3)$$

где: μ_1 – коэффициент расхода 1-го отверстия.

Потери давления на трение и местные сопротивления в воздуховоде для данного случая выражаются уравнением

$$\Delta P = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\lambda_i \frac{l}{n} + \sum \xi_i \right) \frac{\rho w_i^2}{2}, \quad (4)$$

где: λ_i – коэффициент гидравлического трения на участке; l – длина воздухопровода; n – количество боковых отверстий; $\sum \xi_i$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке; w_i – скорость воздуха на участке перед i -м отверстием.

Как показывает опыт, воздухопроводы обычно работают в переходной области сопротивления и для коэффициента гидравлического трения можно использовать формулу А.Д. Альтшуля [2]

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{\Delta \varepsilon_k}{d \varepsilon_k} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25}, \quad (5)$$

где: $\Delta \varepsilon_k$ – эквивалентная шероховатость; $d \varepsilon_k$ – эквивалентный диаметр канала (для прямоугольного канала $d \varepsilon_k = 2ab/(a+b)$); $Re = wd \varepsilon_k/\nu$ – критерий Рейнольдса.

Используя зависимости (3) и (4) представим уравнение (1) в развернутом виде:

$$P_n + \frac{\rho w_n^2}{2} = \frac{\rho v_{max}^2}{2\mu_1^2} + \sum_{i=1}^{n-1} \left(\lambda_i \frac{l}{d \varepsilon_k \cdot n} + \sum \xi_i \right) \frac{\rho w_i^2}{2}. \quad (6)$$

Учитывая, что

$$w_n = \frac{L_n}{F_n}; v_{max} = \frac{L_n}{n \cdot f_1}; w_i = \frac{L_n}{n F_i} i = w_0 \cdot i; F_n = F_i = F = const, \quad (7)$$

уравнение для определения статического давления в начале воздухопровода будет иметь вид:

$$P_n = \frac{\rho w_0^2}{2} \left[\frac{1}{\beta_1^2 \mu_1^2} - n^2 + \sum_{i=1}^{n-1} \left(\lambda_i \frac{l}{d_{\text{эк}} \cdot n} + \sum \xi_i \right) \cdot i^2 \right], \quad (8)$$

где: $w_0 = \frac{L_n}{nF}$ – характерная скорость, которую имел бы поток в воздухопроводе при расходе отнесенном к одному отверстию; $\beta_1 = f_1/F$ – относительная площадь отверстия 1.

Площадь отверстия 1 найдем из условия

$$f_1 = \frac{L_n}{n v_{\max}}, \quad (9)$$

тогда

$$\beta_1 = \frac{f_1}{F_1} = \frac{w_0}{v_{\max}}; \quad \beta_i = \frac{f_i}{F} = \frac{w_0}{v_i}, \quad (10)$$

при условии, что $v_i < v_{\max}$.

Практика расчетов показывает, что без особой погрешности величиной $\sum \xi_i$ можно пренебречь, а λ_i можно принять постоянной. Тогда выражение, стоящее под знаком суммы, упрощается и уравнение (8) примет вид

$$P_n = \frac{\rho w_0^2}{2} \left[\frac{1}{\beta_1^2 \mu_1^2} - n^2 + \frac{1}{3} \lambda \frac{l}{d} (n+1)(n+0,5) \right] \quad (11)$$

Численный анализ показывает, что основной вклад в значение P_n вносит первое слагаемое, стоящее в квадратных скобках правой части уравнения (11), а его значение, главным образом, определяется значением коэффициента расхода μ_1 .

Условия истечения воздуха из последнего отверстия по ходу движения воздуха и ранее расположенных боковых отверстий существенно различны. Последнее отверстие «работает» по сути как диафрагма и при этом имеет место поворот потока, поэтому коэффициент сопротивления последнего отверстия ξ_1 будет больше, чем коэффициент сопротивления просто диафрагмы, что подтверждается опытными данными [2] и [3], представленными в табл.1.

Таблица 1.

β	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,2
ξ_1 по [2]	234,5	50,3	18,8	8,8	4,5	2,4	1,2	0,6	0,2	0	-
ξ_1 по [3]	-	65,7	30	16,4	10	7,3	5,5	4,48	3,67	3,16	2,44

На процесс истечения из боковых отверстий оказывает влияние поток воздуха в воздуховоде. Он как бы «сдувает» поток выходящий из отверстий, ухудшая условия подтекания воздуха к отверстию. Коэффициенты сопротивления бокового отверстия по данным [3] представлены в табл.2.

Таблица 2.

$w_i / v_i = \beta_i$	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	1	1,3	1,7	2,5
ξ_i	3,0	2,6	2,3	2,1	1,9	1,8	1,7	1,7	1,8

Как видим, коэффициенты сопротивления последнего и боковых отверстий существенно раз-

личны, а следовательно существенно будут отличаться и коэффициенты расхода. Следовательно, предположение о постоянстве коэффициентов расхода не отвечает действительности.

Обработка данных, представленных в табл.1 и табл.2, методами математической статистики позволила получить эмпирические зависимости для коэффициентов сопротивления отверстий и коэффициентов расхода. Результаты обработки представлены зависимостями (12), (13) и графиками рис.2-5.

$$\xi_1 = 3\beta^{-1,9}; \mu_1 = 0,51\beta^{0,84}, \quad (12)$$

$$\xi_i = 2(i\beta)^{-0,31}; \mu_i = 0,58(i\beta_i)^{0,11}, \quad (13)$$

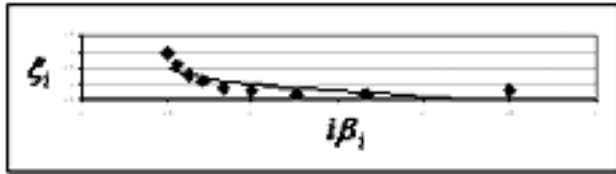


Рис. 2

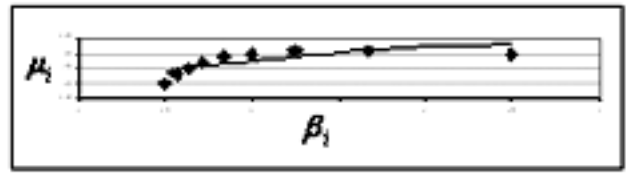


Рис. 3

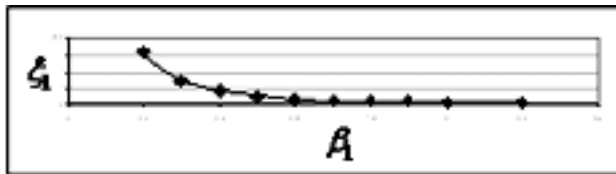


Рис. 4

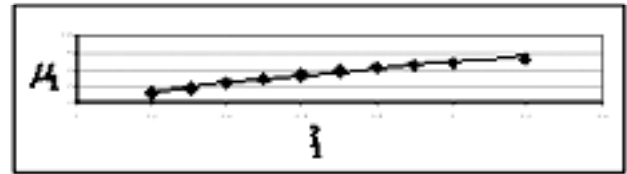


Рис. 5

На графиках точками представлены опытные данные, кривые построены по зависимостям (12), (13).

Переходим к определению относительной площади отверстий. Расчет будем вести в направлении противоположном движению потока в воздуховоде, т.е. от конца воздуховода к его началу.

Относительную площадь отверстия 1 находим по (10).

Для определения относительной площади i -го отверстия составим уравнение Бернулли для 1 и i -го сечений.

$$P_i + \frac{\rho w_i^2}{2} = P_1 + \frac{\rho w_1^2}{2} + \Delta P. \quad (14)$$

Решая уравнение относительно статического давления в сечении i , с использованием соотношений (7), получим

$$\beta_i = \frac{1}{\mu_i \sqrt{\frac{1}{\beta_1^2 \mu_1^2} - \left(i^2 - 1 - \lambda \frac{l}{d_{эк} \cdot n} \sum_{i=1}^{i-1} i^2 \right)}}, \quad (15)$$

С учетом эмпирических зависимостей (12) и (13) формулу (15) преобразуем к виду

$$\beta_i = 1,65 \cdot i^{-0,1} \left[3,9 \beta_1^{-3,7} - i^2 + 1 + \frac{1}{3} \lambda \frac{l}{d_{эк} n} i(i-1)(i-0,5) \right]^{-0,45}, \quad (16)$$

Расчет относительных площадей отверстий сводится к следующему:

1. Определяем относительную площадь 1-го отверстия β_1 по (10);
2. По формуле (16) рассчитываем площадь последнего n -го отверстия - β_n .
3. Если $\beta_n < \beta_1$, то необходимо уточнить значение β_1 . Для этого определяем относительную площадь n -го отверстия по формуле

$$\beta_n = \frac{w_0}{v_{max}}$$

и, подставив значение β_n в (16), решаем уравнение относительно β_1 . Найденное значение β_1 используем для дальнейших расчетов.

$$\beta_1 = \left[0,78n^{-0,22} \beta_n^{2,22} + n^2 - 1 - \frac{1}{3} \lambda \frac{l}{d_{\text{ЭК}}} (n-1)(n-0,5) \right]^{-0,27}$$

4. Расчет статического давления в начале воздухопровода следует вести по формуле

$$P_n = \frac{\rho w_0^2}{2} \left[3,9 \beta_1^{-3,7} - n^2 + \frac{1}{3} \lambda \frac{l}{d_{\text{ЭК}}} (n+1)(n+0,5) \right],$$

где

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{\Delta \text{ЭК}}{d_{\text{ЭК}}} + \frac{68\nu}{w_0 \cdot n \cdot d_{\text{ЭК}}} \right)^{0,25}$$

ВЫВОДЫ

Анализ существующих подходов и опытных данных позволил установить, что предположение о постоянстве коэффициентов расхода по длине воздухораспределителя нуждается в существенном уточнении. В результате обработки существующих опытных данных получены эмпирические формулы для определения коэффициентов расхода для отверстий воздухораспределителя. Обобщена методика расчета воздухораспределителей постоянного поперечного сечения с переменными площадями боковых отверстий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. К.К. Баулин. Исследование равномерной раздачи воздуха из прямых трубопроводов, «Отопление и вентиляция», №7, 1934.
2. А.Д. Альтшуль, П.Г. Киселев. Гидравлика и аэродинамика. – М.: Стройиздат, 1975. – 323 с.
3. Внутренние санитарно-технические устройства. В 2-х ч. Под ред. И.Г. Староверова. Ч.2. Вентиляция и кондиционирование воздуха. – М.: Стройиздат, 1977. – 502с.

Бойчук С.Д., соискатель, Мякишев В.А., к.т.н. доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Выбор технологии обезвреживания и утилизации осадков стоков водоочистных станций по экономическим и экологическим показателям.

Дана оценка технических, экономических и экологических показателей технологий обработки осадка водоочистных сооружений по двум вариантам. Сделан вывод о преимуществе варианта утилизации осадка водоочистки путем термообработки

Водоочистные станции, осадки стоков, обезвреживание, утилизация, капитальные затраты, эксплуатационные затраты, экологический ущерб, эффективность

Качество технологических стоков водоочистных сооружений (ВОС) позволяет применить несколько технологических схем обезвреживания и утилизации осадков, поэтому выбор наиболее экономичного варианта выполнен на основании технико-экономического сравнения их показателей. В первом варианте предусмотрен состав типовых сооружений для обработки осадка, рекомендуемый в строительных нормах (СНИП 2.04.02-84. Водоснабжение наружные сети и сооружения), в котором нет решения полного обезвреживания и утилизации осадков водопроводных очистных сооружений (ВОС). Поэтому в нем предусмотрен метод захоронения обезвоженных осадков на свалке. В рекомендуемой технологической схеме обработки осадков ВОС по варианту 2 предусмотрена утилизация их в виде строительных материалов (рис. 1).

Для технико-экономических расчетов выбраны две технологические схемы, по базовому - варианту 1, в котором технология состоит из сгустителей, реагентного хозяйства, центрифуг и иловых площадок [1]. По опытному - варианту 2, в технологию включены также сооружения обезвреживания осадка, цех утилизации с операциями приготовления формовочных смесей и последующей термической обработкой. Расчет **капитальных затрат** по двум вариантам технологических схем и состав сооружений представлены в таблице 1

Таблица 1

Расчет капитальных затрат по базовому и опытному вариантам, (тыс. грн.)

Вид затрат	Обоснование	Затраты по первому варианту (базовому)	Затраты по второму варианту (опытному)
Резервуары для усреднения осадков;	ТП 4-18-159	1104 (3 х 500 мз)	1104 (3 х 500 мз)
Блок фильтров		1850	1850
Сгустители осадка	ТП 901-3-173	1050	1050
Резервуары сгущенного осадка	ТП 4-18-854	210 (300 мз)	210 (300 мз)
Реагентное хозяйство	ТП 901-3-238.87	160	160
Цех центрифуг	ОГШ-502 К-4	1310	
Иловые площадки		780	
Цех утилизации			2040
Всего по вариантам		6464	6414

Определение стоимости сооружений для обезвреживания осадков стоков ВОС произведено по укрупненным показателям стоимости отдельных сооружений, составленным по паспортам типовых проектов. Предварительно рассчитали размеры сооружений, технологического оборудования, трубопроводов.

Расчеты показали, что капитальные затраты на строительство сооружений по рассматриваемым вариантам отличаются незначительно. Для сравнения **эксплуатационных затрат** по базовому и опытному вариантам уточнили технологические показатели режима обезвреживания осадка. В базовом варианте учтены основные технологические показатели режима обезвреживания осадка грязных промывных вод методами фильтрования и обезвреживания на иловых площадках [2]. В опытном варианте рассмотрены технологические показатели режима утилизации осадка грязных промывных вод с использованием методов обезвреживания и высокотемпературной обработки:

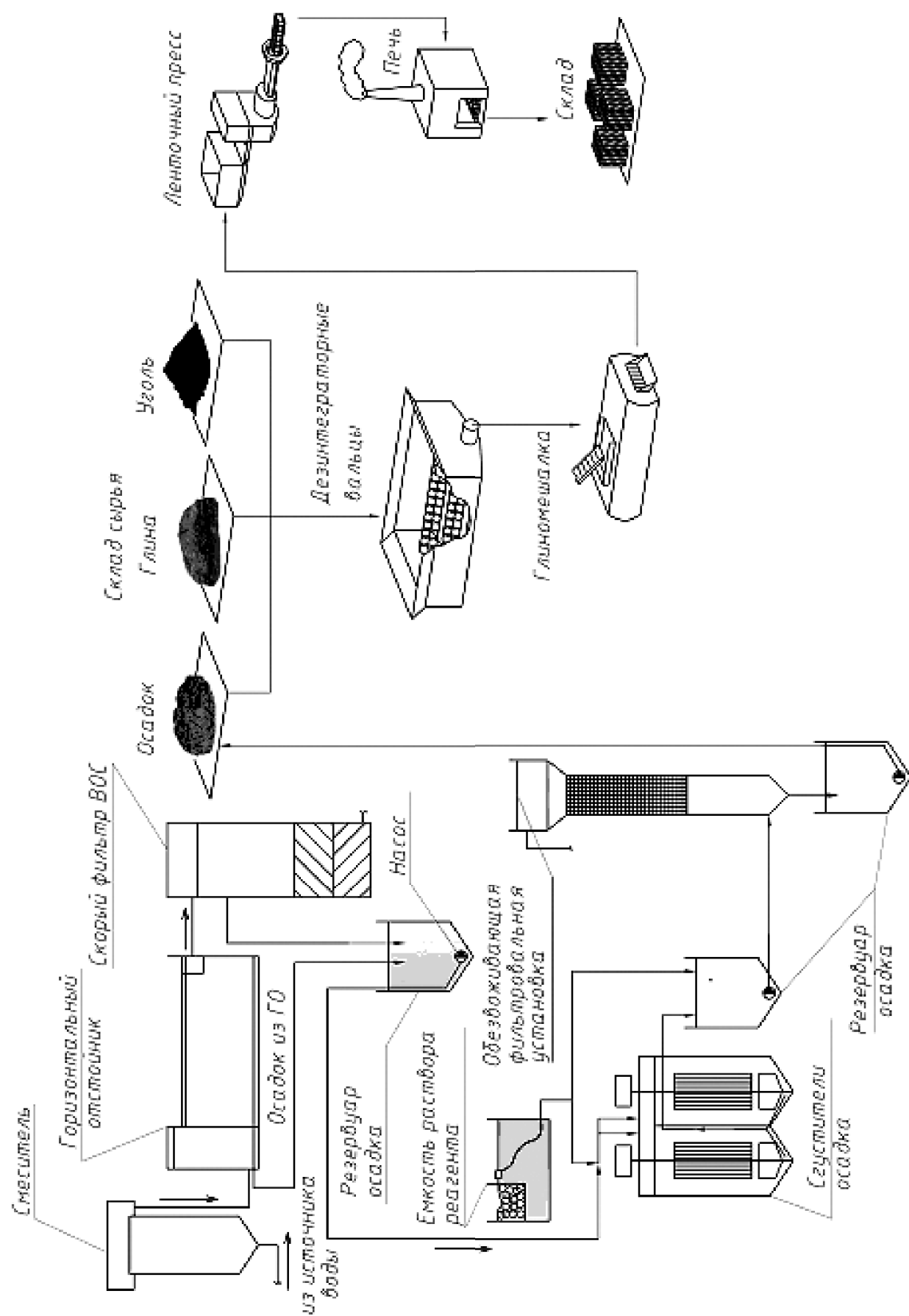


Рис. 1 Технологическая схема системы обезвреживания и утилизации осадка водоочистной станции (вариант 2)

- скорость фильтрования на сооружении обезвреживания осадка, м/ч;
- средняя доза товарного реагента, г/м³;
- продолжительность фильтроцикла очистки, ч;
- объем промывной воды на 1 м³ очищенной воды, л/сут;
- объем очищенной воды в течение цикла очистки, м³/сут;
- производительность фильтровальных сооружений для промывных вод, м³/сут;
- количество загрязнений, задержанных на установке, кг/сут;
- эффект очистки по контролируемым веществам, %;
- значение исходной и остаточной концентрации взвешенных веществ, г/м³;
- масса осадка по сухому веществу, соединений тяжелых металлов, органических соединений, добавки в формовочную смесь глинистых сланцев, добавки угля, кг/сут;
- состав формовочной смеси: осадок – 25 %, глина – 63 %, уголь – 12 %;
- влажность обезвоженного осадка – 89 %;
- высушивание формовочной смеси до влажности - 42 %;
- нагрев керамических изделий в течение 8 часов;
- обжиг керамических изделий в течение 6 часов;
- температура обжига изделий – 1100 градусов;
- прочность и химическая стойкость изделий – в пределах требований к изделиям.

В смету эксплуатационных затрат по базовому и опытному вариантам включены все основные виды затрат (табл.2).

Таблица 2

Годовые эксплуатационные затраты по базовому и опытному вариантам, тыс. грн.

Вид затрат	Первый вариант (базовый)	Второй вариант (опытный)
Заработная плата и соц. страхование	74	72
Электроэнергия	58	49
Реагенты	46	46
Промывка фильтров	14	14
Автотранспортные	34	92
Уголь	0	1,4
В цехе утилизации	0	1,3
Услуги свалки отходов	21,5	
Амортизация	277	271
Текущий ремонт	92	91
Прочие затраты	56	54
Плата за ущерб природным объектам	47	12
Всего по вариантам	719,5	703,7

Технологии обезвреживания и утилизации отходов являются затратными, поэтому практическое решение экологических проблем может быть экономически невыгодным. При сравнении вариантов большое влияние оказывает методика расчета экономического ущерба окружающей среде, поэтому вопрос заключается в том, какой вариант является дороже – оплачивать штрафы за сброс в природные объекты загрязнений без обезвреживания или производить утилизацию отходов производства.

Расчет приведенных затрат по базовой и предлагаемой технологиям в соответствии с общепринятой методикой сравнения вариантов произведен по формуле:

$$П = Э + E_n K, \text{ грн}, \quad (2.1.)$$

где: П – приведенные затраты, Э – эксплуатационные затраты, К – капиталовложения, E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений в строительстве принимается в целом не ниже 0,12).

Вариант 1 $П = 719,5 + 0,12 \times 6464 = 1495,2 \text{ тыс. грн.}$

Вариант 2 $\Pi = 705,7 + 0,12 \times 6414 = 1475,4$ тыс. грн.

Другими важнейшими показателями экономической эффективности рассматриваемых вариантов схем и очистки стоков являются:

а) себестоимость 1 м³ очищенных стоков

$$S = \frac{\mathcal{E}}{Q_{\text{ср.год}}}, \text{ грн./м}^3, \quad (2.2.)$$

где: S – себестоимость 1 м³ очищенных стоков;

$\mathcal{E}$ – годовые эксплуатационные расходы, грн.;

$Q_{\text{ср.год}}$ – среднегодовое количество очищенных стоков, тыс.м³.

$S = 719,5 / 1460 = 0,492$ грн./ м³ (по первому варианту)

$S = 705,7 / 1460 = 0,483$ грн./ м³ (по второму варианту).

б) удельные капиталовложения на очистку 1 м³ очищенных стоков

$$K_{\text{уд}} = \frac{K}{Q_{\text{сут}}}, \text{ грн./м}^3, \quad (2.3.)$$

где $Q_{\text{сут}}$ – суточная производительность комплекса обработки стоков, м³.

$K_{\text{уд}} = 6464000/4000 = 1615$ грн./ м³ (по первому варианту)

$K_{\text{уд}} = 6414000/4000 = 1603$ грн./ м³ (по второму варианту).

Годовой экономический эффект от внедрения новой технологии очистки стоков или новых конструкций очистных сооружений (без учета уменьшения ущерба природным ресурсам по второму варианту)

$$\mathcal{E}_r = [(\mathcal{E}_a + K_a \cdot E_n) - (\mathcal{E}_n + E_n \cdot K_n)] \cdot Q_{\text{год}}, \text{ грн.}, \quad (2.4.)$$

где: $\mathcal{E}_a$ и $\mathcal{E}_n$ – удельные эксплуатационные расходы по базовому варианту и по варианту с включением новой техники соответственно, грн./м³;

K_a и K_n – удельные капитальные вложения по базовым вариантам с включением новой техники, грн./м³;

$Q_{\text{год}}$ – среднегодовой объем очищенных стоков, м³.

$$\mathcal{E}_r = [(0,492 + 1615 \times 0,12) - (0,483 + 1603 \times 0,12)] \times 1460 = 2044 \text{ грн.}$$

Основные экономические показатели технологий по рассматриваемым вариантам сведены в табл. 3.

В настоящее время изменяется как соотношение затрат и цен, так и их структура. При определении фактической эффективности внедрения систем (комплексов) очистки стоков ВОС трудно в конкретный промежуток времени учесть инфляцию, неупорядоченность цен на материалы, оборудование, электроэнергию и реализуемую очищенную воду. Разработчики систем, проектировщики и предприятия, планирующие внедрять такие системы, должны учитывать общегосударственные и местные налоги на прибыль, высокие проценты на кредиты, планируемые плату за водопользование и отчисления на экологические мероприятия и прочие затраты.

Таблица 3

Экономические показатели комплексов по рассматриваемым вариантам

Показатели	Единица измерения	Значение по первому варианту	Значение по второму варианту
Производительность:	тыс. м ³ .		
- суточная		0,400	0,400
- годовая		1460	1460
Капитальные вложения	тыс. грн.	6464	6414
Удельные капвложения	грн./м ³ .	1615	1603
Эксплуатационные затраты, годовые	тыс. грн.	719,5	705,7
Эксплуатационные затраты, удельные	грн./ м ³ .	0,492	0,483
Приведенные затраты	тыс. грн.	1495,2	1475,4
Экономический эффект по второму варианту	тыс. грн.		2,04

Данные табл. 2 и табл. 3 свидетельствуют о том, что затраты на обезвреживание отходов ВОС незначительно отличаются от затрат на очистку питьевой воды. Вследствие хронических неплатежей за отпускаемую потребителям воду, по причине отсутствия должной конкуренции среди поставщиков электроэнергии и реагентов зачастую наблюдается необоснованное гипертрофирование отдельных статей годовых эксплуатационных затрат в технологии подготовки питьевой воды и обезвреживания отходов.

ВЫВОДЫ

Сравниваемые варианты имеют примерно равные значения приведенных затрат и эксплуатационных расходов, поэтому предпочтение отдается второму, в котором обеспечивается утилизация осадков промывных вод ВОС и достигается меньший ущерб местным природным объектам за счет прекращения захоронения осадков водоочистных сооружений.

Во втором варианте решаются проблемы обезвреживания грязных промывных вод, рационального повторного использования промывной воды, сокращения площади под строительство.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шевченко Л.Я. Гринько Т.А. Предотвращение загрязнения поверхностных водоисточников осадками станций очистки природных вод. // Международный форум «АКВА УКРАИНА - 2003» -К.: 2003.
2. Говорова Ж.М. Обработка промывных вод и осадков водоочистных станций. // Обзорная информация. Выпуск 1. –М.: 2001.

Боровский Б.И., д.т.н., профессор, Коваленко Н.А., магистр экономики
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Эколого-экономическая эффективность использования ветроэнергетики

Показано насколько использование ветроэлектростанций позволяет исключить выбросы загрязняющих веществ в сравнении с выработкой электроэнергии на ТЭС, сэкономить на стоимости энергоносителей и плате за экологический ущерб.

Ветроэнергетика, ветроэлектростанция (ВЭС), экологический и экономический эффект, природный газ, мазут, каменный уголь.

Украина обеспечивает себя энергоносителями только на 20%. Поэтому важнейшим направлением развития народного хозяйства являются энергосбережение и использование нетрадиционных источников энергии. Ветроэнергетика является основной частью Национальной энергетической программы Украины. Комплексная программа строительства ветровых электростанций предусматривает достижение к 2010 году мощности ВЭС, равной 1990 МВт [1]. Использование ВЭС решается экологическая и экономическая задачи: уменьшение выбросов в атмосферу загрязняющих веществ и уменьшение предприятием затрат на возмещение экологического ущерба и приобретение энергоносителей. В Украине ТЭС работают на газе и мазуте (48% вырабатываемой энергии) и на угле (52%); в США 80% электроэнергии обеспечивают угольные ТЭС [2]. По существующим оценкам, природного газа хватит человечеству на 100 лет, нефти на 60-90 лет, угля на 600 лет. В Украине запасов угля хватит на 400 лет при ежегодной добыче 100 млн. тонн. Поэтому правительство приняло решение о широком использовании угля в энергетике. В связи с изложенным следует оценивать эколого-экономическую эффективность ВЭС, основываясь на данных газовых, мазутных и угольных ТЭС. В обобщающих исследованиях [3] отсутствует анализ экологического эффекта от применения ВЭС, а вместо экономического эффекта приводится технический эффект — экономия условного топлива.

В данной статье проведена оценка эколого-экономической эффективности ВЭС с использованием исходных данных Комплексной программы [1].

В [1] коэффициент использования ВЭС принят равным 0,3. Поэтому среднегодовая мощность ВЭС N будет составлять 597 МВт. По этой мощности можно определить экономию энергоносителя от использования ВЭС:

$$Q = \frac{N}{q \cdot \eta},$$

где Q — секундный расход энергоносителя (газа, м³/с, мазута и угля, кг/с); q — низшая теплота сгорания топлива (для газа МДж/м³, для мазута и угля МДж/кг); η — коэффициент полезного действия ТЭС (в [1] принято $\eta=0,33$).

Годовая экономия теплоносителя $Q_{\text{год}}$ находится умножением значения Q на количество секунд в году, а финансовый эффект определится по формуле:

$$E = C \cdot Q_{\text{год}},$$

где C — цена энергоносителя (для газа — 0,975 грн/м³, для мазута — 1600 грн/т, для угля — 450 грн/т).

При сжигании природного газа образуются два загрязняющих вещества: оксид углерода и диоксид азота. В случае сжигания мазута и угля дополнительно создаются еще два загрязняющих вещества: сернистый ангидрид и пыль. Для оценки количества выбросов в атмосферу загрязняющих веществ воспользуемся соотношениями работы [4], полученными при обобщении данных методики [5]. Эти соотношения позволяют рассчитать выбросы в г/с:

1) оксид углерода

$$B_1 = 0,00028 \cdot k_1 \cdot q \cdot Q_{\text{час}},$$

где коэффициент k_1 равен 0,18; 0,32 и 7,0, соответственно, для природного газа, мазута и каменного угля; $Q_{\text{час}}$ — часовой расход теплоносителя: $Q_{\text{час}} = 3600 Q$

2) диоксид азота

$$B_2 = k_2 \cdot q \cdot Q_{\text{час}} \cdot (1 + a \cdot \lg D) ,$$

где коэффициент k_2 равен $1,8 \cdot 10^{-5}$; $2,5 \cdot 10^{-5}$ и $5,2 \cdot 10^{-5}$, соответственно, для природного газа, мазута и каменного угля; $a = 0,097$ — для природного газа и мазута, $a = 0,24$ — для каменного угля; D — паропроизводительность парового котла, т/ч (принято $D = 30$ т/ч):

3) сернистый ангидрид

$$B_3 = k_3 \cdot S \cdot Q_{\text{час}} ,$$

где коэффициент k_3 равен 0,0055 и 0,005, соответственно, для мазута и каменного угля; S — содержание серы в энергоносителе, %;

4) пыль (твердые частицы)

$$B_4 = k_4 \cdot A \cdot Q_{\text{час}} ,$$

где коэффициент k_4 равен 0,0028 и 0,00031, соответственно, для мазута и каменного угля.

Годовые выбросы загрязняющих веществ $B_{\text{год}}$ находятся умножением значения B на количество секунд в году. Отсутствие этих выбросов при использовании ВЭС характеризует их экологическую эффективность.

Оценка возмещения экологического ущерба, вызванного выбросами в атмосферу загрязняющих веществ, ведется по формуле:

$$C = k \cdot B_{\text{год}} \cdot N ,$$

где k — произведение коэффициентов, зависящих от численности жителей 1,55 и народохозяйственного значения населенного пункта — 1,25; N — норматив сбора за экологического ущерба, грн/т: для оксида углерода и пыли $N = 3$ грн/т; для оксида азота и сернистого ангидрида $N = 80$ грн/т [6].

Экономический эффект использования ВЭС определяется соотношением

$$\mathcal{E} = E + \sum C .$$

С помощью приведения соотношений проведены расчеты для природного газа, мазута и угля. При этом принимали: 1) для газа $q = 35,84$ МДж/м³; 2) для мазута средней серности $q = 40$ МДж/кг; $S = 0,85\%$; $A = 0,08\%$; 3) для донецкого каменного угля (в среднем) $q = 20,5$ МДж/кг; $S = 3,2\%$; $A = 26\%$ [7]. Результаты расчетов приведены в табл.

Таблица

Результаты оценки эколого-экономической эффективности ВЭС

Параметры		Природный газ	Мазут	Каменный уголь
Экологический эффект				
Уменьшение выбросов, тыс. тонн	Оксид углерода	10,5	18,7	409
	Диоксид азота	4,3	6,0	14,5
	Сернистый ангидрид	-	24,4	163
	Пыль	-	1,2	82
	Всего	14,8	50,3	668
Удельный экологический эффект, кг/кВт		25	84	1120
Экономический эффект				
Экономия энергоносителей		1,6 млрд. м ³	1,5 млн. т	2,8 млн. т
Стоимость энергоносителей, млн. грн.		1560	2400	1260
Плата за экологический ущерб, млн. грн.		0,73	5,0	30,4
Всего, млн.грн.		1560,7	2405	1290,4
Удельный экономический эффект, грн/кВт		2615	4030	2160

Из таблицы следует, что реализация Комплексной программы строительства ВЭС позволит в Украине исключить выбросы загрязняющих веществ в количестве 14,8; 50,3 и 668 тыс. т, соответственно, в сравнении с газовыми, мазутными и угольными ТЭС. При этом экономия энергоносителей составит 1,6 млрд. м³ природного газа или 1,5 млн.т мазута или 2,8 млн.т каменного угля с экономическим эффектом, соответственно, 1,56; 2,4; 126 млрд. грн. Из таблицы также видно, что 1 кВт среднегодовой мощности ВЭС позволит в год исключить выбросы загрязняющих веществ в количестве 25; 84 и 1120 кг, в сравнении с газовыми, мазутными и угольными ТЭС. Экономический эффект, приходящийся на 1 кВт среднегодовой мощности ВЭС, составит 2615; 4030 и 2160 грн. соответственно.

Следует отметить, что перевод в Украине ТЭС на уголь, как и перевод на уголь газовых котельных [8], потребует очистки выбросов от пыли в связи с ее способностью осаждаться и создавать дискомфортные условия в регионе.

ВЫВОДЫ:

1. Реализация Комплексной программы строительства ВЭС в Украине позволит исключить выбросы загрязняющих веществ в количестве 14,8; 50,3 и 668 тыс.т соответственно, в сравнении с газовыми, мазутными и угольными ТЭС. При этом экономия энергоносителей составит 1,6 млрд. м³ природного газа или 1,5 млн.т мазута или 2,8 млн.т каменного угля.
2. 1 кВт среднегодовой мощности ВЭС позволит в год исключить выбросы загрязняющих веществ в количестве 25; 84 и 1120 кг соответственно в сравнении с газовыми, мазутными и угольными ТЭС. Экономический эффект, приходящийся на 1 кВт среднегодовой мощности ВЭС, составит 2615; 4030 и 2160 грн. соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комплексная программа строительства ветровых электростанций — К:1996.
2. Куцан Ю.Г. Основные положения энергетической политики Украины на период до 2030 года. Сб. «Устойчивый Крым. Энергетическая стратегия XXI века» — Симферополь. Экологи и мир, 2001, с 270-287.
3. Кудря С.А. Ветроэнергетика в Украине и в Крыму. Сб. «Устойчивый Крым. Энергетическая стратегия XXI века» — Симферополь. Экологи и мир, 2001, с. 294-300.
4. 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. Сб. «Строительство и техногенная безопасность», вып. 10—Симферополь: НАПКС, 2005. —с.176-178.
5. Методические указания по расчету выбросов загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлах производительностью до 30 т/ч. М.: Гидрометиздат, 1985.-93с.
6. Нормативи збору за забруднення навколишнього природного середовища.—К.: КМ України, 2003.— 10с.
7. Гусев Ю.Л. Основа проектирование котельных установок — М.: Стройиздат, 1973.—248с.
8. Боровский Б.И., Федкевич Д.А. Особенности перевода газовых котельных на уголь. Сб. «Строительство и техногенная безопасность», вып. 12 — Симферополь: НАПКС, 2004. — с.168-169.

Боровский Б. И., д.т.н., профессор, Захаров Р. Ю., к.т.н., доцент
 Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Особенности оценки погрешности регулирования расхода в каналах оросительных систем.

Обоснована необходимость повышения точности подачи воды на орошаемые массивы, аналитически решена задача определения погрешности регулирования расхода воды в каналах оросительных систем, выявлена степень влияния различных параметров канала на погрешность регулирования расхода воды.

Оросительные системы, каналы, ошибка измерения уровня воды, глубина воды, расход, погрешность регулирования расхода, трапецидальное сечение, заложение откосов, допустимая скорость, относительная ширина канала, степень заполнения канала, относительная погрешность расхода.

Оросительные системы характеризуются относительно строгими геометрическими формами поперечного сечения каналов, симметричностью откосов, прямолинейностью на достаточном протяжении. Поэтому распределение скоростей по длине, ширине и глубине водного потока на участках каналов оросительных систем можно считать мало изменчивым и рассматривать расход воды в канале как детерминированный.

Оросительные системы строят с заданной пропускной способностью, и объем расхода воды обеспечивается оперативным управлением, как правило, по уровню воды в канале.

Повышение точности подачи необходимого расхода воды в каналах оросительных систем позволяет экономить оросительную воду, энергетические ресурсы и улучшить экологическую обстановку на орошаемых массивах и прилегающих территориях.

Поэтому оценка погрешности расхода и выявление параметров канала, влияющих на погрешность расхода, является актуальной задачей.

В работе [1] проведены исследования для канала трапецидального сечения в земляном русле. Предложенная методика предполагает выполнение достаточно сложных и трудоемких расчетов с использованием ЭВМ.

Вместе с тем, поставленную задачу можно решить аналитически для каналов с покрытием и без него, используя соотношения работы [2].

В соответствии с ДБН [3] поперечные сечения каналов оросительных систем следует принимать, как правило, трапецидальной формы и с применением противофильтрационных покрытий. Устройство каналов без противофильтрационных покрытий допускается при обеспечении коэффициента полезного действия канала и его ветвей не менее 0,90, а распределителей различных порядков и оросителей – не менее 0,93. Поэтому в данной работе приняты к рассмотрению каналы оросительных систем трапецидального сечения с противофильтрационными покрытиями и без покрытий при соблюдении указанных требований.

