

Министерство образования и науки Украины
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

СТРОИТЕЛЬСТВО И ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сборник научных трудов
Выпуск 11

БУДІВНИЦТВО ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

Збірник наукових праць
Випуск 11

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

Симферополь
«Национальная академия природоохранного
и курортного строительства»
2005

УДК 69

Збірник наукових праць
«Будівництво та техногенна безпека»

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

Для наукових працівників, аспірантів та спеціалістів у галузі будівництва.

Редакційна колегія:

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

Затверджено до друку згідно протоколу засідання
вченої ради НАПКБ № 1 від 29.09.2005 р.

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

©Национальна академія
природоохоронного
та курортного будівництва,
2005

Сборник научных трудов
«Строительство и техногенная безопасность»

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

Для научных работников, аспирантов и специалистов в области строительства.

Редакционная коллегия:

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

Утвержден к печати согласно протокола заседания ученого совета НАПКБ № 1 от 29.09.2005 г.

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

© Национальная академия
природоохранного
и курортного строительства,
2005

Оглавление

Раздел 1. Строительные конструкции, здания и сооружения	6
Ажермачев Г.А. Влияние способа сопряжения ригелей и колонн в одноэтажных промышленных зданиях на их сейсмостойкость	6
Ажермачев Г.А. Особенности проектирования многоэтажных зданий	8
Берникер Я.С., Берникер Ю.Я. Система мониторинга напряженно-деформированного состояния зданий и сооружений	11
Білік С.І. Стійкість сталевих двохшарнірних рам із стояками із змінною висотою перерізу	13
Емельянов М.П., Жигна В.В., Родин С.В. Обрушение покрытия литейного цеха машиностроительного завода в г.Джанкое	17
Ефремов А.В., Ветрова Н.М., Шевченко Н.Н. Оптимизация застройки прибрежной зоны южных морей	22
Линченко Ю.П., Васильев М.В. Особенности работы плиты перекрытия здания из монолитного железобетона	28
Литовченко П.А., Емельянов М.П., Жуков С.П. Вопросы оценки физического состояния зданий	33
Медведев К.Е., Морозов В.В. Исследование НДС в гибкой мембране подпорной стены на моделях	37
Панюков Э.Ф. Последствия незавершённого капитального строительства (на примере многоэтажных крупнопанельных жилых домов микрорайона №6 г. Алушты)*	41
Рубель А.А., Воробьева Е.В. Конструктивные решения подпорных стен автозаправочного комплекса на автодороге Симферополь-Алушта, км 37+050	46
Сафонов А. А., Сафонов К. А. Об ограждении территории усадебных участков в поселениях Крыма	50
Сафонов А. А., Сафонов К. А. Особенности формирования предметно-пространственной среды крымских поселений в период перестройки	55
Сафонов А.А., Кравец Е.Ю. О реорганизации предметно-пространственной среды сельскохозяйственных поселений Крыма	64
Сафонов А.А., Сафонов К.А., Волочаева К.А., Нагорная В.В. О некоторых особенностях паркостроения в Крыму в современных условиях.	66
Сафонов А. А., Маликова С. Н., Чистяков М. А. К вопросу “усадебный дом или квартира в многоэтажке?” Проблемы и решения	72

Раздел 2. Основания и фундаменты, механика и сейсмостойкость 78

Агапов В. Н. Аналого-цифровые преобразователи в сейсморегирующихся системах	78
Бугаевский Г.Н. Общая схема универсального сейсмометрического канала для выполнения наблюдений в произвольной точке объекта	82
Бугаевский Г.Н. Спектрально-динамические и диссипативные свойства элементов сооружения	85
Бугаевский Г.Н., Франчук И.А. Обеспечение экологически безопасной добычи энергоносителей в сейсмоопасной акватории Черного моря	89
Горевой М.М., Левенстам В.В. Методы определения деформационных характеристик крупнообломочных грунтов	92
Левенстам М.В., Левенстам В.В. Расчёт защемления сваи в стадии упруго-пластической работы грунта	95
Третьяков Е.В., Левенстам В.В. Набухающие грунты в основании дельфинария	99
Цмыкал Д. А. Характеристики точности калибровки динамического стенда	103

Раздел 3. Строительные материалы и изделия 107

Климюк В.И., Федоркин С.И. Стойкость органических волокон в изделиях из дисперсно-армированного мелкозернистого бетона	107
Лавринев П. Г. Использование шламов гальванических производств в бетоне	110
Свищ И.С. Влияние технологических факторов и вида песка на активность шлакощелочного вяжущего вещества	114

Раздел 4. Технология промышленного и гражданского строительства 117

Корохов В.Г., Бутова И.В. Расчет продолжительности воздействия шнекового механизма на прессуемое сырье	117
Ковалев А.А. Анализ и определение составляющих мощности пневмомеханической дорожной установки для сыпучих материалов	121
Морозов А.Д., Жидов С.Н., Чередниченко И.А. Методика повышения эффективности и экологической безопасности разгрузочно-транспортного оборудования для пылевидных грузов	126

Раздел 5. Техногенная безопасность 130

Ветрова Н.М. Экологическая составляющая стратегии развития рекреационного региона	130
Дихтярь Т.В. Влияния дозы активного ила на продолжительность его регенерации в аэротенке при пневматической аэрации	135

Марюшин П.А. Разработка технических средств регулирования водно-солевого режима почв при мелиорации чернозёмов	137
Пашенцев А. И. Прогнозирование экологической устойчивости Крыма от загрязнения атмосферного воздуха на основании матричного моделирования	144
Муровский С.П. Особенности загрязнения атмосферы выбросами автотранспорта в условиях предгорного рельефа	149
Суббота И.Л., Савчук Л.П. Строительная климатология: перспективы развития актуального направления исследований в строительстве	157
Троценовский А.П. Концепция экологического оздоровления Крыма	160

Раздел 6. Водообеспечение и водоотведение, гидромелиорация, теплоснабжение и энергетика 162

Анисимов С.Н. Расчет параметров и тепло гидравлических характеристик потока газов в тракте камеры пульсирующего горения гармонического типа.	162
Анисимов С.Н. Расчет теплообмена в топках двухходовых котлов типа КСВ.	166
Бакулина М.В. Обеспечение безопасности персонала химически опасных объектов. .	169
Бекиров Э.А. Анализ солнечного радиационного режима крыма с целью создания солнечной энергоустановки для обеспечения электроэнергией локального потребителя.	172
Боровский Б. И., Тимченко З.В. Гидроэнергетический потенциал крымских рек	182
Гироль Н.Н., Бойчук С.Д., Мякишев В.А., Копачевский А.М., Котовская Е.Е. Экономичные технологии обезвреживания производственных отходов городских водоочистных станций	187
Гироль Н.Н., Бойчук С.Д., Мякишев В.А., Копачевский А.А., Богуцкий П.Л. Технология обработки грязных промывных вод водоочистой станции	193
Корбан Д.В. Информативность поляризационных параметров электромагнитной волны при радиолокационном обнаружении радиоактивного аэрозоля в атмосфере	199
Коваленко Н.А. Эффективность использования ветроустановок мощностью более 100 кВт для непосредственного энергоснабжения хозяйственных объектов.	202
Лисовский А.А., Тимченко Т.В. Проблемы использования водных ресурсов прудов Крыма	204
Мякишев В.А., Котовская Е.Е., Бойчук С.Д. Факторы риска в системе «водоём – водопровод – потребитель» и их минимизация при помощи индикаторных показателей загрязнённости воды	207
Рутенко В.С. Износостойкие полимерные покрытия для рабочих поверхностей гидромелиоративных машин	212
Стоянов В.У., Бакулина М.В. Методика оценки обстановки и выработки решения по спасению людей в условиях ЧС.	216

Раздел 1. Строительные конструкции, здания и сооружения

УДК 624.072.33:699.841

Ажермачев Г.А., к.т.н., профессор

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Влияние способа сопряжения ригелей и колонн в одноэтажных промышленных зданиях на их сейсмостойкость

Рассматривается работа поперечных рам одноэтажных промышленных зданий при горизонтальных статических и сейсмических нагрузках при шарнирном и жестком сопряжении ригелей и колонн. Показано влияние способа сопряжения на сейсмостойкость здания.

рама, ригель, колонна, горизонтальная сила, момент, перемещение, сейсмостойкость.

Одноэтажные производственные здания находят широкое применение. К достоинствам таких зданий можно отнести:

1. Как правило, они монтируются из типовых конструкций.
2. Имеют простую статическую и динамическую расчетные схемы при их расчете на горизонтальные нагрузки.
3. В одноэтажных зданиях легче обеспечить эвакуацию людей при сейсмических воздействиях.

Эти и другие факторы способствуют широкому применению таких зданий в Японии, США, Испании, Италии и других странах.

Одноэтажные производственные здания, строящиеся в сейсмоопасных районах, не имеют заметных отличий от аналогичных зданий, построенных в обычных условиях.

Однако, при разработке проекта здания для сейсмически опасного района специалист должен хорошо представлять поведение конструкций, их напряженно-деформированное состояние при возможных землетрясениях.

Опыт проектирования таких зданий показывает, что существуют две основные конструктивные схемы сопряжения ригелей и колонн в рамах: шарнирная и жесткая.

Некоторые специалисты отдают предпочтение жесткому сопряжению ригеля и колонны в раме, оправдывая это тем, что такая конструктивная схема обеспечивает меньшие деформации колонн и меньший изгибающий момент в них по сравнению с шарнирным сопряжением.

Для того, чтобы сделать оценку сейсмостойкости рамы (и в конечном итоге здания) с шарнирными и жестким сопряжениями ригелей и колонн, рассмотрим две рамы, имеющие соответственно одинаковую жесткость колонн и ригелей, одинаковые размеры (высоту и пролет) и одинаковую горизонтальную нагрузку в уровне покрытия (Рис. 1)

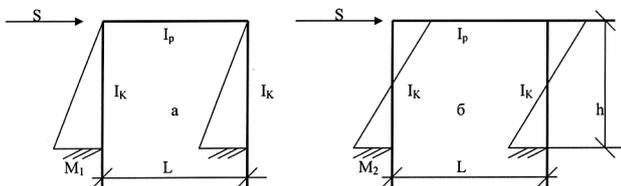


Рис.1 Расчетные схемы рам **а** – шарнирное сопряжение **б** – жесткое сопряжение.

Определим значение изгибающего момента в колонне при статическом приложении горизонтальной силы S .

Для схемы **а** момент в заделке колонны равен

$$M_1 = \frac{Sh}{2} \quad (1)$$

Для схемы **б** момент в заделке колонны равен

$$M_2 = \frac{Sh}{2} \cdot \frac{3K+1}{6K+1} \quad (2)$$

Здесь K – отношение погонных жесткостей ригеля к колонне.

Для большинства рам одноэтажных производственных зданий $K=5 \div 20$. Тогда второе выра-

жение в скобках формулы (2) будет

$$\frac{3K+1}{6K+1} \cong 0,5$$

Таким образом, значение максимального изгибающего момента в заделке при жестком сопряжении ригеля с колонной (М2) будет в два раза меньше, чем при шарнирном сопряжении ригеля и колонны (М1).

Однако, при сейсмических воздействиях мы имеем дело не со статически приложенной нагрузкой, а динамической инерционной, которая зависит от многих факторов и в том числе от жесткостных характеристик рамы.

Горизонтальная сейсмическая сила в данной точке определяется по следующей формуле[1]:

$$S_K = Q_K A \beta_i \eta_{iK} K_1 K_2 K_{\psi}, \quad (3)$$

где Q_K – вес конструкций и оборудования, вызывающий инерционную нагрузку;

A – коэффициент сейсмичности площадки строительства;

β_i – коэффициент динамичности;

η_{iK} – коэффициент формы колебаний;

K_1 – коэффициент, учитывающий допустимые повреждения здания, сооружения;

K_2 – коэффициент, учитывающий конструктивные решения здания, сооружения;

K_{ψ} – коэффициент, учитывающий размеры здания и конструкций.

Динамическая расчетная модель здания будет представлять стержень, защемленный в основании, к которому наверху приложена – сосредоточенная масса m . В этом случае $\eta_{iK} = 1$. Значения Q_K , A , K_1 , K_2 и K_{ψ} для схем а и б Рис. 1 будут одинаковы.

Следовательно, значение сейсмической силы S для рассматриваемых схем будет зависеть только от коэффициента динамичности β_i , который в свою очередь зависит от периода собственных колебаний здания T_i и категории грунтов по сейсмическим свойствам.

Для рам одноэтажных зданий (Рис.1) период собственных колебаний можно определить по формуле

$$T_i = 2\pi\sqrt{m\delta} \quad (4)$$

где $m = \frac{Q_K}{g}$;

δ – горизонтальное перемещение рамы от горизонтальной силы $S=1$;

g – ускорение силы тяжести.

Для рассматриваемых схем (Рис.1) величина m постоянна. Значит, период собственных колебаний зависит от перемещения δ , которое зависит от жесткости системы.

Значение перемещения δ для рамы с жестким сопряжением ригеля и колонны всегда меньше перемещения рамы с шарнирным сопряжением ригеля и колонны.