Погрешность регулирования расхода связана с ошибкой измерения уровня воды в канале [4]. Поэтому воспользуемся следующей связью между глубиной воды в канале и расходом [2]:

$$h / h_{\max} = (Q / Q_{\max})^{\alpha}, \quad (1)$$

где: h – глубина воды в канале, соответствующая расходу Q ; $h_{\max}$ – максимальная глубина воды в канале при расходе $Q_{\max}$; α – показатель, зависящий от формы сечения.

Для трапецидального сечения

$$\alpha = (1 + m) / (1.14 + 2.66 \cdot m), \quad (2)$$

где m – коэффициент заложения откосов канала.

Преобразовав формулу (1) получим

$$Q / Q_{\max} = (h / h_{\max})^{1/\alpha}. \quad (3)$$

Из соотношения (3) найдем связь между дифференциалами dQ и dh , затем, перейдя к конечным приращениям, после преобразований получим

$$\Delta Q / Q = \Delta h / (\alpha \cdot h). \quad (4)$$

Уравнение (4) показывает, что относительная погрешность расхода $\Delta Q / Q$ определяется относительной ошибкой измерения уровня $\Delta h / h$ и зависит от формы поперечного сечения канала (параметр β).

Соотношение (4) с помощью выражения (1) преобразуем в вид:

$$\Delta Q / Q = \Delta h / (\alpha \cdot h_{\max} \cdot q^{\alpha}), \quad (5)$$

где $q = Q / Q_{\max}$ – степень заполнения канала по отношению к максимально возможному значению.

При заданном максимальном расходе в канале максимальная глубина $h_{\max}$, входящая в уравнение (5), зависит от формы сечения и для трапецеидального поперечного сечения определяется выражением, м:

$$h_{\max} = \sqrt{\omega} / \sqrt{\beta + m}, \quad (6)$$

где: ω – максимальная площадь живого сечения потока, м²; β – относительная ширина потока, $\beta = b / h_{\max}$, где b – ширина канала по дну, м.

Площадь ω определяется максимальным расходом и допустимой неразмывающей скоростью воды:

$$\omega = Q_{\max} / v_{\text{дон}}. \quad (7)$$

Подставляя выражение (6) в соотношение (5), запишем для трапецеидального сечения:

$$\Delta Q / Q = \sqrt{\beta + m} \cdot \Delta h / (\alpha \cdot \sqrt{\omega} \cdot q^{\alpha}). \quad (8)$$

Полученная формула показывает, что помимо Δh и степени заполнения канала q , погрешность расхода зависит от параметров сечения β , m , ω .

В соответствии с требованиями ДБН [3], рекомендациями [5], а также с учетом данных работы [6] заложение откосов каналов оросительных систем m принимают исходя из устойчивости откосов земляного русла и конструкции облицовки в диапазоне от 1,0 до 2,5. При этом отношение ширины по дну каналов трапецеидальной формы сечения к глубине их наполнения β принимают в зависимости от коэффициента заложения откосов в пределах: от 0,8 до 3,0 при $m=1$ и от 0,4 до 3,8 при $m=2,5$.

Для оценки влияния параметров канала и степени его заполнения на погрешность расхода проведем вычисления по формуле (8) с учетом выражения (2). Значение Δh принято равным среднему возможному – 1,5 см [1]. Результаты расчетов приведены в табл. 1-3 для расходов 5, 10 и 20 м³ соответственно. С точки зрения корректности и достоверности оценок принято, что определяющим параметром для всех случаев движения воды в каналах оросительных систем является скорость движения воды в земляном русле, значение которой должно находиться в пределах от незаилающего до неразмывающего согласно требованиям [3] и рекомендациям [7]. Поэтому при расчетах приняты расчетные скорости прохождения воды в облицованных каналах и в земляном русле.

В целях анализа зависимости относительной погрешности расхода $\Delta Q / Q$ от степени заполнения канала q построен график (рис. 1) для средних значений параметров канала, принятых к расчету в табл. 1-3 (скорость $v=1,0$ м/с; заложение откосов канала $m=1,5$ и относительная ширина канала $\beta=2$).

В связи с тем, что ошибки измерения расходов воды по элементам оросительной системы независимы друг от друга, погрешность измерения в водозаборе старшего канала может быть определена по известным погрешностям измерений расходов в младших каналах исходя из квадратичного закона накопления погрешностей.

Для обеспечения требуемой оптимальной точности измерений расходов воды по оросительной системе в целом необходимо обеспечить заданную точность измерений в водовыделах потребителей не ниже допустимого значения, которое оценивается относительной погрешностью расхода, равной 4%.

Тогда, при соблюдении условия, что погрешность измерения расходов в каналах младшего порядка не превышает 4%, относительные погрешности измерений в старших каналах будут составлять менее 4% и убывать с увеличением числа младших каналов [1].

Следовательно, с точки зрения обеспечения требуемой точности расходов воды по системе желательной является степень заполнения оросителей в пределах от 0,75 до 1,0; распределителей различных порядков – от 0,6 до 0,75; подводящих каналов – от 0,4 до 0,6.

Эти рекомендации требуют дальнейших уточнений с учетом параметров фильтрационных потерь и режимов управления гидротехническими сооружениями.

Таблица 1.

Результаты расчета погрешности расхода оросительных каналов трапецидального сечения с расходом $Q=5 \text{ м}^3/\text{с}$

Скорость $V_{\text{доп}}, \text{ м/с}$	Площадь живого сечения $\omega, \text{ м}^2$	Коэффициент заложения откосов m	Показатель степени α	Относительная ширина потока β	Значение относительной погрешности расхода $\Delta Q/Q, \%$ при степени заполнения канала		
					$q=1$	$q=0.75$	$q=0.5$
0.8	6.25	1	0.526	1	1,61	2,17	3,28
				2	1,97	2,65	4,02
				3	2,28	3,06	4,64
		1,5	0,487	1	1,95	2,59	3,86
				2	2,30	3,06	4,57
				3	2,61	3,47	5,18
		2	0,464	1	2,24	2,95	4,37
				2	2,58	3,41	5,04
				3	2,89	3,81	5,64
1,0	5,0	1	0.526	1	1,80	2,42	3,67
				2	2,21	2,97	4,50
				3	2,55	3,42	5,19
		1,5	0,487	1	2,18	2,89	4,31
				2	2,58	3,42	5,11
				3	2,92	3,88	5,79
		2	0,464	1	2,50	3,30	4,88
				2	2,89	3,81	5,64
				3	3,23	4,26	6,30
1,2	4,17	1	0,526	1	1,97	2,65	4,02
				2	2,42	3,25	4,93
				3	2,79	3,75	5,69
		1,5	0,487	1	2,38	3,17	4,73
				2	2,82	3,75	5,59
				3	3,20	4,25	6,34
		2	0,464	1	2,74	3,62	5,35
				2	3,16	4,18	6,18
				3	3,54	4,67	6,90

Результаты расчета погрешности расхода оросительных каналов трапецидального сечения с расходом $Q=10 \text{ м}^3/\text{с}$

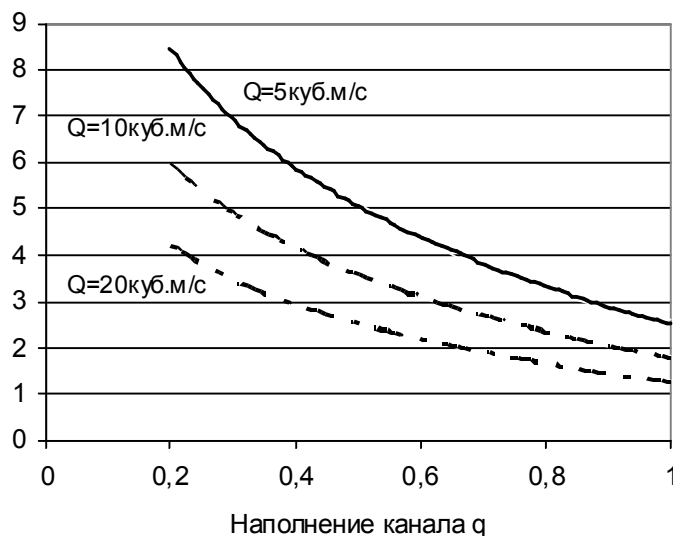
Скорость $V_{\text{доп}}$, м/с	Площадь живого сечения ω , м ²	Коэффициент заложения откосов m	Показатель степени α	Относительная ширина потока β	Значение относительной погрешности расхода $\Delta Q/Q$, % при степени заполнения канала		
					$q=1$	$q=0.75$	$q=0.5$
0,8	12,50	1	0,526	1	1,14	1,53	2,32
				2	1,40	1,88	2,84
				3	1,61	2,17	3,28
		1,5	0,487	1	1,38	1,83	2,73
				2	1,63	2,16	3,23
				3	1,85	2,45	3,66
		2	0,464	1	1,58	2,09	3,09
				2	1,83	2,41	3,57
				3	2,04	2,70	3,99
1,0	10,00	1	0,526	1	1,27	1,71	2,60
				2	1,56	2,10	3,18
				3	1,80	2,42	3,67
		1,5	0,487	1	1,54	2,04	3,05
				2	1,82	2,42	3,61
				3	2,06	2,74	4,09
		2	0,464	1	1,77	2,33	3,45
				2	2,04	2,70	3,99
				3	2,28	3,01	4,46
1,2	8,33	1	0,526	1	1,40	1,88	2,84
				2	1,71	2,30	3,48
				3	1,97	2,65	4,02
		1,5	0,487	1	1,69	2,24	3,34
				2	1,99	2,65	3,95
				3	2,26	3,00	4,48
		2	0,464	1	1,94	2,56	3,78
				2	2,24	2,95	4,37
				3	2,50	3,30	4,88

Таблица 3.

Результаты расчета погрешности расхода оросительных каналов трапецидального сечения с расходом $Q=20 \text{ м}^3/\text{с}$

Скорость $V_{\text{доп}}, \text{ м/с}$	Площадь живого сечения $\omega, \text{ м}^2$	Коэффициент заложения откосов m	Показатель степени α	Относительная ширина потока β	Значение относительной погрешности расхода $\Delta Q/Q, \%$ при степени заполнения канала		
					$q=1$	$q=0.75$	$q=0.5$
0,8	25,00	1	0,526	1	0,81	1,08	1,64
				2	0,99	1,33	2,01
				3	1,14	1,53	2,32
		1,5	0,487	1	0,97	1,29	1,93
				2	1,15	1,53	2,28
				3	1,31	1,73	2,59
		2	0,464	1	1,12	1,48	2,18
				2	1,29	1,71	2,52
				3	1,44	1,91	2,82
1,0	20,00	1	0,526	1	0,90	1,21	1,84
				2	1,10	1,48	2,25
				3	1,27	1,71	2,60
		1,5	0,487	1	1,09	1,45	2,16
				2	1,29	1,71	2,55
				3	1,46	1,94	2,89
		2	0,464	1	1,25	1,65	2,44
				2	1,44	1,91	2,82
				3	1,62	2,13	3,15
1,2	16,67	1	0,526	1	0,99	1,33	2,01
				2	1,21	1,62	2,46
				3	1,40	1,88	2,84
		1,5	0,487	1	1,19	1,58	2,36
				2	1,41	1,87	2,80
				3	1,60	2,12	3,17
		2	0,464	1	1,37	1,81	2,67
				2	1,58	2,09	3,09
				3	1,77	2,33	3,45

Относительная
погрешность
расхода, %



$Q=5 \text{ куб.м/с}$

$$y = -3,684 \ln(x) + 2,4989$$

$$R^2 = 0,9912$$

$Q=10 \text{ куб.м/с}$

$$y = -2,6056 \ln(x) + 1,7643$$

$$R^2 = 0,9919$$

$Q=20 \text{ куб.м/с}$

$$y = -1,8345 \ln(x) + 1,2502$$

$$R^2 = 0,9915$$

Рис.1. Зависимость погрешности расхода воды от наполнения канала.

ВЫВОДЫ:

1. Получены соотношения, позволяющие определить погрешность регулирования расхода воды в каналах оросительных систем.
2. Эти соотношения выявили степень влияния параметров канала и его наполнения на погрешность расхода.
3. Существенное влияние на погрешность расхода оказывает наполнение канала, при этом для каналов младших порядков снижение степени их наполнения приводит к резкому ухудшению точности обеспечения расходов и режимов оперативного управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Закусилов Н.А. Автоматизация оросительных систем и ее экономическая эффективность. – Фрунзе: Изд-во «Илим», 1975.- 165 с.
2. Боровский Б.И. Зависимости для расчета течения воды в каналах с различными формами сечения // Известия вузов. Строительство и архитектура, 1991. - №1. - С. 70-74.
3. ДБН В.2.4-1-99. Мелиоративные системы и сооружения. - К., 2000.-174 с.
4. Мелиорация и водное хозяйство. Т.4. Сооружения. Справочник / Под ред. П.А.Полад-заде. - М.: Агропромиздат, 1987. -464 с.
5. Боровский Б.И. Выбор относительной ширины трапецеидального сечения открытого канала // Известия вузов. Строительство.-1991. - №10. - С.80-83.
6. Пособие для инженеров-гидрометристов оросительных систем / Под ред.. А.Ф.Шавина. - Симферополь: Госводхоз Крыма, 1996.-138 с.
7. Гидротехнические сооружения: Справочник проектировщика / Под ред.. В.П.Недриги. - М.: Стройиздат, 1983.-543 с.

Быков М.А., инженер., Мазин А.С., к.т.н, доцент., Быков А.М. к.ф- м.н, доцент.
Таврический Национальный Университет им. В.И. Вернадского.

Сулейманов С.Л. инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства.

Исследование рабочих режимов комплексной системы ВЭУ-ФЭП для автономного электроснабжения жилого дома коттеджного типа.

Рассмотрена комплексная система возобновляемых источников энергии состоящая из солнечной энергоустановки и ветрогенератора. Особенность данной установки заключается в фотопреобразовании солнечной энергии и преобразовании энергии ветра в электрическую вне зависимости от погодных условий. Данную комплексную систему рационально использовать как источник питания для систем климатконтроля. солнечные элементы, ФЭП, ВЭУ, ветрогенератор, климатконтроль, СКВ

В настоящее время, в связи с влиянием техногенной энергии на атмосферу и климат, в целом на экологическую емкость среды планеты, наиболее актуальным является вопрос по внедрению нетрадиционных источников энергии как экологически чистых и безопасных.

Особенность крымского жилищного комплекса – это преобладающее количество частных домов коттеджного типа. Привлекательным является построение индивидуальных коттеджей в рекреационной зоне, которые, как правило, удалены от материковых энергомагистралей, и по условию эксплуатации требуют экологически чистых энергоресурсов. С другой стороны основными возобновляемыми энергоносителями в данном регионе являются относительно плотный оптический поток и достаточно мощный ветропотенциал.

Однако, несмотря на высокий энергетический показатель экологических источников и многообразие методов их преобразования в электроэнергию, возобновляемые источники энергии (ВИЭ) применяют достаточно редко. Выявление особенностей и дополнительных возможностей длительных эксплуатационных режимов использования солнечных и ветроэлектрических установок являются целью нашего исследования.

Одним из главных недостатков отмечаемого эксплуатационниками солнечных и ветровых электростанций является непостоянность подаваемой энергии от подобного рода систем. Поэтому естественным решением для стабилизации работы энергоносителей было объединение фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) и ветроэлектрической установки (ВЭУ) в единый комплекс. Для выявления недостатков и сбоев при работе фотоэлектрических преобразователей и ветроэнергетических установок в системах индивидуального энергообеспечения был создан комплекс из четырех модулей и одного ветрогенератора. Из основных рабочих напряжений 12, 24 и 220В было выбрано наименьшее с целью удешевления комплектующих коммутационных узлов и оптимизации электрической аккумуляции.

Энергосистема состоит в комплексе из четырех модулей фотоэлектрических преобразователей суммарной мощностью до 200 Вт. Ориентация конструкции с закрепленными на ней солнечными батареями варьировалась от 35° - 55° к горизонту с направлением на юг. Ветроагрегат с установочной мощностью 150 Вт постоянного тока смонтирован на высоте $h=3,5$ м над уровнем крыши здания (рис.1).

Важной характеристикой солнечной батареи является коэффициент полезного действия (КПД), определяемый отношением максимальной полезной мощности и мощности светового потока. Технические параметры фотоэлектрических преобразователей «Мариупольского комбината» приведены на рис. 2.



Рис.

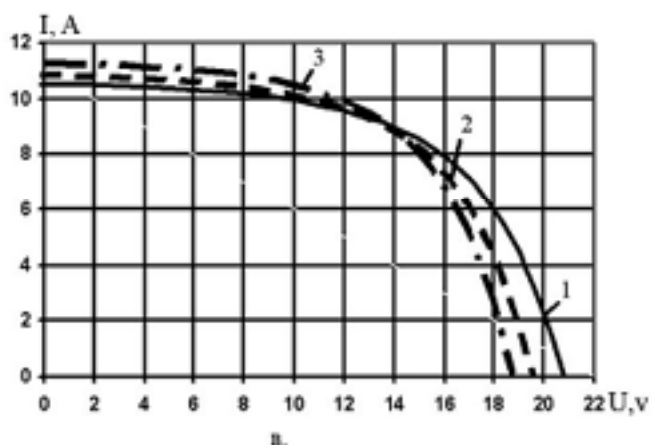
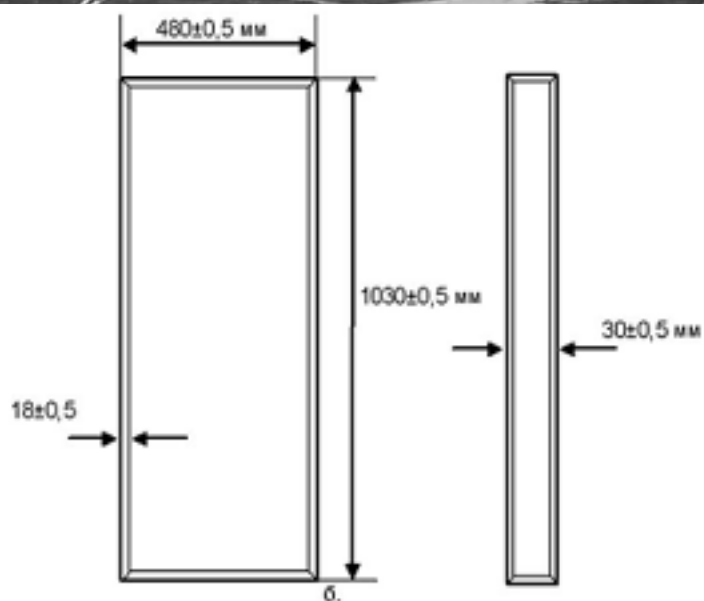
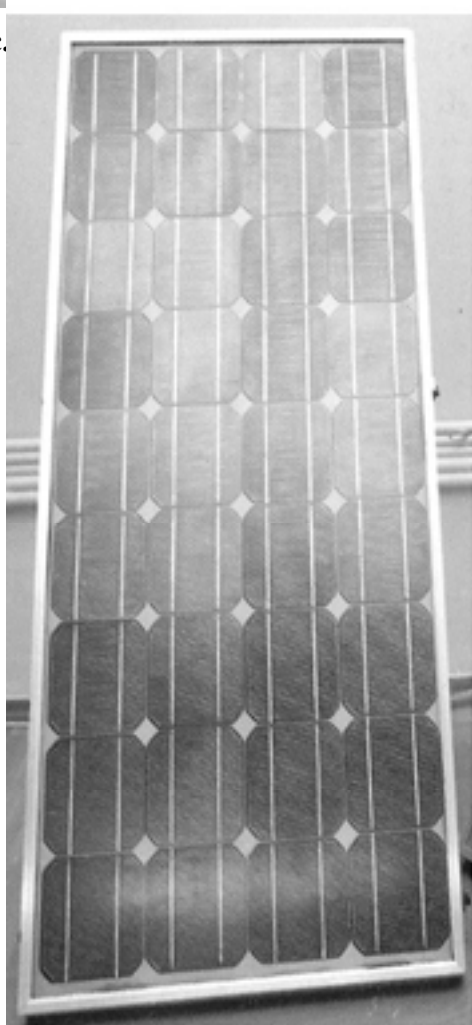


Рис.2. Технические параметры солнечных элементов: а) солнечный элемент, б) размеры СЭ, в) вольтамперные характеристики солнечного элемента (1-при $t=45^{\circ}\text{C}$, 2-при $t=35^{\circ}\text{C}$, 3-при $t=20^{\circ}\text{C}$)

Поскольку солнечные батареи вырабатывают постоянный ток, то желательно, чтобы и ветроэнергетическая установка (ВЭУ) вырабатывала постоянный ток, тогда при соединении нет необходимости синхронизировать их по фазе и частоте. Ветроэнергетическая установка ВЭУ-015 „Пчела” изображена на рис.3. Эта ветроустановка с номинальным напряжением на выходе 12 В позволяет выдавать мощность 150 Вт. Технические параметры ветроустановки приведены в табл.

Таблица.

Технические параметры ветроустановки ВЭУ-015 „Пчела”

Мощность, Вт	Количество лопастей, шт	Частота вращения, об/мин	Стартовая скорость ветра, м/с	Расчетная скорость ветра, м/с	Максимальная скорость ветра, м/с	Масса, кг	Выходное напряжение, В
150	5	750	2,5	8	30	9	12

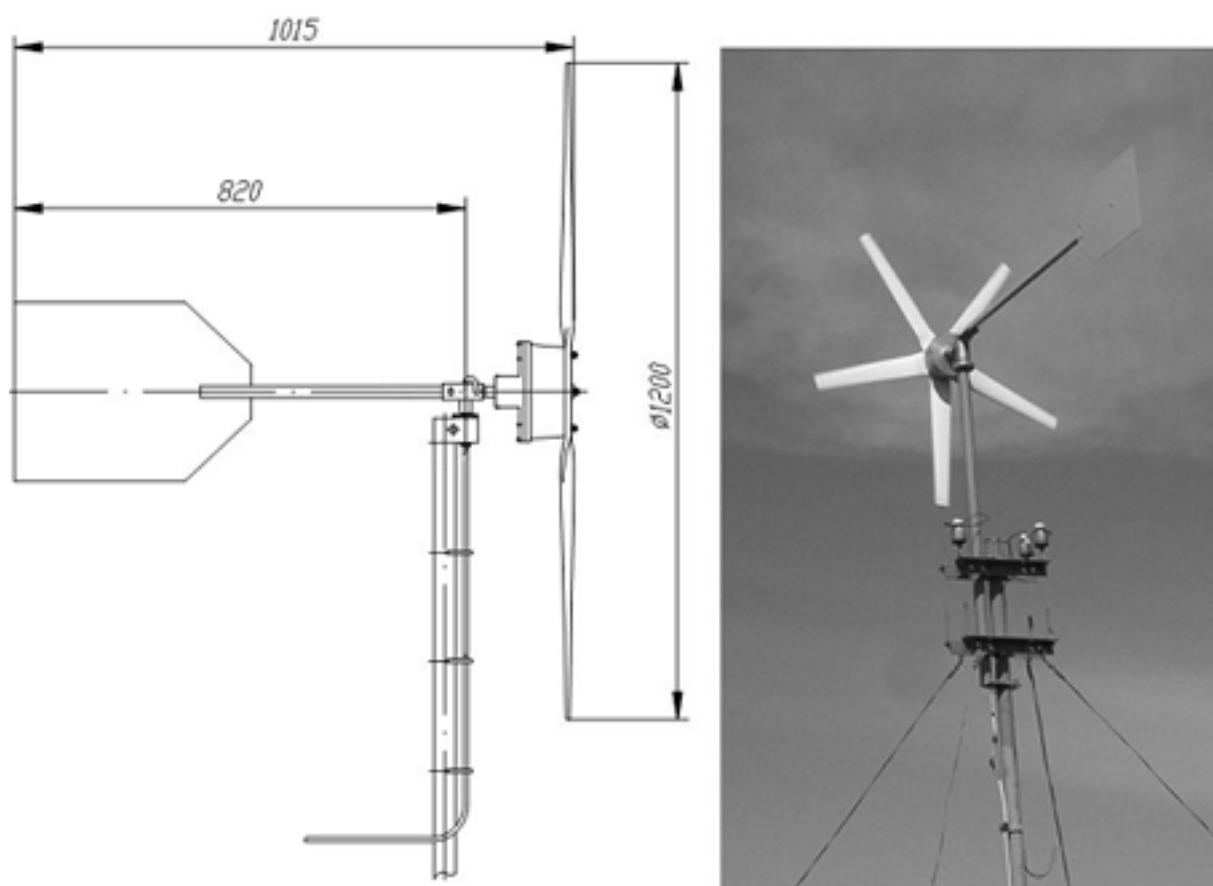


Рис 3. Ветроэлектрическая установка ВЭУ-015 „Пчела”

Можно использовать либо генератор постоянного тока, либо генератор переменного тока, в последнем случае необходимо использовать выпрямитель. Во избежание потребления ВЭУ тока вырабатываемого ФЭП и наоборот, соединение источников происходит с помощью диодов. (рис. 4).

Полученные токи направляются непосредственно к потребителю, подключенному к энергосистеме через стабилизатор напряжения (СН). СН предназначен для стабилизации тока и напряжения на выходе.

Многие электроприборы работают от переменного тока 220В и для подключения их к комплексу введен дополнительный блок преобразования напряжения. Данный блок преобразовывает постоянное напряжение 12В в переменное 220В.

Аккумуляторные батареи (АБ) введены в комплекс для накопления электроэнергии невостробованной потребителями и обеспечения больших пусковых токов для составляющих климат контроля. В случае недостатка электрической энергии, вырабатываемой основными преобразователями, АБ подпитывают сеть.

Циклы разряда и заряда требуют специализированных токовых режимов. На первом этапе заряд происходит полным током, получаемым от источников, а на втором этапе ток должен составлять 2 - 5% от емкости АБ. Подзарядка начинается, когда напряжение на АБ достигает значения 12,6 В. Дальнейший заряд полным током может привести к выходу из строя АБ, поэтому при достижении напряжения на АБ 12,6В срабатывает реле, управляемое компаратором и в цепь подключается ограничивающий резистор.

При заряде АБ в них происходит химическая реакция, вызывающая нагревание АБ. Для защиты АБ от перегрева в системе предусмотрен блок термозащиты (t), завязанный на систему управления.

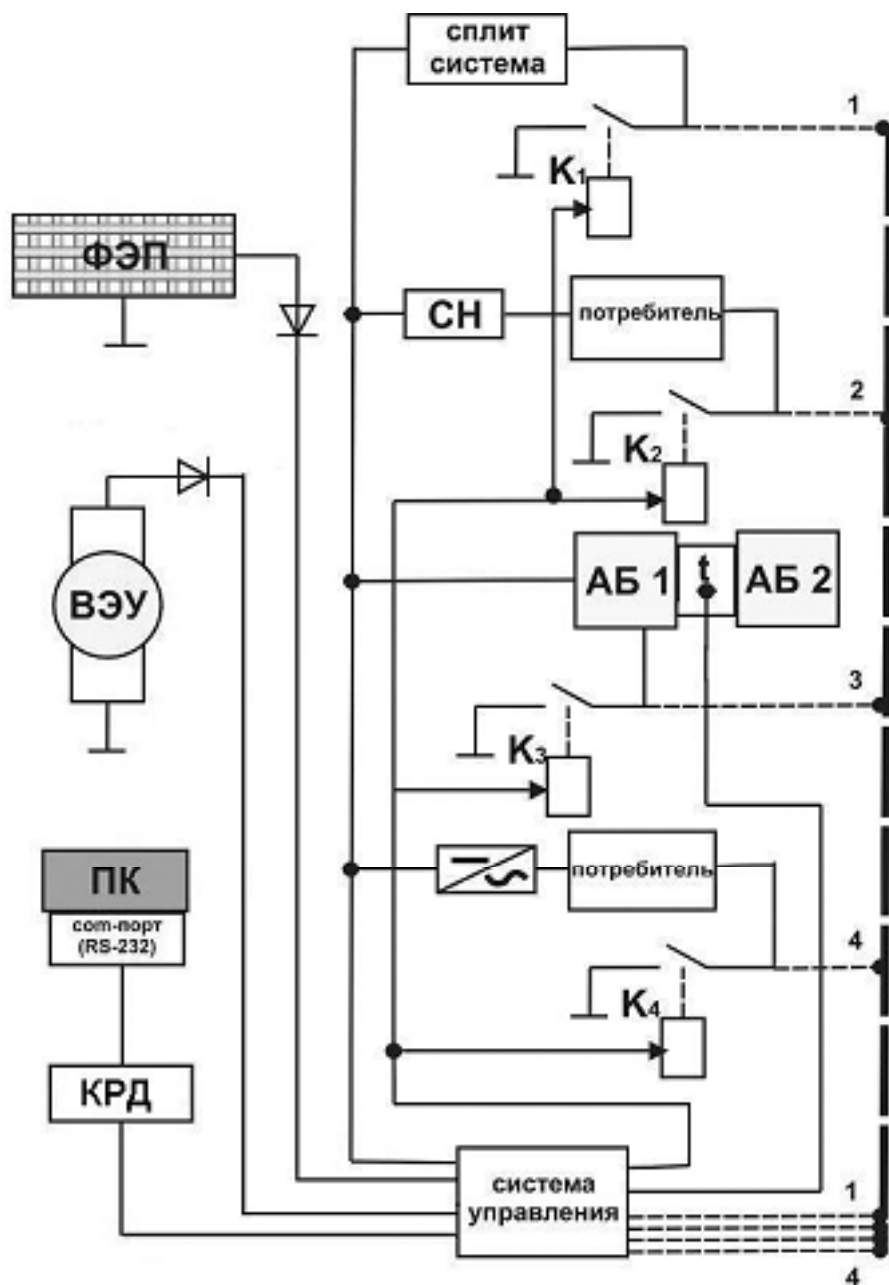


Рис.4. Блок - схема устройства суммирования и распределения энергии

После блока заряда ток попадает в блок контроля заряда, где происходит его распределение по двум направлениям. Первое - на непосредственные нужды в момент времени, когда происходит преобразование энергии (далее к потребителю), второе на тепловой нагрев. Распределение происходит по приоритетам, поскольку вырабатываемой энергии может не хватить одновременно на два направления. Основным полагается направление на потребителя. Если энергии вырабатывается больше, чем потребляют потребители в данный момент, то излишек энергии идет на заряд

аккумуляторов, а в случае, когда АБ полностью заряжены (напряжение на АБ равно 13,2 В), то подключается дополнительная нагрузка - сплит система. Задача последней это стабилизация температуры внутри помещения жилого типа, используя при этом преимущество комплексной энергосистемы, а именно за счет преобразования солнечной энергии в безветренную погоду, и использования ветропотенциала при минимальной солнечной активности.

Для защиты всего комплекса от короткого замыкания во внешней цепи в системе управления предусмотрен блок автоматической защиты.

Для передачи информации о текущих параметрах энергоустановки данные транслируются на персональный компьютер (ПК), используя контроллер регистрации данных (КРД), согласованный с ПК по интерфейсу RS232 (com-порт).

При использовании в комплексе ветропотенциала и фотопреобразования солнечной энергии в течение года на данной установке были получены результаты, благодаря которым можно привести график зависимости генерируемой мощности ветроустановки от времени суток (рис.5).

На графиках представлены типичные рабочие режимы элементов комплекса-ВЭУ-ФЭП в летнее рабочее время (рис. 5а(кривая 1), рис. 5б(кривая 2)) и в зимнее время (рис. 5а(кривая 2), рис. 5б(кривая 1)). Следует отметить, что наиболее

эффективное время для заряда батареи приходится на 12⁰⁰-20³⁰. После этого времени показатели вырабатываемой мощности значительно падают из-за уменьшения скорости ветра, а в этом случае контроллер заряда автоматически отключает ветроустановку от аккумулирующей батареи. В связи с тем, что скорость ветра в различных случаях будет меняться, то наиболее рационально использовать данную установку непосредственно в комплексе с солнечной фотопреобразующей батареей [2].

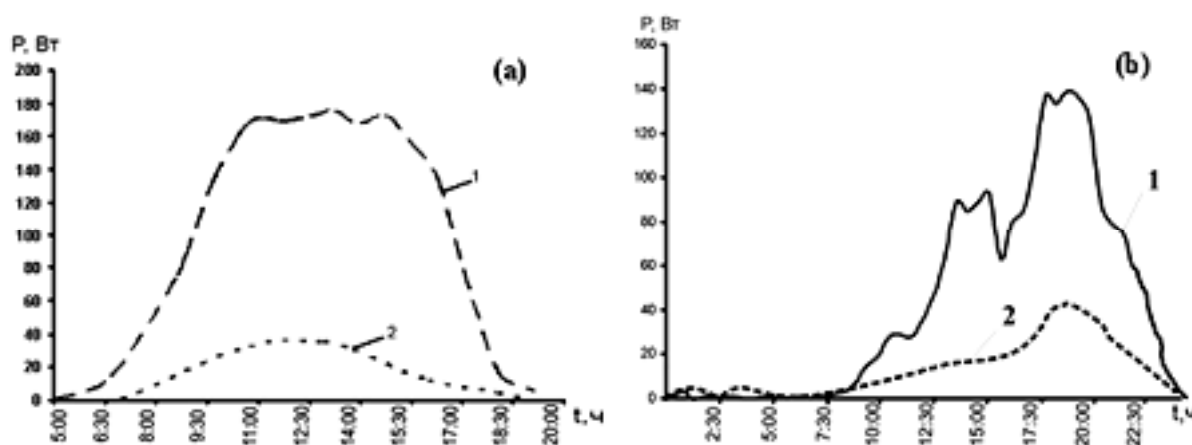


Рис.5. Зависимость генерируемой мощности солнечной батареи (а) и ветроустановки (б) от времени суток

Годовой анализ работы каждого компонента представляет достаточно сложную задачу исходя из многофункциональности системы генерации и потребления. Поэтому из полученной базы данных выявляли наиболее характерные рабочие дни, в которые замеряли основные параметры генераторов. Для солнечных модулей замеряли рабочие токи I_z и напряжения U_z при зарядке аккумулятора. Дополнительно замеряли рабочие напряжения на эквивалентную нагрузку в 1 Ом, а также напряжения холостого хода $U_{х.х.}$ тока короткого замыкания $I_{к.з.}$.

Для ветроустановки общими измерительными параметрами служили внешняя и внутренняя температуры, текущее напряжение на аккумуляторе. Круглосуточный учет обеспечивал контроллер регистрации данных, который посредством RS-232(com-порт) интерфейса записывал данные на персональный компьютер.

Из анализа графиков, представленных на рис.5(а) и рис.5(б), видно, что работа комплекса ВЭУ-ФЭП друг друга взаимно дополняет. При это максимумы вырабатываемых энергий приходятся на временные промежутки, в которых внешняя температура лежит в своем максимуме летом, и в минимуме зимой. Годовые рабочие характеристики показали недельные сбои в третьей

декаде декабря или первой-второй декадах января в различные годы. При этом заполнение аккумуляторов осуществлялось до уровня 15%, а на работу дополнительных систем климатконтроля не хватало энергии. Это объясняется совпадением минимума солнечной радиации с длительным затишьем ветра. А малая установочная мощность ветрогенератора, на который и делается основная ставка в этот временной промежуток, не позволила накопить требуемый объем.

Ситуация значительно улучшалась в конце января и начале февраля, когда сильные северо-восточные ветры обеспечивали устойчивую генерацию ветроустановки. А чистое февральское небо с увеличенным оптическим потоком и возросшей продолжительностью светового дня давали ощутимый вклад в работу комплекса (рис.5б). При этом рабочий ток превышал ток заряда, и часть энергии перенаправлялась в Сплит систему. Однако, большие токи заряда и нагрузочные токи привели к сильному разогреву основной питающей магистрали и контактных соединений. Аналогичная ситуация возникла и при длительной летней солнечной инсоляции и повышении внешней температуры.

Общая балансовая стоимость комплекса на момент установки составила около 8 тыс. гривен. Оценка себестоимости затруднена, как говорилось выше, многообразием и неоднозначностью преобразования и потребления энергии. Из учета только продажной цены киловатт-часа, без учета стоимости монтажа, прокладки и установки централизованных линий электропередач, при годовой выработке 250 кВт·ч время окупаемости комплекса составляет несколько десятков лет.

Приоритетной задачей исследования было выявление возможности круглогодичной устойчивой работы комплекса и выявление основных моментов сбоев при обеспечении электрической энергией жилых домов коттеджного типа. Исследуемая система ориентирована на комплексное преобразование основных нетрадиционных источников энергии, их совместность и взаимозаменяемость. Возобновляемые или нетрадиционные источники энергии не могут конкурировать с традиционными вследствие высокой стоимости электроэнергии, но с точки зрения экологической проблемы в мире внедрение и разработка эффективных ВИЭ наиболее актуальна на сегодняшний день.