ВЫВОДЫ

1. При шарнирном сопряжении ригеля и колонны рама обладает большей податливостью по сравнению с жесткими рамами и как следствие имеет меньшее значение динамического коэффициента β_i . Кроме того, с увеличением пролета коэффициент динамичности в шарнирной схеме уменьшается, при этом в жесткой раме с увеличением пролета изгибающие моменты в стойках увеличиваются за счет вертикальной нагрузки.
2. Анализ проектов одноэтажных производственных зданий показывает, что общий расход металла на основные элементы каркаса в шарнирных схемах получается меньше, чем с жестким сопряжением. Эффект возрастает с увеличением пролета здания и с увеличением сейсмичности площадки строительства. Кроме того, шарнирные рамы менее чувствительны к вертикальным колебаниям почвы и просадкам опор по сравнению с жесткими рамами, при этом узлы сопряжения ригелей и колонн в шарнирных схемах проще.

ЛИТЕРАТУРА

- 1.СНиП 11-7-81*. Строительство в сейсмических районах. М. ЦИТП. 1991. 50 с.

Ажермачев Г.А., к.т.н., профессор

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Особенности проектирования многоэтажных зданий

Рассматриваются особенности проектирования многоэтажных зданий из различных материалов. Показана эффективность многоэтажных зданий каркасного типа. Дается оценка применения металлических каркасов для зданий средней и большой этажности.

здание, каркас, материалы, эффективность, трудоемкость, скорость монтажа.

Начиная со второй половины XIX столетия прежние размеры общественных и жилых зданий в больших городах все меньше отвечают требованиям растущих потребностей развивающегося финансового капитала. Банковские объединения, концерны и тресты требуют для размещения своего обширного аппарата единого помещения. Для этого необходимо иметь большое здание. Известно, что цены на землю, особенно в больших городах, огромны, поэтому заказчики всё чаще стремятся возвести большие здания, которые не занимают большой земельной площади. Этому требованию отвечают высокие многоэтажные здания.

Если здание с массивными стенами было экономично при небольшом количестве этажей, то с увеличением высоты здания слишком возрастали расходы вследствие непомерной толщины стен, уменьшения полезной площади, увеличения веса сооружения и нагрузки на фундамент, увеличения стоимости транспортирования материалов и резкого удлинения срока строительства.

Наиболее экономичным решением при строительстве многоэтажных зданий оказалось применение в качестве несущих конструкций железобетонных или стальных каркасов. Применение каркаса явилось переворотом в технике возведения многоэтажных зданий, позволив сократить до минимума период строительства. В следствие этого приспособлено наилучшим образом само сооружение для различных производственных назначений, являясь в то же время наиболее экономичным решением.

подавляющее большинство многоэтажных зданий в США, Европейских странах и других регионах строят по каркасной схеме, большая часть которых имеет стальной каркас. По данным Американского института стальных конструкций в 85% зданий высотой более 10 этажей применяется стальной каркас. Этому способствовало развитие мощной производственной базы. В начале XX века в США уже работало пять станков, производящих широкополочные двутавровые профили, которые широко применяли в каркасах высотных зданий без большой дополнительной обработки.

Следует отметить, что экономичность каркасных зданий дополняется еще одним положительным показателем, а именно – наилучшим использованием объема здания. Оптимальным для данного здания будет такое решение, при котором при заданной полезной площади помещений A получается наименьший объем зданий V , т.е. отношение переменной величины V , зависящей от архитектора и инженера, к постоянной заданной величине A должно быть наименьшим. Это отношение в зданиях со стальным каркасом получается наименьшим по сравнению со зданиями других типов.

Опыт эксплуатации многоэтажных зданий в сейсмоопасных районах показывает, что здания со стальным каркасом обладают более высокой сейсмостойкостью. Поэтому в сейсмоопасных районах экономически целесообразным может оказаться применение металлического каркаса и для относительно невысоких зданий.

Современные здания с металлическим каркасом состоят из ряда стандартных элементов, что обеспечивает наивысшую стандартизацию строительства. Установив определенные шаги колонн каркаса и приняв определенные высоты этажей, можно создать несколько типов колонн, ригелей и связей, из которых легко собрать каркас здания, придавая ему произвольные размеры в плане и по высоте. Так, например, стандартный каркас пятнадцатипятиэтажного здания позволит практически строить стандартные каркасные здания высотой от трех до пятнадцати этажей. Для изменения высоты здания нужно лишь отбросить каркас нижних этажей, оперев колонны на специальные башмаки. При этом стальной каркас несколько не стесняет творческую мысль архитектора, его легко приспособлять к любым архитектурным формам.

Опыт проектирования многоэтажных зданий отечественными и зарубежными специалистами показывает, что одним из важнейших вопросов, который должен быть решен в первую очередь, является вопрос о плане здания.

Обычно после того, как разработаны первые эскизы здания, когда контуры его более или менее определились, последовательно составляют три плана.

Первый план содержит первоначальную наметку конструктивной сетки и решение вертикального транспорта в соответствии с выбранной архитектурной концепцией. Этот план определяет принцип пространственной конструкции и позволяет установить экономические показатели сооружения.

Во втором плане тщательно разрабатывается расположение технического оборудования здания со всеми проводками. Наибольшее внимание уделяется вентиляционному оборудованию, ибо в нижних этажах из-за уличного шума и пыли естественная вентиляция допустима лишь отчасти. Поэтому вентиляционное оборудование весьма сложно, вентиляционные каналы в многоэтажных зданиях получаются большими и требуют особых помещений.

Третий план включает планировку помещений и их оборудование.

Наиболее рациональной формой плана многоэтажного здания считается прямоугольник, ибо чем проще план здания, тем проще и дешевле металлические конструкции. Назначая конфигурацию плана здания следует иметь в виду, что всякого рода отступы, изломы и открытые дворы должны иметь размеры, соответствующие принятому шагу колонн, а сами колонны по возможности, должны размещаться в обоих направлениях в совпадающих рядах, что способствует стандартизации каркаса.

Часто план здания зависит от формы застраиваемого участка, площадь которого должна быть максимально использована, отчего конфигурация зданий в плане, подчиняясь форме участка, может быть весьма неправильной. Каркас здания в этом случае будет сложным. Ряды колонн оказываются смещенными, а наличие изломов в плане ведет к косым прикреплениям элементов и к нестандартным конструкциям. Однако, даже и в таком случае необходимо стремиться к упрощению плана в нижней части здания и во всяком случае придавать ему прямоугольную форму в верхней высокой части.

Вопрос общей стоимости здания и его отдельных частей специфичен для каждой страны. В общем случае для различных стран получаются несоизмеримые величины. Однако, если речь идет об изменении стоимости здания в зависимости от количества этажей, то можно получить вполне сравнимые данные – для отдельных элементов и для всего здания в целом.

С увеличением количества этажей увеличивается стоимость следующих элементов здания, отнесенная к 1 м³: стальной каркас, подъемники, ограждающие конструкции, внутренние стены и перегородки, водоснабжение, отопление и вентиляция, электрическое освещение, полное механическое оборудование, окна и облицовка. Следующие элементы дают уменьшение стоимости при увеличении количества этажей: крыша, фундамент и наконечники элементов, показывающие постоянную стоимость: отделка (внутренняя и наружная), полы и перекрытия.

К факторам стоимости следует отнести: поглощение рентабельной площади подъемниками и другими подсобными устройствами, изменение стоимости производства работ на различных высотах и влияние местных условий на стоимость.

Анализ показывает, что стоимость стального каркаса для зданий 15-100 этажей составляет 10-20% от общей суммы расходов.

Наибольшие расходы падают на: подъемники, отопление и вентиляцию, систему кондиционирования, водопровод и канализацию, освещение, внутреннюю отделку и др. Фундамент обходится относительно дешево. С увеличением количества этажей объем и полезная площадь увеличивается непропорционально высоте; полезная площадь увеличивается пропорционально объему.

При сравнении стоимости стального и железобетонного каркасов следует идти по пути сравнения вариантов. Сравнение стального и железобетонного каркасов затрагивает целый ряд вопросов, которые все тесно связаны между собой. Рассмотрение отдельных вопросов вне связи их со всем комплексом вопросов может привести к однобокому решению.

Весь круг вопросов можно разбить на две различные, однако тесно связанные, группы.

К первой группе относятся: собственный вес конструкций, размеры конструкций, скорость возведения, долговечность, простота процессов сборки и др.

Ко второй группе относятся: конфигурация здания, его плана, сетка колонн, высота этажей, нагрузки, конструктивная схема каркаса, имеющиеся в наличии конструкции, применение обычной и высокопрочной стали, цемента, применение жесткой и обычной арматуры, соотношение цен железобетона, стали и стоимости рабочей силы, противопожарные мероприятия и др.

И первая и вторая группы вопросов очень тесно переплетены между собой, и разбор их не может быть произведен раздельно. Например, если мы говорим о габаритности, то не можем пройти мимо вопроса применения жесткой арматуры, уменьшающей габариты железобетонных сечений, можно однако без преувеличения сказать, что по всем вопросам первой группы сталь дает лучшие показатели, чем железобетон. В условиях большого города особую остроту приобретают вопросы производства работ и стандартизации отдельных частей каркаса и всего здания. Стальной каркас наилучшим образом приспособлен для этих целей. Железобетон требует многочисленных дополнительных процессов, которые занимают много места на строительной площадке и требуют дополнительного времени на их выполнение. Сроки твердения, сроки распалубки, уход за бетоном в разное время года, контроль за схватыванием старого и нового бетона и т.п., все это удорожает строительство.

Стальной каркас монтируется в рекордно короткие сроки, и что особенно важно, после постановки последнего болта, или наложения сварного шва, можно производить все дальнейшие работы.

Классическим примером строительства многоэтажных зданий может служить здание Empira State Bld в Нью-Йорке. Здание высотой 102 этажа (382 м) было построено за 15 месяцев, а стальной каркас в 60000т смонтирован за 6 месяцев 130 рабочими, работающими в одну смену (пятидневная неделя).

ВЫВОДЫ

1. Каркасные здания при многоэтажном строительстве более экономичны по сравнению с другими системами
2. Стоимость зданий высотой 10 этажей и более со стальным каркасом (особенно в сейсмоопасных районах) ниже, чем стоимость зданий из других материалов при учете не только стоимости самого каркаса, но и габаритности и стоимости перевозки конструкций и материалов, производства работ и т.д. особенно это относится к сравнительно высоким и узким зданиям, в которых применены новейшие легкие заполнители. Местные условия могут изменить соотношение стоимости тех и других зданий.
3. При компоновке стального каркаса многоэтажного здания необходимо стремиться к простому плану (прямоугольному или другой формы, образуемой из квадратов или прямоугольников), а колонны по высоте не прерывать.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ажермачев Г.А., Остриков Г.М., Новиков В.В. Рациональность применения стальных каркасов для многоэтажных сейсмостойких зданий. Многоэтажные здания. 1 международный симпозиум. Москва. 1972. С.155-159
2. Ажермачев Г.А. Выбор материалов для конструкций сейсмостойких зданий и сооружений. Сб. научных трудов «Современные конструкции из металла и древесины», ОГАСА. Одесса. 2001. С.4-8
3. Ажермачев Г.А. Ветер и многоэтажные здания. Будівельні споруди: матеріали, конструкції, технології. Вып. 2003-2 (39). Т.2. ДДАГА, Донецк, 2003, с.53-54
4. Ажермачев Г.А. О некоторых особенностях проектирования стальных многоэтажных сейсмостойких связевых каркасов. Строительство и техногенная безопасность. Сб. научных трудов. КАПКС, Вып. 7. Симферополь, 2002, с. 8-10.
5. Ажермачев Г.А., Морозова Е.В., Бершадский С.А. Применение легких металлических конструкций в каркасах сейсмостойких зданий средней этажности. Новейшие технологии диагностики ремонта и восстановления объектов строительства и транспорта. Днепропетровск. 2002. С. 95-99.

Берникер Я.С., к. т. н., Берникер Ю.Я., инженер
Израиль

Система мониторинга напряженно-деформированного состояния зданий и сооружений

Разрушение сооружений, зданий и конструкций происходит по разным причинам (заниженная проектная прочность и устойчивость, результаты воздействия техногенных и природных явлений), однако, определяющим фактором всех разрушений является превышение предельно-допустимых напряжений и деформаций в элементах конструкций.

мониторинг, здания, сооружения, напряженно-деформированное состояние, деформация, действительное состояние, эксплуатация. контроль

Отсутствие или недостаточная информация о состоянии прочностных и жёсткостных параметров сооружения, его узлов и элементов, а также отсутствие непрерывно осуществляемого сопоставления этих параметров с установленными их предельно-допустимыми значениями, не дают возможности активно влиять или реагировать на недопущение аварийных ситуаций.

С целью оценки функционального состояния сооружения в аспекте прочности создана система мониторинга, включающая методы и средства для получения оперативно и на регулярной основе всего спектра необходимой информации. Это позволяет в натуральных условиях в процессе строительства и эксплуатации зданий, сооружений и их фундаментов оказывать соответствующее влияние и выполнять требующиеся мероприятия, исключающие неконтролируемое разрушение. Созданная система предусматривает следующие методы контроля:

- специальный и временный мониторинг;
- постоянный мониторинг и антиаварийная система.