ВЫВОДЫ

1. Применение комплекса ВЭУ-ФЭП совместно с накопительными системами позволяет повысить надежность автономного энергообеспечения жилых комплексов коттеджного типа в рекреационной зоне. Использование АБ дает возможность повысить стабильность энергопитания.
2. Работа ВЭУ-ФЭП взаимно дополняет друг друга, при этом, максимумы вырабатываемой энергии приходятся на временные промежутки, в которых внешняя температура лежит в своем максимуме летом и в минимуме зимой, что в свою очередь позволяет использовать систему климатконтроля на основе тепловых насосов.
3. Применение Сплит систем позволяет увеличить эффективность работы комплекса и даже в зимнее время обеспечивать потребителя теплом.
4. Использование накопителей энергии позволяет достичь стабильности энергопитания и обеспечить большие пусковые токи в системах климат контроля.
5. Вышеописанная комплексная система возобновляемых источников энергии в комплексе с системой климатконтроля показала эффективную работу в период с июня 2004г. по март 2007г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sick F, Erge T. Photovoltaics in Buildings. A Design Handbook for Architects and Engineers. 1998. P. 53-67.
2. М.А.Быков, А.А.Мазинов, А.М.Быков. Structural and optical features of state-of-the-art industrial solar cells and units on their basis // Technologies For Future Generations. -Varna, International Home of Scientists «F.J.Curie» «St. St. Constantine and Helena»-Seaside Resort, -2005, P. 309-312.
3. Быков М.А., Мазинов А.С., Сулейманов С.Л. Использование модулей солнечных элементов на основе кристаллического кремния для систем кондиционирования воздуха. Строительство и техногенная безопасность., 2005, В10, С-189-193
4. Стребков Д.С., Муругов В.П. Энергосбережение и возобновляемые источники энергии. Вестник сельскохозяйственной науки. -М., Агропромиздат, 1991, N 2, (413), 117-125.
5. Я.А.Федотов. Основы физики полупроводниковых приборов. М., «Советское радио», 1963

Валкина Е.М., к.х.н., доцент, Михина В.А., инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Функционирование водохозяйственных объектов: человеческий фактор

Среди причин, вызывающих аварии на объектах коммунального хозяйства, немаловажное место занимает человеческий фактор. На конкретных примерах рассматривается, какие последствия может иметь халатное отношение работников к своим обязанностям.

Водное хозяйство, обеззараживание воды, хлорирование, надежность систем, заболевания, передающиеся с водой.

В последние годы стало общим местом говорить о проблемах водного хозяйства и связанном с ними (вытекающем – почти что в прямом смысле слова!) низком качестве питьевой воды в Украине. Возьмем совсем недавний пример:

Пресс-служба Минприроды Украины, 27 января 2007 года:

«Министерство охраны окружающей природной среды Украины в оперативном режиме ищет причины и возможные последствия экологической беды в Днепропетровской области - отравление жителей питьевой водой.

В инфекционные отделения районных больниц с диагнозом „острая кишечная инфекция” по состоянию на 27 января госпитализированы 10 человек, в том числе 6 детей

Загрязнение произошло вследствие тройного прорыва водопровода центрального питьевого водоснабжения. В санитарно-защитной зоне водопровода складываются нечистоты.

На сегодня качество питьевой воды не удовлетворяет экологическим нормам в 260 городах Украины. Каждая шестая проба воды, которой пользуется население, не удовлетворяет санитарно-гигиеническим нормам, каждая 30-я – микробиологическим.

Практически все водоемы по уровню загрязнения приблизились к третьей категории – самому низкому качеству. Состояние водных ресурсов страны ухудшается с каждым годом»

Среди причин такого устрашающего положения справедливо называют:

- Коммунальные и промышленные стоки
- Устаревшие технологии
- Устаревшее оборудование и водопроводные сети
- Отсутствие эффективного контроля над использованием и качеством воды.

Все эти причины, безусловно, имеют место, но среди них, как правило, отсутствует еще одна, которая иногда оказывается критической и перевешивает все вышеперечисленные. Причина эта - человеческий фактор, а именно невыполнение должностными лицами своих обязанностей, нарушение норм и правил по халатности или в результате низкой квалификации.

Например, в упомянутом выше инциденте, несмотря на всю скудость имеющейся информации, выделяется факт, что в санитарно-защитной зоне водопровода складывались нечистоты – грубейшее и очевидное нарушение. А ведь если бы его не было, скорее всего, даже прорыв водопровода не привел к микробному загрязнению воды и вспышке инфекции. К сожалению, по отечественным СМИ невозможно проследить, какие последствия имел каждый подобный инцидент – проведен ли анализ, наказаны ли виновные, оценен ли ущерб. Поэтому анализировать подобные случаи приходится по материалам зарубежных стран, где подобные инциденты, увы, тоже нередки.

Обратимся к статистике по США. По данным Американской Ассоциации работников водного хозяйства (AWWA) за период с 1991 по 2000 было зарегистрировано 155 аварий водопроводных систем, повлекших 431,846 случаев заболеваний.

Однако далеко не все случаи прорывов учитываются и далеко не все случаи заболеваний выявляются. В США считают, что выявленные и попадающие в статистику инциденты составляют только верхушку айсберга – примерно 1 из 25.

Несмотря на колебания в количестве инцидентов по годам (рис.1), количество заболевших на

протяжении десятилетия снижалось (рис.2). Исключение составил 1993 год, когда произошло заражение *Cryptosporidium* водопроводной воды в городе Милуоки, жертвами которого стало более 400 тысяч человек.

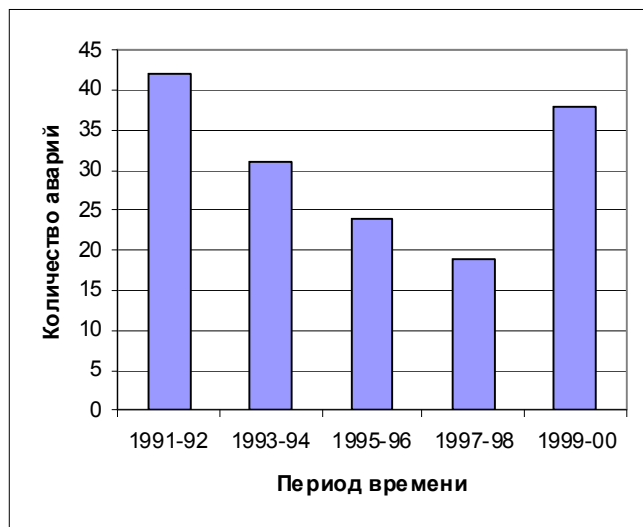


Рис.1. Количество серьезных аварий и прорывов водопроводных сетей в США, 1991-2000



Рис.2. Статистика заболеваемости, связанной с питьевой водой

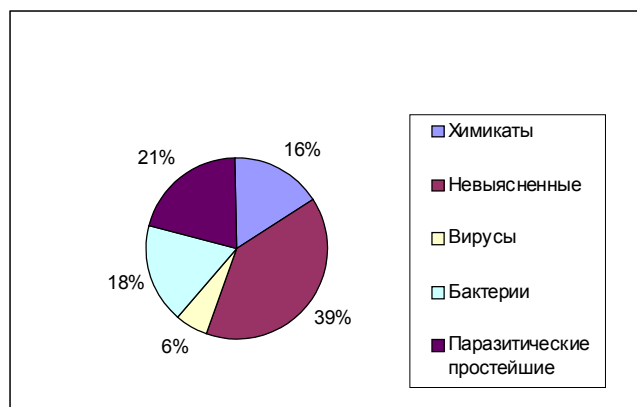


Рис.3. Причины вспышек заболеваний, связанных с питьевой водой (США, 1991-2000)

Анализ причин, вызвавших вспышки заболеваний (рис.3), показывает, что далеко не все они связаны с кишечными инфекциями. Причиной около 40% инцидентов так и остаются невыясненными. Довольно значительную часть (16%) составляют химические загрязнения. Почти половину (45%) составляют вспышки, обусловленные проникновением в систему микроорганизмов. Среди них первенство держат паразитические простейшие, затем бактерии и вирусы.

Обратимся к конкретному инциденту, который произошел в мае 2000 года в городке Волкерстон, Онтарио, Канада.

Онтарио – вторая по величине провинция Канады с населением 11 млн человек, площадью более 1 млн кв. км. Водное хозяйство провинции насчитывает 739 муниципальных предприятий, 12,000 малых систем, тысячи частных колодцев. Волкерстон – небольшой городок с населением 5,000 человек, расположенный на юго-западе Онтарио. Основа экономики – сельское хозяйство. В систему ВКХ Волкертона входили три подземных источника воды с обработкой хлором.

Водоносный горизонт Волкертона составляют палеозойские известняки. Из трех эксплуатируемых на момент трагедии колодцев наиболее уязвимым был колодец №5. Колодец находился фактически на территории ферм, хозяева которых, в соответствии с рекомендуемой практикой, регулярно вносили в почву органические удобрения. Водоносный горизонт расположен на глубине всего около 5 метров. Еще в 1978 при строительстве колодца было высказано предположение о возможности заражения. Исследования показали, что фекальное заражение проявлялось в течение 24 часов, данные микробиологического контроля в течение многих лет подтверждали высокую степень риска. Тем не менее колодец №5 использовался в качестве основного источника воды, несмотря на наличие двух других колодцев (№6 и №7), более глубоких, более новых и более безопасно расположенных.

В течение многих лет управляющим коммунальной системой Волкертона был Стэн Кубель, а его брат – заместителем и старшим оператором. Обычно братья не утруждали себя такими мелочами, как измерение

концентрации остаточного хлора в системе, а просто заносили в журнал требуемую цифру – 0,5 мг/л.

Не изменили они этой традиции и в неделю с 8 по 15 мая 2000 г., когда шли проливные дожди и общее количество осадков составило 134 мм.

Эпидемия началась из-за попадания в систему водоснабжения бактерий *E. coli* 0157:H7 и *Campylobacter*. По-видимому, это произошло 12 мая, когда выпало 70 мм осадков. В это время, по всей вероятности, уровень остаточного хлора уже упал до нуля за счет высокой концентрации загрязнений.

В период с 9 по 15 мая колодец №5 использовали в качестве основного источника воды. 15 мая появились первые заболевшие. Стэн Кубель, возвратившись после недельного отсутствия, включил колодец #7 – но без хлорирования, поскольку хлоратор был на ремонте.

В этот день были отобраны пробы на бактериологический анализ, но без указания места отбора проб. Через два дня лаборатория сообщила Стэну Кубелю, что три пробы из 4 позитивны на наличие фекального загрязнения, однако управляющий скрыл эту информацию.

18 мая проявились первые признаки эпидемии. Общественность начала бить тревогу, но Стэн Кубель заверил, что «вода безопасна для питья».

В последующие несколько дней число заболевших все увеличивалось, а управляющий продолжал дезинформировать общественность и власти и в то же время предпринял попытку замести следы: велел брату внести фиктивные данные по хлорированию колодца №7 в журнал и начал вводить в систему повышенные дозы хлора. В результате на следующий день содержание остаточного хлора в системе резко возросло.

20 мая результаты лабораторных анализов подтвердили заражение *E. Coli*.

Наконец, 21 мая один из подчиненных Кубеля анонимно проинформировал Комиссию по здравоохранению и Центр экологических катастроф о позитивных результатах анализа воды на фекальные загрязнения, полученных еще 17 мая.

После этого Комиссия по здравоохранению немедленно издала распоряжение об обязательном кипячении воды. Однако время было упущено, и 21 мая скончался один из заболевших.

Только 23 мая, когда две пробы из отобранных Комиссией дали положительный результат на *E. Coli*, Кубель в первый раз представил истинные результаты анализов от 15 мая.

В последующие дни скончалось еще шесть человек.

Волкерстон – факты и выводы:

7 человек умерли.

2,300 человек заболели.

Среди заболевших было 27 случаев гемолитического уремического синдрома – серьезнейшего заболевания, приводящего к хроническому поражению почек. Большинство этих случаев составили дети в возрасте от 1 до 4 лет.

Все это можно было предотвратить! Каковы были последствия инцидента? В течение 7 недель была установлена и введена в эксплуатацию система мембранной ультрафильтрации. Злополучный колодец №5 был закрыт.

В течение двух лет проводилось общественное расследование, возглавляемое судьей Деннисом О'Коннором, которое обошлось в несколько млн долларов. Общий ущерб, нанесенный этой аварией, составляет, по разным оценкам, от 40 до 70 млн. долларов.

Общественная комиссия по расследованию в качестве основных причин выделила следующие:

- Неэффективный контроль за выполнением нормативов и правил;
- Недостаточная степень защиты источников водоснабжения, недостаточная обработка воды и отсутствие надлежащего контроля качества;
- Некачественный менеджмент, ошибки управления;
- Не было программы обучения операторов.

Дополнительные факторы:

- Недостатки законодательного регулирования: частные лаборатории не были обязаны информировать органы здравоохранения об обнаруженных загрязнениях;
- Частные лаборатории по контролю качества воды могли не проходить аккредитацию;
- Ошибочная политика правительства при приватизации объектов коммунального хозяйства и лабораторий.

В результате расследования было доказано, что при надлежащем уровне контроля за качеством воды в распределительных сетях и выполнении операторами своих обязанностей трагедии можно было избежать.

А ведь предотвратить вспышку было, в сущности, очень просто! Для этого нужно было вести постоянный контроль необходимого уровня остаточного хлора и мутности. С учетом погодных условий операторы должны были усилить контроль за дозами хлора и уровнем остаточного хлора, тогда снижение концентрации остаточного хлора было бы сигналом неблагополучия в системе.

Операторы должны были иметь достаточную квалификацию, чтобы понимать суть происходящего, вовремя распознать опасность и принять необходимые меры – немедленно повысить дозы хлора, а затем вывести из эксплуатации колодец №5, срочно подключить колодец №7 (с обязательным хлорированием), а самое главное – немедленно информировать власти и население о возникшей угрозе заражения!

За общественными слушаниями последовал судебный процесс, результаты которого стали достаточно ошеломляющими. По мнению суда, «никакие действия операторов не могли предотвратить вспышку». Операторы обвинялись только в злоупотреблении доверием и фальсификации журналов. Прокуратура согласилась на снятие более серьезных обвинений в обмен на признание вины по фальсификации записей. В результате управляющий был приговорен к одному году тюремного заключения (вышел через 4 месяца), а его заместитель – к 9 месяцам домашнего ареста.

Вскоре после инцидента в Волкертоне был построен центр «Чистая вода» - Walkerton Clean Water Center. Новый Центр подчиняется Министерству по охране окружающей среды провинции Онтарио, главная его задача – обучение операторов со всей провинции Онтарио.

Этот инцидент, на наш взгляд, как нельзя лучше иллюстрирует тезис: все зависит от человека. При всех недостатках технологий и распределительных сетей, заложенные в СанПиН и СНИП нормативы достаточны для того, чтобы обеспечить безопасность потребителя – при условии их строгого выполнения. Если работники любого уровня не имеют необходимой квалификации или выполняют свои обязанности спустя рукава, не спасут никакие сверхсовременные технологии.

Особенно это актуально у нас в Крыму, где положение с надежностью работы водохозяйственных объектов довольно серьезное. Оборудование устаревшее, требуется развитие зданий и сооружений в сторону увеличения пропускной способности, т.к. население Крыма увеличилось, а сооружения рассчитаны и пропускают прежние объемы природных и сточных вод.

По данным «Управления водного хозяйства Крыма», из 13 основных очистных сооружений по Крыму, кроме Севастополя, за последние 10 лет не было аварий и прекращения работы по вине предприятий водного хозяйства. Были кратковременные остановки из-за прекращения подачи электроэнергии в Ялте и Алуште, которые не принесли урона окружающей среде и здоровью людей.

Службы предприятий водного хозяйства Крыма, отвечающие за бесперебойную работу очистных сооружений, строго следят за отключением какого-либо оборудования и в случае необходимости задействуют резервное. Также ведется контроль за обеззараживанием природных и сточных вод, ежедневно берутся пробы воды и в лабораториях очистных сооружений определяют наличие патогенных микроорганизмов.

ВЫВОДЫ

Специалисты водного хозяйства должны осознавать свою роль не только как инженеров и техников, но и как представителей здравоохранения. От нашей квалификации, от наших действий или бездействия зависят жизнь и здоровье людей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по гигиене водоснабжения. Под ред. С.Н. Черкинского. М.: Медицина, 1975, 325 с.
2. Parmelee, Mary A. Trend Beat — Public Health, Security Priorities Pushing for Better Water Quality Monitoring. Journal AWWA, Vol. 94 Iss. 10, October 2002, Page 47.
3. Scharfenaker, Mark A. Reg Watch — Ontario on Fast Track to Drinking Water Quality Management, Journal AWWA, Vol. 94 Iss. 9, September 2002, P. 14–24.
4. Bess, James W.; Malley, James P., Jr.; Casson, Leonard W.; Sloan, Jeffrey. Disinfection Dawns in the Twentieth Century. Journal AWWA, Vol. 96 Iss. 8, August 2004, P. 61-62.
5. Burke, Michael E. Regulations Establish National Standards for Water Quality. Journal AWWA, Vol. 96 Iss. 8, August 2004, P. 69-72.

Валкина Е.М., к.х.н., доцент, Богуцкий П.Л., инженер
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Использование колориметрического экспресс-метода компании Hach для определения тригалометанов в воде

Для сравнения эффективности колориметрического экспресс-метода определения тригалометанов в воде с традиционным методом газовой хроматографии были проанализированы несколько образцов поверхностной воды и различных стандартных растворов. Полученные результаты доказывают наличие корреляции между двумя аналитическими методами. Колориметрический экспресс-метод может быть рекомендован для определения тригалометанов (ТГМ) и приблизительной оценки вторичных продуктов хлорирования (ВПХ) в целом. Результаты показывают удовлетворительный уровень точности в широком диапазоне определяемых концентраций. Метод является надежным средством контроля.

Питьевая вода, качество, хлорирование, тригалометаны, галоацетокислоты, определение, экспресс-метод.

Целью данной работы было сравнение эффективности колориметрического экспресс-метода компании Hach [1] для определения тригалометанов в воде с традиционным методом газовой хроматографии. Работу проводили на базе Центра по водным технологиям штата Миссури, Университет Миссури, США. Были проанализированы несколько образцов поверхностной воды и различных стандартных растворов.

Для исследования применяли общепринятую в США методику - унифицированный тест Uniform Formation Conditions Test (UFC) [2]. В соответствии с этой методикой подбирается доза хлорсодержащего реагента, обеспечивающая при прочих равных условиях (температура, pH и т.д.) содержание остаточного свободного хлора на уровне 1.0 мг/л (+0,4 мг/л) через 24 часа после введения реагента. Через 24 часа пробы анализировали на содержание остаточного хлора и содержание тригалометанов. Содержание ТГМ определяли как методом газовой хроматографии [3,4], так и колориметрическим экспресс-методом компании Hach.

Калибровочные графики

В данной работе использовали несколько типов стандартов:

Стандарт THM EPA,

Стандарт THM ERA,

Стандарт Hach THM,

Хлороформ, мг/л

Стандарт HAA (EPA 552.2 Acid Calibration Mix).

Измерение оптической плотности проводили на спектрофотометрах Hach DR/2000 и Hach DR2500. Калибровку производили в интервале концентраций от 0 до 600 мкг/л. Полученные значения угловых коэффициентов для различных стандартов приведены в табл. 1

Таблица 1.

Результаты калибровки

	Стандарт Hach THM	Стандарт THM EPA	Хлороформ
Угловой коэф-т	0,436	0,380	0,384
Коэф. корреляции	0,96	0,99	0,96
Станд. отклонение	0,0403	0,021	0,0213
Средний угловой коэф-т	0,3998		

Для расчетов был принят средний угловой коэффициент 0,40.

В работе исследовали как пробы природной воды, так и пробы обработанной воды после различных стадий очистки на водопроводных очистных сооружениях. Все образцы были пропущены через фильтр 0,45-мкм. Характеристики 16 исследованных проб колебались в диапазонах: pH=7,35–8,48, хлороемкость от 0,48 до 5,1 мг/л, содержание растворенного углерода от 2,25 до 12,77 мг/л.

Для проверки точности и чувствительности экспресс-метода были испробованы различные концентрации стандартных растворов. Чтобы оценить влияние других хлорорганических соединений, были протестированы также пробы стандартных растворов галоацетокислот (табл.2). Кроме того, было проведено сравнение результатов анализов, выполненных как экспресс-методом, так и стандартным методом газовой хроматографии, для 16 проб природной воды.

Из опубликованных данных известно [4,5], что различные хлорорганические соединения дают различный отклик в процессе тестирования экспресс-методом, основанным на классической реакции Фудзивара. Только хлороформ дает 100%-ный отклик, в то время как отклик остальных тригалометанов колеблется в интервале от 75 до 90%, а галоацетокислот - от 30 до 80 %. Наши результаты подтверждают эти данные. Средний отклик для стандартных растворов, содержащих только хлороформ, очень близок к 100%, или к 1.00 (мы рассчитывали отклик как отношение концентраций тригалометанов, полученных экспресс и стандартным методом). Средние значения отклика для EPA стандартов также очень близки к 1.00.

В то же время, средние значения отклика для стандартов ERA значительно ниже, на уровне 0.77. Причина в том, что соотношение различных тригалометанов в этих стандартах значительно отличается от соотношений в стандартах EPA. В стандартах EPA соотношение TCM:DCBM:BDCM:TBM равно 1:1:1:1, в то время как в стандартах ERA это соотношение составляет 1:2.8:0.9:1.8. Таким образом, более низкое содержание хлороформа обуславливает более низкий отклик.

Наше исследование продемонстрировало также, что экспресс-метод может быть использован для измерения (или хотя бы для приблизительной оценки) также очень высоких концентраций тригалометанов (рис.1). Сравнение результатов для концентраций для 600, 1000 и даже 1500 мкг/л показывает, что точность метода сопоставима с точностью в рекомендованном интервале (0–200 мкг/л).

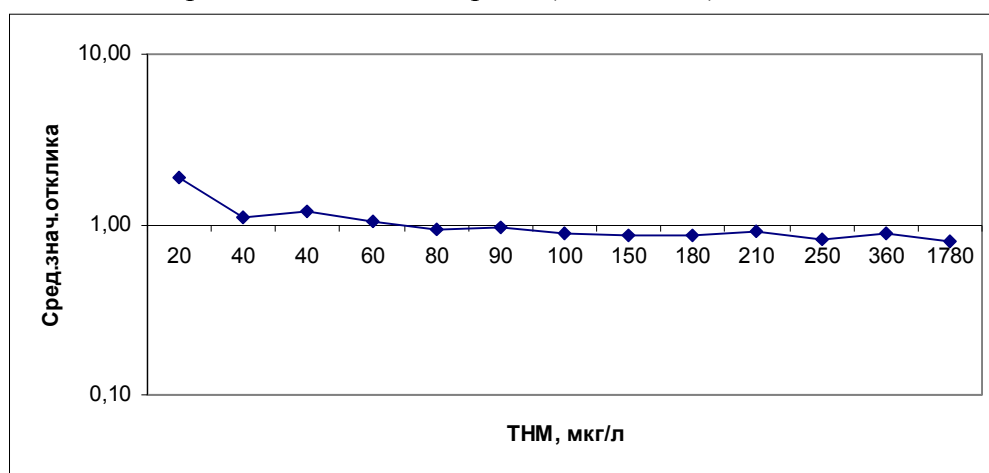


Рис. 1. Изменение среднего значения отклика в зависимости от концентрации ТНМ

Что касается галоацетокислот, то наше исследование показало, что средний отклик для них составляет примерно 40% (табл. 2), что согласуется с ранее опубликованными данными.

Таблица 2.

Результаты тестирования стандартов галоацетокислот НАА

Конц., мкг/л	Сум. НАА, мкг/л	Поглощ.	Ст.откл.	Сум.ТНМ (Нач эксп-метод)	НАА отклик, %
НАА 25	362,5	0,063	0,0050	158,4	43,71
НАА 50	725	0,112	0,0038	279,5	38,55
НАА 75	1087,5	0,172	0,0041	428,8	39,43
Средн. знач. отклика НАА, %					40,56

Результаты тестирования проб природной воды также подтверждают отмеченные ранее закономерности. Отношение результатов экспресс-метод/метод газовой хроматографии значительно превышает 1,0 для всех проб (в среднем 1,40). Аналогичный показатель в работе [4] составлял 1.36, в работе [5] – 1.25. Причина

заключается в том, что эти образцы содержали не только тригалометаны, но и другие хлорорганические соединения, которые также вносят свой вклад в результат, повышая его значение.

Взяв за основу данные по концентрации галоацетокидот НАА, полученные методом газовой хроматографии, и учитывая, что средний отклик НАА составляет 40% (табл. 2), мы рассчитали значения наиболее вероятного отклика как $(\text{THM} + \text{НАА} \cdot 0.4)$. Полученные таким образом отношения результатов $\text{Hach}/(\text{THM} + \text{НАА})$ и $\text{Hach}/(\text{THM} + \text{НАА} \cdot 0.4)$ составляют 0.9 и 1.1 соответственно, что очень близко к данным, приведенным в работе [4] (среднее 1,2). Наиболее высокая сходимость наблюдается, когда учитывается влияние галоацетокидот в виде коэффициента $\text{НАА} \cdot 0.4$. Результаты, полученные при тестировании образцов экспресс-методом, сопоставлены с результатами, полученными методом газовой хроматографии, на рис. 2. Сравнительный анализ данных, приведенных в различных источниках, представлен в табл. 3.

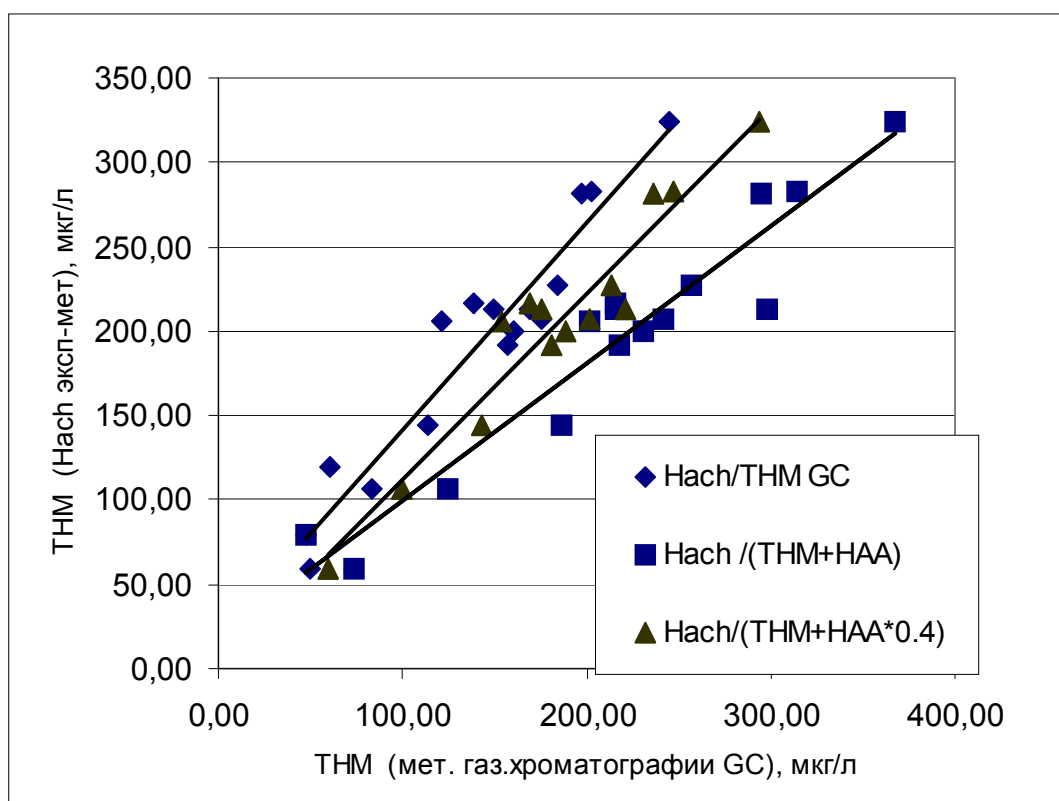


Рис. 2. Корреляция между результатами, полученными экспресс-методом Hach и методом газовой хроматографии GC

Таблица 3.

Сравнение результатов, полученных различными авторами

Источник	THM колорим. экспресс-методом по отнош. к THM мет.газ.хроматогр.		THM колорим. экспресс-методом по отнош. к $(\text{THM} + \text{НАА})$ мет.газ.хроматогр.		THM колорим. экспресс-методом по отнош. к $(\text{THM} + \text{НАА} \cdot 0.4)$ мет.газ.хроматогр.	
	Уравнение регрессии	Коэф. корр. R^2	Уравнение регрессии	Коэф. корр. R^2	Уравнение регрессии	Коэф. корр. R^2
Настоящее исследование	$y = 1,23x + 18,8$	0,92	$y = 0.86x + 13.1$	0.95	$y = 1,10x + 1.3$	0,95
Hach Study [4]	$y = 1,36x + 15,5$	0,91	$y = 1,07x + 8,1$	0,97	-	-
Strategic Diagnostics Study [5]	$y = 1,22x + 0,25$	0,96	-	-	-	-

Данные, полученные экспресс-методом, демонстрируют хорошую корреляцию с традиционным методом газовой хроматографии, хотя наблюдается систематическое завышение концентраций при использовании экспресс-метода. Однако, когда учитывается влияние других хлорорганических соединений, экспресс-метод демонстрирует значительное улучшение статистических показателей. Это означает, что экспресс-метод может быть использован для обнаружения и оценки содержания вторичных продуктов хлорирования в целом.

ВЫВОДЫ

Для оценки эффективности экспресс-метода компании Hach по сравнению с традиционным методом газовой хроматографии были протестированы пробы природной воды и стандартные растворы. Полученные данные показывают высокую степень корреляции между двумя аналитическими методами, демонстрируют высокий уровень точности в широком диапазоне концентраций. Экспресс-метод компании Hach может быть рекомендован для обнаружения и измерения содержания тригалометанов и оценки содержания вторичных продуктов хлорирования в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. THM Plus™ Total Trihalomethane Chemistry Procedure. <http://www.hach.com/hc/view.file.invoker/2790800/View>
2. DBP GCMS Procedure. MWRRC, University of Missouri, Columbia, 2003.
3. UFC Test Procedure. MWRRC, University of Missouri, Columbia, 2003.
4. Toba Lord, Hach Company. Determination of Trihalomethanes (THMs), Trihaloacetic Acids (THAAs), and Other Disinfection By-Products (DBPs) in Drinking Water
<http://www.hach.com/finmimghach?/CODE%3AL32965080%7C1>
5. Strategic Diagnostics Inc. A Rapid, Cost-Effective Method For Detection Of Trihalometanes In Drinking Water. www.sdix.com/TechSupport/papers/thm_wqtc.pdf

Гироль Н.Н., д.т.н. профессор

Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно

Бойчук С.Д., соискатель, Мякишев В.А., к.т.н. доцент, Котовская Е.Е., аспирант

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Характеристика и опытные зависимости процесса фильтрации промывных вод станции очистки питьевых вод

Представлены конструкция фильтровальной установки, результаты экспериментов по очистке грязных промывных вод фильтров, основные параметры процесса

Очистка воды, скорость фильтрации, экспериментальная установка, , потери напора, загрязнения воды, зернистый фильтрующий слой.

Практика обработки грязных промывных вод на водоочистных станциях подтверждает полную неработоспособность технологий и сооружений по повторному использованию или обезвреживанию отходов водоочистки, рекомендуемых в приложении 9 СНиП 2.04.02-84. Поэтому для многих муниципальных водопроводов поиск новых решений по обезвреживанию отходов водоочистки и утилизации осадков с целью прекращения загрязнения водных объектов, подземных вод и почв токсичными веществами становится очень актуальным. Результаты предварительных исследований по очистке грязных промывных вод методом реагентного отстаивания показали, что их повторное использование в технологии подготовки питьевой вод или сброс их в водные объекты возможны после многостадийной очистки в специальных сооружениях.

Основная задача данных исследований заключается в экспериментальном обосновании параметров процесса фильтрационной очистки грязных промывных вод в комбинированной установке нового типа, в разработке рекомендаций по практическому применению ее в условиях конкретной водоочистной станции с поверхностным источником воды.

В соответствии с рабочей гипотезой исследований принята технология комбинированной отстойно-фильтрационной реагентной очистки грязных промывных вод, реализованная в одном аппарате. На основании опыта проведения предварительных пробных фильтроциклов, а также результатов исследований по выбору типа реагента и его оптимальной дозы разработана конструкция экспериментальной установки для обработки грязных промывных вод, в которой предусмотрено выполнение процессов реагентного частичного отстаивания взвеси и фильтрации суспензии [1].

Установка состоит из нижней отстойной части с рециркулятором 2, фильтра 4 с крупнозернистой плавающей пенополистирольной загрузкой, защищена патентом Украины № 6294. от 08.07.2003 г., (авторы Гироль Н.Н., Бойчук С.Д., Мякишев В.А., Котовская Е.Е.). Как показано на рис. 1, корпус установки выполнен из трубы круглого сечения $d=300$ мм и имеет общую высоту - 4600 мм, с учетом высоты верхнего надфильтрового бака 7 объемом 400 л. Плавающая фильтрующая загрузка 4 высотой 1200 мм и крупностью зерен 1,0-3,0 мм размещается в средней части установки и удерживающей решетки и сетки 6. По высоте фильтрующего слоя врезаны штуцеры 5 ($d=3$ мм) для контроля потерь напора по высоте загрузки.

Для контроля высоты слоя загрузки и качества промывки загрузки в корпусе предусмотрено окно из прозрачного пластика 3. Ниже фильтрующей загрузки в установке находится отстойная часть установки высотой 1200 мм с рециркулятором осадка 2. В нижней части установки имеется осадочный объем 9 (конус) с вентилем 12. Кроме того, на подводящей трубе 1 предусмотрены патрубки для отбора проб обрабатываемой воды. Также имеются трубопроводы для отвода осветленной воды 8 и сифон 10 для полуавтоматической промывки фильтрующего слоя.

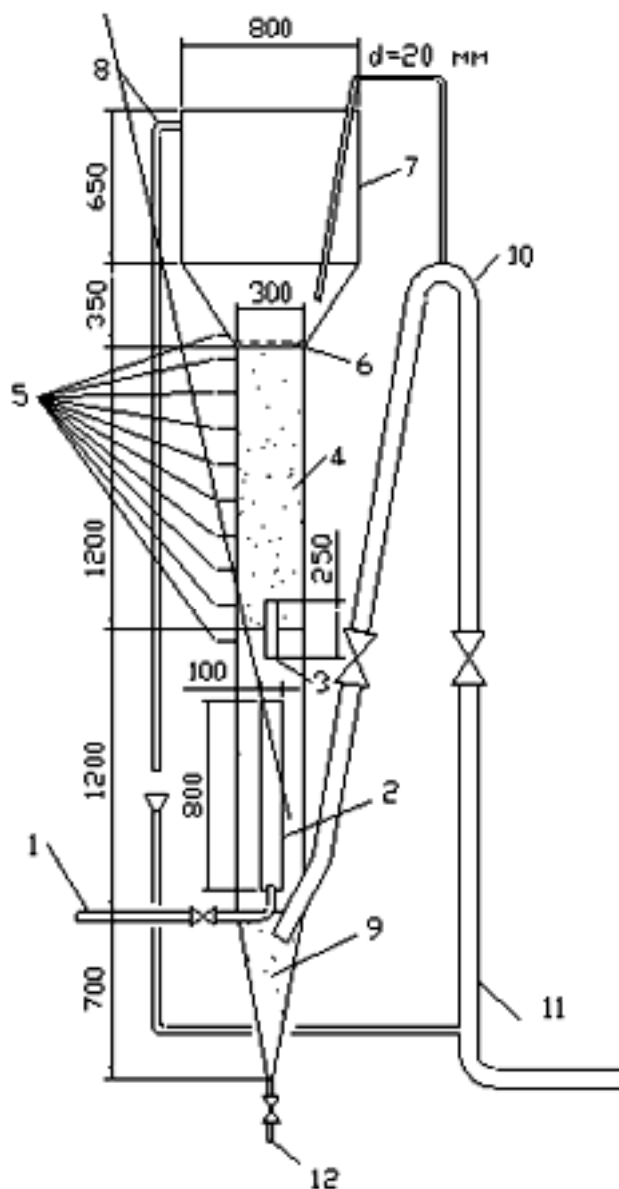


Рис. 1. Конструкция опытной комбинированной установки

1 – подача грязной промывной воды; 2 – рециркулятор осадка; 3 – смотровое окно; 4 – плавающая загрузка; 5 – штуцеры для пьезометров; 6 – сетка; 7 – надфильтровый бак; 8 – отвод чистой воды; 9 – осадочная часть; 10 – сифон; 11 – отвод промывной воды; 12 – отвод осадка.