Оба метода рассматриваемой системы основаны на применении многофункциональных сенсоров, являющихся продукцией производства «Hi-Tec». Сенсоры устанавливаются согласно требованиям проектировщиков или эксплуатационников сооружения на тех элементах и узлах, пере-напряжение или превышение деформации которых может поэтапно или одновременно вызвать разрушение. Сигналы, получаемые от сенсоров и обрабатываемые в программно-аппаратном блоке, позволяют получать значения следующих параметров:

- прогибы пролётных строений двух- и многоопорных сооружений и элементов балочных клеток под воздействием постоянных, временных и кратковременных нагрузок;
- прогибы стенок, днищ и покрывающих конструкций резервуаров;
- горизонтальные перемещения (подвижки) элементов и конструктивов на опорах и оголовках с определением направления перемещения;
- перемещения в деформационных (температурных) швах и стыках с одновременным измерением температуры;
- значения основных продольных (растяжение, сжатие) напряжений в назначенных сечениях;
- отклонение от вертикали или проектного наклона элементов конструкций или сооружения в целом;
- отклонения в положении отметок (вертикальные перемещения) сооружения, его элементов, конструктивов и фундаментов;
- изменение уровня грунтовых вод и порового давления;
- вертикальные и горизонтальные подвижки и просадки грунта в фундаментной зоне резервуаров, опорных конструкций зданий и сооружений с возможностью послойной дифференциации;
- боковое давление грунта на заглублённые и подземные части резервуаров и других сооружений;
- давление подошвы фундаментов, опорных башмаков, плит свайных ростверков, подпорных стенок на грунт основания.

Высокочувствительные сенсоры, используемые в рассматриваемой системе мониторинга, позволяют определить перечисленные параметры с высокой точностью, в частности, линейные – с точностью до 0,01 мм, угловые – до 0,003 град. (10 сек.).

Получение информации о напряжённо-деформированном состоянии сооружения может осуществляться в двух режимах:

- режим автоматического считывания и накопления информации в программно-аппаратном блоке с последующей передачей по телекоммуникационным каналам соответствующей службе;
- режим периодического считывания посредством портативного запоминающего устройства с обработкой непосредственно на объекте или в камеральных условиях.

Временный специальный мониторинг характеризуется ограниченной продолжительностью процесса измерений и применяется главным образом на этапах строительства, монтажа, реконструкции и натурных испытаний, однако, может быть применён и в процессе эксплуатации сооружения при плановых обследованиях или в экстренных случаях. Результаты, получаемые методом специального временного мониторинга, представлены в виде графиков и сравнительных таблиц, что позволяет специалистам достаточно легко оценить состояние конструкции, сравнивая полученные значения с нормативными (допустимыми).

Постоянный мониторинг характеризуется неограниченной продолжительностью процесса измерений. Постоянный мониторинг применяется в процессе эксплуатации для оценки напряжённо-деформированного состояния сооружения по узкой группе параметров с определённой периодичностью измерений.

Антиаварийная система квалифицируется как комплексная система постоянного мониторинга всех несущих элементов сооружения, включая грунты основания. Режим измерений автоматический, непрерывно информирующий о степени обратимости напряжённо-деформированного состояния. Результаты измерений и сопоставлений с предельно-допустимыми значениями выводятся на экран монитора в виде символов, соответствующих определённому уровню опасности. Антиаварийную систему мониторинга формируют в процессе проектирования сооружения, а её принципиальная и монтажная схемы должны находиться в корреляционной связи с расчётной и конструктивной схемами сооружения.

ВЫВОДЫ

Наличие постоянной информации о напряжённо-деформированном состоянии строящихся или эксплуатируемых конструкций и сооружений позволяет произвести своевременные антиаварийные мероприятия, вплоть до эвакуации людей или остановки технологического процесса, а также профилактические, ремонтные работы, выполнение проектов реконструкции.

Білик С.І., к.т.н., доцент

Київський національний університет будівництва і архітектури

Стійкість сталевих двошарнірних рам із стояками із змінною висотою перерізу .

Розглянута кососиметрична форма втрати стійкості сталевих двошарнірних рам із двотавровими стояками із змінною висотою перерізу та із ригелем постійного перерізу. Задача стійкості стояка рами зведена до задачі стійкості консольного стрижня з пружним зацземленням найбільшого перерізу.

Постановка проблеми. Розвиток теоретичного апарату по визначенню стійкості раціональних конструкцій сталевих рам із використанням двотаврів із змінною висотою перерізу дозволяє виконати надійний розрахунок ефективних за витратами металу рам, запобігти втраті стійкості рам за кососиметричною формою. [1].

Аналіз основних досліджень і публікацій. Сталеві конструкції рам із двотаврових профілів зі змінною висотою стінки доказали свою ефективність [1,2,3]. Раніше проведені дослідження стійкості сталевих елементів зі змінним перерізом заклали фундамент для подальшого розвитку теорії стійкості пружних стрижнів змінного перерізу на пружних опорах [3-10].

Проведені дослідження окремих конструктивних рішень порталних рам із використанням стояків змінного перерізу, та арок із змінним перерізом при стандартних умовах обпирання рам [5, 8,9]. Одним із підходів щодо визначення коефіцієнтів розрахункової довжини елементів рам є спосіб, за яким розрахунок стійкості рамної конструкції замінюється розрахунком окремого стрижня зі змінним перерізом на пружних опорах [3]. При цьому жорсткість пружних опор вибирається такою, щоб змоделювати кінцеві умови обпирання елемента в конструкції. Стійкість стояків із змінним перерізом на пружних опорах розглянута в роботах [3, 4,5,6,10].

Постановка задачі. Вирішити задачу стійкості двошарнірної рами із змінним перерізом стояків при кососиметричній втраті стійкості і визначити вплив жорсткості ригеля та висоти стояка на значення коефіцієнтів розрахункової довжини рами.

Виклад основного матеріалу досліджень. Розглянуто стійкість двошарнірної рами при змінній жорсткості стояків та при постійній жорсткості горизонтального ригеля. Рама має один прольот – L. Ригель рами не має зламу і його вісь паралельна рівню землі. Розглянуто кососиметрична форма втрати стійкості. Стояки рами виконані із двотаврових елементів змінного перерізу, момент інерції яких змінюється за параболічним законом при розташуванні центру координат стояка в центрі ваги найбільшого перерізу:

$$I_{xz} = (1 - \gamma_y \frac{z}{l})^2;$$

$$\text{де } \gamma_y = 1 - \sqrt{\frac{I_{xnst}}{I_{x0st}}},$$

де I_{xnst} – момент інерції опорного найменшого перерізу стояка рами, I_{xnr} – момент інерції карнизного найбільшого перерізу стояка рами.

Використовується методика за якою втрата стійкості рами за кососиметричною формою приводиться до втрати стійкості стояка рами на пружних опорах. Приведення виконується за формою деформування стояка рами при втраті стійкості рами і формою деформування окремого стояка на пружних опорах при втраті стійкості [3,10]. Модель окремого центрально стиснутого стрижня, до якої слід привести роботу стояка рами, визначається із статичного розрахунку рами при різних варіантах найневигоднішого навантаження. Навантаження рами виконують одиничними силами прикладеними в карнизному вузлі. При цьому форма деформування стояка рами повинна бути подібна до форми деформування окремого центрально стиснутого стрижня. Із аналізу результатів статичного розрахунку рами можна виявити найгірші крайові умови закріплення елемента та вра-

хувати їх вплив на коефіцієнт розрахункової довжини елемента.

Для стояка двошарнірної рами вибрана модель стержня змінного перерізу із шарнірним обпиранням найменшого перерізу і пружним защемленням на котках з ковзанням найбільшого перерізу (рис. 1). Таким чином, пружність защемлення стояка рами в карнизному вузлі (пружність защемлення в вузлах) визначається із статичного розрахунку на одиничне найневигодніше навантаження.

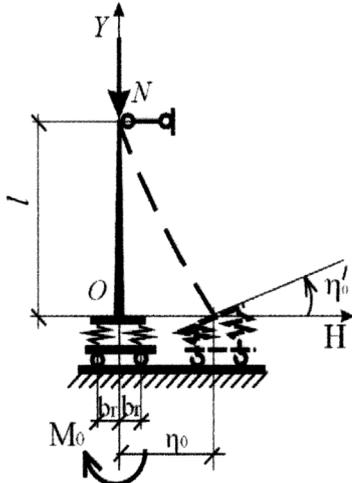


Рис.1. Форма втрати стійкості стояка з пружним защемленням на котках з ковзанням (з пересувним пружним защемленням).

Розглянуто втрату стійкості стержня перерізу із шарнірним обпиранням найменшого перерізу і пружним защемленням на котках з ковзанням найбільшого перерізу (рис. 1). Початок координат стержня із змінним перерізом розташовано в центрі ваги найбільшого перерізу. Ширину бази стояка з найбільшим перерізом позначено через b_r , а коефіцієнт пружності основи k_r . Стержень втрачає стійкість при дії поздовжньої сили N . При втраті стійкості виникає поворот перерізу бази стояка з найбільшим перерізом, який дорівнює η'_0 та виникає переміщення – η_0 . Умова рівноваги стержня при втраті стійкості буде:

$$N \cdot \eta_0 - M_{x,0} = 0. \quad (1)$$

Між реакцією в пружній опорі і характеристикою пружного защемлення існує взаємозв'язок через кут повороту перерізу (η'_0), розмірами бази найбільшого перерізу (b_r) і характеристикою жорсткості пружності основи (k_r):

$$M_{x,0} = -\frac{k_r b_r^2}{2} \eta'_0. \quad \frac{M_{x,0}}{\eta'_0} = -\frac{k_r b_r^2}{2} \quad (2)$$

Із останнього рівняння і умови рівноваги стержня (8.4) впливає рекурентна формула знаходження переміщення вільного кінця стержня через опорні реакції пружної опори.

$$\eta_0 = \frac{M_{x,0}}{N} = -\frac{k_r b_r^2}{2N} \cdot \eta'_0 \quad (3)$$

Скористаємося рівняннями метода початкових параметрів [4] і підставимо туди отримане співвідношення між η'_0 і η_0 та $M_{x,0}$ і η'_0 :

$$M_{xn} = 0 \rightarrow \frac{Nl}{v\gamma_y} \eta'_0 \sin(vu_n) - \frac{k_r b_r^2}{2} \eta'_0 \left[\frac{\sin(vu_n)}{2v} - \cos(vu_n) \right] = 0, \quad \left[\frac{Nl}{0,5k_r b_r^2} - \frac{\gamma_y}{2} \right] \frac{\text{tg}(vu_n)}{v\gamma_y} + 1 = 0. \quad (4)$$

Критерій (4) стійкості стержня змінного перерізу на пружних опорах на котках з ковзанням і шарнірному обпиранні найменшого перерізу буде подібний до критерію стійкості консольного стержня при пружному защемленні найбільшого перерізу [3]:

Для спрощення досліджень перейдемо до приведеної характеристики пружності защемлення найбільшого перерізу стояка рами - b_{E2} :

$$b_{E2} = EI_{x0st} / (0,5l b_r^2 k_r), \quad k^2 = Nl^2 / EI_{x0} \rightarrow k^2 EI_{x0} = Nl^2$$

$$\eta'_{0k} / (M_{xk}) = b_{E2} / (EI_{x0} / l_{st}), \quad b_{E2} = (EI_{x0st} / l_{st}) (\eta'_{0k} / M_{xk}). \quad (5)$$

де M_{xk} – згинальний момент в карнизному вузлі, який виникає при втраті стійкості рами за кососиметричною формою, η'_{0k} – кут повороту карнизного вузлу, який виникає при втраті стійкості рами за кососиметричною формою, l_{st} – довжина стояка рами, EI_{x0st} – жорсткість максимального розрахункового перерізу стояка рами в карнизному вузлі. Приведена характеристика пружності

защемлення показує відношення погонної жорсткості стрижня за максимальним перерізом (EI_{x0}/l) до характеристики пружності защемлення. При позначеннях (5) критерій стійкості рами (4) прийме вигляд:

$$\left(k_{st}^2 b_{E2} - \frac{\gamma_y}{2} \right) \cdot \frac{tgvu_{nst}}{v_{st}\gamma_{yst}} + 1 = 0, \quad (6)$$

При кососиметричній втраті стійкості двошарнірної рами з горизонтальним ригелем постійного перерізу в карнизних вузлах рами з обох боків виникають однакові за значенням згинальні моменти. Карнизні вузли рами переміщуються в горизонтальному напрямку. Приводимо втрату стійкості рами за кососиметричною формою до втрати стійкості стрижня з шарнірно опертим нерухомим найменшим перерізом та при ковзанні пересувній опорі на котках найбільшого перерізу з пружним защемленням. Критерій стійкості стояка рами, таким чином, буде аналогічний критерію стійкості консольного стояка з пружним защемленням найбільшого перерізу – рівняння (6).

Пружність защемлення стояка рами буде характеризуватися співвідношенням кута повороту в карнизному вузлі і до згинального моменту при втраті стійкості всієї рами за кососиметричною формою. Кут повороту перерізу карнизного вузлу за інтегралом Мора залежить від епюр згинальних моментів при втраті стійкості і від епюри згинальних моментів при повороті карнизного вузлу при дії одиничного моменту.

$$\eta'_{0k} = \sum \int_0^{l_r=L/2} \frac{M_{x\eta k} M_{xk} (1-z/l)^2 dz}{EI_{x0r}} = \frac{M_{x\eta} M_{xk}}{3(EI_{x0r}/l_r)}$$

де M_{xk} – згинальний момент, який виникає в карнизному вузлі при втраті стійкості рами за кососиметричною формою, $M_{x\eta}$ – одиничний згинальний момент, який прикладений в карнизному вузлі при якому деформування рами відбувається за кососиметричною формою.