из верхней части бака над загрузкой. Также осуществляли контроль показаний пьезометров о потерях напора в загрузке на разных слоях по высоте пенополистирольной загрузки.

В соответствии с задачами эксперимента по очистке промывных вод на отстойно-фильтровальной установке учитывали ряд факторов, влияющих на эффективность процесса:

- исходная концентрация взвешенных веществ и «органики»;
- скорость фильтрования;
- доза и режим смешения коагулянта с водой (интенсивность, продолжительность, способ перемешивания);

Установка работает следующим образом: грязная промывная вода подается в нижнюю часть установки по трубопроводу 1 ($d=32$ мм), поток воды направлен в рециркулятор 2, представляющий собой трубу диаметром 100 мм и длиной 800 мм. Поток исходной воды увлекает за собой в рециркулятор 2 часть хлопьев осадка из осадочной части установки и осаждается в конусный накопитель осадка 9.

Очищенная в фильтре вода по трубопроводу 8 ($d=32$ мм) отводится на сброс. На трубопроводе очищенной воды 8 предусмотрена возможность забора проб воды. Выпуск осадка осуществляется периодически через трубу 12 ($d=20$ мм). Промывка фильтра осуществляется очищенной водой из надфильтрового бака 7 путем открытия задвижек на сифоне 10. Промывка проходит в течение 2 минут, таким образом, что при условии срабатывания $0,36 \text{ м}^3$ и добавлении в надфильтровый бак чистой воды интенсивность промывки была в пределах $32\text{--}38 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2$. При срабатывании требуемого объема воды в баке 7 происходит срыв сифона и завершается процесс промывки фильтра. Состояние нижнего слоя фильтрующей загрузки после промывки контролировали через смотровое окно 3.

Для выполнения экспериментов была разработана технологическая схема, состоящая из узла замутнения исходной воды, баков приготовления и дозирования реагентов, узлов обслуживания комбинированной установки во время работы. Из резервуара-усреднителя исходную воду забирали насосом марки РК-60, вводили расчетную дозу коагулянта сернокислого алюминия, после смешивания она поступала в корпус фильтровальной установки. Смесь обрабатываемой воды и реагента подводилась в нижнюю часть экспериментальной установки. Перед вводом на установку был установлен тройник для забора пробы исходной воды.

Отбор пробы обработанной воды производили: после отстаивания перед фильтром, после фильтрации непосредственно над загрузкой,

- гранулометрический состав загрузки и высота слоя;
- параметры промывки;
- температура промывных вод;
- режим хлопьеобразования.

В данном эксперименте поставлена задача оценить влияние только первых трех факторов. Качество очистки воды контролировали по концентрации взвешенных веществ, хлорорганических соединений, ионов металлов и перманганатной окисляемости. Влияние данных факторов на эффективность очистки грязных промывных вод можно представить в виде функциональной зависимости:

$$C/C_0 = f(C_0, V_{\text{ф}}, h),$$

где: C_0 - концентрация загрязнений в исходной воде;

$V_{\text{ф}}$ - скорость фильтрования суспензии через загрузку фильтра;

h - прирост потерь напора в фильтре за единицу времени.

Изменение концентрации взвешенных веществ в обрабатываемой воде за время фильтроцикла показано на рис. 2, из которого следует, что качество фильтрата соответствовало норме в течение 36 часов. После этого времени в слоях загрузки в межзерновых порах накопление осадка достигло предельных значений и далее задержание взвешенных веществ во всех слоях загрузки происходит недостаточно эффективно. После 36 часов работы фильтра время защитного действия загрузки t_z истекло и фильтр необходимо промыть.

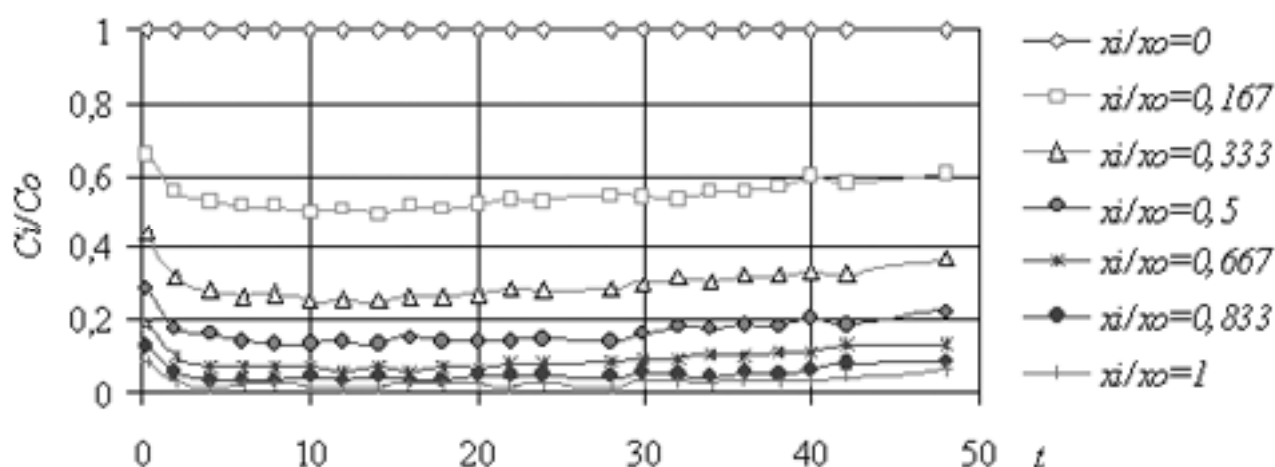


Рис. 2 Изменение относительной концентрации взвешенных веществ в воде в течение фильтроцикла по высоте фильтра

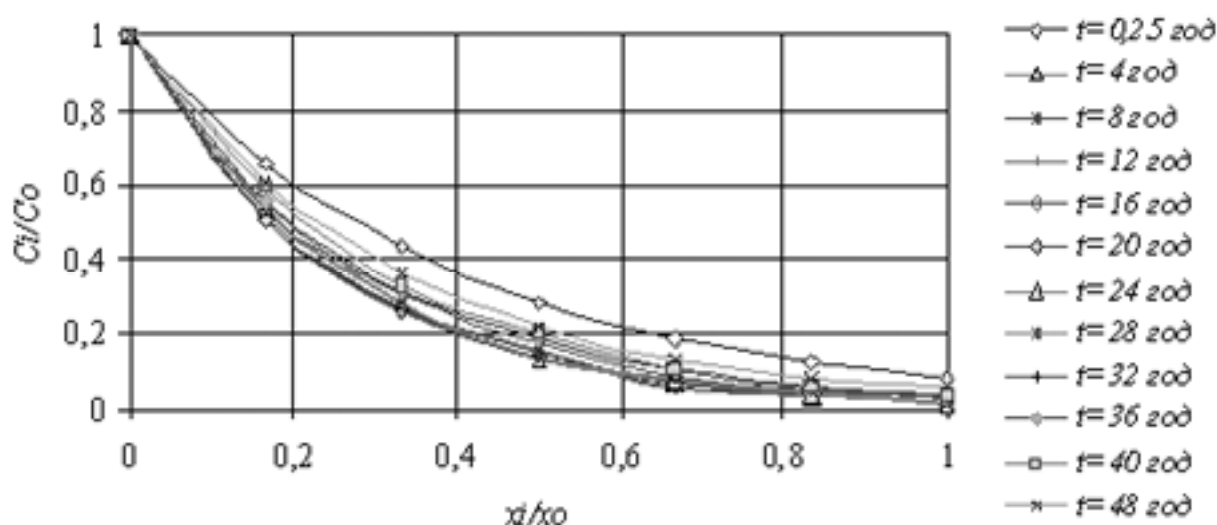


Рис. 3 Изменение удаления из промывных вод взвешенных веществ по высоте фильтрующего слоя для различных значений продолжительности фильтроцикла

По зависимостям на рис. 3 можно судить о том, что эффективность очистки воды больше в верхних слоях загрузки, чем в нижних слоях.

Наблюдения за динамикой изменения концентрации C_i взвешенных веществ в необработанной коагулянтной промывной воде свидетельствуют об интенсивном протекании процесса на начальном этапе (интервал 0...15 мин) и его замедлении в последующем (рис. 3). Увеличение начальной концентрации взвешенных веществ (C_o) обуславливает возрастание интенсивности локализации взвеси.

Уменьшение перманганатной окисляемости в фильтрованной воде было равномерным в течение 40 часов работы фильтра (рис. 4). Изменение перманганатной окисляемости фильтруемой воды на рис. 5 свидетельствует о равномерном задержании «органики» во всех слоях фильтра. Эффект очистки по показателю перманганатная окисляемость воды в отдельных фильтроциклах достигал 40%, и не превышал норму качества для питьевой воды - не более 4 мгО/л.

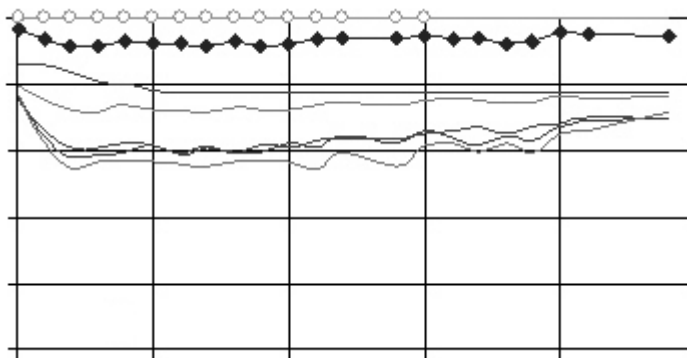


Рис. 4 Изменение окисляемости грязных промывных вод в слоях фильтра по высоте на протяжении фильтроцикла

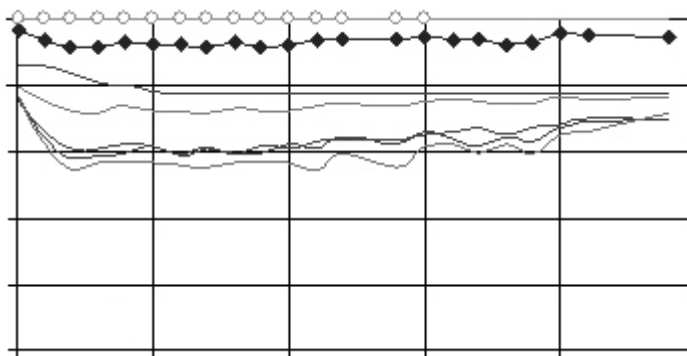


Рис. 5 Изменение окисляемости воды в течение фильтроцикла по высоте фильтрующего слоя для различных значений продолжительности фильтрования

Из анализа рис. 6 можно сделать вывод, что за первые 10 часов фильтроцикла суммарные потери напора увеличились на 11 сантиметров. В конце фильтроцикла потери напора увеличились до 28,5 см, но не достигли значений располагаемого напора в установке, когда фильтроцикл необходимо прекращать.

Прирост потерь напора происходил равномерно во всех слоях загрузки по высоте установки (рис. 7). По мере накопления загрязнений в первых по ходу воды слоях происходил отрыв части накопленного в порах осадка и перенос его в верхние слои загрузки, в которых он задерживался. Благодаря этому закупоривание порового пространства в первых по ходу воды нижних слоях фильтра замедлялось и увеличивалась продолжительность фильтроцикла и его производительность.

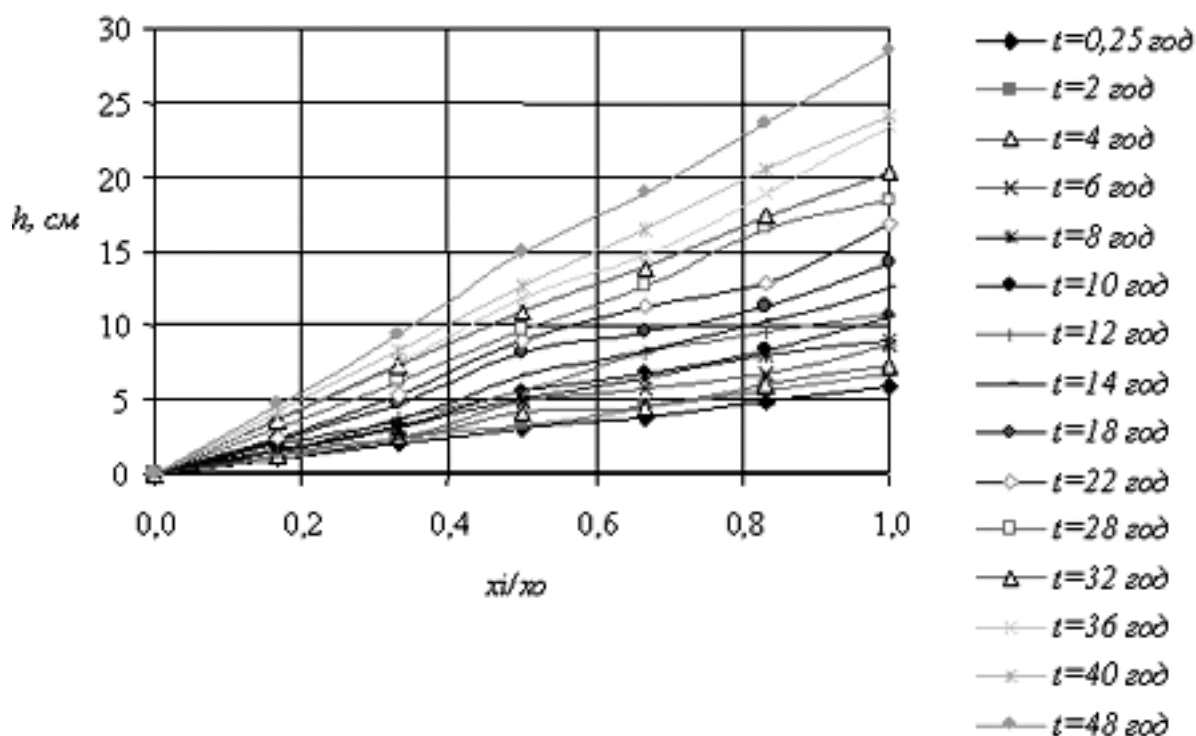


Рис. 6. Графики изменения потерь напора по высоте фильтрующего

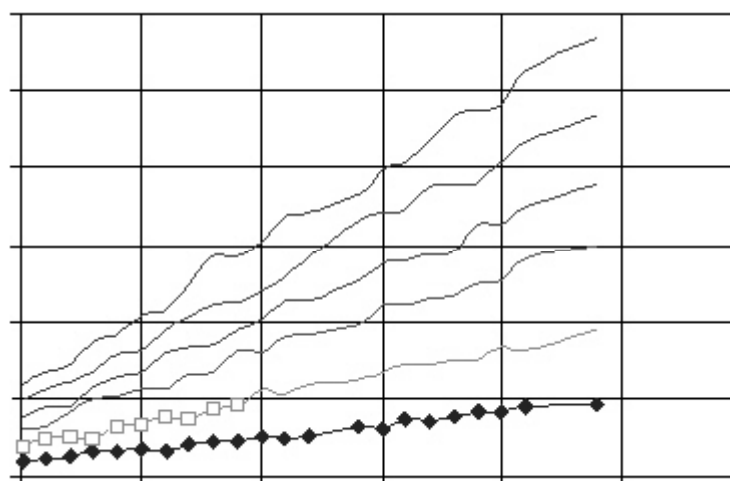


Рис. 7 Изменение напора в течение фильтроцикла для разных слоёв загрузки

ВЫВОДЫ:

1. Полученные параметры процесса частичного удаления взвешенных веществ и «органики» из промывных вод водоочистной станции показали, что предложенная конструкция установки обеспечивает ее работу с заданными показателями экономичности и эффективности очистки грязных промывных вод.
2. В результате экспериментальных исследований процесса очистки грязных промывных вод скорых фильтров в установке с плавающей пенополистирольной загрузкой получены основные параметры - оптимальная скорость фильтрования; расчетный эффект очистки промывных вод в установке; высота фильтрующего слоя в установке.
3. Фильтроцикл во всех опытах заканчивается после ухудшения качества фильтрата через 24-41 часов работы установки без промывки.
4. Эффект очистки в установке грязной промывной воды от «органики» по показателю перманганатная окисляемость равнялся 28 – 48%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гириль Н.Н., Мякишев В.А., Бойчук С.Д., Котовская Е.Е. Утилизация жидких отходов станций подготовки питьевой воды. / Сборник трудов НАПКС «Строительство и техногенная безопасность» № 17. Симферополь, 2007.

Глухов М.Д., д.т.н., Бекиров Э.А., к.т.н. доцент, Сокут Л.Д., к.т.н. доцент
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Оптимизация систем электропривода теплогазовентиляционных установок

Рассматриваются системы автоматизированного электропривода теплогазо-вентиляционных установок, в состав которых входят рабочие механизмы, такие как компрессоры, вентиляторы, насосы с трехфазными двигателями переменного тока, асинхронными и синхронными, анализируются задачи и методы регулирования частоты тока и напряжения с целью оптимизации характеристик электропривода

электрический двигатель, инвертор, частота электрического тока, частота вращения, преобразователь частоты, автоматическое регулирование

В автоматизированных электроприводах (АЭ) теплогазовентиляционных установок (ТГУ), в состав которых входят рабочие механизмы (РМ), такие как компрессоры, вентиляторы, насосы, в настоящее время применяют трехфазные двигатели переменного тока - асинхронные (АД), при мощности до 100 кВт, и синхронные (СД) - при мощности свыше 100 кВт.

При эксплуатации РМ с постоянной производительностью без изменения частоты вращения электропривода Ω блок-схема АЭ и механические характеристики двигателей и РМ имеют вид, представленный на рис.1. В этом случае параметры напряжения U_1 и частоты тока f сети не регулируются и остаются неизменными. СД работают с синхронной частотой вращения Ω_0 , АД имеют частоту вращения Ω , незначительно меняющуюся в функции нагрузки РМ с изменением скольжения s АД. Система автоматического регулирования (САР) такого АЭ имеет ограниченные функции – пуск и остановка РМ, защита двигателей и сети при перегрузке и в аварийных режимах.

При эксплуатации РМ с переменной производительностью с изменением частоты вращения электропривода Ω блок-схема АЭ и механические характеристики двигателей и РМ имеют другой вид (рис.2). В этом случае между питающей сетью и двигателями включают полупроводниковые преобразователи (ПЧ) напряжения U_1 , частоты тока f и числа фаз m сети, представляющими силовые коммутаторы [1...3]. АЭ имеет множественные механические характеристики (см. рис.2), что позволяет РМ работать с любой заданной частотой вращения.

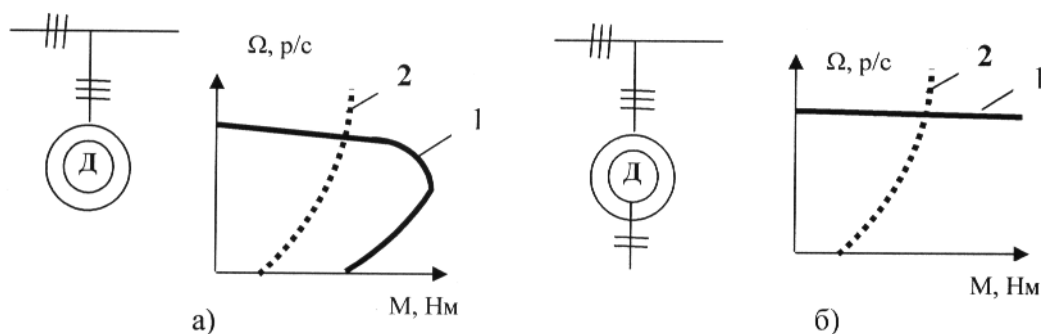


Рис.1 Блок-схема электропривода без регулирования напряжения и частоты тока трехфазной электросети и механические характеристики системы

а) Д - трехфазный асинхронный двигатель, б) Д - трехфазный синхронный двигатель, 1, 2 - механические характеристики соответственно двигателя и вентилятора

Состав, структура, схемы соединений и режимы управления ПЧ видоизменяют схемы коммутаторов АД, от которых в итоге зависят статические, динамические и энергетические характеристики АЭ и РМ. Функции САР в таком АЭ значительно шире. Кроме функций, указанных в первом случае, автоматическое регулирование производительности РМ требует оптимального для заданных механических характеристик СД и АД регулирования соотношения между напряжением и частотой тока ПЧ.

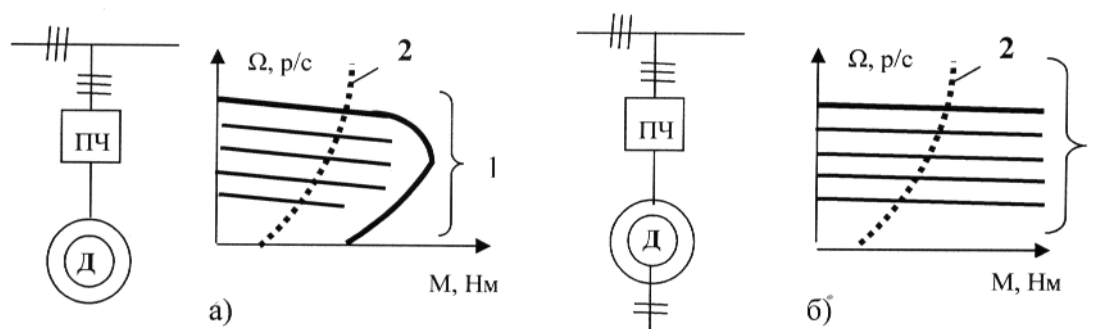


Рис.2 Блок-схема электропривода с регулированием напряжения и частоты тока трехфазной электросети и механические характеристики системы

а) Д - трехфазный асинхронный двигатель, б) Д - трехфазный синхронный двигатель; ПЧ – преобразователь напряжения и частоты тока, 1, 2 - механические характеристики двигателя и вентилятора соответственно

Регулирование производительности указанных РМ с использованием ПЧ в АЭ до недавнего времени требовало значительного увеличения затрат при переходе от схемы электропривода рис.1 к схеме рис.2 из-за дороговизны и сложности ПЧ и САР и применялось сравнительно редко, в ответственных и мощных приводах (например, в циркуляционных насосах атомных электростанций).

Успехи в производстве серийных ПЧ, снижение стоимости ПЧ и комплектных АЭ [4], совершенствование САР для АЭ [5] привели к расширению применения привода РМ по схеме рис.2, и сделали этот привод весьма эффективным для энергосбережения при регулировании производительности РМ небольшой мощности (например, насосов котельных, вентиляционных систем различных помещений и т.п.).

Оптимизация работы АЭ должна предусматривать анализ технических характеристик РМ и АЭ и разработку способов и устройств управления электроприводами в этом случае.

Одним из возможных перспективных направлений рационального использования энергетических ресурсов является, например, изменение подачи воздуха в вентилируемое помещение при регулировании вентилятора (В), или, в другом случае, изменение производительности насоса (Н) для подачи воды.

Изменения производительности В или Н можно обеспечить либо дросселированием с помощью заслонок или клапанов на выходе потока воздуха или воды, либо изменением частоты вращения электропривода. В первом случае уменьшение производительности В и Н сопровождается повышением потребляемой электрической мощности электропривода. Второй способ является более экономичным и эффективным, так как в этом случае потребляемая мощность электропривода снижается пропорционально снижению производительности В и Н.

Регулирование электропривода для изменения производительности В и Н особенно важно в тех случаях, когда эти системы длительное время работают с пониженной производительностью.

Вентиляционные и насосные установки промышленных и коммунальных предприятий потребляют значительную часть от общего потребления электроэнергии на предприятии. При этом часто системы вентиляции работают с избыточной производительностью, зачастую управление производительностью осуществляется вручную, либо с помощью простого часового механизма или таймера. Эффективность увеличивается, если управление производительностью В и Н обеспечивается автоматически.

Отечественная и зарубежная промышленность выпускает комплектные ПЧ для двигателей переменного тока [4,7], предназначенные для плавного регулирования частоты вращения серийных АД и СД в приводах насосов, вентиляторов, дымососов, компрессоров для ряда мощностей от 5 до 500 кВт, напряжением 220 В, 380 В, 550 В, 690 В.

В отдельных случаях целесообразно применение двигателей переменного тока специального исполнения. Например, регулирование частоты вращения вентилятора зарубежными производи-

телями осуществляются путем изменения подаваемого на В напряжения [7,8]. Напряжение может меняться фиксированными шагами с помощью пятиступенчатого трансформатора или плавно с помощью тиристорov, симисторов.

Применение ПЧ для регулирования частоты вращения АД и СД обеспечивает экономию электроэнергии от 20 до 50%, высокий коэффициент мощности, высокую перегрузочную способность, высокую надежность. КПД ПЧ достигает до 98%. ПЧ выполняют как с промежуточным звеном постоянного тока, так и с непосредственным преобразованием частоты от трехфазной сети промышленной частоты [2].

Известно [1,2], что частота вращения СД - Ω_0 и АД - Ω не зависят от напряжения на статорной обмотке двигателей при данной частоте тока f и определяется формулами:

$$\Omega_0 = \frac{\omega}{p} = \frac{2\pi f_1}{p}, \quad (1)$$

$$\Omega = \Omega_0 (1 - s), \quad (2)$$

где: p – число пар полюсов статорной обмотки СД и АД,

ω – угловая частота тока, s – скольжение АД.

Из (1) и (2) видно, что регулирование Ω может производиться следующими способами:

- переключением числа пар полюсов p обмотки статора ;
- изменением скольжения ротора относительно поля статора s введением сопротивления в цепь ротора (только в АД с фазным ротором);
- изменением частоты тока f_1 в обмотке статора.

Первые два способа не применяются в СД, а в приводах с АД требуют значительного усложнения конструкции двигателя, дополнительных устройств регулирования и обеспечивают только ступенчатое изменение Ω . Ступенчатое регулирование Ω вызывает большие ускорения и замедления привода РМ и значительные динамические усилия в передаточных устройствах.

Изменение частоты f_1 по схеме АЭ (см. рис.2) обеспечивает плавное регулирование частоты вращения электроприводов переменного тока и оптимальный режим работы РМ.

Специальными исследованиями показано [1...3], что при изменении частоты тока от номинальной следует соответственно регулировать напряжение U_1 на фазе обмотки статора, сохраняя постоянным и равным номинальному определенное соотношение между значениями напряжения и частоты тока (U_1 / f ; U_1^2 / f и т.п.).

Рассмотрим способ регулирования частоты вращения В с АД по схеме рис.2 изменением первичной частоты тока и напряжения.

Напряжение на фазе статорной обмотки АД равняется [1,2]

$$U_1 = 4,44 \cdot f_1 \cdot W_1 \cdot K_{об1} \cdot \Phi \quad (3)$$

где: W_1 – число витков одной фазы статорной обмотки,

$K_{об1}$ – обмоточный коэффициент,

Φ – основной магнитный поток

Существенное изменение значения потока Φ при регулировании частоты вращения Ω нежелательно. Увеличение Φ вызывает увеличение насыщения магнитной цепи и увеличение намагничивающего тока. Уменьшение Φ приводит к недоиспользованию машины, уменьшению перегрузочной способности и увеличению тока I_2 в обмотке ротора АД при том же значении момента M на валу. Поэтому целесообразно поддерживать Φ постоянным и равным номинальному - $\Phi_{ном}$. Для этого одновременно с регулированием частоты f_1 пропорционально ей необходимо изменять напряжение, т.е. поддерживать, например

$$\frac{U_1}{f_1} = const. \quad (4)$$

Отступление от этого соотношения возможно только в том случае, когда статический момент РМ - $M_{ст}$ быстро уменьшается с уменьшением Ω . Например, в приводах В, где $M_{ст}$ пропорционален Ω^2 .

Пренебрегая активным сопротивлением R_1 обмотки статора, максимальный электромагнит-

ный вращающий момент двигателя $M_{\text{эл.макс}}$ равен

$$M'_{\text{эл.макс}} = \frac{mU_1^2}{\Omega_0 2X_s} \quad (5)$$

где $x_s = x_1 + x'_2$ – приведенное индуктивное сопротивление рассеяния одной фазы статорной обмотки.

В асинхронном электроприводе ПЧ должен обеспечивать необходимую зависимость напряжения от выходной частоты f_1

$$\frac{U_1}{f_1} = 2\pi \cdot \psi_c \quad (6)$$

где ψ_c – потокосцепление статора.

Выходная частота ПЧ f_1 складывается из двух составляющих: f_{Π} – пропорциональной частоте вращения Ω и f_s , пропорциональной скольжению s

$$f_1 = f_{\Pi} + f_s. \quad (7)$$

Поэтому, чтобы обеспечить заданную частоту вращения АЭ – $\Omega_{\text{зд}}$, выходная частота преобразователя f_1 должна быть больше частоты, пропорциональной заданной $f_{\Pi \text{зд}}$ на величину f_s . Величина f_s зависит от момента на валу АД и от активной составляющей тока ротора.

Однако в АД существует проблема, связанная с обеспечением работы двигателя с номинальным моментом на частотах, ниже частоты токов ротора f_2 , зависящей от скольжения s и равной, как известно, $f_2 = sf_1$. При приложении механической нагрузки РМ требуемое снижение частоты токов ротора АД может быть больше фактического. При таких частотах увеличение механической нагрузки АД может и не приводить к увеличению его тока. В этом случае невозможно обеспечить необходимый момент электродвигателя и компенсировать его скольжение s при управлении без датчика частоты вращения.

Для большинства АД эта частота составляет 2...4 % от номинальной. Для обеспечения работы электропривода на этих частотах с номинальным моментом требуется датчик частоты вращения.

Потери мощности двигателя являются функциями трех независимых переменных: момента нагрузки на валу M_2 , потока двигателя Φ и частоты тока f_1 . Частота тока обусловлена требуемой частотой вращения вала АД, а момент – нагрузкой на валу от РМ, и следовательно, их нельзя варьировать с целью уменьшения потерь. Единственный параметр, на который можно воздействовать с этой целью – это потокосцепление двигателя.

Для определения минимальных потерь при любом значении момента и частоты воспользуемся обычным методом анализа – возьмем производную потерь по магнитному потоку и приравняем ее к нулю.

Представим активные потери мощности в стали и в обмотке статора от тока намагничивания, как некоторую функцию $S_1(\alpha, \varphi)$ от частоты и потока:

$$\delta(\alpha) \cdot \varphi^2 + a_c \cdot \psi(\varphi) = S_1(\alpha, \varphi) \quad (8)$$

После дифференцирования потерь по φ и приравнивания полученного выражения к нулю получим выражение

$$\frac{\partial S_1(\alpha, \varphi)}{\partial \varphi} = 2\rho_1 \frac{\mu^2}{\varphi^2} \quad (9)$$

где: $\varphi = \frac{\Phi}{\Phi_{\text{ном}}}$ – относительный поток;

$\mu = \frac{M}{M_{\text{ном}}}$ – относительный электромагнитный момент;

$\alpha = \frac{f_1}{f_{\text{ном}}}$ – относительная частота тока ПЧ;

$\rho = \alpha_{O1} + \alpha_{O2}$ - коэффициент переменных потерь;

$\sigma_1(\alpha) = a_{cm} \cdot \alpha + a_{c.g.} \cdot \alpha^2$ - коэффициент потерь в стали статора от гистерезиса и вихревых токов.

Из полученного выражения (9) следует, что потери двигателя минимальны при произвольных значениях момента и частоты, если для каждой пары значений момента и частоты равны абсолютные значения производных по потоку от потерь на намагничивание и переменных потерь. Из этого следует, что электромагнитный КПД для данных момента и частоты имеет максимальное значение. Следовательно, данное выражение является условием работы АД с максимальным КПД при произвольных, но фиксированных значениях момента и частоты.

Достаточным условием и признаком режима минимальных потерь для реального двигателя при регулировании потока в нелинейной зоне характеристики намагничивания является равенство производных по потоку от потерь на намагничивание и переменных. Это условие определяет и оптимальный закон регулирования потока в нелинейной зоне в функции момента нагрузки и частоты при управлении АЭ с минимальными потерями.

Для рассматриваемого АЭ вентиляторов по схеме рис.2 регулируемые параметрами являются: расход воздуха - Q ; давление воздуха - p ; температура в проветриваемом помещении - T ; мощность АД - P_2 .

Необходимая мощность P_p для привода вентилятора определяется выражением

$$P_p = \frac{Q \cdot p}{\eta_s \cdot \eta_n}, \quad (10)$$

где: η_s - КПД вентилятора; η_n - КПД передачи.

Полезная мощность АД P_2 равна $P_2 = M_2 \cdot \Omega$.

Электромагнитный вращающий момент

$$M_{эл.} = \frac{3p \cdot U_1^2}{2\pi \cdot f_1} \cdot \Phi_m \cdot I_2 \cdot \cos \varphi_2 = \frac{m_2 \cdot R_2 \cdot I_2^2}{s\Omega_0} \quad (11)$$

Максимальный электромагнитный момент равен

$$M_{эл.макс} = \frac{3U_1^2}{2\Omega_0} \cdot \frac{1}{R_1 \pm \sqrt{R_1^2 + X_s^2}} \quad (12)$$

Мощность P_1 , подводимая к двигателю от сети и ПЧ, равна

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta_{дв}} = \frac{M_2 \Omega}{\eta_{дв}} = \frac{3pU_1^2 \Omega}{2\Omega_0} \Phi I_2 \cos \varphi_2 = \frac{3}{2} p U_1^2 (1-s) \Phi I_2 \cos \varphi_2 \quad (13)$$

где $\eta_{дв}$ - КПД двигателя

Если электромагнитный момент АД равен максимальному моменту, то

$$P_1 = \frac{M_{эл.макс} \Omega}{\eta_{дв}} = \frac{3U_1^2}{2} (1-s) \frac{1}{R_1 \pm \sqrt{R_1^2 + X_s^2}} \quad (14)$$

При равенстве P_p и P_1 производительность и давление зависят от напряжения и частоты вращения двигателя.

Рассмотренные аналитические выражения позволяют установить закон частотного управления, найти оптимальный при заданных условиях вариант управления и принцип построения системы автоматического частотного управления.

Возможный путь реализации оптимального частотного управления АЭ с ПЧ и АД – управление по минимуму потерь. На рис.3 предлагается блок-схема системы частотного управления подачей воздуха ТГУ регулированием напряжения и частоты по моменту нагрузки посредством использования канала обратной связи по частоте вращения.

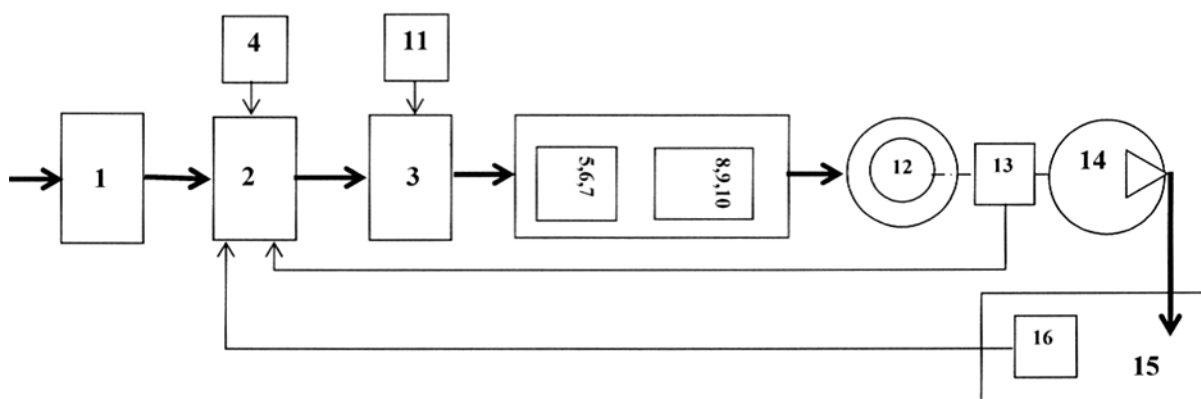


Рис.3.Блок-схема системы управления подачей воздуха теплогазовентиляционной установки изменением частоты вращения асинхронного двигателя

Система частотного управления включает (см. рис.3) ПЧ с промежуточным звеном постоянного тока (трехфазный выпрямитель 1 и преобразователь частоты, напряжения и числа фаз 2, 3), задающий блок частоты 4, генератор опорных импульсов 11, формирователи 5...7 и усилители 8...10 напряжения переменной частоты по трем фазам, трехфазный АД 12, датчик частоты вращения вала 13, центробежный вентилятор 14, вентилируемое помещение 15, в котором находится датчик температуры воздуха 16.