З останньої формули видно, що співвідношення кута повороту перерізу карнизного вузлу до згинального моменту при втраті стійкості рами залежить від погонної жорсткості ригеля рами:

$$\frac{\eta'_{0k}}{M_{xk}} = \frac{M_{x\eta}}{3(EI_{x0r}/l_r)} = \frac{M_{x\eta} L}{6(EI_{x0r})}. \quad (7)$$

Заміна в формулі (5) приведенного коефіцієнта пружності карнизного вузлу відношення кута повороту перерізу до згинального моменту через погонну жорсткість ригеля при одиничному згинальному моменті $M_{\eta}=1$ за формулою (7) приводить до такого виразу b_{E2} :

$$b_{E2} = \frac{EI_{x0st}}{h_{st}} \frac{\eta'_{0k}}{M_{xk}} = \frac{EI_{x0st}}{6EI_{x0r}} \frac{L}{h_{st}}. \quad (8)$$

Таким чином, приведена характеристика (коефіцієнт) пружності карнизного вузлу рами залежить від співвідношення погонних жорсткостей стояка до ригеля рами.

Відповідно до різних геометричних розмірів рам з різними погонними жорсткостями ригеля та стояків визначені і коефіцієнти розрахункової довжини стояків рами – μ_{xst} (таблиця 1).

Результати досліджень стійкості рами вказують на те, що при збільшенні прольоту рами коефіцієнт розрахункової довжини стояка збільшується. При постійному прольоті рами та при збільшенні відношення висоти стояка рами коефіцієнт розрахункової довжини стояка рами зменшується, але загальна розрахункова довжина стояка рами збільшується. Так при прольоті рами 18, м і висоті стояка 3,0 м ($\frac{I_{xnst}}{I_{x0st}}=0,5$) коефіцієнт розрахункової довжини стояка рами буде рами буде $\mu_{xst}=3.745225$, відповідна розрахункова довжина стояка рами буде:

Таблиця.1

Коефіцієнти розрахункової довжини (μ_{xst})
 стоек двохшарнірної рами при
 $EI_{x0st} / EI_{x0r} = 0,5$

L, м	18	18	24	24	24	
h_{st}, m	3	5	2	4	5	
EI_{x0st} / EI_{x0r}	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
L / h_{st}	6	3,6	12	6	4,8	
b_{E2}	0,5	0,3	1	0,5	0,4	
I_{xnst} / I_{x0st}	μ_{xst}	μ_{xst}	μ_{xst}	μ_{xst}	μ_{xst}	
	0,70	3,70	3,14	4,84	3,70	3,41
	0,50	3,75	3,19	4,88	3,75	3,48
	0,30	3,82	3,29	4,93	3,81	3,56
	0,20	3,88	3,36	4,97	3,88	3,63

раз більша за жорсткість максимального перерізу стояка ($EI_{x0st} / EI_{x0r} = 0,1$) коефіцієнт розрахункової довжини стояка становить: $\mu_x = 2,201$.

ВИСНОВКИ

- Виконані дослідження відкривають шлях до дослідження стійкості раціональних конструкцій сталевих рам із використанням двотаврів зі змінною висотою перерізу, жорсткість яких досить точно можна описати параболічною залежністю.

ЛІТЕРАТУРА

- Дробязко Л.Е. Легкие конструкции сельскохозяйственных зданий. - Киев: Будівельник, 1985 –136 с.
- Енджиевский Л.В., Наделяев В.Д., Петухова И.Я. Каркасы зданий из легких металлических конструкций и их элементы. – М.: Из-во АСВ, 1998 – 247 с.
- Пермяков В.О., Білик С.І. Стійкість рам із використанням двотаврів зі змінним перерізом. //Металлические конструкции взгляд в прошлое и будущее: Сборник докладов VIII научно-технической конференции.–Часть I.–К.:Изд-во „Сталь”,2004,с.498-503.
- Билык С.И. Определение расчетной длины стальных колонн плавно-переменного сечения. Киев. инженерно-строит. ин-т, - Киев, 1985 - 19 с. Рукопись деп. в УкрНИИТИ 31.05.85, №1183 Ук-85 Деп.
- Динник А.Н., Лесков В.Н. Подовжний угин та його застосування в техніці. - Харків-Дніпропетровськ: Тех. видав, 1932 – 164 с.
- Лейтес С.Д. Устойчивость упруго закрепленных сжатых стержней, жесткость которых изменяется по степенному закону. / В сб.: Материалы по металлическим конструкциям, вып. 17. - М.: Стройиздат, 1973 - с. 127-148.
- Снитко Н.К. Устойчивость стержней переменного сечения. //Строительная механика и расчет сооружений, 1968, №1 - с. 34-35.
- Снитко Н.К. Устойчивость стержневых систем в упруго-пластической области. – Л.: Изд. лит. по строительству, 1968.–248с.
- Смирнов А.Ф., Александров А.В., Лашенников Б.Я., Шарошников Н.Н. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений. - М.: Стройиздат, 1984 – 416 с.
- Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. Расчетно-теоретический. Под ред. проф. Уманского А.А. – М.: Изд. лит. по строительству, 1978, книга 2 – 415 с.

$l_{efst} = \mu_{xst} h_{st} = 3.745225 \times 3 = 11,24$ м. А при тому прольоті 18,0м і висоті стояка 5,0 м ($\frac{I_{xnst}}{I_{x0st}} = 0,5$) коефіцієнт розрахункової довжини стояка рами буде меншим $\mu_{xst} = 3,193669$, але відповідна розрахункова довжина стояка буде більшою ніж у попередньому випадку: $l_{efst} = \mu_{xst} h_{st} = 3,193669 \times 5 = 15,97$ м.

З іншого боку результати числових досліджень підтвердили, що при збільшенні жорсткості ригеля рами по відношенню до максимального значення жорсткості перерізу стояка в карнизному вузлі значення коефіцієнта розрахункової довжини стояка наближається до значень консольно защемленого стрижня. Так для рами прольотом $L = 18,0$ м і висоті стояка $h_{st} = 6,0$ м, при $I_{xnst} / I_{x0st} = 0,99$, та коли жорсткість ригеля в 10

Емельянов М.П., к.т.н., доцент, Жигна В.В., к.т.н., доцент, Родин С.В., к.т.н., доцент
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Обрушение покрытия литейного цеха машиностроительного завода в г.Джанкое

Проведен анализ причин обрушения сборных железобетонных конструкций покрытия. Обоснована классификация причин по группам: проектные отступления от требований норм проектирования; фактическое исполнение строительства; эксплуатационные факторы и погодные условия. Снижение общей пространственной жесткости и устойчивости конструкций фонаря вследствие отсутствия вертикальных связей по фонарям, несанкционированный демонтаж стоек и раскосов на отдельных металлических фермах являются главной причиной аварии.

пространственная жесткость, вертикальные связи, стропильные фермы, сопряжение конструкций, подтопление фундаментов.

В феврале 2005 г. на литейном цехе завода произошло обрушение сборных железобетонных конструкций плит и ферм покрытия одного из пролетов (рис. 1, 2).

Литейный цех представляет собой одноэтажное каркасное здание прямоугольной формы в плане с размерами в осях колонн 72 x 192 м, состоящее из трех пролетов размером 24 м каждый и пристройки бытовых помещений со столовой. По длине здания предусмотрены три температурных шва. Все пролеты были оборудованы мостовыми кранами грузоподъемностью 10 т. Высота цеха до отметки нижнего пояса ферм 14,4 м.



Рис.1 Обрушение пролета цеха

Элементами каркаса являются: типовые сборные железобетонные стропильные фермы пролетом 24 м (серия ПК-01-28), плиты покрытия номинального размера 1,5 x 6 м (серия ПК-01-111 и ПК-01-119), самонесущие стеновые панели (стандарт СТ-02-18), железобетонные подкрановые балки (серия КЭ-01-50) и фундаментные железобетонные балки (серия КЭ-01-23). Железобетонные монолитные фундаменты стаканного типа индивидуального изготовления по серии 1.412-1/77.

Металлический фонарь состоит из верхнего пояса, подкрепленного пятью стойками и двумя раскосами (аналог типовому решению серии ПК-01-68 и ПК-01-93). Утеплитель покрытия - плитный пенобетон плотностью 600 кг/м³.

Пространственная жесткость каркаса обеспечивается вертикальными связями, установленными в подкрановых частях колонн по середине блоков, распорками, вертикальными и горизонтальными связями по фермам и фонарям, а также приваркой плит покрытия к закладным деталям стропильных ферм и фонарей. Дополнительную жесткость придают также стеновые панели и подкрановые балки, имеющие связь с колоннами.

Проект цеха был разработан Киевским институтом «Укргипросельмаш» в 1965г. [1], строительство закончено в 1967г. В 1987г. институтом «Авторемпромпроект» г.Минска было проведено обследование технического состояния строительных конструкций цеха для последующего выполнения капитального ремонта [2]. Следует обратить внимание, что цех на протяжении последних десяти лет не эксплуатировали и мероприятия по консервации строения не выполняли.

Авария произошла ночью, по данным метеорологического бюро погода в районе была ветреной с преобладанием порывов ветра в северо-западном направлении, температура воздуха + 2°С. Подобная авария произошла при строительстве сталепроволочно-канатного цеха в 1965г. [3]. В

том случае причиной аварии послужило отсутствие вертикальных связей по фонарям, снижение устойчивости смонтированных конструкций покрытия фонаря и неудовлетворительное исполнение сопряжений узлов конструкций.

При осмотре места аварии и обследовании обрушившихся конструкций выявлено следующее.

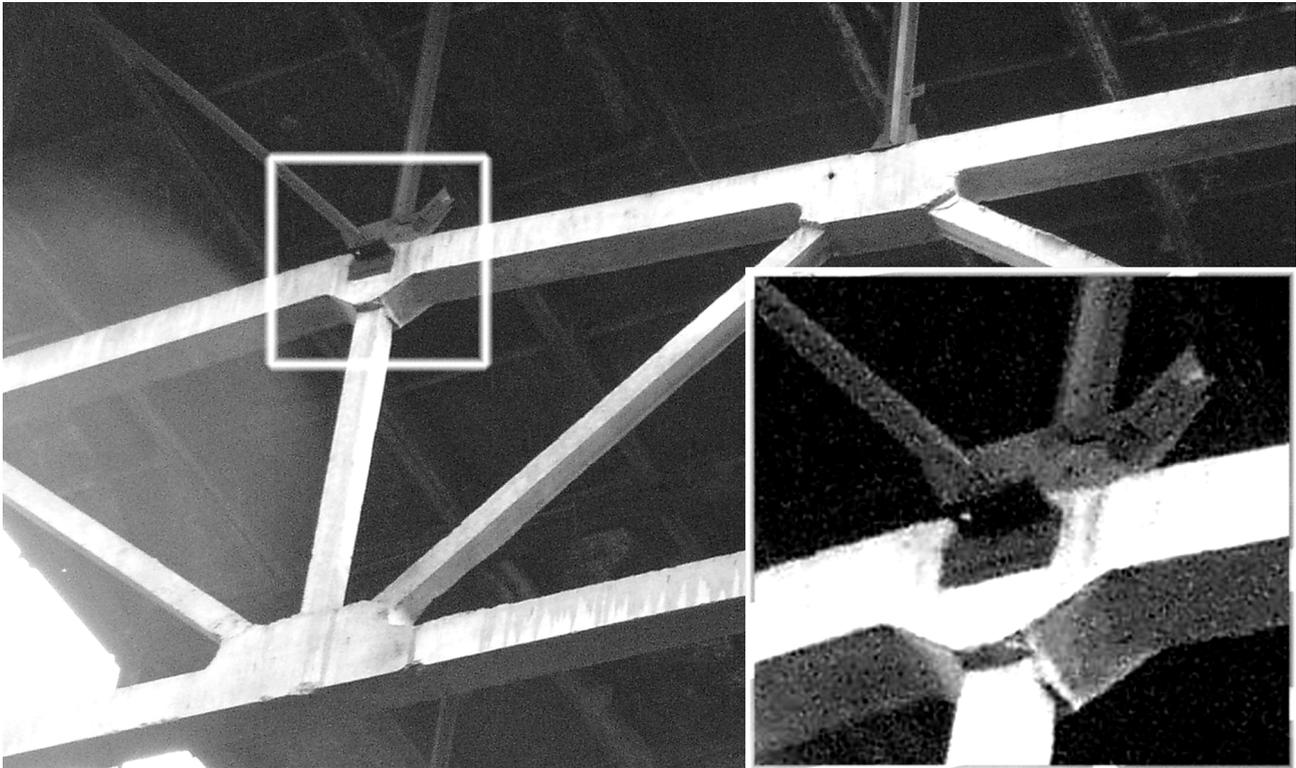


Рис.2. Дефекты аэрационных фонарей

В уровнях светоаэрационных фонарей по торцам блоков всего цеха не обнаружены вертикальные крестообразные связи, что существенно снижает пространственную жесткость фонарей [1,4] рис.2, 5. Особо следует отметить, что и по проекту цеха эти вертикальные связи не предусматривались [1].

Вдоль длины здания не установлены (срезаны) распорки, предусмотренные в проекте (см. лист КЖ №53 [1]) по верхним поясам ферм, хотя закладные детали для них имеются.



Рис.3. Срез крестообразных связей

Многие плиты покрытия к верхним поясам ферм фонаря и стропильным фермам не были приварены в трех точках, а только прихвачены короткими швами;

Крепление средних стоек фонаря к фермам было выполнено с отступлением от проекта. В связи с тем, что в закладных деталях ферм отсутствовали специальные болты с гайками, предназначенные для крепления стоек фонаря, последние крепили к деталям ферм только дуговой сваркой.