Принцип действия системы заключается в следующем: напряжение трехфазной сети выпрямляется с помощью выпрямителя 1 и подается на вход преобразователя напряжения и частоты 2, на этот же блок подается сигнал возмущающего воздействия от задатчика 4. Блоки 2,3, формирователи 5...7 и усилители 8...10 служат для получения заданных значений напряжения и частоты тока по трем фазам двигателя, обеспечивающих заданное значение частоты вращения привода $\Omega_{зд}$ и, следовательно, необходимый расход воздуха вентилятора - Q и температуру в проветриваемом помещении - T . Каналы обратной связи по фактическим значениям частоты вращения Ω и температуре воздуха T от датчиков 13 и 16 позволяют получить хорошее быстродействие и высокую точность регулирования АЭ.

ВЫВОДЫ:

1. Приведен анализ энергетических параметров для управления электроприводом теплогазовентиляционных установок с целью изменения частоты вращения асинхронного двигателя и вентилятора путем регулирования напряжения и частоты тока двигателя по заданному закону.
2. Предложена блок-схема системы управления подачей воздуха теплогазовентиляционной установки изменением частоты вращения асинхронного двигателя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. В.Ю. Невраев, Д.П. Петелин. Системы автоматизированного электропривода переменного тока. М.: Энергия, 1964.-104с.
2. А.С. Сандлер, Р.С. Сарбатов. Частотное управление асинхронными двигателями. М.: Энергия, 1966.-144с.
3. В.А. Андрющенко, В.С. Ломов Электронные и полупроводниковые устройства следящего привода. М., Машиностроение, 1967г., 463 с., ил.
4. Энергетическая электроника. Справочное пособие. М.: Энергоатомиздат, 1987.-464с. ил.
5. Техническая кибернетика. Устройства и элементы систем автоматического регулирования и управления. Книга 3. Исполнительные устройства и сервомеханизмы. М.: Машиностроение, 1976.- 735с. ил.
6. Электроэнергетические системы в примерах и иллюстрациях. М.: Энергоатомиздат, 1983.-504с.ил.
7. Clima innovations. Установки для вентиляции и кондиционирования воздуха. 2003/2004.-127с. ил.
8. Вентиляторы и принадлежности. Soler & Palau, 2003.-222с. ил.
9. Комплектные преобразователи частоты для двигателей переменного тока. Промышленная энергетика №3, 2003. с.53.

Котовская Е.Е., аспирантка

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Влияние химического свойств осадка водоочистки и наполнителей на структурные свойства получаемого керамического гравия

Показано влияние химсостава различных добавок и осадка водоочистки на физические и структурные свойства получаемых керамических изделий. Приведено изменение структуры керамического черепка при обжиге смеси из различных компонентов.

Отходы водоочистки, смесь, сушка, обжиг, химсостав, структура материала, утилизация, экологическая безопасность

В процессе подготовки питьевых вод на станциях с поверхностными источниками Крыма ежегодно образуется около 12 млн. кубометров жидких отходов или 15 тыс. тонн подсушенного осадка. В составе жидких отходов водопроводных очистных сооружений (ВОС) содержится много токсичных органосодержащих веществ и тяжелых металлов. В настоящее время большую часть осадков ВОС накапливают в необорудованных прудах или они попадают в пресноводные или морские водоемы.

В условиях запрета на сброс осадков в водные источники, на захоронение их в общих свалках или в отвалах, на обработку в прудах-накопителях с естественным основанием, утилизация осадков станций водопровода становится одной из важнейших экологических задач. В европейских странах наиболее эффективным и перспективным методом обезвреживания и утилизации токсичных осадков ВОС считается технология высокотемпературной обработкой различных смесей с включением в их состав отходов водоочистки [1-3].

Структурные и физические свойства керамических изделий, получаемых из осадка технологических отходов водоочистных станций, зависят от таких факторов, как методы обезвреживания, высушивания и термической обработки, химический состав и влажность осадка, состав добавок в формовочную смесь, вид выгораемых добавок, температурные параметры сушки и обжига, длительность температурного воздействия, плавность увеличения температуры и охлаждения.

Разработка технологии приготовления керамического гравия из осадка с требуемыми структурными свойствами, прочностными показателями, высокой активностью требует поиска технических решений, позволяющих обеспечить эффективную переработку и утилизацию осадков технологических стоков водопроводных очистных сооружений [4].

В нашей работе сделано предположение, что состав формовочной смеси, свойства компонентов (органических выгорающих добавок и магнетита), метод высокотемпературной обработки влияют на формирование структуры керамических изделий, на их физико-химические свойства, на количество микропор и макропор, на полноту обезвреживания осадков. Исходя из этого, задача исследований заключалась в изучении влияния физико-химических свойств осадка промстоков ВОС, количества железосодержащих материалов, органических выгорающих добавок в формовочной смеси на формирование структуры и на физико-химические свойства получаемого керамического гравия.

Подбор оптимального состава компонентов формовочной смеси выполнен в результате изучения свойств осадка ВОС, сланцевой глины, древесных добавок, каменных углей, осадков бытовых сточных вод. Оценивали их влияние по результатам проверки прочностных свойств, структурных характеристик керамических изделий и химической стойкости.

Физико-химические свойства осадка грязных промывных вод водоочистной станции зависят от состава загрязнений, концентрации и вида примесей исходной воды из водохранилища, от технологии реагентной обработки воды на водоочистной станции, от содержания загрязнений в промывной воде и осадке. Минеральная составляющая часть плотных осадков – это гидроокиси магния $Mg(OH)_2$, гидрата закиси железа $Fe(OH)_2$, гидрата окиси железа $Fe(OH)_3$, карбоната кальция $CaCO_3$ и других комплексных соединений. По результатам нейтронно-активационного ана-

лиза воды Симферопольского водохранилища содержание веществ группы токсичных металлов и неметаллов составляет: медь – 6 мг/лЧ10⁻³, марганец - 1,8 мг/лЧ10⁻³, уран – 5 мг/лЧ10⁻³, хром - 0,2 мг/лЧ10⁻³, никель – 60 мг/лЧ10⁻³, железо – 26 мг/лЧ10⁻³, цинк - 1,4 мг/лЧ10⁻³, свинец – 1050 мг/лЧ10⁻³, фтор – 400 мг/лЧ10⁻³. Органические загрязнения составляют 22-35 % от массы подсушенного осадка и представлены в виде коллоидов гуминовых веществ, азотных и фосфорных соединений, органических кислот.

Рассмотрим два варианта получения керамического черепка: 1 – при обжиге керамической сланцевой глины, 2 – при обжиге формовочной смеси из глины с осадком и выгорающими добавками, 3 – при обжиге смеси глины с осадком и магнетитом. При обжиге образцов пластического формования глины с добавками приходится учитывать своеобразие его структуры, ибо механизм образования керамического черепка у изделий из различных по составу смесей неодинаков.

По первому варианту структуру свежесформованного пластического глиняного теста, в самом схематическом приближении можно представить следующим образом (рис. 1, а), отдельные агрегированные кусочки глины, а главным образом их тощая составляющая часть - кварцевый песок, распределены более или менее равномерно в суспензии коллоидной фракции 1 глины. Дисперсионной средой этой суспензии является водный раствор растворимых солей, содержащихся в глине, а дисперсной фазой – находящаяся в этом растворе во взвешенном состоянии коллоидная фракция глинистых минералов. Эта суспензия наполнена более крупными частицами кварца 2 и агрегированными, не распустившимися в воде кусочками глины, которые являются как бы «заполнителями» этой суспензии.

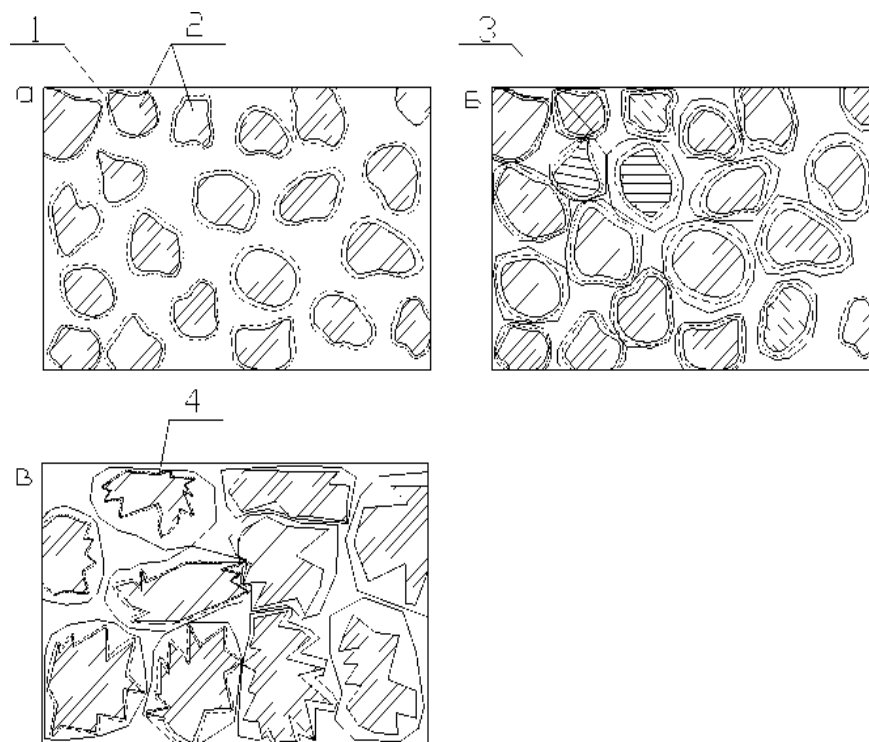


Рис. 1 Схемы формирования структуры при обжиге сырьевых смесей керамической глины:

а) схема структуры пластического глиняного теста; б) схема структуры высушенной смеси; в) схема обожженного керамического черепка.

1 - суспензия с глинистыми минеральными частицами; 2 - крупные частицы кварца; 3 - «обмазка» из коллоидной фракции глины; 4-стекловидная фаза.

Во время сушки, по мере испарения из сырьевых смесей влаги, зерна заполнителя сближаются между собой, контактируясь в отдельных точках граней, и образуют таким образом скелет высушенного изделия. Суспензия, высыхая, осаждает на скелете свою коллоидную фракцию. Таким образом, зерна заполнителя оказываются покрытыми сплошной «обмазкой» 3 из коллоидной фракции гли-

ны (рис. 1, б). Эта обмазка является наиболее легкоплавкой частью всей керамической массы, так как в ее составе находятся растворимые соли, имеющие наиболее низкие эвтектические температуры. По мере нагревания сырца при достижении эвтектических температур эта обмазка плавится, образуя стекловидную фазу 4, которая цементирует контактные поверхности отдельных зерен. Кроме того, в образовавшемся жидком расплаве частично растворяются поверхностные слои зерен наполнителя, образуя пересыщенные растворы, из которых выкристаллизовываются новые минералообразования, цементирующие скелет в виде кристаллических сростков (рис. 1, в). Жидкая фаза, образующаяся на контактных поверхностях, затекает в трещины и поры и стекает к поверхностям частиц, не пришедших еще в контакт, увеличивая тем самым общую величину контактной поверхности. Образующиеся поры в теле керамики остаются закрытыми и после обжига и охлаждения не контактируют с водными растворами.

По иному развивается процесс формирования черепка в керамическом изделии после введения выгорающих добавок в формовочную смесь. Его можно представить себе следующим образом. В массе глинистых частиц имеются разнородные по влажности агрегаты соответственно различной плотности и различной твердости. Выгорающие добавки участвуют в процессе образования структуры сырца, формируя межзерновое пространство формовочной смеси. Затем в процессе сушки и обжига выгорающие добавки способствуют образованию пустот на месте удаляемой влаги, пузырьков и прослоек газа, создавая при этом микропоры и макропоры (рис. 2). Создание восстановительной среды как в теле обжигаемого гравия также влияет на суммарную пористость керамического черепка.

В сыром осадке промстоков ВОС многие металлы находятся в виде органоминеральных комплексов и свободно переходят в водную среду в виде ионов тяжелых металлов. В процессе высокотемпературной обработки органические примеси осадков выгорают, а металлы остаются зафиксированными в структуре кристаллов минеральных и углеродных материалов, которые перекристаллизовались при спекании.

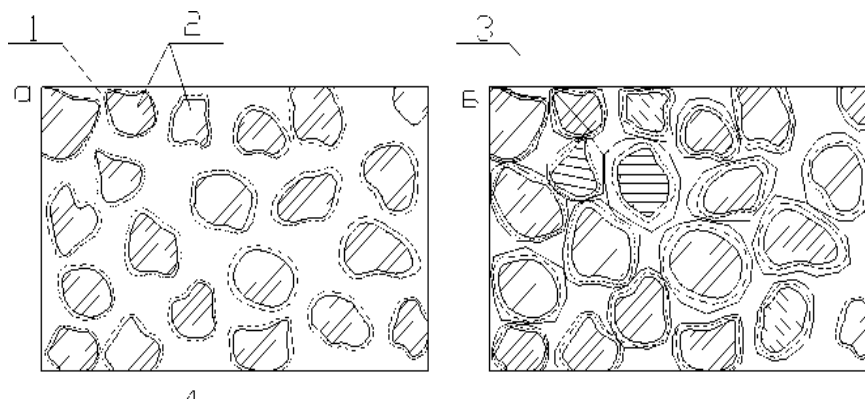


Рис. 2 Схемы структуры формовочной смеси из глины с выгорающими добавками угля, осадка и магнетита (а), структуры керамики после обжига этой смеси (б).

1-суспензия с глинистыми минеральными частицами; 2-крупные частицы кварца и минералов; 3-измельченный уголь; 4-коллоидные частицы органики; 5-стекловидная фаза; 6-пузырьки газа в порах керамического изделия.

Влияние выгорающих добавок на формирование структуры керамики и её физические свойства проверяли путем проведения лабораторных опытов и замеров прочностных показателей образцов, приготовленных из разных составов формовочной смеси. В опытах по обезвреживанию осадок подсушивали при температуре 20-105 °С. После формования осадка в виде гранул размером 17-20 мм их подвергали обжигу при температуре 420, 600, 900, 1020 °С. Прочностные показатели керамического гравия представлены в статье [5].

В целях активирования зернистых фильтрующих материалов, изготовленных из глинистых смесей применяют химические, окислительные, физические, термические и композиционные методы. Выбранная технология активирования должна обеспечить требуемые физико-химичес-

кие и прочностные свойства нового продукта. Природные алюмосиликатные глины обладают ионообменной способностью и «дефектностью» кристаллической структуры. В них можно вводить практически любые структуры и добавки, имеющих структурное сродство. Так, добавление в смеси магнезита или доломита происходит замещение части трехвалентного алюминия катионами магния и кальция. В алюмосиликатных глинах после смешения с магнетитом увеличивается в смеси количество полутораокисленного железа ($\text{Fe}_2\text{O} \cdot \text{FeO}$), в результате она приобретает дополнительные окислительные свойства. В результате получается трехкомпонентный активированный алюмосиликатный материал.

Лабораторные опыты показали, что данная смесь оказывает дестабилизирующее воздействие на коллоидные системы в природных органосодержащих водах и обладает буферной способностью. Из данных таблицы 1 можно сделать вывод о более высоком эффекте уменьшения содержания органических веществ в обрабатываемой воде при дозировании смеси из алюмосиликатной глины с магнетитом (63 %), по сравнению с добавками глины (38 %), коагулянта сернокислого алюминия (16 %).

Таблица 1

Эффективность применения глинистых добавок для очистки воды от органики

Тип реагента, замутнителя	Перманганатная окисляемость исходной воды, мгО/л	Доза реагента, глинистой добавки, мг/л	Перманганатная окисляемость отстоянной воды, мгО ₂ /л	Эффективность очистки, %
Сернокислый алюминий	8,7	32	7,3	16
Алюмосиликатная глина	8,8	47	5,4	38
Смесь глины с магнетитом	8,5	44	3,1	63

Тестирование обожженного осадка на токсичность по показателям содержания алюминия и железа выполняли при определении химического состава водной вытяжки после суточной выдержки в растворах с pH 4,8,

pH 7, pH 9. В результате обжига большая часть металлов эффективно улавливается в гранулах осадка и незначительное количество выгорает. Увеличение температуры сжигания дает больший эффект стабилизации и фиксации данных металлов в кристаллах спека. Выводы о токсической безопасности данной технологии сделаны на основании показателей содержания металлов в водных вытяжках из образцов после высокотемпературного обжига осадка (таблица 2).

Наилучшие показатели химической стойкости были у образцов керамического гравия, в формовочную смесь которого добавили 75 % сланцевой глины, 25 % осадка промстоков водоочистной станции по сухому веществу, и воду в необходимом количестве для формования.

Таблица 2

Содержание токсичных элементов в водных вытяжках из образцов смеси, обожженных при температуре 1100 °С, г/т

Металлы и вид вытяжки	Fe	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd	Ni	Sr	Al
Водная вытяжка при pH - 7	0,1	0,03		0,25	0,03	0,003	0,3	2,0	0,1
Водная вытяжка при pH - 4,8	273	1,34		2,8	0,05	0,005	1,2	14,9	1584
Водная вытяжка при pH - 9	0,2	0,05		0,5	0,05	0,003	0,5	5,1	45,5

Удовлетворительные показатели химической стойкости керамического гравия получены также из формовочной смеси, состоящей из осадка промстоков водоочистной станции (по сухому веществу) – 50 % с добавкой керамической глины 50 % (по сухому веществу) и воды. Увеличение содержания железа и алюминия в подкисленных водных вытяжках при pH 4,8 (237 и 1584 мг/л соответственно) происходит по причине образования солей этих металлов. Значения pH равные 4,8 в природных грунтовых водах встречаются очень редко, поэтому растворения и попадания в грунт железа и алюминия при контакте с обожженным осадком промстоков не произойдет.

ВЫВОДЫ.

1. Результаты исследований позволят применить на практике новую технологию обезвреживания и активации осадков водоочистных станций путем подбора компонентов формовочной смеси, высокотемпературной обработки, перевода твердой фазы осадков в спекшуюся оплавленную массу, активации структуры керамического гравия.
2. Рекомендуемая технология обезвреживания и утилизации жидких отходов водоочистки позволяет получать гравий с новыми физико-химическими свойствами и высокой активностью по отношению к органическим загрязнениям природных вод, расширить область практического применения отходов водоочистных станций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Herwijn F.J.M., van Dijke D.Q.A., La Heij E.J., Coumans W.J., Kerkhof P.J.M. The solid-water bound strength in sewage sludge // AIChE Annual Meeting. P. 43-49.
2. Hydraulic and computing power combine for state-of-the-art sludge dewatering // Filtration and Separation. 1996. Vol. 33. No. 1. P. 25-27.
3. Vesilind P.A. The role of Water in sludge dewatering // Water Environment Research. 1994. Vol. 66. P. 4-11.
4. Agerbaek M.L., Keiding K. Using streaming potential in Determination of optimal Conditioning of Wastewater sludge // Optimal Dosing of Coagulants and Flocculants. IWSA-IAW Workshop: Germany, 1994. P. 53-64.
5. Гироль Н.Н., Бойчук С.Д., Мякишев В.А., Котовская Е.Е. Экспериментальное обоснование и разработка технологии утилизации осадков промывных вод водоочистной станции. // Сб. научных трудов НАПКС № 13-14. Симферополь, 2006.

Котовская Е.Е., аспирант

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Обезвреживание жидких отходов водоочистных станций и сокращение сбросов токсичных загрязнений в водоемы

Представлены технология и результаты исследований по обезвреживанию осадков водоочистной станции Межгорненского гидроузла. Разработанный метод высокотемпературного обезвреживания токсичных осадков позволяет их утилизировать. Дана характеристика процессов обработки осадков.

Водоочистные станции, жидкие отходы водоочистки, фильтрование, коагулирование взвесей, установка с плавающей загрузкой, эффект очистки, площадки подсушивания, термическая обработка

Население Украины потребляет воду из поверхностных источников $\sim 14 \text{ км}^3/\text{год}$ и $2,5 \text{ км}^3/\text{год}$ из подземных. В процессе подготовки питьевых вод на городских очистных сооружениях водопровода образуется 4-11 % экологически опасных жидких технологических отходов, которые подразделяются на грязные промывные воды после регенерации скорых фильтров и загрязненные сбросы накопленного осадка из отстойников и осветлителей. В практике коммунального водоснабжения эти сточные воды сбрасывают без очистки в природные водные объекты или в накопители, загрязняя при этом подземные и поверхностные источники воды. Жидкие отходы водоочистки содержат высокие концентрации примесей, формирующихся из загрязнений, характерных для конкретного источника водоснабжения (SiO_2 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , органические вещества, азот, продукты цветности воды и микроорганизмы) а также из реагентов, применяемых в технологии очистки воды. Обеззараживание хлором природных вод с большим содержанием органики обуславливает присутствие в осадках различных токсичных примесей в виде хлорорганических соединений. Запроектированный повсеместно возврат необработанных промывных вод фильтров в смесители очистных сооружений увеличивает содержание не только взвешенных веществ и алюминия, но и ухудшает такие показатели смешенной воды: концентрация железа увеличивается в 1,4 раза, аммиака – в 1,2-1,4 раза, нитритов – в 1,3 раза, пестицидов в 1,1- 1,2 раза.

Кроме того, локализация больших объемов технологических отходов ВОС требует изъятия на урбанизированных территориях или из природного комплекса значительных площадей земли, что с экономической точки зрения крайне не выгодно.

В редких случаях на водоочистных станциях работают сооружения по обработке грязных промывных вод и осадков отстойников, однако в применяемых технологиях осадки сливают в пруды или на необорудованные иловые площадки. Данные сооружения не защищают подземные и поверхностные водные объекты от попадания в них токсичных загрязнений. В Европейском сообществе действует запрет на такие методы обезвреживания и захоронения осадков водоочистных станций.

С целью предотвращения угрозы попадания в подземные водоносные горизонты и поверхностные водоемы токсичных загрязнений с технологическими отходами водопроводных очистных сооружений (ВОС) аспирантами и студентами академии совместно со специалистами Симферопольского производственного предприятия водопроводно-канализационного хозяйства проведены исследования по совершенствованию технологии обезвреживания водопроводных осадков, поиску методов их обезвреживания и последующей утилизации.

Выполненные нами опыты по отстаиванию грязных промывных воды с применением реагентов ряда: сернокислый алюминий, хлорное железо, «Полвак», «Магнафлок», полиакриламид, ПолиДАДМАХ позволили выявить, что больший эффект очистки получен при добавлении хлорного железа. При этом также установлено, что с ростом дозы реагента увеличивается присутствие его активной части в образующемся осадке [1].

Результаты исследования процесса очистки промывной воды ВОС, обработанной коагулянтom ПолиДАДМАХ, свидетельствуют о заметном снижении в ней таких примесей как алюминий, железо, органические и хлорорганические соединения. Применение данного коагулянта ускоряет уплотнение осадка при отстаивании промывных вод фильтров и в результате сокращает объем образующегося осадка. По экономическим показателям этот реагент французской фирмы «FLOERGER SNF» является конкурентноспособным благода-

ря тому, что его дозы в 60-100 раз меньше, чем дозы традиционных минеральных реагентов.

В целях ускоренного выбора оптимальной дозы реагента интенсифицирующего выделение осадка из промывной воды нами предложено определять её по изменению водородного показателя pH в обработанной реагентом воде и в осажденном осадке. Пересечение кривых pH осветленной жидкости pH скоагулированного осадка отражает изоэлектрическую точку в дисперсной среде, соответствующую искомому значению оптимальной дозы коагулянта (рис. 1.).

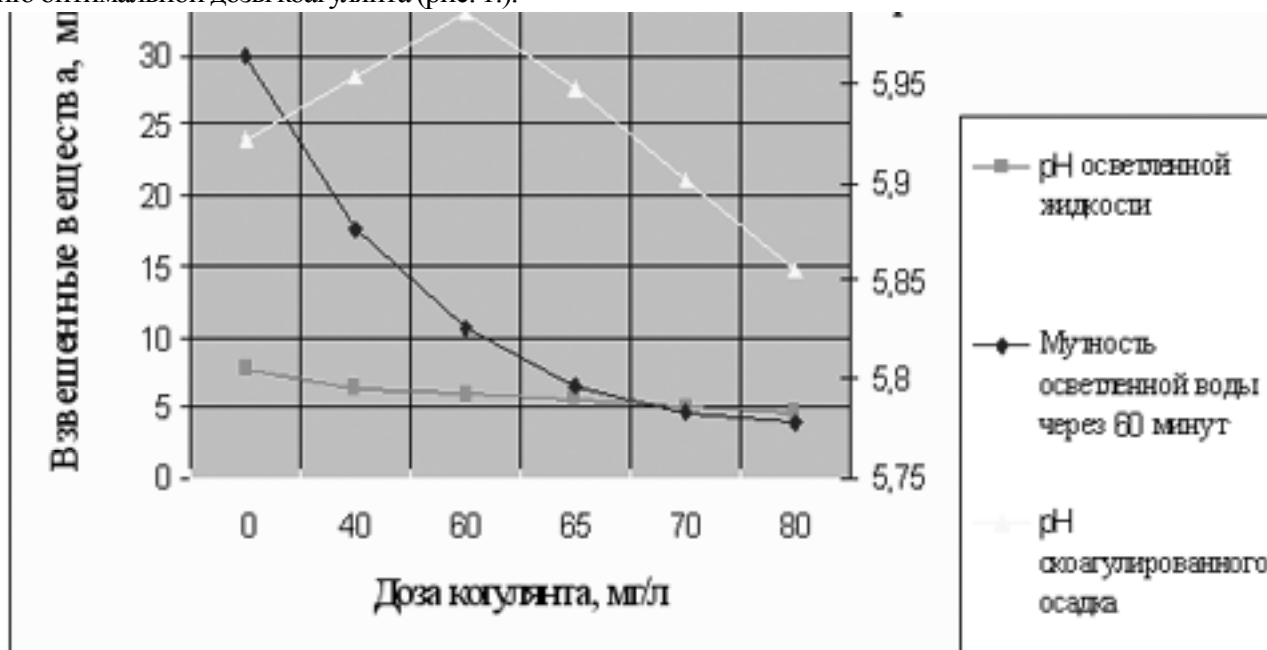


Рис. 1. Экспериментальные кривые изменения водородного показателя воды и осадка в процессе коагуляции взвеси, позволяющие определить оптимальную дозу коагулянта.

При изучении состава грязных промывных вод после скорых фильтров выявлено изменение содержания наиболее опасных тяжелых металлов и органических веществ в ходе промывки скорых фильтров, которое показано в табл.

Таблица

Показатели	Значения показателей качества промывной воды ВОС за время промывки						
	1 мин	2 мин	3 мин	4 мин	5 мин	6 мин	7 мин
Время от начала промывки							
Взвешенные вещества, мг/л	1380	1420	280	104	32	15	8
pH	6,9	7,0	7,0	7,1	7,2	7,1	7,1
Железо, мг/л	2,81	2,17	1,42	0,65	0,32	0,24	0,30
Алюминий, мг/л	5,59	4,22	2,16	1,07	0,15	0,13	0,04
Перманганатная окисляемость, мгО/л	35,3	34,8	29,5	21,5	10,4	8,6	7,2
ОМЧ, КОЕ/мл	3830	2760	1250	580	340	310	140

Исходя из качественных показателей грязных промывных вод ВОС технологическую схему их обезвреживания предложено включить фильтр с плавающей загрузкой из отходов пенопласта, показанный на рис. 2, (патент Украины № 6294. от 08.07.2003 г. по заявке НАПКС). Выполнены эксперименты по определению эффективности фильтрования грязных промывных вод фильтров с использованием коагулянтов отдельно ПолиДАДМАХ и хлорное железо. При работе установки наилучший результат наблюдался при использовании в качестве коагулянта хлорного железа для очистки промывных вод с содержанием взвешенных веществ 40-110 мг/л. Так, при скорости фильтрования 7 м/ч, непрерывный цикл работы установки продлился 20 часов, концентрация взвешенных веществ на выходе составила 4,7 мг/л. При снижении скоро-

сти фильтрования до 5, м/ч, фильтроцикл продлился 47 часов, а концентрация взвешенных веществ в очищенной воде была равна 3,2 мг/л. Удельные потери напора за фильтроцикл составили 2,4-4,2 см/ч.

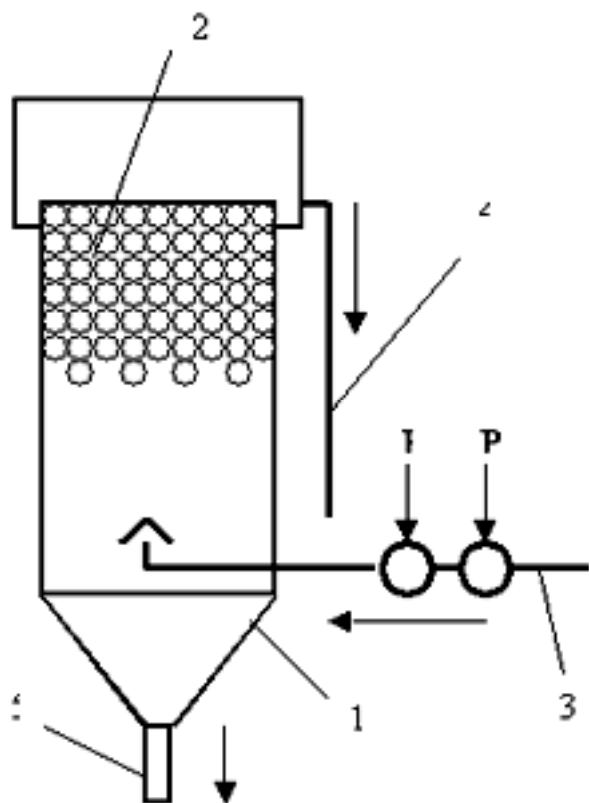


Рис. 2. Схема фильтровальной установки с плавающей загрузкой

1 – корпус отстойника-фильтра; 2 – загрузка из кусков пенопласта; 3 – подвод грязной промывной воды; 4 – отвод осветленной воды; 5 – отвод задержанного осадка; P – реагенты, вводимые в обрабатываемую воду.

результатов исследований процесса реагентного фильтрования его через пенополистирольную крупнозернистую загрузку, а также по рекомендуемым параметрам уплотнения осадка грязной промывной воды в накопителях и на площадках подсушивания.

Отличительный признак разработанной технологии заключается в том, что очищенные в установке типа ФПЗ промывные воды фильтров ВОС после очистки от ионов металлов и органических соединений допускается по санитарным нормам возвращать в смеситель станции без ухудшения качественных показателей очищенной питьевой воды.

Второе отличительный признак состоит в ускоренном способе подсушивания осадка. По рекомендуемому способу частично обезвоженный в установке осадок отводится в пруд-накопитель с дном, усиленным изоляцией, а затем на площадку подсушивания. Смоченная поверхность площадок подсушивания покрывается гидроизоляционным покрытием, благодаря интенсивной вентиляции и солнечной энергии осадок на площадке обезвоживается до влажности 45-50 % летом в течение 30 суток.

Последующая высокотемпературная обработка осадка технологических стоков ВОС, окисление органических веществ и некоторых металлов позволяет получить щебень, который по прочностным показателям и экологическим свойствам можно использовать в строительных работах, (получено официальное заключение об отсутствии опасных и токсичных веществ в водной вытяжке из обожженной смеси осадка и глины) [3].

Проведение серии лабораторных опытов по реагентному отстаиванию осадков и фильтроциклов на крупномасштабной фильтровальной установке позволило получить осадок ВОС с влажностью менее 99,4 %. Последующее обезвоживание его в прудах-накопителях сокращает влажность осадка до 66-76 % [2].

Основной особенностью, разработанной нами конструкции фильтра с плавающей загрузкой (ФПЗ) для очистки технологических стоков, является ее способность работать с промывной водой, содержащей высокую концентрацию механических примесей. Такие сооружения не требуют устройства насосов и емкостей, хранящих промывную воду. Возможность протекания в одном корпусе процессов отстаивания и фильтрования позволяют отказаться от дорогостоящих и громоздких сооружений отстаивания, способствует сокращению габаритов станции обезвоживания осадков в целом. Результаты опытов по обезвоживанию промывных вод ВОС фильтрованием в установке изложены в нашей работе [2]. По результатам комплексных испытаний и проверки технологических параметров установки предусмотрено внедрение данной технологии на водоочистной станции.

Принципиальная схема технологии уплотнения и обезвреживания водопроводного осадка промстоков водоочистной станции (рис. 3) разработана на основании полученных нами ре-

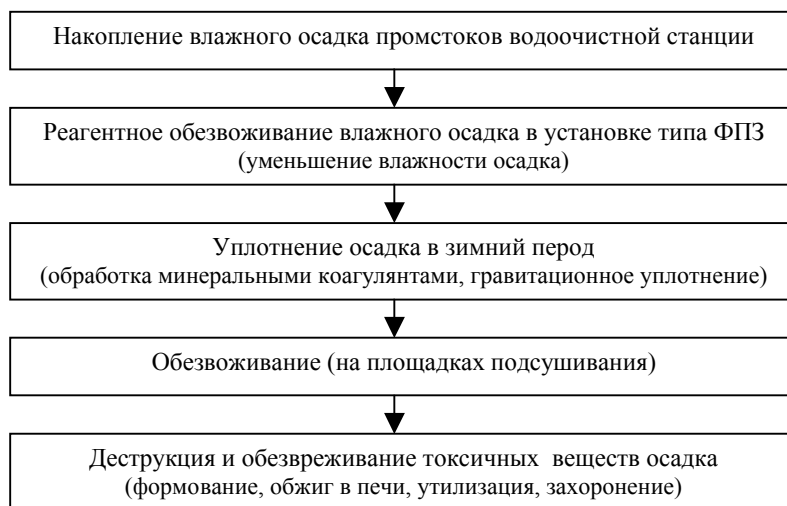


Рис. 3 Принципиальная схема технологии обезвоживания и термической обработки осадка сточных вод водоочистной станции

В опытах по обезвреживанию осадок подсушивали при температуре 20-105 град. С. После формования осадка в виде гранул размером 17-20 мм их подвергали обжигу при температуре более 1000 град. С. Затем проводили тестирование обожженного осадка на токсичность по показателям содержания алюминия и железа в различных водных вытяжках. В результате высокотемпературной обработки большая часть металлов эффективно улавливается в гранулах осадка и незначительное количество выгорает. Увеличение температуры спекания до 1000⁰С дает больший эффект стабилизации и фиксации металлов в кристаллах спеченной формовочной смеси: так в составе глинозема образуется феррит [3].

Результаты проведенных исследований подтверждают выдвинутую гипотезу. При обжиге водопроводного осадка, содержащего до 30 % сгораемых веществ, ежегодно будет утилизироваться свыше 150 тонн органических и минеральных загрязнений природного и антропогенного происхождения (в пересчете на сухое вещество). Предлагаемая технология позволяет утилизировать отходы ВОС, обеспечить экологически безвредную работу станции подготовки питьевой воды, решить одну из современных экологических проблем.

ВЫВОДЫ

1. На станциях очистки питьевой воды образуются жидкие производственные осадки, содержащие опасные для окружающей среды примеси.
2. Для предварительного обезвоживания осадков целесообразно применять реагентную обработку в фильтрах с плавающей загрузкой, способных работать с промывной водой, содержащей высокую концентрацию взвешенных веществ.
3. Наибольший эффект обезвоживания водопроводных осадков получен при использовании реагентов ПолиДАДМАХ или хлорное железо.
4. В целях экономичного финишного обезвоживания жидких отходов водоочистной станции в технологическую схему необходимо включить площадки подсушивания.
5. Эффективная нейтрализация токсичных веществ в водопроводных осадках и последующая утилизация достигаются при использовании метода высокотемпературной обработки.
6. Ожидаемый эффект от применения предлагаемой технологии обезвреживания грязных промывных вод на Симферопольской водоочистной станции производительностью 80 тыс.м³/сут по предварительным подсчетам составит: экологический – 260 тыс. грн, экономический – 20 тыс. грн.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гироль Н.Н., Бойчук С.Д., Мякишев В.А., Копачевский А.М, Котовская Е.Е. Экономичные технологии обезвреживания производственных отходов городских водоочистных станций. Сборник научных трудов НАПКС, Вып. 11, Симферополь: НАПКС, 2005.
2. Гироль Н.Н., Гироль А.Н., Якимчук Б.Н., Бойчук С.Д., Котовская Е.Е. Методы обезвреживания производственных отходов водопроводных очистных сооружений. Сборник научных трудов НАПКС, Вып. 12, Симферополь: НАПКС, 2005.
3. Бойчук С.Д., Мякишев В.А., Пастушенко А.В., Котовская Е.Е., Гироль Н.Н. Разработка технологии производства керамического гравия из осадков водоочистной станции для их утилизации. Сборник научных трудов НАПКС, Вып. 15-16, Симферополь: НАПКС, 2006.