После прекращения эксплуатации цеха были удалены практически все вертикальные связи между колоннами (сохранились связи только по оси «Д», где выполнена кирпичная стена-перегородка, рис. 3,4). Хаотично срезаны раскосы и стойки фонарей в

пролетах по осям «А-Д» и «Д-К». В пролете «К-П», где произошло обрушение конструкций, установлено отсутствие (срез) одновременно центральной стойки и двух примыкающих раскосов фермы фонаря по оси «15».

Закладные детали на поясах ферм, ребрах плит покрытия, оголовках колонн имеют значительные коррозионные повреждения, вплоть до расслоения металла;

Обращает внимание высокий уровень подтопления технологического подпольного пространства цеха и фундаментов в пролете «К-П» (в котором произошло обрушение конструкций) грунтовыми и талыми водами. По сведениям инженерной службы завода в

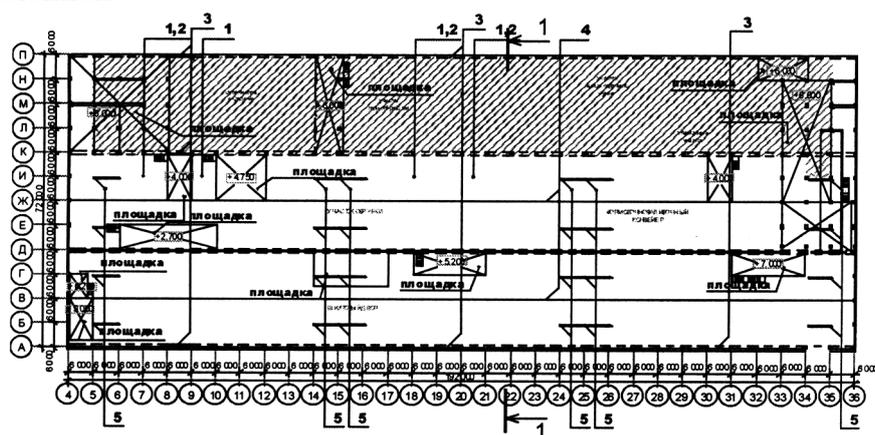


период эксплуатации цеха грунтовые воды искусственно понижали.

Отсутствие вертикальных крестовых связей между фермами фонаря, срез (удаление) части стоек и раскосов фонаря, ослабленные крепления стоек металлического фонаря к закладным деталям верхних поясов железобетонных ферм, отсутствие распорок между верхними поясами стропильных ферм, а также недостаточная приварка плит покрытия к поясам ферм привели к тому, что пространственная жесткость фонарных блоков резко снизилась, а их конструктивная схема превратилась в геометрически изменяемую систему.

Расчетный анализ конструктивной схемы фонарного блока с использованием программного комплекса «Лири-Windows» подтвердил установленные при обследовании конструктивные несовершенства цеха.

Рис.4. Крестообразные связи:
по оси «Д» - существующая,
по оси «К» - удаленная



▨ - обрушение плит перекрытий, металлических ферм фонаря и стропильных железобетонных ферм;

1, 2 - срезаны раскосы ферм с двух сторон и с одной соответственно; 3 - срезаны вертикальные связи в подкрановых частях колонн;

4 - срезаны распорки по верхним поясам ферм; 5 - отсутствуют вертикальные связи по фонарям

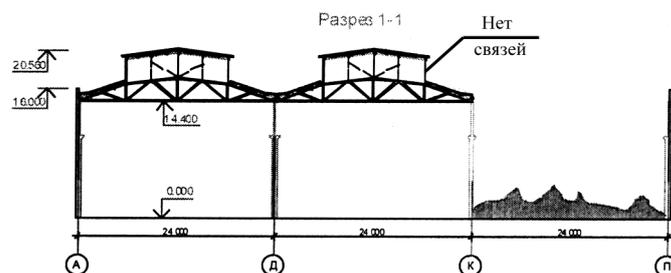


Рис.5. Схема расположения дефектов

ВЫВОДЫ

Основной причиной аварии послужило значительное снижение пространственной жесткости и устойчивости металлических конструкций фонаря, прежде всего из-за отсутствия вертикальных связей и выключения из работы части стоек и раскосов ферм фонаря. Неблагоприятными факторами явились погодные условия при действиях порывов ветра и затяжных дождей, увеличивших нагрузку на покрытие вследствие замачивания утеплителя через разрушенный кровельный настил.

Обрушению значительной части пролета цеха способствовали: снижение пространственной жесткости всего здания вследствие демонтажа (среза) вертикальных связей между колоннами в температурно-деформационных блоках, распорок между фермами, частичный демонтаж подкрановых балок, недостаточная надежность сопряжения плит перекрытия с фермами, коррозия металла, подтопление фундаментов и основания грунтовыми водами. Эксплуатационный контроль состояния территории, конструкций и здания в целом, его регулярное техническое обследование исключил бы подобную аварию.

Причины, которые привели к аварии можно выделить в следующие три группы:

1. Проектные отступления от рекомендаций строительных норм (в проекте не предусмотрено устройство крестовых вертикальных связей в

крайних отсеках фонарей температурных блоков, вместе с тем, конструкция фонарей принята типовой по разработкам института Проектстальконструкция, которая рекомендует устанавливать такие связи. На отмеченные дефекты не было обращено внимание при проведении предыдущего обследования [2].

2. Фактическое исполнение строительства (при обследовании выявлено значительное количество не качественного исполнения узлов сопряжения отдельных конструкций, прежде всего, соединения плит покрытия с поясами ферм, стоек фонаря с верхним поясом ферм, колонн со стропильными фермами) не обеспечило проектных требований.

3. Эксплуатационные факторы: практически не проводили ремонт кровли, защиту металлических конструкций от коррозии, консервацию строения после остановки производства, ремонт стекления проемов, понижения уровня грунтовых вод и др. Особым фактором в этой группе следует выделить несанкционированный срез металлических конструктивных элементов каркаса, обеспечивающих пространственную жесткость и надежность работы при действии эксплуатационных нагрузок (вертикальных связей между колоннами, распорок стропильных ферм, стоек и раскосов ферм фонаря).

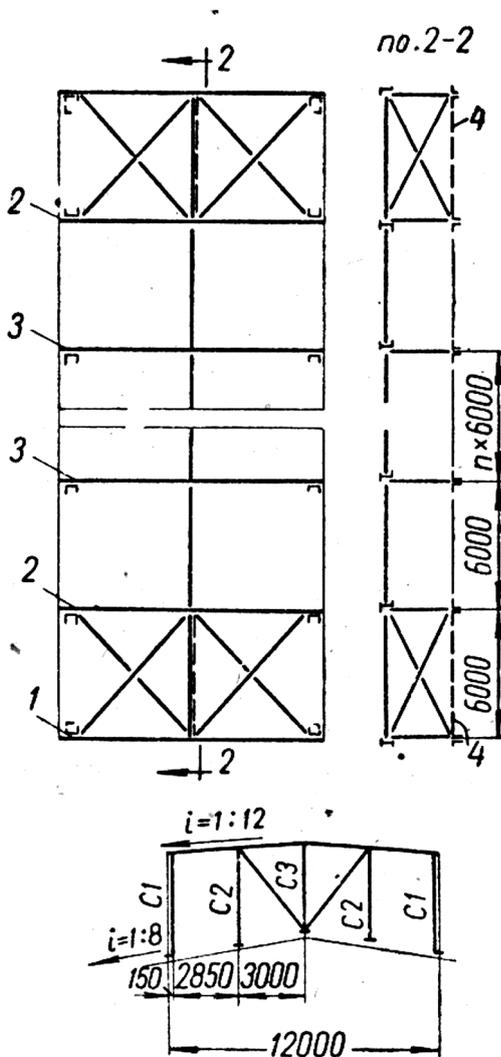


Рис. 6. Схема и конструкция типового фонаря шириной 12 м

1 – торцевой фонарь; 2 – связевой фонарь; 3 – рядовой фонарь; 4 – распорка по фермам в плоскости вертикальных связей

ЛИТЕРАТУРА

1. Рабочий проект реконструкции машиностроительного завода в г.Джанкое.Литейный цех, «Укргипросельмаш». -Киев, 1965.
2. Заключение по результатам обследования стропильных конструкций литейного цеха Джанкойского машиностроительного завода. «Авторемпромпроект». -Минск, 1987.
3. Шкинев А.Н. Аварии в строительстве. -4-е изд. перераб. и доп. -М.:Стройиздат, 1984. -320 с.
4. Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. Металлические конструкции промышленных зданий и сооружений. Под ред. Н.П.Мельникова. Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам – М.: Стройиздат, 1965. – 618 с.

Ефремов А.В., д.э.н., профессор, Ветрова Н.М., к.э.н., доцент, Шевченко Н.Н., ст. преподаватель

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Оптимизация застройки прибрежной зоны южных морей

Исследованы современные концептуальные теоретические подходы к оптимизационному моделированию застройки прибрежных территорий в условиях существующей плотности освоения. В статье на базе разработанной ранее задачи оптимального размещения строительства в городских условиях представлена трансформированная экономико-математическая модель и алгоритм решения оптимизации застройки прибрежной зоны южных морей.

Оптимизация, плотность застройки, рекреационные земли, селитебные зоны, экономико-математическая модель, алгоритм решения

Основными условиями застройки площадей прибрежной зоны южных морей являются: жесткая привязка их к береговой полосе, где расположены рекреационные комплексы; повышенная плотность застройки, обусловленная концентрацией селитебной зоны вокруг рекреационных комплексов и ограниченностью площадей для застройки.

Кроме того, с ростом плотности застройки затраты на подготовку и благоустройство территории в пересчете на 1 м² жилья (или другую единицу «мощности» сооружаемых объектов) снижаются, а затраты на собственно возведение зданий и сооружений растут. Отметим, что затраты освоения целиком определяются условиями самой территории, а именно, природными факторами (плотность грунтов и состав грунтовых вод, рельеф местности и т.д.), и результатами прошлой деятельности (местоположение в плане поселения, наличие коммуникаций и т.д.). Собственно затраты на строительство определяются в большей степени двумя факторами – выбором проектов (с соответствующим техническим уровнем строительного производства) и условиями территории строительства в плане поселения.

Учет тенденции этих составляющих затрат позволяют выбрать в каждом конкретном случае оптимальную плотность застройки. Для стандартных условий градостроительства, чем выше уровень затрат на освоение территории, тем целесообразнее более высокая плотность застройки. И, наоборот, чем благоприятнее условия для строительства (а если учитывать затраты на функционирование объектов, то и для эксплуатации), тем менее интенсивно можно использовать данную территорию.

Однако, для территорий прибрежной зоны южных морей, которые в основном относятся или к рекреационным или к особо охраняемым землям, такой подход неприемлем. Здесь в основу должен быть положен принцип – минимум отвлечения территории под селитебные зоны. А это уже безальтернативно - высокая плотность застройки.

В свете изложенного выше тема статьи, посвященная вопросам оптимизации застройки прибрежной зоны южных морей, является актуальной и своевременной.

Целью статьи является ознакомление заинтересованных специалистов с трансформированной к условиям прибрежной зоны экономико-математической моделью оптимизации застройки.

Проблемы застройки и использования рекреационных и особо охраняемых земель поднимались в научных работах следующих ученых. Так, Г.М. Мкртчян, С.А. Суспицын, В.И. Клисфин [1] разработали экономико-математическую модель оптимизации размещения строительных объектов в городских условиях. Г.А. Фоменко, М.А. Фоменко, К.А. Лошадкин [2] разработали рекомендации по денежной оценке природных ресурсов и экосистемных услуг с учетом методологических подходов ООН. Н.В. Масаковский [3] анализирует зарубежный опыт в области организации национальных парков и особо охраняемых природных территорий. Г.Г. Гогоберидзе, А.С. Аверкин [4] рассматривают основные положения использования и управления ресурсами прибрежной зоны морей. И. Синякевич [5] рассматривает вопросы соотношения экологического и экономического факторов в процессе хозяйствования и застройки территорий. Однако вопросам оптими-

зации застройки рекреационных земель прибрежной зоны южных морей еще не уделяется должного внимания.

Рассмотрим уже разработанную задачу оптимизации размещения строительства в городских условиях [1] и трансформируем ее для оптимизации застройки прибрежной зоны южных морей. Эта модель не учитывает необходимости возмещения сносимых зданий в натуре. В задаче рассматривается вопрос застройки вновь отведенной территории. Известны возможные массивы строительства, затраты на строительство, подготовку территории каждого массива и общий объем предполагаемого строительства. В каждом массиве возможны несколько вариантов плотности застройки. Необходимо выполнить задание по застройке с минимумом суммарных затрат.