Михина В.А., инженер, Юрченко О.В., аспирант

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Роль анализа хозяйственной деятельности предприятий водопроводно-канализационного хозяйства

Учет и анализ очень активно участвуют в управлении производством и выборе экономической политики предприятия, способствует наиболее рациональному и экономному использованию трудовых, материальных и денежных ресурсов, позволяет своевременно и полно выявить резервы повышения эффективности работы предприятия.

Водопроводно-канализационное хозяйство, анализ деятельности, основные показатели, анализ выполнения плана, товарная продукция, структура водопотребления.

Целью деятельности предприятий является удовлетворение населения, предприятий и организаций в услугах по отпуску питьевой воды и отводу стоков при постоянном повышении качества услуг и культуры обслуживания, оказания других платных услуг в пределах компетенции.

ППВКХ действуют на основании законов Украины «О предприятиях в Украине», «О собственности», текущего законодательства и Устава предприятия.

ППВКХ является юридическим лицом, имеет самостоятельный баланс, расчетные и иные счета в учреждениях банка, круглую печать, штампы со своим полным наименованием.

Оценка деятельности управления предполагает проведение проверки выполнения плана по отдельным показателям. Поскольку такая проверка проводится сравнением фактических и плановых показателей, то обязательным условием является соблюдение сопоставимости данных, отраженных в учете.

Анализ хозяйственной деятельности связан с системой планирования. Связь экономического анализа с планированием выражается в том, что он дает возможность объективно оценить выполнение плана за отчетный период, определить положительные и отрицательные стороны, выявить резервы и разработать оптимальные пути и способы их мобилизации. Причем, анализ как непосредственно участвует в составлении планов, так и активно воздействует на их выполнение.[5]

Одним из основных показателей, которые непосредственно характеризуют работу СППВКХ, является денежная масса, полученная от оказания услуг и рассчитанная в условных единицах. Начальным этапом анализа выполнения плана по оказанию услуг, рассчитанному в условных единицах, является проверка обоснованности планового задания. Такая проверка производится путем определения соответствия планового задания фактическому объему оказанных услуг в предшествующем году, выполняемому сотрудниками предприятия. Кроме того, необходимо произвести сравнение показателей анализируемого отчетного периода прошлого года.

Определяются также проценты выполнения плана и изменения объема реализации продукции по сравнению с предыдущим годом.

Таблица 1

Анализ выполнения плана по отпуску услуг за расчетный год

Отпуск услуг	Объем реализации услуг (тыс.м ³)				Товарная продукция (тыс.грн.)			
	план	факт	абс.прир.	вып(%)	план	факт	абс.прир.	Вып(%)
Водопотребление								
Водоотведение								
Всего								

Абсолютный прирост определяется как разница между плановыми и фактическими показателями.

Влияние на колебания товарной продукции оказывает колебание объема реализации продукции, который зависит от своевременной подачи необходимого объема воды в сеть, незапланированных утечек воды и непроизводственных потерь.

Невыполнение плана по реализации воды и отводу стоков может объясняться снижением объемов реализации по крупным водопотребителям, а так же невыполнением абонентами своих обязательств в части полного забора договорного объема воды.

Натуральные показатели по услугам канализации и их выполнение связаны с отпуском воды и причины невыполнения идентичны. В случае большего выполнения плана по услугам водоотведения, чем водоснабжения, можно предположить, что это связано с деятельностью предприятий, имеющих свои скважины и не пользующиеся услугами водоканала.

Анализ влияния структуры водопотребления на товарную продукцию

Планирование реализации услуг ведется по трем направлениям:

- физическим лицам т.е. население,
- юридическим лицам т.е. различным предприятиям и организациям,
- полив, водопой скота и мойка автотранспорта.

Таблица 2.

Структура отпуска воды за расчетный год.

Наименование	Объем реализации услуг (тыс.м ³)			Структура %	
	план	факт	% выполн.	план	Факт
Население					
Предприятия					
Полив					
Всего				100	100

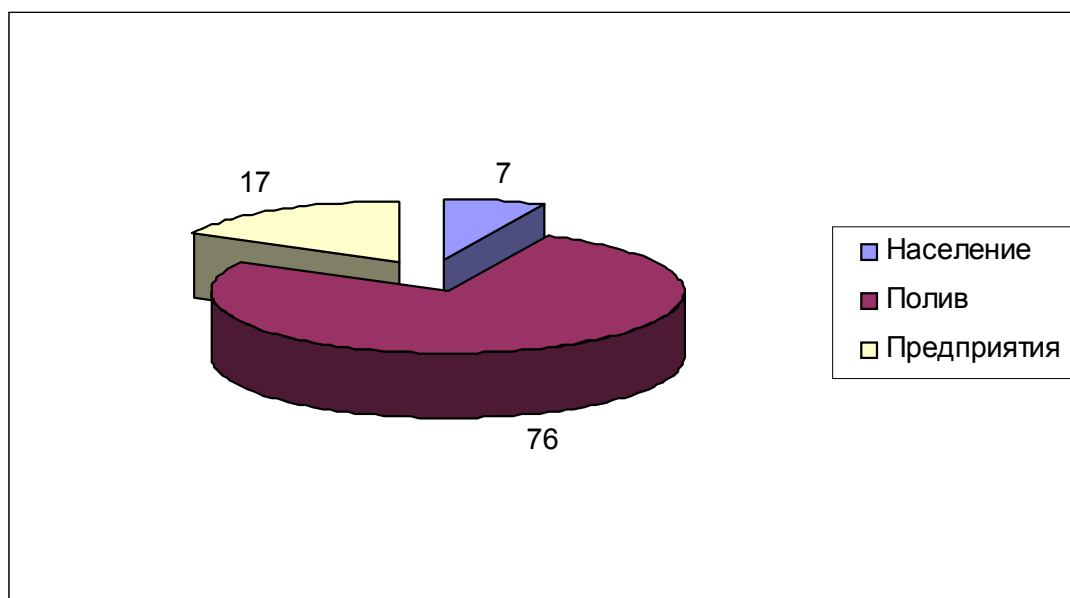


Рис. 1. Диаграмма структуры отпуска воды за расчетный год

По данным предприятий водопроводно-канализационного хозяйства наибольший удельный вес в общем объеме отпуска услуг занимает население.

Анализ влияния структуры водопотребления на товарную продукцию

Потребители	Объем реализации услуг (тыс.м ³)		Товарная продукция (тыс.грн.)			Отклонение
	план	факт	план	факт при плановой структ.	факт	dТП _{стр.}
	W _{пл.}	W _{факт.}	ТП _{пл.}	ТП _{пл.стр.}	ТП _{ф.}	
Население						
Полив						
Предприятия						
Всего						

Определяется коэффициент выполнения плана по объему водоснабжения (K_o), как отношение объема отпуска услуг к плановому:

$$K_o = W_{факт} / W_{план} \quad (1)$$

Если предположить, что объем реализации услуг изменился равномерно по всем потребителям воды в K_o раз, то товарную продукцию при плановой структуре можно определить по формуле:

$$ТП_{стр.пл.} = ТП_{пл.х.} \cdot K_o \quad (2)$$

Сравнивая товарную продукцию с фактической ($ТП_{ф.}$), определяют, какой из водопотребителей оказывает большее влияние на объем товарной продукции в целом.

Анализ влияния на товарную продукцию тарифов на воду.

Кроме объема и структуры реализации услуг на товарную продукцию влияют также тарифы. При составлении плана на товарную продукцию в расчете используют фактические тарифы прошлого года. Средние тарифы рассчитывают исходя из производственных затрат и рентабельности на предстоящий квартал, тарифы на водоснабжение и водоотведение всех потребителей устанавливаются правительством АРК для каждого района или города.

В какой степени каждый из трех факторов влияет на товарную продукцию определяют методом факторного анализа, используя следующую модель:

$$ТП = \sum (W_i \cdot J_i \cdot T_i) \quad (3)$$

где: W_i – объем реализации услуг водоснабжения,

J_i – структура реализации,

T_i – средний тариф.

1. Товарная продукция при плановых значениях всех факторов (тыс.грн):

$$ТП_{пл} = W_{пл}^{нас} \cdot T_{пл}^{нас} + W_{пл}^{пол} \cdot T_{пл}^{пол} + W_{пл}^{пр} \cdot T_{пл}^{пр} \quad (4)$$

2. Товарная продукция при фактическом объеме и плановой структуре (тыс.грн):

$$ТП_{стр.пл.} = ТП_{пл} \cdot K_o \quad (5)$$

3. Товарная продукция при фактическом объеме и фактической структуре (тыс.грн):

$$ТП_{стр.фак.} = W_{фак}^{нас} \cdot T_{фак}^{нас} + W_{фак}^{пол} \cdot T_{фак}^{пол} + W_{фак}^{пр} \cdot T_{фак}^{пр} \quad (6)$$

4. Товарная продукция при фактических значениях всех факторов (тыс.грн.):

$$ТП_{фак.} = W_{фак}^{нас} \cdot T_{фак}^{нас} + W_{фак}^{пол} \cdot T_{фак}^{пол} + W_{фак}^{пр} \cdot T_{фак}^{пр} \quad (7)$$

Анализируя полученные данные можно определить, как влияет на товарную продукцию уменьшение или увеличение:

объема реализации услуг – $ТП_{стр.пл} \cdot ТП_{пл}$ (тыс.грн.)

изменение структуры – $ТП_{стр.фак} \cdot ТП_{стр.пл}$ (тыс.грн.)

изменение средних тарифов – $ТП_{фак} \cdot ТП_{стр.фак}$ (тыс.грн.)

Сравнивая полученные данные можно сделать вывод, какой из показателей более других влияет на структуру производства и как в целом все факторы воздействуют на товарную продукцию:

$$ТП_{пл} + ТП_{стр.пл} + ТП_{фак} \quad (8)$$

ВЫВОД:

Возрастающая роль анализа хозяйственной деятельности предприятий обуславливается, прежде всего, тем, что он обеспечивает укрепление плановой дисциплины и действие принципов хозяйственного расчета, дает возможность наблюдать не только за состоянием и развитием экономики предприятия, но и активно на нее воздействовать.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия. Уч. пособие – М.: Укрперспектива, 1998 г.
2. Шеремет А.Д. Комплексный экономический анализ деятельности предприятия. – М.: «Экономика», 1995 г.
3. Караноз И.И., Самборский В.И. Теория экономического анализа, Киев: «Вища школа», 1998 г.

Рабешко С.М., инженер., Ступаченко Ю.В., инженер, проф.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Гидрологическое обоснование необходимости защиты г. Керчь от паводков

Приведена краткая характеристика водосборных бассейнов рек Мелек-Чесме, Катерлез и Булганак. Определены их основные гидрографические и морфометрические характеристики. Рассчитаны максимальные расходы ливневых паводков и объемы при 1% обеспеченности стока в черте г. Керчи.

Паводки, защита, гидрографическая схема реки, морфометрические характеристики, максимальный мгновенный расход воды, предельная интенсивность стока, паводковый сток.

На протяжении многих лет г. Керчь постоянно подвергается катастрофическим затоплениям при прохождении паводков, формирующихся на водосборных бассейнах рек Мелек-Чесме, Катерлез и Булганак, которые протекая через территорию города впадают в Керченский залив. В целях защиты от затопления г. Керчи возникла необходимость исследования формирования паводкового стока по данным рекам.

По сравнению с основными реками Крыма реки Керченского полуострова малоизученны.

Гидрометрические посты на реках Керченского полуострова отсутствуют, и наблюдения по ним не проводили.

Отсутствие мониторинга по стоку поверхностных вод данного района вызвало необходимость:

- сбора исходной информации и анализа теоретических разработок различных авторов и нормативных документов для определения параметров ливневого стока;

- исследования морфометрических и гидрографических характеристик водосборных бассейнов рек;

- исследования геологических и гидрогеологических особенностей Керченского полуострова.

Как известно реки Керченского полуострова являются маловодными - количество выпадающих осадков здесь не превышает 400 мм в год. Водный режим рек практически не изучен. Годовой ход уровней воды в реках характеризуется паводками в зимне-весенний период. Летом, как правило, поверхностного стока нет, за исключением выхода родников на поверхность. Питаются реки преимущественно за счет незначительных атмосферных осадков. Однако, в отдельные годы кратковременные ливневые паводки превосходят зимние и весенние, чаще всего они бывают в июне-июле, и проходят в течение нескольких часов. Осенне-зимние паводки слабо выражены, иногда бывают в декабре – январе. Высота и интенсивность паводков в низовьях рек увеличивается в связи с уменьшением потерь на просачивание вследствие засоленности почв летом и промерзания их зимой. Средняя интенсивность подъема уровня воды в реках весной составляет 0,1...0,2 м/сутки, максимальный – 0,5 м/сутки, которые чаще всего наблюдаются весной (март – апрель), или в начале лета (июнь). Единичные случаи отмечены в июле-августе.

Рельеф водосборных бассейнов обладает интенсивным горизонтальным и вертикальным расчленением, что придает этому району Керченского полуострова вид холмистой равнины, относящейся к эрозионно-денудационному типу.

Почвообразующими породами являются лессовидные глины, известняки и продукты их выветривания, которые препятствуют дренированию выпадающих атмосферных осадков.

Для оценки формирования стока были проведены исследования морфометрических и гидрографических характеристик рек. Гидрографические схемы рек представлены на рис. 1, 2, 3.

Дождевые паводки формируются в результате стекания дождевых вод по склонам, их добегания по гидрографической сети и суммирования элементарных расходов [1]. Поэтому формирование паводков обусловлено временем склонового и руслового добегания стока.

В связи с отсутствием данных гидрометрических наблюдений за стоком рек Мелек-Чесме, Катерлез и Булганак использовали методику нахождения максимальных расходов воды рек при дождевых паводках [2].

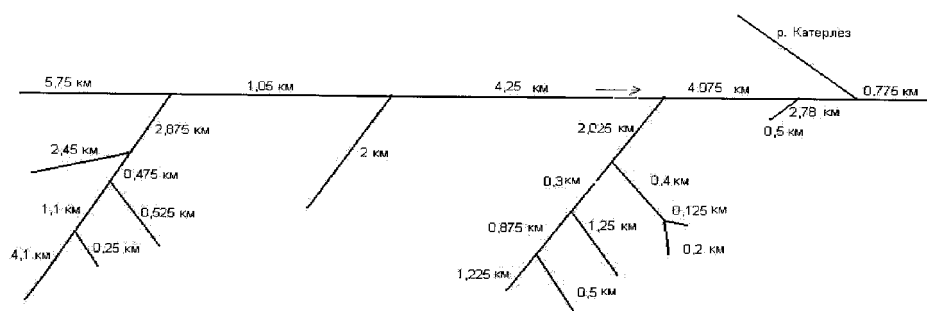


Рис. 1. Гидрографическая схема р. Мелек-Чесме

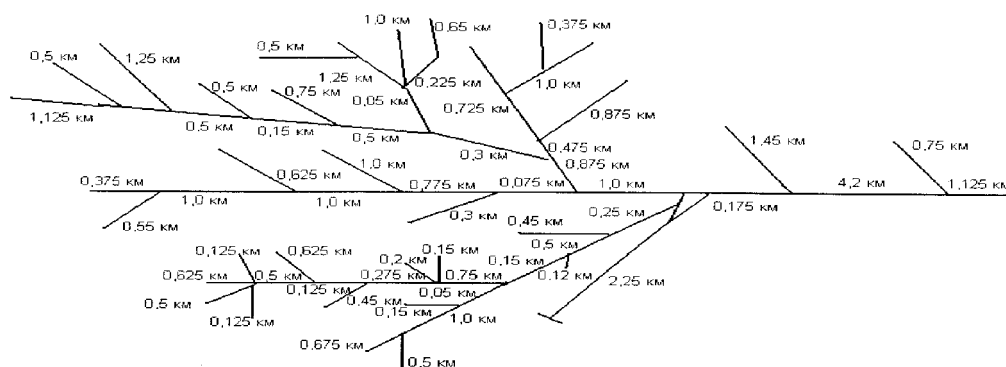


Рис. 2. Гидрографическая схема р. Катерлез

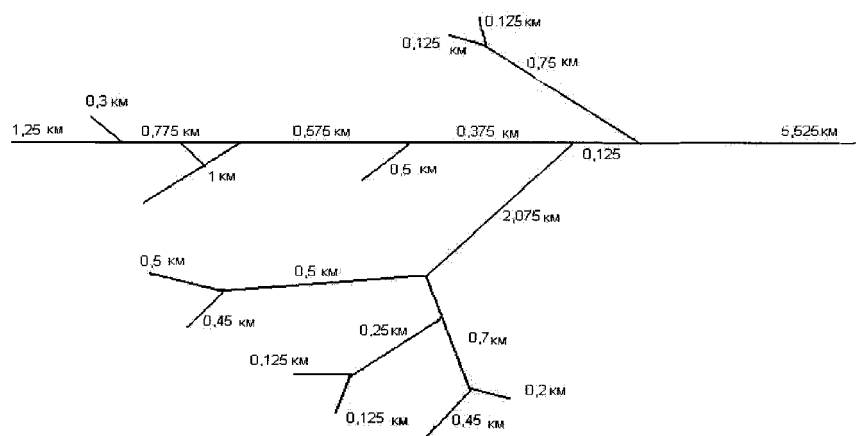


Рис. 3. Гидрографическая схема р. Булганак

Основные морфометрические характеристики рек приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные морфометрические характеристики рек

Название реки	Площадь водосбора, км ²	Длина реки, км	Притоки количество, шт. / длина, км	Средневзвешенный уклон русла, ‰	Средневзвешенный уклон склонов, ‰	Средняя длина склонов, км	Средняя высота водотока, м абс.
Мелек-Чесме	85,0	18,5	4/22,35	8,9	3,5	1,02	50,0
Катерлез	45,66	9,5	9/53,18	9,45	6,4	0,4	50,0
Булганак	23,87	8,4	5/8,4	13,4	7,0	0,8	37,0

Дождевые паводки формируются в результате стекания дождевых вод по склонам, их добега- ния по гидрографической сети и суммирования элементарных расходов [1]. Поэтому формирова- ние паводков обусловлено временем склонового и руслового добега- ния стока.

В связи с отсутствием данных гидрометрических наблюдений за стоком рек Мелек-Чесме, Катерлез и Булганак использовали методику нахождения максимальных расходов воды рек при дождевых паводках [2].

Максимальный мгновенный расход воды дождевых паводков при отсутствии данных гидро- метрических наблюдений для водосборов с площадями до 200 км² были определены по формуле предельной интенсивности стока

$$Q_{1\%} = q'_{1\%} \varphi H'_{1\%} \delta \lambda_{p\%} A, \quad (1)$$

где: $q'_{1\%}$ - максимальный модуль стока ежегодной вероятности превышения $P=1\%$, выражен- ный в долях от произведения $\varphi H'_{1\%}$ при $\delta = 1$ (δ - коэффициент, учитывающий снижение макси- мального стока, определяемый по прил.21 в зависимости от гидроморфометрической характе- ристики русла исследуемой реки, продолжительности склонового добега- ния $\tau_{ск}$ по прил.22); $H'_{1\%}$ - максимальный суточный слой осадков вероятностью превышения $P=1\%$, определяемый по дан- ным ближайшей к бассейну исследуемого водотока метеостанции; φ - сборный коэффициент сто- ка; $\lambda_{p\%}$ - переходной коэффициент от максимальных мгновенных расходов воды ежегодной веро- ятности $P=1\%$ к максимальным расходам другой вероятности, $\lambda_{1\%} = 1,0$ (прил.19); A - площадь водосборного бассейна реки.

Значения максимального суточного слоя осадков $H'_{1\%}$ вероятностью превышения $P=1\%$ и сбор- ного коэффициента стока φ определены по данным [3] и составили $H'_{1\%} = 125$ мм, $\varphi = 0,3$.

Продолжительность бассейнового добега- ния определена по формуле [2]

$$\tau_{\delta} = 1,2 \tau_p^{1,1} + \tau_{ск}, \quad (2)$$

где: $\tau_{ск}$ - продолжительности склонового добега- ния.

Продолжительность руслового добега- ния

$$\tau_p = \frac{1000L}{x_p i_p^x A^{1/4} q'_{1\%}}, \quad (3)$$

где: L - длина реки до рассматриваемого створа; x_p гидравлический параметр русла, (прил.18 [2]); x - параметр, определяемый по прил. 18 [2]; i_p - средневзвешенный уклон русла реки; A - площадь водосборного бассейна реки.

Расчетная продолжительность подъема паводка определена по формуле

$$t_{II} = \frac{1000 H'_{1\%} A \lambda'}{Q_{1\%cp.cym.}}, \quad (4)$$

где: $\lambda' = 0,65$, коэффициент формы паводка, определяемый по прил.31 [2]; $H'_{1\%}$ - максимал- ный суточный слой осадков вероятностью превышения $P=1\%$; A - площадь водосборного бассей- на реки; $Q_{1\%cp.cym.}$ - среднесуточный расход воды 1%-ной обеспеченности, определяемый по фор- муле

$$Q_{1\%cp.cym.} = \frac{Q_{1\%}}{K}, \quad (5)$$

где: $Q_{1\%}$ - максимальный мгновенный расход воды дождевых паводков; K - переходной коэф- фициент для паводков 1%-ной обеспеченности, определяемый по формулам в зависимости от периода года:

· за теплый период

$$K_1 = \frac{5850}{A^{0,8}(i_p + 3)^{1,2}}; \quad (6)$$

· за холодный период

$$K_2 = \frac{110}{A^{0,5}(i_p + 1,6)^{0,5}}. \quad (7)$$

Относительная погрешность формулы (6) находится в пределах $\pm 30\%$ и обеспечена на 77%, формулы (7) – в пределах $\pm 15\%$ и обеспечена на 87,5% [3]. Значения переходных коэффициентов заключены в пределах от 1 до 8...10 за теплый период года, и от 1 до 4 – за холодный. Полученные значения K_1 и K_2 вышли за указанные пределы, поэтому для расчета они были приняты равными их крайним значениям.

Расчетные максимальные расходы воды при дождевых паводках по рекам Мелек-Чесме, Катерлез и Булганак приведены в табл. 2.

Таблица 2

Максимальные расходы воды при дождевых паводках

Река	Склоновое время добегания, мин	Максимальный модуль стока	$Q_{1\%}, \text{ м}^3/\text{с}$	Русловое время добегания, мин.	Продолжительность бассейнового добегания, мин	За теплый период				За холодный период			
						K_1	$Q_{1\%} \text{ ср. сут., м}^3/\text{с}$	$t_{\text{п}}, \text{ сутки}$	$W_{1\%}, \text{ млн. м}^3$	K_2	$Q_{1\%} \text{ ср. сут., м}^3/\text{с}$	$t_{\text{п}}, \text{ сутки}$	$W_{1\%}, \text{ млн. м}^3$
Булганак	115	0,037	29,97	331	825	1	30,0	0,75	1,94	1	30,0	0,75	1,94
Катерлез	58	0,039	59,45	355	841	1	59,5	0,72	3,71	1	59,5	0,72	3,71
Мелек-Чесме	76	0,020	57,18	711	1836	1	57,2	1,39	6,88	1	57,2	1,39	6,88

Из табл. 2 следует, что объем стока паводковых вод по трем рекам в черте города Керчи составляет 12,53 млн. м^3 при норме годового стока 2,5 млн. м^3 . Расчетный расход ливневых паводков 1% обеспеченности составляет 146,7 $\text{м}^3/\text{с}$.

ВЫВОД:

Затопление города Керчи происходит при прохождении паводков 1% обеспеченности, которые формируются на площадях водосборных бассейнов рек Мелек-Чесме, Булганак и Катерлез в течение 1,4 суток расчетным расходом 146,7 $\text{м}^3/\text{с}$ в объеме 12,53 млн. м^3 . Причинами затопления является незарегулированность стока рек. Для предотвращения в будущем катастрофических затоплений города необходимо предусмотреть строительство комплекса противопаводковых гидротехнических сооружений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Литовченко О.Ф. Інженерна гідрологія та регулювання стоку: Підручник. – К.: Вища шк., 1999. – 360 с.: іл.
2. СНиП 2.01.14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик/Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1985. – 36 с.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР, т. 6, вып. 4. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1967 г.
4. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 448 с.

Рабешко С.М., инженер, Ступаченко Ю. В., инженер, проф.
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Комплекс гидротехнических сооружений для защиты г. Керчи от паводков

Рассмотрены вопросы целесообразности разработки принципиальной схемы строительства противопаводковых водохранилищ и прудов, а также мероприятий по регулированию русел рек Мелек-Чесме, Катерлез и Булганак для защиты города Керчи от затопления. Приведены технико-экономические показатели защитных гидротехнических сооружений. Даны рекомендации по комплексному использованию водных ресурсов региона.

Регулирование русел рек, противопаводковые водохранилища и пруды, защитные гидротехнические сооружения, компоновка гидроузла, технико-экономические показатели строительства, комплексное использование водных ресурсов.

Ущерб, наносимый г. Керчи паводковыми потоками, за последние пять лет составил более 15 млн. грн., и это только на откачку воды, очистку подвалов и улиц от грязи и мусора. Точную цифру ущерба установить практически невозможно, т.к. население восстанавливает жилье и дворовые усадьбы за свой счет.

Проведенные исследования в области формирования паводка и его стока по склонам рек Мелек-Чесме, Булганак и Катерлез показали, что катастрофические паводки 1% обеспеченности (1 раз в 100 лет) проходят со следующими расходами и объемами, (табл.1).

Таблица 1

Расчетные расходы и объемы ливневых паводков 1% обеспеченности в черте г. Керчи

№	Наименование реки	Расход $Q_{1\%}$, $\text{м}^3/\text{с}$	Объем стока $W_{1\%}$, млн. м^3
1	2	3	4
1	р. Булганак	29,6	1,94
2	р. Катерлез	59,5	3,71
3	р. Мелек-Чесме	57,2	6,88
Всего		146,3	12,53

Анализ территории города Керчи и водосборных бассейнов рек Мелек-Чесме, Булганак и Катерлез показали, что причинами затопления города являются:

1. Изменение в глобальном и, соответственно, региональном масштабе атмосферных процессов влагопереноса как в количественном выражении, так и в сокращении сроков их периодичности.
2. Практически полная незарегулированность стока по трем рекам. Суммарная емкость существующих противоэрозионных прудов составляет около 500 тыс. м^3 , при объеме паводка 1% обеспеченности – 12,53 млн. м^3 .
3. Отсутствие оперативного управления на гидротехнических сооружениях по аккумулярованию ливневого паводка в имеющихся противоэрозионных прудах.
4. Недостаточная пропускная способность в черте города существующих закрытых коллекторов русел рек Катерлез и Булганак (соответственно 2 трубы диаметром 1000 мм, расходом до 3,2 $\text{м}^3/\text{с}$ и 2 трубы диаметром 800 мм, расходом до 2 $\text{м}^3/\text{с}$).
5. Снижение пропускной способности существующих естественных русел рек за счет увеличения их «шероховатости» из-за заиленности русел и застройки прибрежной защитной полосы – 25 метров от уреза воды по левому и правому берегам, что является нарушением статьи 88 Водного кодекса Украины от 21.09.2000 г. №1990-III.
6. Отсутствие в городе системы дренажа и ливневой канализации необходимой пропускной способ-

ности.

7. Техническое неправильное решение по устройству бетонного парапета крепления русла реки Мелек-Чесме в черте г. Керчи, который приводит к подпору воды на 0,6...0,8 м во время прохождения паводка в застроенной территории города.

8. Пропускная способность искусственного русла реки Мелек-Чесме в пределах г. Керчи составляет до 30 м³/с, а паводковых расход 1% обеспеченности составляет 117 м³/с.

Для предотвращения в будущем повторения затопления г. Керчи ливневыми паводками, время наступления и величина которых не могут быть заранее спрогнозированы, необходимо разработать схему создания противопаводковых водохранилищ и прудов, а также мероприятия по регулированию русел рек для защиты города от затопления.

Мероприятия по регулированию русел рек должны включать:

- очистку в черте города русел рек Булганак, Катерлез, Мелек-Чесме от ила, наносов и мусора;
- очистку от наносов и мусора мостов, трубопереездов и существующих ливневых коллекторов;
- понижение устья реки Катерлез при его впадении в русло реки Мелек-Чесме.

Для предотвращения затопления города схема создания защитных гидротехнических сооружений должна включать водохранилища и пруды общей емкостью достаточной для перехвата паводков 1 % обеспеченности.

Особенностью защитных гидротехнических сооружений является то, что емкости водохранилищ и прудов должны быть постоянно готовы к приему паводка, т.е. находится в сработанном (пустом) состоянии.

После анализа топографических условий в исследуемом районе были определены створы размещения противопаводковых водохранилищ и прудов, (рис.1), которые обеспечат перехват паводка в объеме 7,49 млн. м³, (табл.2).

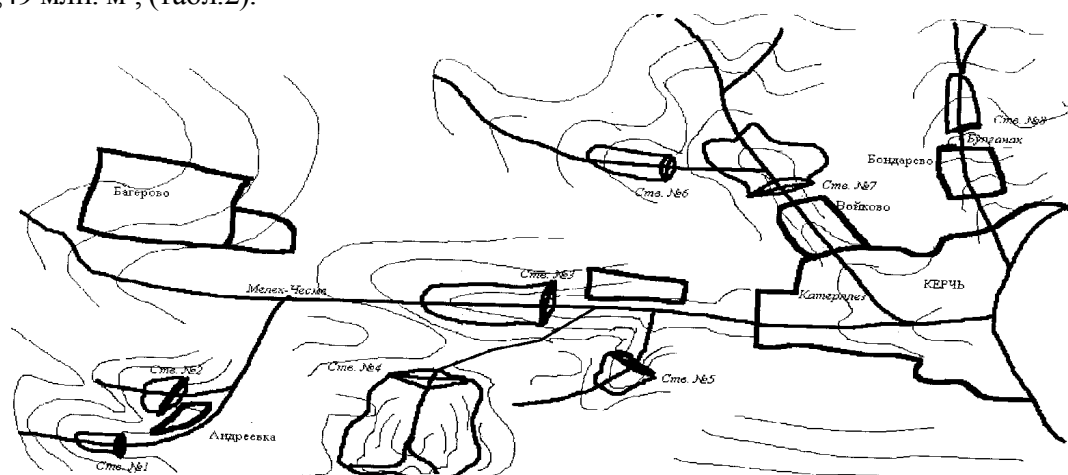


Рис. 1. Схема расположения створов противопаводковых водохранилищ и прудов для защиты г. Керчи от затопления

Таблица 2

Объем противопаводковых водохранилищ и прудов по расчетным створам

Характеристика	Створы							Всего
	1	2	3	5	6	7	8	
Площадь водосбора, км ²	5,1	2,54	36,9	6,74	16,9	15,9	8,14	92,22
Объем водохранилища (пруда), млн. м ³	0,41	0,21	2,99	0,55	1,38	1,29	0,66	7,49

Примечание: створ №4 противопаводкового водохранилища на реке Мелек-Чесме не рассматривался, т.к. существует разработанный проект водохранилища по данному створу для водоснабжения г. Керчи объемом до 30 млн. м³.

Объемы паводка, не перехваченные аккумулялирующими емкостями, будут сбрасываться по су-

ществующим руслам рек Мелек-Чесме, Катерлез и Булганак.

По технико-экономическим показателям разработанная схема расположения противопаводковых емкостей наиболее рациональная. Она исключает возможность затопления населенных пунктов в районе проектируемых водохранилищ и прудов, которые будут размещаться на землях, неиспользуемых в сельскохозяйственном производстве.

Для расчета регулирования паводка, компоновки сооружений гидроузлов и определения их технических характеристик были построены гидрографы для каждого расчетного створа, (рис. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8).

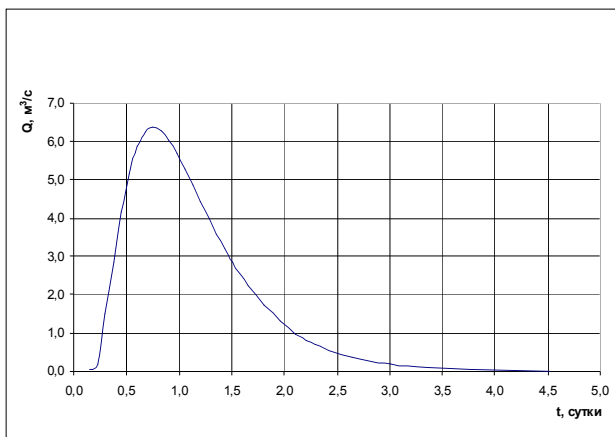


Рис. 2. Расчетный гидрограф стока паводка в створе №1 р. Мелек-Чесме

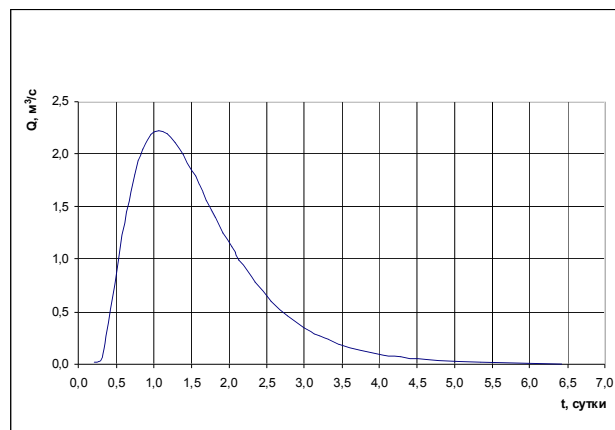


Рис.3 Расчетный гидрограф стока паводка в створе №2 р. Мелек-Чесме

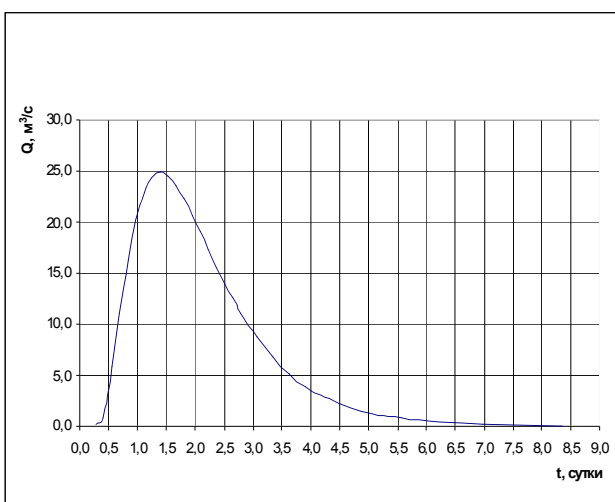


Рис. 4. Расчетный гидрограф стока паводка в створе №3 р. Мелек-Чесме

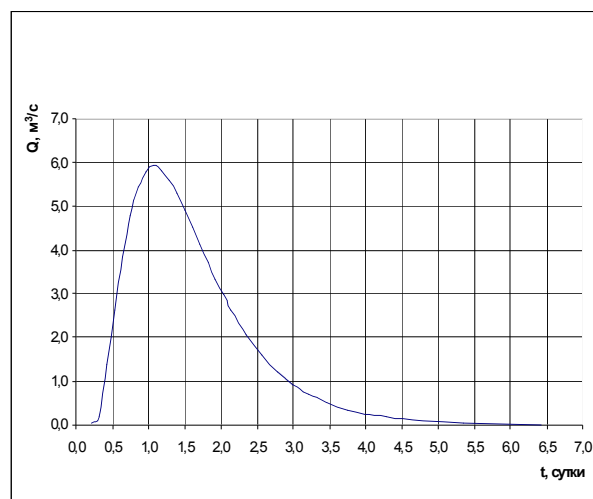


Рис.5 Расчетный гидрограф стока паводка в створе №5 р. Мелек-Чесме

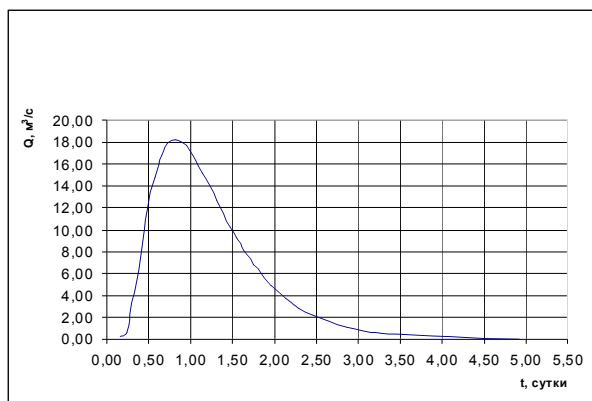


Рис. 6 Расчетный гидрограф стока паводка в створе №7 р. Катерлез

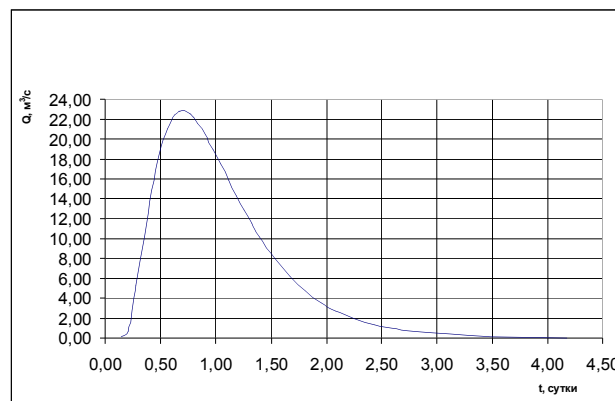


Рис.7 Расчетный гидрограф стока паводка в створе №6 р. Катерлез

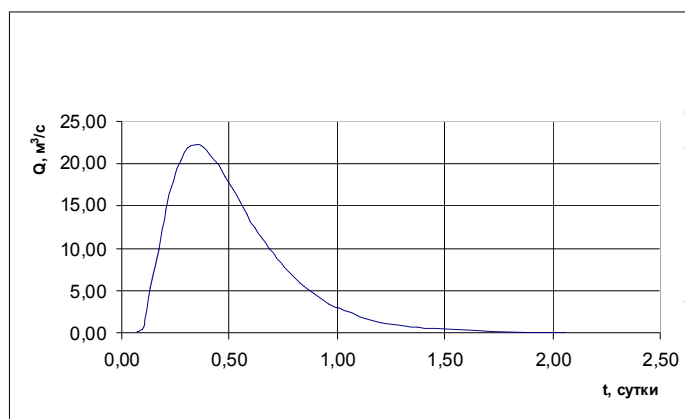


Рис. 8. Расчетный гидрограф стока паводка в створе №8 р. Булганак

Из графиков приведенных гидрографов следует, что время формирования паводков невелико (до 1,40 суток), поэтому емкости противопаводковых водохранилищ и прудов должны быть достаточны для приема расчетных объемов паводка. Компонировка сооружений гидроузлов включает:

- грунтовую плотину высотой, обеспечивающей создание емкости заданного объема;
- водосброс сифонного типа для пропуска паводковых вод;
- открытого водосброса автоматического действия для повышения надежности гидроузла;
- донный водовыпуск для полного опорожнения аккумулирующей емкости.