Пусть:

i – индекс варианта застройки, лет;

r – индекс массива;

t – индекс временного интервала;

T – продолжительность периода застройки;

Π^t – общий объем строительства в периоде t , м² (площадь);

S_r – лимит «свободной» территории в r -массиве, м²;

a_i – плотность застройки по i -варианту, м²/га;

M_r – затраты на освоение 1 га территории r -массива;

D_i – затраты на собственно строительство в расчете на 1 м² полезной площади;

g^{t-1} – дисконтирующий множитель;

x_{ir}^t – интенсивность застройки r -массива по i -варианту в периоде t , м²;

y_r^t – интенсивность освоения территории r -массива в периоде t , га;

C_i – затраты на застройку территории по i -му варианту плотности застройки, грн/га;

В принятых обозначениях задача будет выглядеть следующим образом:

$$\sum_{t=1}^T \left(\sum_{i,r} D_i x_{ir}^t + \sum_r M_r y_r^t \right) g^{t-1} \rightarrow \min \quad (1)$$

$$\sum_{i,r} x_{ir}^t \leq \Pi^t \quad (2)$$

$$\sum_{\tau \leq t} y_r^\tau \geq \sum_{i,\tau \leq t} \frac{x_{ir}^\tau}{a_i} \quad (3)$$

$$\sum_{t=1}^T y_r^t \leq S_r \quad (4)$$

Как нетрудно видеть, эта задача эквивалентна следующей:

$$\sum_{t=1}^T \sum_{i,r} C_{ir} g^{t-1} \rightarrow \min \quad (5)$$

$$\sum_{i,r} x_{ir}^t \leq \Pi^t \quad (6)$$

$$\sum_{i,r} x_{ir}^t \leq S_r \quad (7)$$

где $C_{ir} = M_r + a_i D_i$;

x_{ir}^t – площадь r – массива, застраиваемая в период t по i -варианту плотности застройки.

Задача, двойственная к задаче (5) – (7), может быть записана так:

$$\sum_t \Pi_i \bar{\omega}_t - \sum_r S_r u_r \rightarrow \max \quad (8)$$

$$a_i \bar{\omega}_t - u_r \leq c_{ir} g^{t-1}, \quad (9)$$

где $\bar{\omega}_t$ и u_r - оценки ограничений (6) и (7) соответственно. В точке оптимума если $x_{ir}^t > 0$, то $a_i \bar{\omega}_t - u_r = c_{ir} g^{t-1}$.

Пусть в году t застраивается несколько участков одновременно. В этом случае несколько неравенств типа (9) выходят на равенства. Среди них найдется «худший», для которого

$$\frac{C_{i_0 r_0}}{a_{i_0}} = \max \frac{C_{ir}}{a_i}, \text{ где } r_0 \text{ и } i_0 \text{ индексы «худшего» в году } t \text{ массива и плотности застройки на нем.}$$

Если этот массив абсолютно «худший», т.е. его оценка $u_{r_0} = 0$, то легко получить оценки всех остальных массивов, застраиваемых в году t :

$$u_r = a_i \left(\frac{C_{i_0 r_0}}{a_{i_0}} - \frac{C_{ir}}{a_i} \right) g^{t-1} \quad (10)$$

Если же массив r_0 по условиям строительства является замыкающим в году t , то есть лишь относительно худшим, то оценка массива r будет равна

$$u_r = a_i \left(\frac{C_{i_0 r_0}}{a_{i_0}} - \frac{C_{ir}}{a_i} \right) g^{t-1} + u_{r_0} \quad (11)$$

Рассмотрим подробнее формулу (10). Если бы была возможна лишь одна плотность застройки, то есть $a_i = \text{const} = a$ и $C_{ir} = \text{const} = C_r$, то $u_r = (C_{r_0} - C_r) g^{t-1}$. Это равенство выполнялось бы только для определенного временного интервала t , в который и следовало бы застраивать участок r . Если же плотность застройки выбирается различной в разных массивах (что вполне естественно), то расчет оценки следует производить по формуле

$$u_r = a_i \left(\frac{M_{r_0}}{a_{i_0}} - \frac{M_r}{a_i} \right) + a_i (D_{i_0} - D_i) \quad (12)$$

Если на «лучших» землях выбирается более высокая плотность застройки, то второе слагаемое в правой части (12) становится отрицательным, но первое слагаемое растет и реальная оценка u_r может быть как больше, так и меньше величины $(M_{r_0} - M_r)$, то есть дифференциации затрат на собственно освоение территории

Рассмотрение динамики в явном виде вносит несколько новых моментов. Оценка u_r постоянна во времени, слагаемые же правой части (10) и (11) зависят от времени. Это происходит из-за того, что либо в различные периоды времени участки являются замыкающими (то есть меняются величины $C_{i_0 r_0}$ и u_{r_0}), либо изменяются плотности застройки на замыкающем участке и данном. Поскольку в рассматриваемой задаче плотность застройки выбирается с точки зрения минимума затрат на всю строительную программу в целом, то изменение плотности застройки во времени вполне возможно.

Приведенный анализ показывает сложность определения экономической оценки территорий поселений даже при учете относительно небольшого числа факторов. Вместе с тем хозяйство поселения представляет собой систему пропорционально развивающихся видов деятельности. Подобно другим балансовым системам, хозяйство поселения можно отобразить с помощью модели типа межотраслевого баланса. Как известно, в таких моделях вводят коэффициенты полных затрат (в том числе и затрат территории) специфической мультипликативной структуры. Учет балансовых ограничений как в целом для хозяйства поселения, так и по отдельным массивам

может существенно повлиять на значение оценки территории поселения в отдельных его массивах. В первую очередь это касается массивов со сплошной застройкой. Сбалансированное развитие этих массивов, как правило, невозможно без дорогостоящей реконструкции и сноса. Реконструкция сложившихся массивов поселения и сопровождающий ее снос являются естественным явлением в жизни поселения, однако определение экономической эффективности сноса представляется сложной задачей, решить которую можно лишь с помощью экономической оценки территории поселения.

Рассмотрим модель застройки, в которой учитывается фактор сноса строений. Допустим, на некоторой ограниченной территории предстоит осуществить определенный объем строительства. Можно застраивать пустующие территории и сносить уже существующие здания. При этом требуется возмещать сносимый жилой фонд в натуре. Рассмотрим для простоты статическую задачу. Введем следующие обозначения:

- i' – индекс плотности застройки, м²/га;
- a'_i – плотность застройки вида i , м²/га;
- a – плотность существующей застройки территории, м²/га;
- Π' – плановый объем строительства, м²;
- S – резерв свободной территории, га;
- L – затраты на снос и расчистку территории, грн/га;
- x_i – размер территории, застраиваемой по i -варианту плотности, га;
- y – размер высвобождаемой в результате сноса территории, га.

В этих обозначениях модель запишется в следующем виде:

$$\sum_i C_i x_i + Ly \rightarrow \min \quad (13)$$

$$\sum_i a'_i x_i + \bar{a} y \geq \Pi' \quad (14)$$

$$\sum_i x_i - y \leq S \quad (15)$$

Двойственная к ней задача будет иметь следующий вид:

$$\Pi' \bar{\omega} - Su \rightarrow \max \quad (16)$$

$$a_i \bar{\omega} - u \leq C_i \quad (17)$$

$$-a' \bar{\omega} + u \leq L \quad (18)$$

Условие (17) будет выходить на точное равенство при некотором $i=i_0$. Если Π' сравнительно невелико, то, как нетрудно видеть

$$\bar{\omega} = \min_i \left\{ \frac{C_i}{a_i} \right\} = \frac{C_{i_0}}{a_{i_0}} \quad (19)$$

$u = 0$

При увеличении задания Π' оценки $\bar{\omega}$ и u не меняются до того момента, пока $\Pi' < a_{i_0} S$. При дальнейшем увеличении задания Π' , если плотность застройки a_{i_0} не максимальна, то выбирают более высокую плотность застройки. В этом случае регулирующие затраты $\bar{\omega}$ увеличиваются и оценка u становится положительной. С ростом Π' оценки $\bar{\omega}$ и u растут до тех пор, пока регулирующие затраты не становятся столь большими, что экономически оправдывают эффективность сноса. Как только высвобождение территории в результате сноса и расчистки y становится больше нуля ($y > 0$), сразу неравенство (18) выходит на строгое равенство. Рассмотрим подробнее экономический смысл выражений (17) и (18).

Если $x_{i_0} > 0$, то $u = a'_{i_0} \bar{\omega} - C_{i_0}$, то есть оценка территории равна разности между регулируемыми затратами $a'_{i_0} \bar{\omega}$ и прямыми затратами C_{i_0} . Если $y > 0$, то $u = a' \bar{\omega} + L$, то есть оценка территории (u) равна сумме прямых затрат на снос и расчистку территории L и теряемого при сносе эф-

фекта $a'\bar{\omega}$. Эти оценки, естественно, равны и $a'_{i_0}\bar{\omega} - C_{i_0} = a'\bar{\omega} + L$ или $\bar{\omega}(a'_{i_0} - a) = L + C_{i_0}$

Откуда следует

$$\bar{\omega} = \frac{C_{i_0} + L}{a'_{i_0} - a}$$

$$u = \frac{a'C_{i_0} + a'_{i_0}L}{a'_{i_0} - a}$$

Интересным в формулах (20) является то, что величинам оценок $\bar{\omega}$ и u обратно пропорциональны приросту плотности застройки в отличие от оценок задачи (5) – (7), где величины оценок обратно пропорциональны величинам плотности застройки.

Таким образом, при росте потребности в новом строительстве от нуля до некоторого l' оценки $\bar{\omega}$ и u «пробегают» ряд дискретных значений от величин, определяемых в (20). Задачу (13) – (15) можно существенно развить, рассматривая множество массивов, множество вариантов существующей застройки. Учет этих дополнительных условий и динамическая постановка задачи несущественно изменяют решение задачи (13) – (15), однако обуславливают появление ряда новых свойств. В частности, появятся оценки ограниченных по возможному объему сноса и расчистки территории, которые можно трактовать как показатели стоимостной оценки сносимого жилья.

Рассматриваемая задача относится к классу задач, решаемых с помощью линейных оптимизационных моделей, и может быть успешно решена на ПЭВМ с использованием средств EXCEL. Программа управления электронными таблицами EXCEL позволяет сравнительно легко решать данный класс задач. Для решения рассматриваемой задачи на ЭВМ целесообразно использовать процедуру *Поиск решения* табличного процессора Microsoft Excel, которая является частью блока задач, иногда называемый анализом «что-если».

Процедура поиска решения позволяет найти экстремальное значение целевой функции, содержащейся в целевой ячейке. Эта процедура работает с группой ячеек, прямо или косвенно связанных с формулой в целевой ячейке.

Ячейки рабочего листа, в которые записывают значения переменных, от которых зависит целевая функция, называются изменяемыми ячейками. Их значения могут быть подобраны так, чтобы повлиять на значение в целевой ячейке.

Решение должно находиться в определенных пределах или удовлетворять определенным ограничениям.

До сих пор мы рассматривали эффективность застройки территории поселения с точки зрения затрат на подготовку территории и собственно строительство.

В то же время существует и оценка территории поселения с точки зрения потребителя, в первую очередь его населения. В каждом поселении существует определенная система потребительского предпочтения одних массивов перед другими. Выявить эту систему и провести ранжировку массивов не трудно, куда сложнее оценить это потребительское предпочтение количественно. Основная доля оценки объясняется местоположением массива и уровнем развития коммуникаций поселения (скорость достижения мест работы, мест отдыха и т. д.). Определенную роль могут играть такие факторы, как состояние воздуха, уровень развития сферы обслуживания и даже престижность массива.

Допустим, потребительское предпочтение отражается коэффициентом γ^r , где r - индекс массива. Ввести γ^r , можно в любую модель из рассматриваемых выше. γ^r определяют путем обследования практики обменов жилой площади, экспертных оценок или опроса населения. Можно совместить все три метода. Очевидно, что введение коэффициентов γ^r может как повысить, так и понизить оценку u_r . Однако, как правило, введение коэффициентов потребительского предпочтения усиливает дифференциацию экономической оценки территории поселения, которая обладает рядом свойств. Прежде всего, поскольку всю территорию поселения можно рассматривать как набор потенциальных участков под застройку, можно варьировать плотность застройки, что оказывает значительное влияние на величину оценки территории поселения.

Специфика оценки участков поселений, таким образом, заключается в следующем.

1. Задача имеет межотраслевой характер. Все элементы хозяйства поселения требуют для своего развития соответствующих площадей территории. Пропорциональное развитие хозяйства поселения требует зат-

рат территории именно в определенных массивах поселения.

2. Использование территории имеет многовариантный характер. Изменив плотность застройки, можно изменить абсолютную эффективность (путем определенных дополнительных затрат) использования территории.

3. Участки территории поселения используют на значительное, но не бесконечное время, поэтому в модели необходимо учитывать высвобождение (создание) участков в результате сноса. В этом плане модели поселения занимают промежуточную позицию между моделями сельскохозяйственными (запас земель возобновляется ежегодно) и моделями разработки месторождений сырья («запас» ограничен и не возобновляется).

4. Потребность в территории различных массивов существенно дифференцирована и изменяется во времени неодинаковыми темпами. Этот факт учитывают посредством как прямого задания некоторой части общего объема строительства P' дифференцировано по массивам P'_r , так и введения коэффициентов потребительского предпочтения γ^r .

5. В задачах оптимизации застройки территории поселений, в том числе и динамических, появляются оценки территории различных массивов. Хотя основа этих оценок – дифференциация эффективности строительства в этих массивах, т.е. дифференцированная рента, сами оценки характеризуют капитальную ценность территории с точки зрения условий строительства. Включение подмоделей застройки территорий поселения в более широкие схемы, в которые входят развитые социальный, коммуникационный и т.д. блоки, позволяет дать оценку территории поселений с позиций эффективности развития и функционирования всего хозяйства поселения.

ВЫВОДЫ

Из описанных выше некоторых важных свойств экономической оценки земель в поселениях вытекает следующее. Поскольку объективные различия в эффективности использования территории поселений сохраняются, постольку сохраняется и источник ренты

Следовательно, недостаточное использование территорий поселения в значительной степени связано с отсутствием экономической оценки возможных участков под застройку. Повышение этажности, т.е. плотности застройки, как в жилых районах, так и в рекреационных зонах, должно привести к значительной экономии территории и принести тем самым определенный экономический эффект.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мкртчян Г.М., Суспицин С.А., Клисфин В.И. Оценка ресурсов в моделях природопользования. – М.: Наука, 1979. – 130 с.
2. Фоменко Г.А., Фоменко М.А., Лошадкин К.А. Денежная оценка природных ресурсов и экосистемных услуг в территориальном развитии: адаптация в России методологических подходов ООН. Ярославль: НПП «Кадастр», 2000. - 126 с.
3. Масаковский Н.В. Развитие сети национальных парков России. – М.: Издательство центра охраны дикой природы, 2002 – 26 с.
4. Гогоберидзе Г.Г., Аверкиев А.С. Экономика прибрежной зоны. – СПб.: РГГМУ, 2003. – 184 с.
5. Сінякевич І. Пріоритетні інструменти екологічної політики. // Фінанси України. – 2000. - №10. – С. 139-146.

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

Особенности работы плиты перекрытия здания из монолитного железобетона

Выполнено моделирование и натурное испытание монолитной железобетонной плиты перекрытия. Напряженно-деформированное состояние конструкции с учетом нелинейных свойств материалов анализировали на программном комплексе «ЛИРА»

железобетон, перекрытие, расчет, нелинейность, испытание

Расчет был выполнен при выполнении работ по статическому испытанию плиты перекрытия 1-го этажа корпуса «2В» блока корпусов №2 пансионата «Парковое» на 500 мест для семейного отдыха.

В ходе выполнения работ по бетонированию монолитного перекрытия было допущено нарушение в технологическом процессе изготовления монолитной плиты перекрытия в осях «8-9»/«А-Б». Перерыв в процессе бетонирования монолитной плиты был выполнен в середине пролета, в зоне действия максимального изгибающего момента. Такое размещение шва может снизить несущую способность и повысить деформативность плиты перекрытия. В связи с этим возникла необходимость испытания плиты перекрытия согласно /1/.

Положение, диаметры и класс арматуры в плите соответствуют проекту.

Прочность бетона соответствует классу В 12,5, что ниже проектного В15. Однако следует учитывать, что использован цемент с добавкой молотого шлака, набор прочности бетона на шлакопортландцементе продолжается в течение трех месяцев. К тому же прочность бетона в плоских плитах перекрытия оказывает сравнительно малое влияние на прочность нормального сечения, так как высота сжатой зоны бетона мала. Можно заключить, что прочность бетона достаточна для стадии строительства и достигнет проектного значения к началу эксплуатации.

На первом этапе загрузки при испытании грузы располагали равномерно по перекрытию (см. рис. 1). На втором, третьем этапах была увеличена нагрузка по краю плиты у оси «А» на длине 2,0 м. На 4-м, 5-м этапах была загружена плита по всей площади от оси «А» к оси «Б». На 6-м этапе была добавлена нагрузка посередине пролета плиты.

Такая схема загрузки вызвана технологическими особенностями укладки грузов (проезд тележки) и обеспечением безопасности работ.

В качестве испытательной нагрузки использованы бетонные бордюрные камни. Вес камня определялся по результатам контрольных взвешиваний с помощью динамометра.

В процессе загрузки и выдержки контролировали отсутствие защемления блоков покачиванием.

При испытании измеряли перемещения плиты в середине пролета и на опорах прогибомерами типа 6-ПАО и индикаторами часового типа ИЧ-10. Ширину раскрытия трещин измеряли микроскопом. Схема расположения приборов показана на рис. 2.

Выдержка на каждой ступени нагрузки не менее 15 минут, а при полной нагрузке – 14 часов.

При выдержке под полной нагрузкой в течение 14 часов приращение прогиба составило 0,2 мм. Суммарный максимальный прогиб составляет 1,0 мм и не превосходит расчетного значения. Силовые трещины в бетоне не обнаружены. Повреждения в сжатой зоне бетона не возникли.

Перед испытанием плиты перекрытия было выполнено моделирование её напряженно-деформированного состояния на ПК «ЛиРА» /2/ с учетом последовательности приложения нагрузки. По результатам расчета определена максимальная нагрузка, необходимая для достижения расчетного изгибающего момента в зоне технологического шва (середина пролета).

Расчетная модель плиты перекрытия представлена на рис. 3.

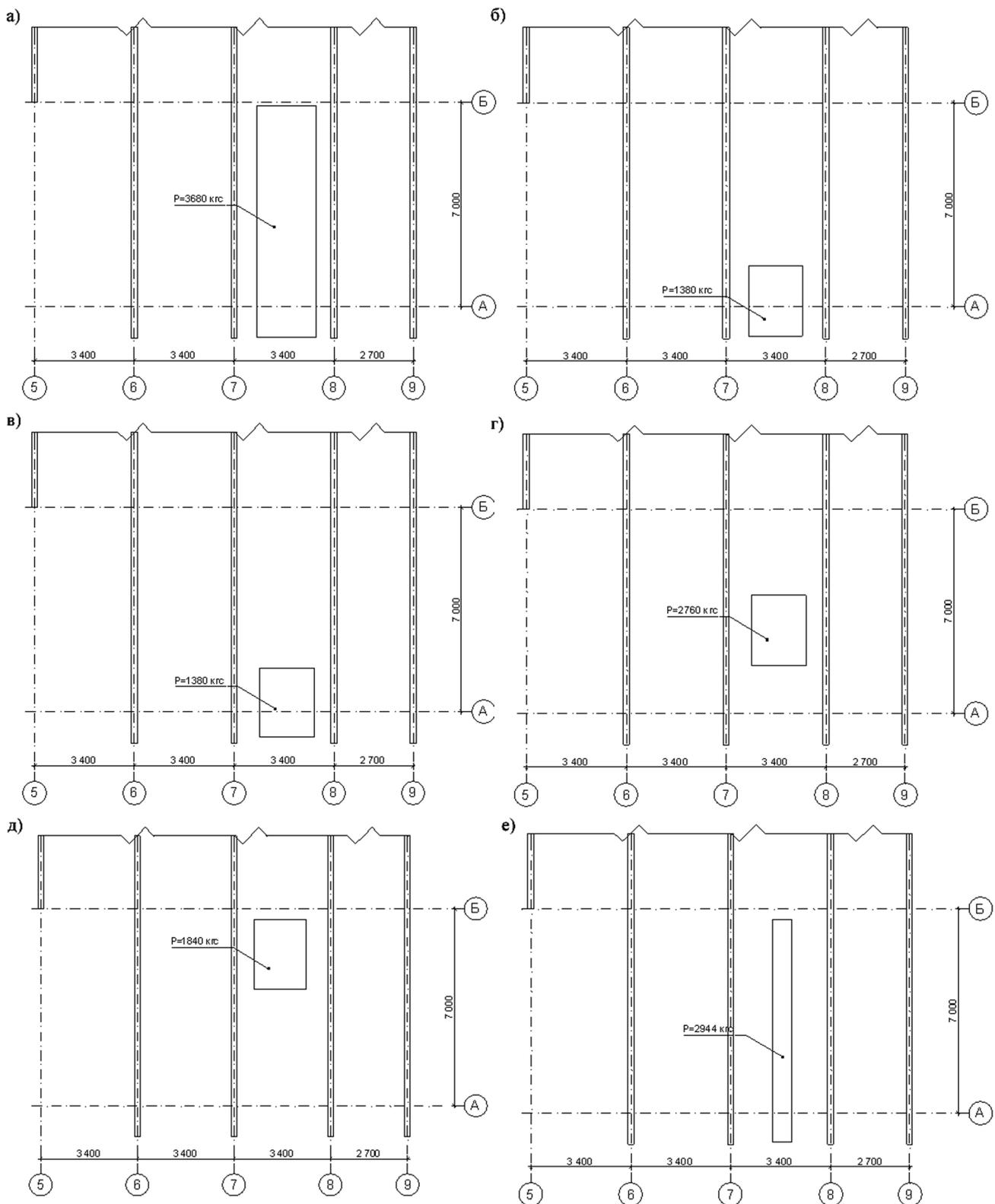


Рис. 1. Схема расположения испытательной нагрузки по этапам.

а) 1 этап; б) 2 этап; в) 3 этап; г) 4 этап; д) 5 этап; е) 6 этап;

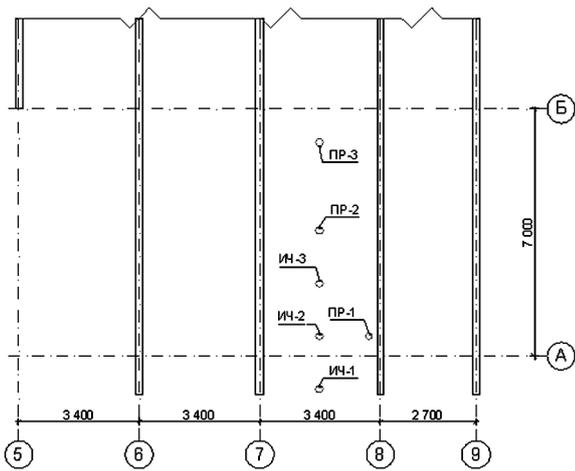


Рис. 2. Схема расположения приборов.

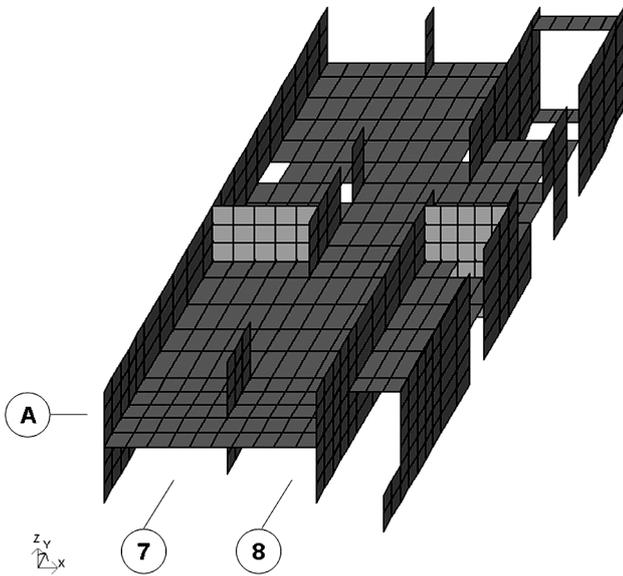


Рис. 3. Расчетная модель плиты перекрытия. Таблица 1.

Сопоставление моментов от расчетного сочетания нагрузок и от испытательной нагрузки.

Сечение	Момент от расчетного сочетания нагрузок, тм/м	Момент от испытательной нагрузки, тм/м
1	0,471	0,487
2	0,458	0,443
3	0,454	0,462

Полученные результаты по прогибам для трех точек и сопоставление с результатами испытаний представлены на рис. 4.

Расположение точек соответствует местам установки индикаторов часового типа:

- точка 1 _____ индикатор ИЧ-1;
- точка 2 _____ индикатор ИЧ-2;
- точка 3 _____ индикатор ИЧ-3.

Выполнен расчет теоретических прогибов плиты перекрытия при нагрузках соответствующих испытательным. Исходные данные по геометрическим размерам плиты, характеристикам бетона и армирования соответствуют рабочей документации. Расчет выполнен с учетом нелинейного закона деформирования материалов конструкций.

Характеристики основного материала:

$$E^+ = 2,3 \times 10^6 \text{ тс/м}^2; \sigma^+ = 117 \text{ тс/м}^2; \varepsilon^+ = 0,0002;$$

$$E^- = 2,3 \times 10^6 \text{ тс/м}^2; \sigma^- = -1120 \text{ тс/м}^2; \varepsilon^- = -0,002.$$

Характеристики армирующего материала:

$$E^+ = 21 \times 10^6 \text{ тс/м}^2; \sigma^+ = 36000 \text{ тс/м}^2; \varepsilon^+ = 0,0002;$$

$$E^- = 21 \times 10^6 \text{ тс/м}^2; \sigma^- = -36000 \text{ тс/м}^2; \varepsilon^- = 0,002.$$

Полученный расчетный изгибающий момент от испытательной нагрузки практически равен моменту от расчетного сочетания нагрузок (сопоставление моментов представлено в таблице 1)

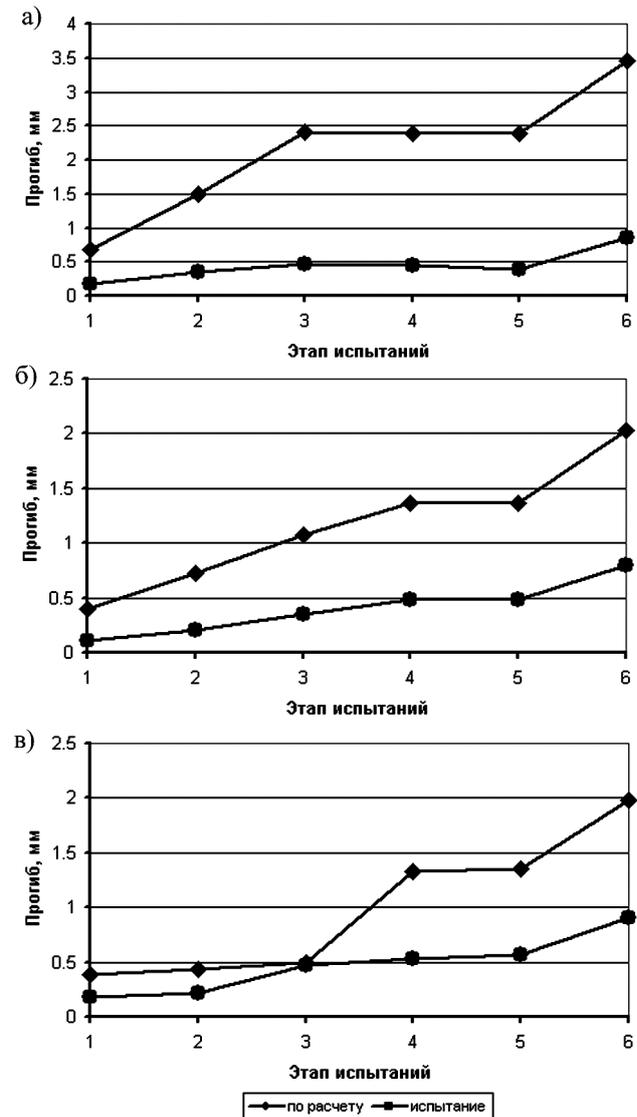


Рис. 4. Сравнение расчетных прогибов и результатов испытаний:

а) точка 1; б) точка 2; в) точка 3.