Технико-экономические показатели сооружений гидроузлов приведены в табл. 3.

Таблица 3

Технико-экономические показатели сооружений гидроузлов по створам

Характеристика	Створы							Всего
	1	2	3	5	6	7	8	
1. Плотины грунтовые								
Высота, м	9,36	6,15	12,49	9,55	12,0	7,15	9,85	
Длина, м	150	350	735	275	250	400	225	
Объем насыпи, тыс. м ³	25,11	29,0	203,9	47,62	64,0	42,4	41,1	453,1
Стоимость, тыс. грн.	376,7	434,0	3058,0	714,3	960,0	636,0	617,0	6797,0
2. Аварийные водосбросы открытые								
Расход, м ³ /с	3,46	1,72	25,0	4,57	11,45	10,77	5,51	62,48
Стоимость, тыс. грн.	172,0	85,7	1244,0	227,3	570,0	536,0	275,0	3110,0
3. Сифонные водосбросы								
Количество, штук	3	3	3	3	3	3	3	21
Диаметр, м	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
Стоимость, тыс. грн.	69,99	46,0	93,39	71,41	89,4	53,5	73,7	497,2
4. Донные водовыпуски								
Количество, штук	1	1	1	1	1	1	1	7
Диаметр, м	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
Длина, м	243,6	160,0	325,0	248,5	311,0	186,0	256,0	1730,0
Стоимость, тыс. грн.	165,4	109,0	220,7	168,7	211,0	126,0	174,0	1175,0
5. Устройство дренажных банкетов из камня d=20...40 см								
Объем, тыс. м ³	0,57	1,33	2,8	1,05	0,95	1,52	0,96	9,09
Стоимость, тыс. грн.	121,6	284,0	596,4	223,1	203,0	325,0	183,0	1935,0
6. Общая стоимость								
Всего, тыс. грн.	905,7	959,0	5213,0	1405,0	2034,0	1677,0	1321,0	13514,0

Из табл. 3 следует, что общая стоимость строительства объектов по защите города Керчи от затопления составляет 13514 тыс. грн. По данным МЧС ежегодный ущерб, наносимый паводком, составляет 3000 тыс. грн. Следовательно, срок окупаемости комплекса защитных гидротехнических сооружений, составит 4,5 года.

Кроме того, объем паводкового стока, перехваченный аккумулирующими емкостями, может быть использован для водоснабжения г. Керчи. Комплексное использование водных ресурсов может быть реализовано по следующей схеме: вода из прудов (створы №1 и №2) по существующему руслу притока р. Мелек-Чесме самотеком поступает в водохранилище (створ №3), из которого её при помощи насосной станции перекачивают в Керченское водохранилище (створ №4), с последующим использованием на нужды города. Из Керченского водохранилища вода расходом, пре-

дусмотренным на санитарные попуски $0,6 \dots 0,8 \text{ м}^3/\text{с}$, поступает на минигидроэлектростанцию, где генерируется мощность 50 кВт. Полученная электроэнергия используется для перекачки воды насосной станцией из водохранилища (створ №3) в Керченское водохранилище (створ №4), объем которого по топографическим условиям может достигать $3,6 \text{ млн. м}^3$.

ВЫВОДЫ

1. Для предотвращения затопления города Керчи от паводков необходимо создание комплекса защитных гидротехнических сооружений, расположенных на водосборных бассейнах рек Мелек-Чесме, Катерлез и Булганак.
2. Срок окупаемости капитальных вложений в создание противопаводкового комплекса гидротехнических сооружений составит 4,5 года, что значительно меньше нормативного.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Литовченко О.Ф. Інженерна гідрологія та регулювання стоку: Підручник. – К.: Вища шк., 1999. – 360 с.: іл.
2. СНиП 2.01.14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик/Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1985. – 36 с.
3. СНиП 2.06.15-85. Инженерная защита территории от затопления и подтопления/ Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1985. – 21 с.
4. Гидротехнические сооружения/Н.П. Розанов, Я.В. Бочкарев, В.С. Лапшенков и др.; Под ред. Н.П. Розанова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 432 с., ил.

Рубцов А.В., инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Анализ использования источников энергии на Украине и в Крыму

Рассмотрен пути развития энергетики, с учетом охраны окружающей среды. В статье проведен анализ структуры энергетики, в частности, таких отраслей, как электроэнергетика и нефтегазовая промышленность Украины и Крыма.

Нетрадиционные возобновляемые источники энергии, анализ структуры энергетики, топливно-энергетические ресурсы

В настоящее время во всем мире наблюдается повышенный интерес к использованию в различных отраслях экономики нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ). Ведется бурная дискуссия о выборе путей развития энергетики. Это связано, прежде всего, с растущей необходимостью охраны окружающей среды.

Движущей силой этого процесса являются происходящие изменения в энергетической политике стран со структурной перестройкой топливно-энергетического комплекса, связанной с экологической ситуацией, складывающейся в настоящее время как переходом на энергосберегающие и ресурсосберегающие технологии в энергетике, так и в промышленности и в жилищно-гражданском комплексе.

Ежегодно в мире увеличивается число международных симпозиумов, конференций и встреч ученых и специалистов, рассматривающих состояние и перспективы развития этого направления энергетики.

Значительное внимание этой проблеме уделяется организациями, входящими в ООН, такими как ЮНЕСКО, ЕЭК, ЮНЕП, ЮНИДС, а также другими межправительственными и неправительственными международными организациями. Выделяются значительные средства на работы в области НВИЭ из целевых ассигнований ЕЭС, Европейского фонда национального развития, Евроатома и других организаций.

Приближающаяся угроза топливного «голода», а также загрязнение окружающей среды и тот факт, что прирост потребности в энергии значительно опережает прирост ее производства, вынуждает многие страны с новых позиций обратить внимание на энергию солнечных лучей, ветра, текущей воды, тепла земных недр, то есть на энергию, большая часть которой растворяется в пространстве, не принося ни вреда, ни пользы.

В настоящее время на производство тепла и электричества расходуется ежегодно количество тепла, эквивалентное примерно 1000 трлн. баррелей нефти, сжигание которых сильно засоряет атмосферу Земли.

В 1990 г- первое место по объему бюджетных ассигнований на НИОКР в области НВИЭ сохранялось за США, второе у Японии, у Германии третье, далее следуют Италия, Испания, Великобритания и Нидерланды. Отмечается также некоторая смена приоритетов в отношении к различным видам НВИЭ. Первое место принадлежит теперь солнечной энергетике, второе биоэнергетике, которая несколько оттеснила ветроэнергетику. Последнее объясняется тем, что многие ветроэнергетические проекты не доведены до промышленной и коммерческой стадии. Третье место осталось за геотермальной энергетикой. В «Белой книге» ООН (1992 г.), посвященной роли НВИЭ приведена оценка удельных затрат на строительство энергетических установок на нетрадиционных возобновляемых источниках энергии.

Ожидаемая стоимость в долларах 1 кВт установленной мощности в 2007 г. оценивается: для ТЭС на угле мощностью 300 МВт 2283, для группы ветроустановок мощностью 75 МВт 1434- Для электростанций на биомассе мощностью 40 МВт 7085, ГеоТЭС мощностью 113 МВт 1527, солнечные электростанции модульного типа мощностью 30 МВт 4497, фотоэлектрические станции мощностью 100 МВт 3800 МВт 4200. Доля НВИЭ в мировом топливно-энергетическом балансе мира в 1985 г. составила 17,6%, в том числе гидроэнергия 5,8% (доля среди НВИЭ 33%), биомасса

из природных источников и энергетических плантаций 10,3% (58% всех НВИЭ), отходы сельского хозяйства 1,2%. Ожидается, что к 2000 г. вклад НВИЭ возрастет до 4807 млн. т. условного топлива, при этом гидроэнергия составит 26%, солнечная энергия 6%, древесное топливо 49%, отходы 15%, энергия ветра 1,8%. К 2020 г. при общем потреблении НВИЭ примерно 6944 млн. т. условного топлива, доля различных источников составит соответственно 25; 9,6; 42 и 13,3%.

Учитывая все более обостряющиеся проблемы защиты окружающей среды, сделана попытка оценки предельных значений возможного использования энергии. В одном из прогнозов отмечается, что для предотвращения катастрофического загрязнения окружающей среды и сохранения разнообразия биологических видов на Земле потребление энергии на одного человека в среднем не должна превышать 80 ГДж/год.

В настоящее время в США оно составляет 280, в Великобритании 150 ГДж. В одном из прогнозов, разработанных в Испании, проведена оценка возможного потенциала использования НВИЭ в мире. Технический гидропотенциал мира оценен в 1350 ГВт.

По прогнозу развития использования НВИЭ, выполненному в США указывается, что ресурсы НВИЭ в США более чем в 500 раз превышают объемы их потребления и более чем в 10 раз ресурсы органического и ядерного топлива. К 2030 г. НВИЭ могут дать энергию, эквивалентную 50-70 современного уровня потребления энергии. НВИЭ, преимущественно биомасса и гидроресурсы, удовлетворяют сейчас примерно 20% мировой потребности в энергии, а энергия биомассы 35% энергетических потребностей развивающихся стран. Гидроэнергия и биомасса удовлетворяют более 50% энергетических потребностей Норвегии. [1]

В промышленно развитых странах потребность в низкотемпературном тепле составляет 30-50% общей потребности в энергии, а в развивающихся странах еще больше. Через несколько десятилетий с помощью солнечной энергии будет производиться нагрев почти всей требующейся воды, а пассивные системы отопления и охлаждения зданий снизят потребность в энергии для этих целей примерно на 80%.

На Кипре, в Израиле, Японии и Иордании 25-65% потребности в горячей воде обеспечивают гелиотермические установки.

В конце 1989 г. мощность электрогенерирующих установок в странах ЕС на НВИЭ составила 1718 МВт. Например, в Португалии мощность установок на биомассе составила 201 МВт, на городских и промышленных отходах в Германии 194, в Нидерландах - 164 МВт. В Италии мощность геотермальных установок составила 521 МВт (всего в странах ЕС 559 МВт). Франция единственная страна, обладающая крупной электростанцией 240 МВт. Дания обладает 77% (253 МВт) всех ветроустановок ЕС, Нидерланды 40 МВт.

В странах ЕС реализовалась третья четырехлетняя программа в области НВИЭ, принципиальной целью которой являлось повышение конкурентоспособности Европейской промышленности высоких технологий на мировом рынке, в сравнении с промышленностью США и Японии. Важнейшим достижением первых двух программ НИОКР были признаны разработка проекта солнечной электростанции башенного типа, строительство 15 гелиоэнергетических установок мощностью до 300 кВт внедрение технологий по использованию энергии биомассы и геотермальной энергии. В мире эксплуатируется свыше 100 тыс. ветроэнергетических установок общей мощностью 2500 МВт, в том числе более 16 тыс. в США. Согласно прогнозу МИРЭС, на долю НВИЭ в 2020 г. будет приходиться 1150 - 1450 млн. т условного топлива (5,6 - 5,8% общего энергопотребления). При этом прогнозируемая доля отдельных видов НВИЭ составит: биомасса 35%, солнечная энергия 13%, гидроэнергия 16%, ветроэнергия 18%, геотермальная энергия 12%, энергия океана 6%. [5]

В ближайшее время мощность пяти ветроэлектростанций Крыма возрастет на 15 МВт и достигнет 50 МВт. Совмин Крыма планирует сделать это, прежде всего, за счет увеличения мощностей Тарханкутской и Сакской станций. Как сообщила журналистам начальник управления ветроэнергетики и альтернативных источников энергии МинТЭК Крыма Наталья Маслова, наращивание мощности станций могло бы произойти раньше, если бы не изменение системы их финансирования в этом году. Ранее средства на развитие ветроэнергетики поступали из специального

фонда, а сейчас из госбюджета. В этом году финансирование развития этого сектора энергетики было начато только в июле, отметила Н. Маслова. Она подчеркнула, что с начала года 327 ветроагрегатов Крыма выработали более 16 млн. кВт/ч, что составляет почти годовую выработку прошлого года. С начала эксплуатации они выработали более 63 млн. кВт/ч. Сейчас в Крыму эксплуатируется 35 МВт мощности ВЭС, что составляет более 70 % от всех ветроэнергетических мощностей Украины. К 2010 году рациональные масштабы сооружения ветроэлектростанций в Крыму оцениваются в 400 МВт. Заместитель председателя Совета министров АРК Геннадий Бабенко планирует принять участие в международном семинаре, посвященном использованию геотермальных источников энергии, который пройдет 6-10 октября в Сочи. Власти Крыма стремятся сейчас получить гранты от международных финансовых институтов для реализации проектов, связанных с использованием геотермальных источников энергии. В Крыму насчитывается 310 термальных источников, 240 из них уже исследованы, а опытная эксплуатация ведется только в Медведевке Джанкойского района и Янтарном Красногвардейского района.

Совет министров АРК достиг с Государственным комитетом Украины по энергосбережению предварительной договоренности о совместном строительстве пилотной мини-ГЭС на Партизанском водохранилище. Мини-ГЭС создается для проведения комплекса гидродинамических испытаний и отработки вопросов эксплуатации таких станций. По словам Н Масловой, для Крыма перспективным является использование мини-ГЭС на объектах водоснабжения, канализации и орошения.[7]

По предварительным расчетам, при использовании гидроузлов Крыма можно дополнительно получить 16 МВт электроэнергии от экологически чистых источников. Запуск в строй мини-ГЭС позволит примерно на 86 % сократить энергозатраты, необходимые для работы водных насосов на водохранилище. Для реализации этого проекта необходимо около 44 тысяч грн. Сейчас в Крыму действуют всего 5 мини-ГЭС, общей мощностью 163 кВт.

Трудно переоценить влияние, которое оказывает энергетическая сфера на жизнедеятельность населения и национальную безопасность Украины. После нефтяных кризисов 1973 и 1979 гг. и особенно после Чернобыльской катастрофы, ограничившей развитие атомной энергетики, взгляды специалистов на энергетическую отрасль несколько изменились. По их мнению, энергетический кризис, который переживает Украина в настоящее время, связан, в первую очередь, с недостатком собственных топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), который приходится выполнять за счет импорта угля, нефти и природного газа, а также неэффективностью их использования на местах потребления.[6]

В настоящее время кризисное состояние отраслей энергетики характеризуется в первую очередь большими задолженностями потребителей по оплате угля, газа, нефтепродуктов, электрической и тепловой энергии. Только за электроэнергию задолженность составляет свыше 2,5 млрд. долл. При этом наиболее надежным плательщиком является население, которое оплатило около 70% потребленной энергии и 80 % стоимости использованного газа.

Снижение энергопотребления, в том числе природного газа и электроэнергии, обусловлено главным образом падением производства. Определенное влияние на уменьшение энергопотребления оказал рост цен на энергоресурсы. Цена на электроэнергию в 2004г. возросла по сравнению с 1990г. для бытовых потребителей более чем в 20 раз, в промышленности в 35 раз и составила соответственно 4,4 и 3,5 – 3,8 цента за 1 кВт-ч. Государство принимает активное участие в регулировании цен на электроэнергию, в частности, в установлении верхнего предела цены на электроэнергию, потребляемую в быту. Такое же участие государство принимало в установлении верхнего предела цены на газ для бытовых потребителей. До октября 1997 г. оно выплачивало из бюджета 20%-ную дотацию за газ, потребляемый в быту, при его цене 83 долл. за 1000 м3 (с учетом транспорта газа). Сейчас для бытовых потребителей установлена цена на природный газ в размере 62 долл. за 1000 м3 при наличии газового счетчика и 70 долл. при его - отсутствии. Цены на тепловую энергию в 1990-1995 гг. менялись значительно чаще, чем на остальные энергоносители. Особенно выросла цена на тепловую энергию для бытовых потребителей: так, в 1996 г. она увеличилась в 129 раз по сравнению с 1990г. В настоящее время средняя цена за 1 Гкал тепла составляет:

для промышленности 28,9, Для бытовых потребителей 16 долл.

Таким образом, переход к рыночной экономике существенно повлиял на увеличение цен на энергоресурсы, что осложнило платежную способность потребителей. Большие задолженности по оплате энергоресурсов отрицательно сказались на эффективности работы энергетических отраслей и блокировали их деятельность в направлении дальнейшего развития и модернизации энергетического оборудования. Более 70% оборудования тепловых электростанций Украины требуют замены или модернизации, угольная промышленность нуждается в реструктуризации шахтного фонда, оборудование гидроэлектростанций Днепровского каскада физически и морально устарело. В электроэнергетике предусматривается ввод в эксплуатацию по одному блоку мощностью 1000 МВт на Ровенской и Хмельницкой АЭС, в процессе модернизации тепловых электростанций намечается использование парогазовых циклов.

При проведении энергетической политики основные усилия государства направлены на увеличение доли производства собственных энергоресурсов (сейчас до 50% топлива импортируется), а также на дальнейшую диверсификацию источников их импорта. Как уже отмечалось, с падением объемов производства потребление энергоресурсов существенно снизилось. Если рассмотреть энергопотребление по отраслям, то видно, что наиболее значительное снижение потребности произошло в промышленности. Самые низкие темпы снижения потребности в конечной энергии и природном газе наблюдаются в бытовом секторе, более того, потребность в электрической энергии по сравнению с 1990г. даже несколько возросла.

Прежде чем рассмотреть состояние приватизации энергетики и возможности прямых зарубежных инвестиций, необходимо проанализировать структуру энергетики, в частности, таких отраслей, как электроэнергетика и газовая промышленность. Руководящим и координирующим органом в электроэнергетике является Министерство энергетики Украины. В его структуру входят 4 генерирующие компании и 27 региональных распределительных компаний (25 областных и 2 городских). Вся продажа электроэнергии потребителям осуществляется через региональные распределительные компании. Газовой промышленностью управляет Государственный комитет нефтяной, газовой и нефтеперерабатывающей промышленности Украины. В его структуру входят два акционерных общества «Укргазпром» (добыча, переработка, транспорт, сбережение газа) и «Укргаз» (реализация газа потребителям). АО «Укргазпром» состоит из 8 региональных дочерних предприятий, АО «Укргаз» имеет в своем составе 25 областных и 2 городских региональных организации по реализации газа потребителям. На газовом рынке Украины существует также сеть крупных газотрейдеров (их количество меняется ежегодно, в среднем 5 - 7 трейдеров). По новым правилам получить лицензию на поставку в Украину газа может практически каждая фирма при соответствующем оформлении документов. Упраздняется практиковавшийся в последнее время территориальный принцип функционирования газового рынка, при котором вся территория государства была поделена между крупными газотрейдерами. При такой схеме у потребителей конкретного региона не было выбора, так как поставщик был практически один. Процесс приватизации в Украине идет пока недостаточно активно. Практически приватизированы все малые и средние предприятия, а из крупных государственных промышленных предприятий приватизировано около 50 %. Можно отметить две основные причины низких темпов приватизации; отсутствие эффективных механизмов приватизации, что приводит к злоупотреблениям и наносит значительный ущерб государству; существование достаточно сильной оппозиции левых сил в Верховном Совете и на местах.

Приватизация предприятий энергетического комплекса начата в 1996г. Сейчас уже приватизировано большинство областных распределительных компаний в электроэнергетике, при этом предусмотрено, что доля государства в акциях областных распределительных компаний составит 26 %. Доля государства в пакетах акций генерирующих компаний определена в размере 51%.

Практически процесс масштабной приватизации начат только в электроэнергетике, продвижение в этом направлении в других энергетических отраслях пока незначительно. Это одна из причин отсутствия прямых зарубежных инвестиций в энергетику. В настоящее время реализуется инвестиционный проект по реконструкции гидроэлектростанций р. Днепр стоимостью 120 млн.

долл., из которых доля прямых зарубежных инвестиций составляет 90 млн. долл. Рассматриваются варианты использования прямых зарубежных инвестиций в проектах реконструкции Старобешевской, Змиевской и Криворожской тепловых электростанций, а также в проектах реструктуризации предприятий угольной промышленности.

Теплоснабжение промышленных и бытовых потребителей основывается на использовании централизованных теплоисточников, их доля превышает 80%. В 1996г. отпуск тепла потребителям от централизованных источников составил 8 млн. Гкал, или ЮГЗД ПДж.

В настоящее время в структуре централизованного теплоснабжения наибольший удельный вес имеют котельные установки 62%, доля тепловых электростанций составляет 33 %, утилизационных установок 4,8 %, остальная выработка тепла (0,2%) осуществляется прочими установками. Тепловая мощность теплоэлектроцентралей составляет 132,8 тыс. ГДж/ч, котельных - 7°8,9 тыс. ГДж/ч.

Анализ показывает, что в структуре мощностей ТЭЦ Украины около 40% составляет энергетическое оборудование, рассчитанное на низкие и средние параметры пара (4 и 9 МПа), которое физически устарело и находится в критическом состоянии. Здесь прежде всего стоит задача вывода этого оборудования из эксплуатации и перевода ТЭЦ в режим работы котельных. Количество централизованных котельных мощностью более 84 ГДж/ч составляет 2780, при этом средняя мощность одной котельной 255 ГДж/ч.

Следует отметить основные отрицательные моменты систем централизованного теплоснабжения в Украине: низкая надежность транспорта тепла и большие эксплуатационные затраты (значительно выше проектных) на ремонт тепловых сетей; недостаточно гибкое регулирование режимов теплоснабжения, что снижает комфортность и приводит к потерям тепловой энергии; большой процент физического износа оборудования.

Согласно статистике потери тепла при централизованном теплоснабжении составляют выше 17% общего количества - тепловой энергии, передаваемой потребителям.

При дальнейшем развитии теплоснабжения Украины и техническом перевооружении всей теплоэнергетики необходимо учитывать два основных взаимоисключающих фактора: снижение доли централизации. в связи с предполагаемым массовым индивидуальным жилищным строительством, с одной стороны, и необходимость увеличения удельного веса теплофикационной выработки электроэнергии в связи с резким удорожанием органического топлива и возникающими проблемами топливообеспечения с другой. Развитие теплофикации предполагает использование новых прогрессивных технологии: внедрение парогазовых ТЭЦ с утилизацией тепла по схеме высокотемпературных и низкотемпературных подогревателей на базе отечественного и импортного оборудования, в частности, внедрение парогазовых ТЭЦ по схеме высокотемпературных подогревателей при внутрицикловой газификации угля на паровоздушном дутье, а также с парогенераторами с кипящим слоем; совершенствование паротурбинного цикла путем утилизации тепла уходящих газов при охлаждении их ниже температуры точки росы; организация процесса сжигания природного газа с утилизацией тепла, что позволяет снизить расход газа на 10 - 12% и вредные выбросы на 50 - 60%. Украина располагает значительными ресурсами нетрадиционных возобновляемых источников энергии (солнечная и геотермальная энергия) для получения тепла. Однако при современном уровне развития техники их широкое использование затруднено из-за неконкурентоспособности в сравнении с традиционными источниками, так как государство практически не вкладывало средства в создание нужных технологий и оборудования. Вовлечение в энергетический баланс страны ресурсов геотермальной и солнечной энергии для целей теплоснабжения может обеспечить экономию органического топлива в размере 35%.

Недостаточно используются такие нетрадиционные источники теплоснабжения, как тепловые насосы. При утилизации теплоты возобновляемых источников энергии и низкотемпературных вторичных ресурсов тепловые насосы могут обеспечить до 5% производства тепловой энергии. Теплонасосные станции мощностью 25 - 100 МВт, способные извлекать тепловую энергию из больших природных водоемов, систем оборотного водоснабжения предприятий, стоков городов, могут заменить традиционные котельные, предотвращая при этом экологический ущерб, на-

носимый сжиганием топлива.

Очевидно, что в перспективе доля централизованного теплоснабжения несколько снизится в связи с увеличением удельного веса децентрализованных источников, однако роль централизованных источников тепла останется преобладающей. До начала процесса приватизации около 30% источников централизованного теплоснабжения находилось в собственности коммунальной энергетики, а остальные принадлежали отраслевым министерствам (Минэнерго и другим). Все это была государственная собственность. В настоящее время более 40% источников централизованного теплоснабжения является собственностью частных лиц и местной администрации, предполагается полная передача источников теплоснабжения из государственной собственности в частную и в собственность местных органов управления.

Энергетика и другие отрасли экономики оказывают негативное воздействие на окружающую среду, при этом доля энергетических отраслей составляет до 60%. Снижение объема выбросов за последние годы связано главным образом с уменьшением производства электрической и тепловой энергии, так как отсутствие финансирования не позволило реализовать новые мероприятия по уменьшению вредных выбросов. Основная доля выбросов парниковых газов 86% приходится на процессы сжигания различных видов топлива, 14% выбросов образуется в технологических процессах производства. Мероприятия по уменьшению выбросов парниковых газов можно систематизировать следующим образом:

- реализация мер по снижению потребности в топливе и энергии; совершенствование промышленных (технологических) процессов с целью снижения объемов эмиссии;
- лесовосстановление, в том числе в зоне Чернобыльской АЭС;
- утилизация жидких и твердых бытовых отходов с целью снижения выбросов CH_4 ;
- осуществление комплекса специальных мероприятий и внедрение эффективных устройств по снижению выбросов NO , CO и др.;
- прочие способы снижения вредных выбросов (сокращение потерь горючих газов, совершенствование внутриотраслевой структуры производства и др.).[4]

Крым относится к энергодефицитному региону Украины, удовлетворяющему свои потребности за счет использования собственных ТЭР менее чем на 40%. На настоящий момент годовая потребность Крыма в природном газе составляет 1 млрд 650 млн. куб. м; при этом собственная добыча составляет только 650 млн. куб. м. Дефицит восполняется поставками из месторождений Западной Сибири и Средней Азии по ценам, приближающимся к мировым.

Электропотребление составляет около 8 млрд. кВт/час в год. Но за счет собственных источников вырабатывается лишь 10% необходимой энергии. Остальная часть поступает в Крым по межсистемным линиям электропередачи напряжением 220330 кВт от «Одессэнерго» и «Днепроэнерго» (соответственно 52,1 и 36,9%)- Однако по этим линиям предел по мощности составляет 1280 МВт. При его превышении вводятся вынужденные отключения потребителей для предотвращения аварий и повреждения оборудования.

К основным потребителям электроэнергии в Крыму относятся: промышленность (включая агропроизводство) 35%, сельское хозяйство 22%, население 21%, социальная сфера 15%, прочие потребители 7%.

Главными производителями электроэнергии в республике являются тепловые электростанции. Они расположены в Симферополе, Севастополе, Саках и Керчи. Все, за исключением Камыш-Бурунской, использующей уголь, работают на газе, в режиме производства электроэнергии и тепла, т. е. являются теплоэлектроцентралями (ТЭЦ). Суммарная мощность всех электростанций Крыма составляет 374,5 МВт. Мощность Симферопольской ТЭЦ составляет 278 МВт, Севастопольской 54,5 МВт, Камыш-Бурунской - 30 МВт и Сакской - 12 МВт. На каждого жителя республики приходится около 3 тыс. кВт.час электроэнергии в год. Для сравнения: в бывшем СССР в среднем 6 тыс., в США 11 тыс., в Норвегии 15 тыс. кВт час в год на человека.

Добиться прироста производства электроэнергии на действующих ТЭЦ в объеме, обеспечивающем полное снятие дефицита, невозможно. Однако уменьшение зависимости от «Одессэнерго» и «Днепроэнерго» возможно за счет наращивания собственных генерирующих мощностей, как

на основе реконструкции и расширения действующих электростанций, так и ввода новых источников. [5]

Как известно, развитие основных отраслей экономики Крыма полностью зависит от надежности энергообеспечения внутренних потребителей и стоимости энергоносителей. Периодическое увеличение затрат на приобретение ТЭР при переходе к рыночным отношениям ставит в очень тяжелое экономическое положение как отдельные энергоемкие промышленные предприятия, так и основные отрасли экономики Крыма в целом.

В то же время, эффективность использования ТЭР на промышленных предприятиях Крыма очень низка. При общем спаде производства, энергетические затраты на единицу национального валового продукта увеличились на 25-40 %, что в 2-3 раза выше показателей, в экономически развитых странах Западной Европы. При этом стоимость энергоресурсов на многих промышленных отечественных предприятиях уже достигает 50-70% от стоимости всех затрат, заложенных в себестоимость выпускаемой продукции. Это приводит к ее неконкурентоспособности и снижению реализации как на внешнем, так и на внутреннем рынках.

Анализ данных о прогнозируемых собственных запасах и добыче ТЭР на территории Крымского региона позволяет сделать вывод о том, что Крым имеет достаточные потенциальные возможности для увеличения собственной добычи нефти и природного газа, а также повышения эффективности использования нетрадиционной энергетики такой как, солнечная, ветровая, биогазовая и геотермальная. Однако, для их освоения требуются значительные капитальные вложения с привлечением зарубежных инвесторов, что можно возможно только в перспективе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бесчинский А.А., Коган Ю.М. Экономические проблемы электрофикации. - М.: «Энергия», 1977. - 216 с.
2. Розвиток децентралізованого енергопостачання на основі нетрадиційних енергоресурсів/ Шурчков А.В., Забарний Г.М., Разаков А.М., Наумов С.С., Крупевич Т.Г., Горохов М.Й., Аронова Н.М./ За ред. Долінського А.А. – К.: ІТТ НАНУ, 2001. – 134 с.
3. Тарнижевский Б.В. Технические и экономические аспекты использования солнечной энергии в России// Язв. РАН. Сер. Энергетика, 1997, № 2
4. Энергетика мира: уроки будущего. Под ред. Башмаков И.А., МТЭА, -М., 1992, 355-380.
5. Економічна енциклопедія: У трьох томах./ Редкол.: ...С.В. Мочерний (відп.ред.) та ін. – К.: Видавничий центр „Академія”, 2000
6. Суходоля О.М. Перешкоди реалізації політики енергозбереження в Україні: політичні та економічні аспекти// Менеджер. Вісник Донецької державної академії управління. - 2003, №3.
7. Сторожев Р. Энергосбережение — масштабный государственный проект. // ЭПУ №1 2006

Рыжаков Н.Н., к.т.н., доцент, Сулейманов С.Л., доцент, Герчио И.Ю., инженер
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Оптимизация вентиляционного оборудования шахт и рудников

Рассмотрены актуальные аспекты проектирования промышленной вентиляции. Проведен сравнительный анализ вентиляционного оборудования для шахт, выпускаемого ОАО «Красногвардейский крановый завод» и Томским электромеханическим заводом.

шахты, рудники, угольная отрасль, вентиляция, оборудование, сравнительный анализ, профессиональная подготовка.

Экономическая обстановка в области промышленного производства в Украине конца двадцатого и начале двадцать первого столетий характеризовалась существенным спадом производства, закрытием и перепрофилированием крупных предприятий. Однако в последние годы наблюдается существенный рост темпов экономического развития и дальнейшее укрепление промышленной и сырьевой базы промышленности. При этом необходимо отметить, что в условиях подорожания энергоресурсов использование устаревшего оборудования, старых энергозатратных технологий повышает себестоимость продукции и снижает ее конкурентоспособность. Сказывается это и на безопасности труда рабочих.

Прошедшие годы были чрезвычайно сложными в плане безопасного ведения работ особенно в угольной промышленности. Аварийность и травматизм оставались на неоправданно высоком уровне, имели место крупные аварии и катастрофы с тяжелыми последствиями. За последние 10 лет при почти постоянном снижении объемов добычи угля в отрасли произошло 20 крупных аварий. Всего в экономике Украины на 1000 работников травмируются ежегодно 3-4 человека, а на предприятиях угольной промышленности - 44. Частота травм со смертельным исходом на шахтах в 7 раз выше, чем в среднем по экономике страны.

Среди основных причин возникновения чрезвычайных ситуаций неудовлетворительное техническое обеспечение производства, несоблюдение требований государственных и отраслевых стандартов, техники безопасности, организации и эксплуатации систем вентиляции. Важным аспектом, позволяющим существенно улучшить положение, на наш взгляд, это подготовка специалистов, способных на высоком профессиональном уровне осуществлять проектирование, монтаж и эксплуатацию систем вентиляции угольных шахт и разработка проектов вентиляции шахт, основанных на новейшем оборудовании.[1]

По нашему мнению, практические пути решения вопросов проектирования вентиляции шахт должны основываться на способе обустройства системы проветривания шахтного хозяйства, который выглядит следующим образом. Свежая струя воздуха подаётся по вентиляционному каналу к камерам вентиляторов, далее по наклонному съезду до рабочих горизонтов, где подхватывается вентилятором местного проветривания и транспортируется непосредственно в забои. Исходящая струя по вентиляционным восстающим, расположенным на флангах рудного тела, в торцах транспортных штреков, выдается на вышележащие горизонты и далее через портал горизонта 200-300 м выбрасывается в выработанное пространство карьера.

Расчет необходимого расхода воздуха для вентиляции шахты проводится по следующим факторам:

- наибольшему числу занятых людей;
- газам, образующимся в результате технологических процессов;
- взрывоопасным природным газам;
- пылевому фактору;
- минимально допустимой скорости движения воздуха;
- применения самоходного оборудования с дизельным приводом.

После расчета расходов воздуха для проветривания выработок по всем необходимым факторам в расчет принимают наибольшее из полученных значений расхода воздуха.

Расчет расхода воздуха, необходимого для проветривания рудника, проводится по выражению

$$L_p = 1.1(L_{o.б} + L_{пр} + L_{кам} + L_{ут}),$$

где: $L_{o.б}$ – расход воздуха, необходимый для проветривания очистных блоков; $L_{пр}$ – расход воздуха, необходимый для проветривания выработок, находящихся в проходке; $L_{кам}$ – расход воздуха, необходимый для проветривания камер служебного назначения; $L_{ут}$ – утечки воздуха через вентиляционные сооружения; 1.1 – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения воздуха по участкам рудника.

Из опыта расчетов вентиляции рудников и шахт видно, что определяющим фактором вентиляции выработок рудника является эксплуатация самоходного оборудования с дизельным приводом. Поэтому при общем расчете расхода воздуха суммарную мощность применяемого оборудования следует определять по выражению:

$$L_{д.о} = N \cdot \eta / H, \text{ м}^3/\text{с}$$

где: N – суммарная мощность оборудования, Вт; η – К.П.Д двигателей; H – потери давления на участке, Па.

При этом расходы воздуха $L_{o.б}$ и $L_{пр}$ должны равняться расходу $L_{д.о}$ дизельных машин.

Подсчет потерь давления воздушного потока шахты проводят по струям с наибольшим дебитом, движущимся по выработкам с максимальной протяженностью, обладающим наибольшим сопротивлением. При работе вытяжной вентиляции в выработках образуется некоторое разрежение – депрессия. Расчет депрессии в выработках производят по выражению:

$$H = R \cdot L^2 = (\alpha \cdot l \cdot P / S^3) \cdot L^2, \text{ Па},$$

где: R – аэродинамическое сопротивление выработок; α – коэффициент аэродинамического сопротивления; l – длина расчетного участка выработки; P – периметр сечения выработки; S – площадь сечения выработки в свету; L – расход воздуха на расчетном участке [2].

Полученные значения расхода воздуха для проветривания шахты и значение депрессии на различных участках рудника позволяют осуществить расчет и подбор оборудования для вентиляции данного сооружения.



Рис. 1 Осовой двухступенчатый реверсивный вентилятор (ВОД)

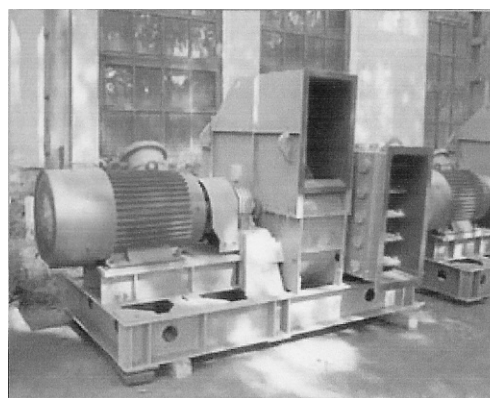


Рис. 2 Вентилятор центробежный (ВЦ)

Главная вентиляционная установка шахты оборудуется работающим и резервным осевыми вентиляторами (рис.1) или радиальными (рис.2) большой мощности отечественного или зарубежного производства.

Осовой двухступенчатый реверсивный вентилятор (ВОД) предназначен для главного проветривания угольных и горнорудных шахт, а также вентиляционных систем предприятий других отраслей промышленности, рассчитанных на перемещение воздуха и неагрессивных газов. Реверсирование воздушной струи проводится изменением направления вращения приводного двигателя с одновременным изменением угла установки лопаток направляющего и спрямляющего аппаратов на 153-158°. При реверсе обеспечивается подача 60-70% воздуха от производительности при прямой работе, без применения обводных каналов. Эти вентиляторы могут применяться как для всасывающей, так и нагнетательной вентиляции. Вентилятор оборудован колодочным тормо-

зом с приводом от электродвигателя, снабжен устройством для контроля вращения.

Вентилятор центробежный (ВЦ) предназначен для вспомогательного и главного проветривания. Он может быть также использован при проходке стволов. Эксплуатируется в атмосферных условиях при температуре перемещаемого воздуха от -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$, запыленности до 150 мг/м и относительной влажности до 98%. Реверсирование воздушной струи производится при устройстве специальных каналов (рис.3) [3]. Вентилятор рассчитан для работы в специальном помещении на поверхности шахты или рудника.

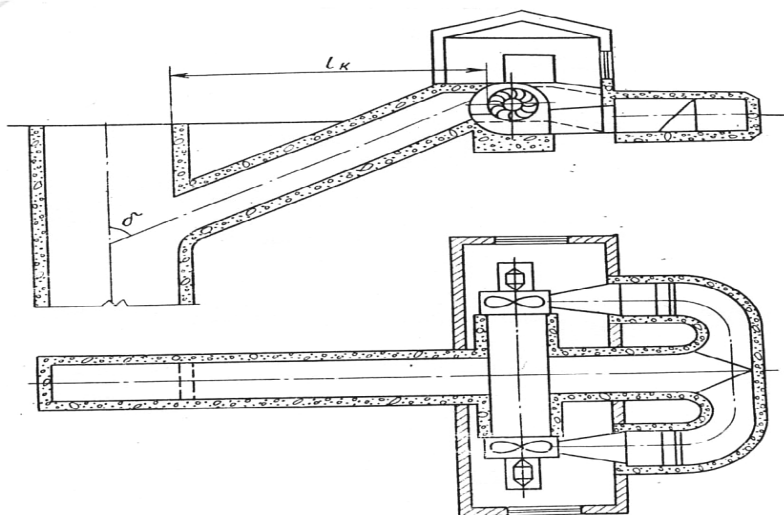


Рис. 3 Типовая схема канала реверсивной вентиляторной установки с центробежным вентилятором, примыкающего к вертикальному или наклонному стволу (шурфу)

Вентиляторы местного проветривания (ВМЭ) располагают в специальных подземных камерах и применяют для вентиляции горизонтальных и наклонных тупиковых горных выработок и вертикальных стволов. Взрывобезопасное исполнение этих вентиляторов позволяет эксплуатировать их в шахтах, опасных по газу и пыли. Они рассчитаны на работу в системе с металлическими воздухопроводами диаметром до 1500 мм . Применение в этих вентиляторах противосрывных устройств, которые устраняют помпажные режимы работы, расширяет область их промышленного применения и обеспечивают высокую надежность эксплуатации.

На данном этапе мы предлагаем дополнить расчеты сравнительным анализом вентиляционного оборудования отечественных и зарубежных производителей, т.к. в связи с бурным развитием рынка климатического оборудования, в настоящее время бывает сложно без оптимизации принять решение о выборе оборудования того или иного производителя. Перед проектировщиком становится задача: поддержать отечественного производителя или использовать оборудование зарубежных фирм.

Следует отметить, что жесткая конкуренция в сфере данной деятельности привела к появлению множества дополнительных критериев оценки качества вентиляционного оборудования. Так, к примеру, акустические характеристики, экономичность, масса, а также эстетические качества вентиляторов, раньше затрагиваемые лишь поверхностно, в наши дни играют важнейшую роль.

Мы сравнили параметры и характеристики оборудования российских производителей на примере ОАО «Красногвардейский Крановый Завод» и фирмы «Томский Электромеханический Завод». К сожалению, использовать характеристики отечественных вентиляторов не представляется возможным в свете отсутствия данных характеристик в рекламной информации.

Для сравнения приняли шахтные вентиляторы указанных фирм. Анализ осуществляли по следующим критериям сравнения образцов оборудования:

1. Уровень шума.
2. Потребляемая мощность.
3. Частота вращения.
4. Габаритные размеры.
5. Масса агрегата.

6. Способ монтажа и его трудоемкость.

Условием подбора агрегата является обеспечение подачи воздуха $L=100000\text{ м}^3/\text{ч}$ при повышении статического давления $DP=50000\text{ Па}$. Причем КПД вентилятора должен находиться в пределах:

$$\eta \geq 0,8\eta_{\max}$$

Заданным параметрам соответствуют:

1. ВОД-16П («Томский Электромеханический Завод»)
2. ВЦГ-15 (ОАО «Красногвардейский Крановый Завод»)

Ниже в табл. 1 приведены характеристики, взятые из каталогов оборудования, акустические характеристики заимствованы из работ [4], табл.2.

Таблица 1

Технические характеристики вентиляторов

Критерии сравнения	Показатели, модель	
	ВОД-16П	ВЦГ-15
<i>Номинальный диаметр рабочего колеса вентилятора, мм</i>	1610	1610
Подача в пределах рабочей области, $\text{м}^3/\text{ч}$	70000-280000	70000-200000
<i>Статическое давление в пределах рабочей области, Па</i>	2500-24000	4000-10000
КПД статический максимальный, не менее	0,81	0,8
Частота вращения, об/мин	1500	1500
Мощность электродвигателя, кВт	400	400
Масса, кг	9000	11800

Таблица 2

Акустические характеристики вентиляторов

Оборудование	Уровень акустической мощности, АБ в диапазоне частот								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Общ.
ВЦГ-15	63	66	74	67	65	63	55	46	76
ВОД-16П	46	55	63	56	55	51	42	39	59

Анализируя данные, можно сделать вывод, что вентилятор ВОД-16 фирмы «Томский Электромеханический Завод», при практически одинаковых входных данных, превосходит свой аналог производства «Красногвардейский Крановый Завод» почти по всем параметрам: по подаче, напору, КРД и массе при одинаковой мощности.

Отдельно нужно сказать о том, что ВЦГ-15 монтируется на специально подготовленном основании, а соединение с воздуховодами осуществляется с помощью специальных обводных каналов, вентиляторы марки (ВОД-16П) по схеме реверсной подачи воздуха могут быть использованы в качестве вентиляторов главного проветривания без создания сложных систем обводных каналов и дорогих наземных построек. Это значительно снижает трудозатраты и соответственно время строительно-монтажных работ.

Из производителей современного вентиляционного оборудования следует отметить следующих: CAREL, FIRSTAGE, McQuay, KORF, ОАО «МОБЕН». Продукция этих зарубежных фирм отличается низкой металлоемкостью, высокой производительностью и низким уровнем шумности.

Но в сфере промышленной вентиляции, где требования по шумности и дизайну ниже, отечественные вентиляторы находят широкое применение. Проведя сравнительный анализ некоторой продукции для шахтной промышленности таких фирм как «Джой», «Фест-Альпине» по показателям: производительности, качества, безопасности, стоимости, следует отметить, что продукция ЗАО «Интеркондиционер» г. Харьков, отвечает европейским стандартам качества.

Осуществление проектирования промышленных систем вентиляции на современном этапе ставит проектировщика перед необходимостью самостоятельно ориентироваться в многообразии поставщиков, фирм посредников и правильно подбирать оборудования, учитывая интересы нашего национального производителя. Таким образом, оптимизация позволяет выбрать наиболее эффективное вентиляционное оборудование для шахт и рудников.

ВЫВОДЫ

1. При проектировании вентиляции промышленных объектов следует проводить сравнительный анализ нескольких вариантов технологического оборудования.
2. Сравнительным анализом производственных характеристик продукции заводов «Красногвардейский Крановый Завод» и «Томский Электромеханический Завод» установлено, что продукция последнего превосходит конкурентов почти по всем показателям.
3. Использованию отечественного вентиляционного оборудования для сравнительного анализа препятствует отсутствие соответствующих каталогов и необходимых характеристик в рекламной информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проблемы вентиляции и борьбы с газом и пылью в угольных шахтах. Научные сообщения. Выпуск 247. М. 1986 г., с. 241.
2. Рудничная вентиляция. Справочник. Под ред. К.З. Ушакова М. Недра 1988 г., с. 268.
3. Мясников А.А., Миллер Ю.А., Комаров Н.Е. Вентиляторные сооружения в угольных шахтах. М. Недра 1983 г., с. 287.
4. Юдин Е.Я., Терехин А.С. Борьба с шумом шахтных вентиляторных установок. М. Недра 1985 г., с. 195.

Салиев Э.И., магистр государственного управления.

Министерство жилищно-коммунального хозяйства АРК

Субботкин Л.Д., к.т.н., профессор.

Национальная Академия природоохранного и курортного строительства

Реанимация систем водоснабжения сельских населенных пунктов

*Водоснабжение сельских населенных пунктов Сакского района АРК в условиях реформы ЖКХ.
водоснабжение, кризис, реанимация, инвестиции, тарифы, рентабельность.*

Необходимость проведения кардинальных реформ водопроводно-канализационного хозяйства (ВКХ) Украины вызвана кризисным состоянием этой отрасли [1, 2]. Сети и оборудование систем водоснабжения и водоотведения, являющихся системами жизнеобеспечения, имеет износ от 60 до 70 %. Ухудшение технического состояния ВКХ создает угрозу экологической, социальной и политической катастроф.

Реанимация ВКХ требует значительных инвестиций, однако в государственном бюджете Украины таких денег недостаточно. Так, например, для модернизации и реконструкции ряда объектов в 9 городских ППВКХ Крыма объем первоочередных инвестиций, по оценке Датского агентства COWI [3], составляет около 430 млн. \$ США. В создавшейся ситуации в правительстве Украины рассматривается возможность получения кредитных ресурсов у потенциальных инвесторов.

В городах и поселках городского типа производственные предприятия водопроводно-канализационного хозяйства (ППВКХ) являются монополистами в вопросах водоснабжения и водоотведения. Инвестором ППВКХ городов, по целому ряду социальных, экономических и технических причин, должно быть государство. Иное дело в сельской местности, где водоснабжение осуществляется преимущественно из подземных источников с помощью скважин с небольшим дебитом, где в большинстве случаев не требуется какая-либо предварительная обработка воды. Это позволяет частным предприятиям конкурировать с государственными предприятиями в вопросах водоснабжения и водоотведения, и тем самым открывается возможность привлечь в эту отрасль частный капитал. Примером в этом может служить ООО «Сакская водная компания», входящая в состав объединения «Крымселькоммунхоз» Автономной республики Крым. Этой Компании переданы в аренду объекты водоснабжения одиннадцати подведомственных территориальных объединений Сакского района. В настоящее время Компания обслуживает 40 населенных пунктов десяти поселковых Советов Сакского района с общей численностью населения 41,4 тыс. человек, что составляет 52,5 % населения района (табл. 1). На обслуживании Компании находится 420 км сетей водоснабжения, 95 водозаборных скважин, 65 башен Рожновского.

За 4 года своей деятельности Компании удалось снизить социальную напряженность в населенных пунктах района путем повышения качественных и количественных показателей, предоставляемых услуг по водоснабжению, и стать лидером среди предприятий сельских коммунальных служб Крыма.

Однако, как и большинство предприятий коммунальной сферы деятельности, основная часть финансовых проблем предприятия связана с несовершенством тарифной политики и постоянным отставанием действующих тарифов от роста цен и требуемых затрат.

Тарифы на услуги по водоснабжению в 2006 году в разных поселковых Советах колебались от 0,90 грн. до 2,38 грн. за 1 м³ воды (табл. 1), составляя в среднем 1,28 грн./м³, в то время как средний тариф по фактическим затратам Компании, составлял 1,40 грн./м³.

Несовершенство тарифной политики и неплатежеспособность населения неизбежно привели бы предприятие к разорению.

В этих условиях Компания взяла лицензию на выполнение ремонтно-строительных работ, приобрела производственную базу, наладила работу по ремонту насосных агрегатов. Кроме этого Компания оснастила большую часть скважин современными устройствами защиты и контроля,

что позволило значительно сократить потребление электроэнергии и затраты на ремонтные работы. В качестве примера на рис. 1 приведена калькуляция затрат Сакской водной компании за 5 месяцев 2006 года.

Таблица 1

Тарифы на воду по региону обслуживания Сакской водной компании

Сельский совет	Количество абонентов	Тариф на воду, грн/м ³	Сельский совет	Количество абонентов	Тариф на воду, грн/м ³
Воробьево	1000	2,35	Лесновка	8000	0,94
Зерновое	1200	1,50	Молочное	1300	1,35
Кольцово	1500	2,38	Орехово	6000	0,90
Крайнее	2000	1,25	Ромашкино	1800	1,50
Крымское	1500	1,40	Суворово	2000	1,5

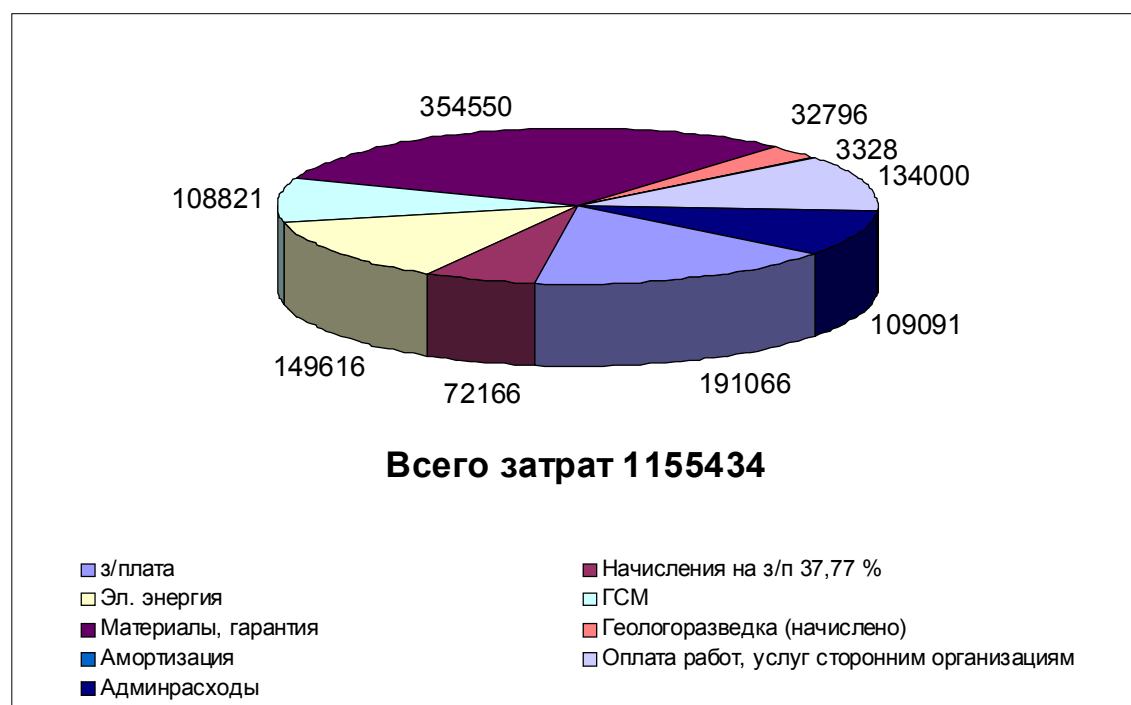


Рис. 1. Калькуляция затрат Сакской водной компании за 5 месяцев 2006 года.

Упорным трудом Компания зарекомендовала себя надёжным подрядчиком при выполнении ремонтных работ и реконструкции систем водоснабжения населённых пунктов района в целом. Именно выполнение этих работ, прибыль от которых направлялась на покрытие убытков, обусловленных разницей между себестоимостью и установленными тарифами на коммунальные услуги, а также низкой платежеспособностью сельского населения, позволило Компании увеличивать объёмы предоставляемых услуг и выполненных работ и оставаться безубыточным (рис. 2). Очевидно, что такая стратегия является наиболее эффективной с точки зрения выживания и нормального функционирования предприятия.

По этой причине основной своей задачей руководство Компании считает увеличение составляющей дохода от выполнения ремонтно-строительных работ и прочей деятельности.

Разумеется, при этом, не менее важной задачей остаётся снижение затрат на энергоносители, что достигается за счёт внедрения энергосберегающих технологий, использования новых комплектующих для насосного оборудования, своевременного устранения порывов и аварий на оборудовании.

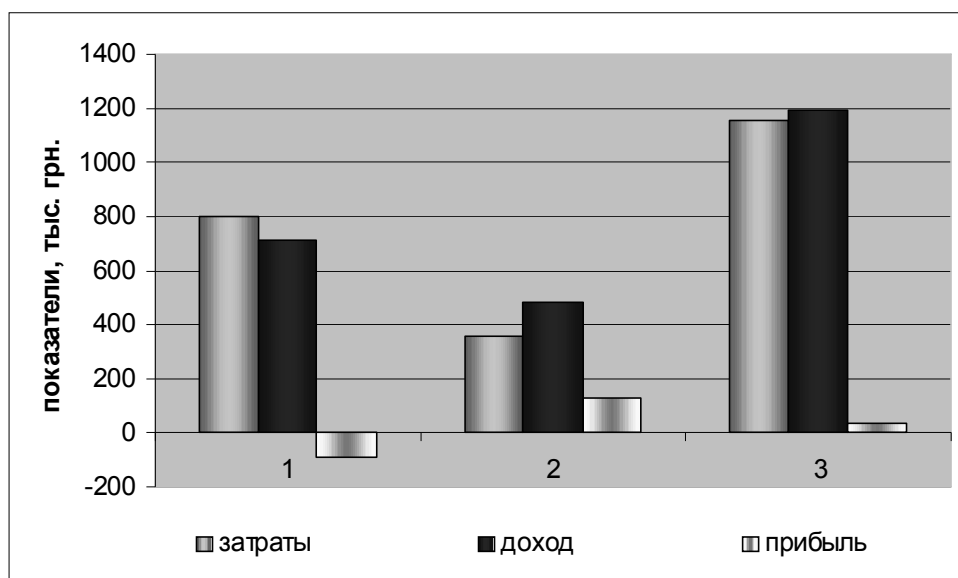


Рис. 2. Результаты деятельности Сакской водной компании за 5 месяцев 2006 года

1 – показатели работы по оказанию коммунальных услуг населению, 2 – показатели работы по оказанию дополнительных услуг (ремонтные работы), 3 – итоговые показатели работы Компании.

За успехи в реанимации систем водоснабжения сельских населенных пунктов Сакского района Автономной республики Крым и развитие жилищно-коммунальных услуг Сакская водная компания стала лауреатом программы «Лидеры XXI века» и на девятом конгрессе Ассамблеи деловых кругов награждена золотой медалью и свидетельством качества «Высшая проба».

ВЫВОДЫ

1. Реформа жилищно-коммунального хозяйства, в том числе систем водоснабжения и водоотведения, вызвана тяжелым технико-экономическим положением отрасли.
2. Реанимация водопроводно-канализационного хозяйства городов требует значительных инвестиций, однако привлечь инвесторов в эту отрасль жизнеобеспечения, имеющей сложную технологию обработки воды, при значительном износе сетей и оборудования, весьма проблематично.
3. В сельской местности, где водоснабжение осуществляется преимущественно из подземных источников, в большинстве случаев не требуется какая-либо предварительная обработка воды. Это позволяет частным предприятиям конкурировать с государственными предприятиями в вопросах водоснабжения и водоотведения и тем самым открывает возможность привлечь в эту отрасль частный капитал.

Примером в этом может служить создание и деятельность «Сакской водной компании», взявшей в аренду системы водоснабжения 40 населенных пунктов 10 поселковых советов Сакского района. За успехи в реанимации систем водоснабжения сельских населенных пунктов Сакского района АРК и развитие жилищно-коммунальных услуг Компания стала лауреатом программы «Лидеры XXI века» и на девятом конгрессе Ассамблеи деловых кругов награждена золотой медалью и свидетельством качества «Высшая проба».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Субботкин Л.Д. Концепция устойчивого и долговременного развития систем водоснабжения и водоотведения в Крыму. Сб. статей «Крым: настоящее и будущее». Симферополь, Таврия. 1995.
2. Субботкин Л.Д. Проблемы развития систем водоснабжения и водоотведения в Крыму. Научные труды КИПКС «Устойчивый Крым. План действий». Киев-Симферополь, 1999.
3. Реабилитация систем водоснабжения и канализации в Крыму и Севастополе. Рабочие материалы отчета Датского агентства по охране окружающей среды COWI. Симферополь. 1999.

Хван В.С., к.т.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Сравнительный анализ функциональных и технических характеристик сплит-систем фирм «Delonghi» и «Panasonic»

Проведен сравнительный анализ функциональных и технических характеристик сплит-систем фирм «Delonghi» и «Panasonic». Выявлены функциональные и технические преимущества оборудования для кондиционирования воздуха, серийно выпускаемого фирмой «Panasonic», по сравнению с аналогичными моделями, выпускаемыми фирмой «Delonghi». Результаты анализа могут быть использованы при проектировании систем кондиционирования на базе сплит-систем.

кондиционер, сплит-система, система кондиционирования воздуха, ионный освежитель воздуха, ультразвуковая система очистки воздуха, противоплесневый фильтр, инверторное управление

В настоящее время в Крыму широко используют системы кондиционирования (СКВ) воздуха жилых, офисных помещений и небольших торговых залов (минимаркеты, аптеки и т.п.) на базе кондиционеров сплит-систем. Большой выбор современного оборудования для кондиционирования воздуха ведущих мировых производителей таких, как фирмы «Delonghi», «Panasonic», отечественные производители сплит-систем в стадии становления и др., предполагает что специалисты-проектировщики по проектированию систем кондиционирования должны при выборе решения учитывать прежде всего результаты сравнительного анализа нескольких вариантов.

Однако в большинстве реальных проектов подобный сравнительный анализ вариантов при подборе оборудования для системы кондиционирования на основе сравнения функциональных и технических характеристик оборудования отсутствует. Отсюда - подавляющая часть реализованных проектов не отвечает экономическим, санитарно-гигиеническим и технологическим требованиям заказчика. Ситуация еще и усугубляется тем, что большое количество коммерческих (небольших по размерам и капитализации бизнеса) предприятий, работающих в Крыму в этой сфере деятельности, не располагают квалифицированными кадрами, в том числе проектировщиками. Чаще всего это приводит к значительному удорожанию стоимости проекта и высоким эксплуатационным затратам.

Так, например, в большинстве случаев подбор кондиционера для СКВ чаще всего производят с учетом только общей площади помещения. При этом не учитывают такие важные факторы, как функциональные и технические характеристики сплит-систем, которые играют решающую роль при подборе оборудования.

Подбору оборудования для СКВ должен предшествовать расчет тепловлажностного баланса помещений. Для этого можно использовать экспресс- методика, опубликованную в [1].

Модель кондиционера сплит-системы выбирают из типового ряда по ближайшему (из каталога фирмы-производителя, с учетом запаса) значению холодопроизводительности.

Обычно выбирают модель для обеспечения круглогодичной работы кондиционера, которые работают в режиме зима-лето. Летом кондиционер охлаждает помещение, а зимой – обогревает, работая в реверсивном режиме.

В табл. 1,2 проведены функциональные и технические характеристики сплит-систем с одним внутренним блоком фирм «Delonghi» [1] и «Panasonic» [2].

Сравнительный анализ характеристик сплит-систем показывает существенные преимущества оборудования фирмы «Panasonic» по сравнению с оборудованием фирмы «Delonghi». Это касается как функциональных, так и технических возможностей оборудования, а также стоимости.

Рассмотрим преимущества оборудования фирмы «Panasonic».

Наличие ионного освежителя воздуха позволяет создавать в помещении особый микроклимат, насыщенный отрицательными ионами, который освежающе воздействует на организм человека, подобные ощущения человек испытывает, находясь близи водопада или лесного массива.

Для этого достаточно лишь нажать соответствующую кнопку.

Ультразвуковая воздухоочистительная система «Supersonic Air Purifying», встроенная во внутренний блок, генерирует ультразвуковые волны. Работая в комбинации с фильтром, эта система быстро и эффективно очищает воздух, улавливая пыль и другие загрязнения.

Фильтр «SUPER alleru-buster» сочетает сразу три эффекта – антиаллергенный, антивирусный и антибактериальный, чтобы воздух в Вашем доме был чистым и здоровым.

Функция устранения запахов. Благодаря данной функции включенный кондиционер не распространяет неприятный запах. Происходит это потому, что вентилятор начинает работать с небольшой задержкой, во время которой внутри устройства подавляется источник неприятного запаха.

Управление вентиляцией. Чтобы проветрить помещение, достаточно нажать кнопку дистанционного управления. Загрязненный воздух будет выводиться наружу, и комната быстро наполнится ощущением свежести и чистоты.

Инверторная система кондиционирования воздуха обеспечивает оптимальный контроль мощности, который невозможен для обычных моделей. Секрет заключается в инверторной схеме управления. Варьируя частоту источника питания, эта схема изменяет скорость вращения компрессора, являющегося сердцем системы кондиционирования. Результатом становится комфортное и экономичное кондиционирование воздуха.

Таблица 1.

Функциональные характеристики сплит-систем фирм «Delonghi» и «Panasonic».

Функциональные характеристики	«Delonghi», модели					«Panasonic», модели				
	CP 10	CP 20	CP 30	CP 40	CPD 2	CS-E9EKE, CS-E12EKE	CS-XE9DKE, CS-XE12DKE	CS-TE9DKE, CS-TE12DKE	CS-E90KDW, CS-E120KDW, CS-E150KDW	CS-E180KDW, CS-E210KDS, CS-E24EKDS, CS-E28EKE
Здоровый воздух										
1. Механизм автоочистки фильтра						•				
2. Ионный освежитель								•	•	•
3. Ультразвуковая система очистки воздуха									•	•
4. Противоплесневый фильтр						•	•	•	•	•
5. Функция устранения запахов						•	•	•	•	•
6. Съёмная моющаяся панель	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
7. Управление вентиляцией						•				
Комфорт										
1. Инверторное управление						•	•	•	•	•
2. Бесшумный режим	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
3. Режим повышенной мощности Power	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
4. Режим мягкого осушения Soft Dry						•	•	•	•	•

Продолжение табл. 1.

5. Создание персонального воздушного потока						•	•		•	•
6. Управление направленностью воздушного потока (вверх/вниз)	•	•	•	•	•			•		
7. Режим отключения по таймеру Sleep	•	•	•	•	•					
8. Автоматическое переключение режимов (инвертор)						•	•	•	•	•
9. Управление «горячим запуском» Hot Start	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
10. Работа на охлаждение при низкой охлаждающей температуре									•	•
Удобства										
1. 24-часовой таймер включения/выключения в реальном масштабе времени						•	•	•	•	•
2. Беспроводной пульт ДУ с ЖК-дисплеем	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
3. Наклейка на двух языках	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Надежность										
1. Автоматический перезапуск						•	•	•	•	•
2. Длинный трубопровод						15 м	15 м	15 м	15 м	20 м 30 м
3. Техобслуживание с доступом через верхнюю панель	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
4. Функция самодиагностики	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Таблица 2.

Технические характеристики сплит-систем фирм «Delonghi» и «Panasonic»

Технические характеристики	«Delonghi», модели					«Panasonic», модели				
	CP 10	CP 20	CP 30	CP 40	CPD 2	CS-XE9EKE, CS-XE12EKE	CS-XE9DKE, CS-XE12DKE	CS-TE9DKE, CS-TE12DKE	CS-E90KDW, CS-E120KDW, CS-E150KDW	CS-E180KDW, S-E210KDS, CS-E24EKDS, CS-E28EKE
Эл. питание, В/ф/Гц	230/1/50									
Производительность по холоду, Вт	1891	2350	3520	5073	2x2350	2600 3500	2600 3500	2600 3500	2600 3500 4400	5300 6300 6800 7650

Потребляемая эл. мощность, Вт	650	850	1248	1603	1600	570 880	700 950	580 900	600 965 1370	1650 2210 2120 2540
Потребляемый ток, А	2,8	3,6	5,4	6,9	7,2	2,8 4,1	3,3 4,4	2,7 4,2	2,9 4,5 6,3	7,5 9,9 9,7 11,2
Удаление влаги (л/ч)	1,0	1,5	1,8	2,2	3,0	1,6 2,0	1,6 2,0	1,5 2,0	1,6 2,0 2,4	2,9 3,5 3,9 4,5
Производительность по теплу, Вт	2052	2490	3528	5542	2x2490	3600 4800	3600 4800	3600 4800	3600 4800 5500	6600 7200 8600 9600
Потребляемая эл. мощность, Вт	610	760	1204	1760	1520	810 1220	900 1260	845 1320	845 1260 1570	1790 2100 2660 3300
Потребляемый ток, А	2,6	3,3	5,2	7,6	6,6	3,8 5,6	4,0 5,6	3,9 6,2	4,0 5,8 7,1	8,1 9,3 12,1 15,3
Внутренний блок										
Расход воздуха, м ³ /ч	320	320	570	640	640	636 714	594 654	552 594	576 642 660	912 972 1014 1062
Уровень шума, дБ	35	35	38	38	3 5	50 53	50 53	50 53	50 53 54	57 58 60 62
Размеры: длина, мм	750	750	810	967	75 0	870	799	799	799	998
высота, мм	270	270	300	300	27 0	305	275	298	280	275
глубина, мм	175	175	195	195	17 5	229	236	139	183	230
Внешний блок										
Расход воздуха, м ³ /ч	950	950	1300	2200	2200	702 762	636 708	630 654	630 672 708	1002 1038 1098 1122
Уровень шума, дБ	43	43	44	47	4 7	59 61	59 61	59 61	59 61 59	60 61 66 67
Размеры: длина, мм	660	660	660	800	800	780 780	780 780	780 780	780 780 875	875 875 900 900

Продолжение табл. 2.

высота, мм	500	500	500	640	640	540 540	540 540	540 540	540 540 750	750 750 795 795
глубина, мм	230	230	230	280	280	289 289	289 289	289 289	289 289 345	345 345 320 320
Диаметры труб										
Жидкостные линии, наружный диаметр	1/4"									
Газовые линии, наружный диаметр	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	3/8" 1/2"	3/8" 1/2"	3/8" 1/2"	3/8" 1/2" 1/2"	1/2" 1/2" 5/8" 5/8"
Спецификации										
Термостат	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Таймер	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Электронное противообледенительное устройство	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Дистанционное управление с ж/к дисплеем	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Микрокомпьютер	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Автоматическая ночная функция	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Скорости вентилятора	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Бактерицидный фильтр	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Режим мягкого осушения воздуха «Soft Dry». Сначала воздух охлаждается и осушается. Затем комната непрерывно обдувается слабым воздушным потоком на низких оборотах компрессора, чтобы поддерживать сухость воздуха, не меняя при этом его температуры.

Создание персонального воздушного потока. Благодаря этой функции, можно скомбинировать предлагаемые схемы вертикального и горизонтального распространения воздушного потока по своему желанию, чтобы создать для себя наиболее комфортные условия. Пульт дистанционного управления позволит Вам выполнить эту операцию на расстоянии.

Автоматическое переключение режимов. Специальные датчики периодически измеряют температуру внутри и вне помещения. На основании этих замеров и заданной Вами температуры микропроцессор определяет наиболее подходящий режим работы в текущих условиях.

Функция горячего запуска («Hot Start»). В начале цикла обогрева и после цикла размораживания вентилятор внутреннего блока начнет работать, как только теплообменник внутреннего блока разогреется.

Работа на охлаждение при низкой окружающей температуре. Охлаждение помещения возможно даже тогда, когда температура за окном опускается ниже -15°C. Кондиционер специально разработан для работы в таких условиях, где охлаждение необходимо даже во время холодных зимних месяцев – например, для поддержания оптимальной температуры в компьютерных комнатах.

24-часовой таймер включения. Время включения и выключения кондиционера (часы и минуты) можно задать как одновременно, так и по отдельности.

Функция самодиагностики. В случае возникновения неполадок устройство автоматически диагностирует проблему и выводит на дисплей соответствующий буквенно-цифровой код. Это позволяет быстро устранить неисправность.

Помимо функциональных преимуществ, имеются также технические преимущества сплит-систем фирмы «Panasonic» по сравнению с аналогичным оборудованием фирмы «Delonghi».

К ним относятся:

- существенно больший модельный ряд, который включает в себя несколько десятков типоразмеров;
- мощность оборудования (в режиме охлаждения или обогрева) варьируется в больших пределах (2,8 - 7,65 кВт);
- класс энергоэффективности соответствует при любом режиме (охлаждение или обогрев) классу А;
- габаритные размеры и вес оборудования меньше.

ВЫВОДЫ

1. Представлены результаты сравнительного анализа функциональных и технических характеристик сплит-систем фирм «Delonghi» и «Panasonic».
2. Установлено, что оборудование фирмы «Panasonic» снабжено дополнительными функциями такими, как: наличие ионного освежителя воздуха; ультразвуковая воздухоочистительная система «Supersonic Air Purifying»; фильтр «SUPER alleru-buster»; функция устранения запахов; управление вентиляцией; инверторная система кондиционирования воздуха; режим мягкого осушения воздуха «Soft Dry»; создание персонального воздушного потока; автоматическое переключение режимов; функция горячего запуска («Hot Start»); работа на охлаждение при низкой окружающей температуре; 24-часовой таймер включения; функция самодиагностики.
3. Указанные выше дополнительные функции и технические отличия кондиционеров фирмы «Panasonic» следует учитывать при проектировании СКВ, поскольку они позволяют удовлетворить самые взыскательные требования заказчика, предъявляемые к СКВ, в том числе: повысить качество и полезные свойства микроклимата в помещении; обеспечить управление системой в автоматическом круглосуточном режиме, независимо от времени года, достаточно задать параметры воздушной среды в помещении; сократить материальные и трудовые затраты в процессе эксплуатации СКВ; снизить трудоемкость монтажа и устройства СКВ; увеличить полезный объем в помещении, в котором размещается внутренний блок сплит-системы.
4. Использовать в сравнении отечественное оборудование такого класса не представляется возможным в связи с отсутствием соответствующих данных в каталогах и рекламных прайсах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ананьев В.А., Балыева Л.Н., Гальперин А.Д. и др. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. - М.: Изд. Евроклимат, 2005, с. 281.
2. Каталог моделей сплит-систем фирмы «Panasonic». 2006, с. 59.

Збірник наукових праць
«Будівництво та техногенна безпека»
18/2007

Сборник научных трудов
«Строительство и техногенная безопасность»
18/2007

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 19.04.2007. Формат 60x84 1/8. Гарнитура Times
Усл. п. л. 25,9 . Тираж 350 экз.

Подготовлено к печати в РИО «Национальной академии природоохранного и
курортного строительства»

Отпечатано в РИО «Национальной академии природоохранного и курортного
строительства»

95006 г. Симферополь,
ул. Павленко 5 к. 410 тел. (0652) 58-93-42

E-mail: rio@ecopro.crimea.ua