Графики теоретических и фактических прогибов имеют одинаковый характер, что свидетельствует о соответствии рассмотренной модели и схемы ее нагружения испытываемой конструкции. Однако значения прогибов, полученных по расчету, в 2...3 раза превышают фактические.

Если модель плиты будет учитывать распределение напряжений по толщине конструкции, то картина деформаций будет другой. При двух шарнирно неподвижных опорах в модели плиты присутствуют в основном сжимающие напряжения, возникает арочный эффект (рис. 5). Для выяснения причин этого несоответствия была рассмотрена условная модель полосы плиты. В первом случае плиту моделировали плоскими элементами в плоскости XOY . При этом учитывается только изгибная жесткость, и линейная подвижность или неподвижность опор не оказывает влияния на напряженно-деформированное состояние. То есть возможная стесненность линейных перемещений на опорах не учитывается.

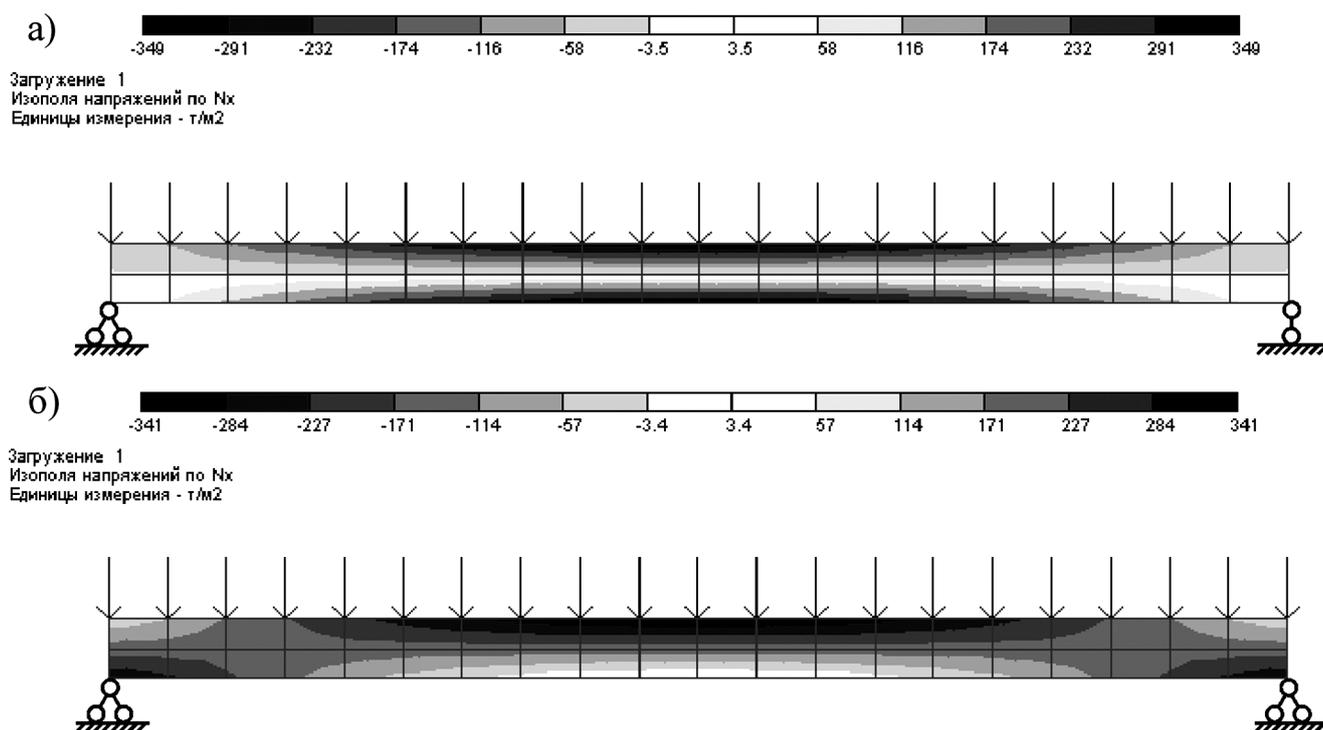


Рис. 5. Распределение напряжений по толщине модели плиты:

а) с одной шарнирно подвижной опорой; б) на двух шарнирно неподвижных опорах.

Во второй модели полосу плиты перекрытия моделировали элементами, расположенными в плоскости XOZ . В первом случае одна из опор была шарнирно подвижной, во втором – обе шарнирно неподвижные. Толщина элементов в направлении Y соответствует ширине полосы; высота модели в направлении Z – высоте сечения плиты. Максимальные сжимающие напряжения существенно не зависят от способа закрепления, однако характер их распределения в сечениях меняется. При стесненном опирании в теле плиты образуется сжатая арка и на опорах возникает распор. Вертикальные перемещения существенно зависят от закрепления на опорах. При этом перемещения узлов модели с двумя шарнирно неподвижными опорами будут в 2,1 раза меньше, чем у модели с подвижной опорой (рис. 6).

В конструктивной схеме здания имеются вертикальные элементы определенной жесткости. В узлах сопряжения вертикальных и горизонтальных конструкций возникают изгибающих моменты и распор в результате арочного эффекта. Однако расчетная модель (см. рис. 3) как следует из приведенных выше расчетов, арочный эффект не учитывает. Этим можно объяснить различие прогибов в расчетной модели и в натурных испытаниях. С учетом арочного эффекта расчетные и фактические прогибы различаются незначительно.

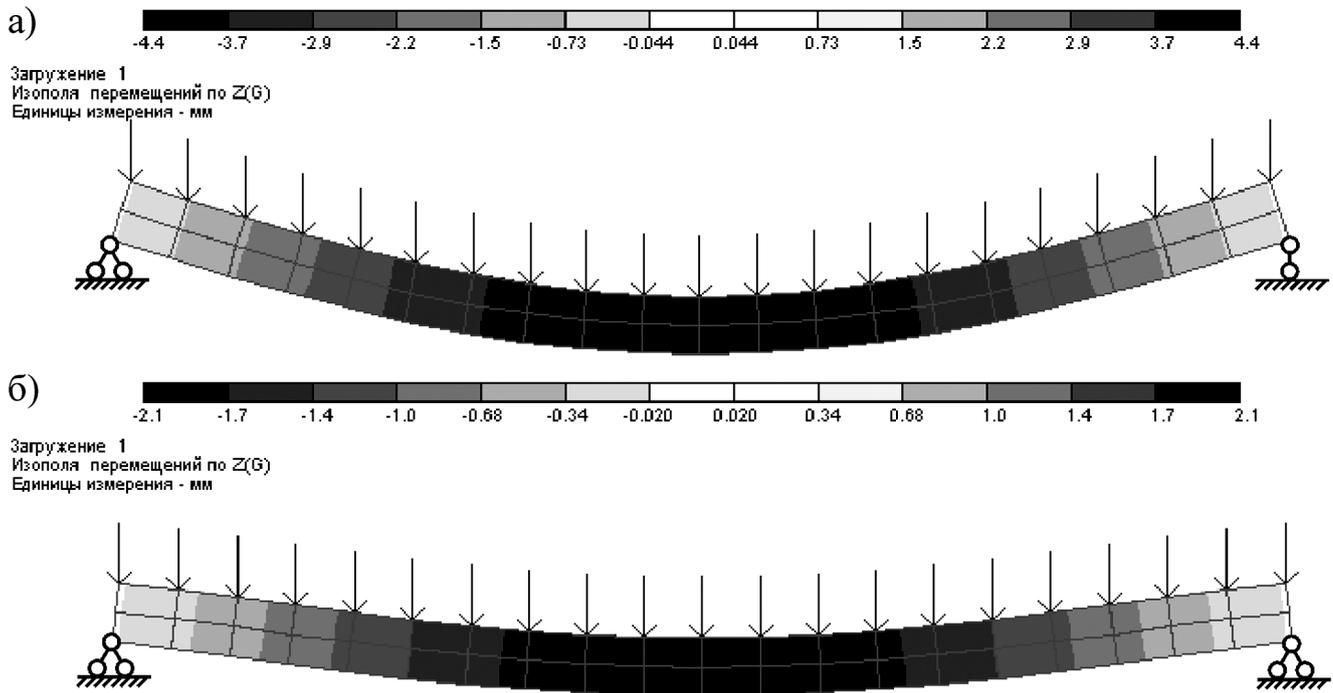


Рис. 6. Перемещение узлов модели плиты:

а) с одной шарнирно подвижной опорой; б) на двух шарнирно неподвижных опорах.

ВЫВОДЫ

При исследовании напряженно-деформированного состояния перекрытий необходимо учитывать влияние жесткости вертикальных конструкций, в том числе арочный эффект в плитах и возникновение распора.

Влияние арочного эффекта можно проследить на элементарных моделях и учесть с помощью коэффициентов к результатам расчета общей модели.

Методика загрузки перекрытия, подтвержденная расчетами, обеспечивает получение достаточно достоверных данных о прочности и деформативности перекрытия при испытании статической нагрузкой.

ЛИТЕРАТУРА

1. ДСТУ Б В.2.6-7-95 (ГОСТ 8829-94) Изделия строительные бетонные и железобетонные сборные. Методы испытаний нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости.
2. ПК ЛИРА, версия 9. Программный комплекс для расчета и проектирования конструкций. Справочно-теоретическое пособие под ред. Академика АИИ Украины А.С. Городецкого К.-М.:2003.-464с.-ил.

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

Вопросы оценки физического состояния зданий

Рассмотрены две методики оценки физического состояния (износа) конструкций зданий и сооружений, применяемые при технической и стоимостной экспертизе строительных объектов. Показаны их достоинства и недостатки. Каждая из методик должна применяться в рамках разработанных для них процедур. Применение процедур одной методики на оценочные характеристики другой методики может привести к грубым экспертным ошибкам.

оценка, физический износ, категория технического состояния, экспертная оценка

В настоящее время применяют два подхода в методике оценки физического состояния зданий, сооружений и их элементов. Один, основанный на процентном определении физического износа [1], предусматривает пять категорий состояния (хорошее, удовлетворительное, неудовлетворительное, ветхое, непригодное) и широко используется при стоимостной оценке объектов, а также для выработки решений об их ремонте. Второй подход, основанный на эксплуатационной пригодности конструктивных элементов сооружений [2], предусматривает четыре категории состояния объекта (нормальное, удовлетворительное, не пригодное к нормальной эксплуатации, аварийное), используется при оценке технического состояния зданий и сооружений.

Оценка физического состояния зданий по первой методике производится путем сравнения характеристик износа отдельных конструктивных элементов здания с типовыми характеристиками, установленными для каждого конструктивного элемента и приведенными в соответствующих таблицах [1]. Процент физического износа конструктивного элемента в границах нормативного интервала определяется следующим образом:

- при наличии в элементе всех признаков износа принимается максимальное значение износа;
- при наличии в элементе только одного признака износа принимается минимальное значение износа;
- при наличии нескольких признаков износа определяется путем интерполяции в зависимости от характеристик разрушений.

Далее, основываясь на таблицах удельного веса отдельных конструктивных элементов в объеме здания, производится расчет общего физического износа всего здания.

Указанный подход, по нашему мнению, обладает рядом существенных недостатков и может привести к грубым ошибкам при оценке технического состояния строительных объектов.

Во-первых, сопоставление характеристик износа конструктивных элементов с типовыми характеристиками предусматривает в основном визуальный метод или применение минимальных и наиболее простых технических средств контроля. При этом результаты оценки во многом зависят от опыта эксперта, его технической подготовленности и зачастую формализованы. К примеру, наличие трещин в фундаментных конструкциях с шириной раскрытия 2-5 мм оценено как физический износ 21-40%. Характер трещины (силовая, технологическая, в результате коррозионных процессов в рабочей или конструктивной арматуре, нормальная или наклонная к оси элемента и т.п.) и история ее происхождения (при изготовлении конструкции, в результате деформаций основания, из-за недостаточной несущей способности конструкции по одной из групп предельных состояний и т.п.) остаются вне поля зрения оценщика.

Во-вторых, оценка физического износа всего здания по удельным весам отдельных его конструктивных элементов по своей сути является некорректной. Так удельный вес фундаментов в многоэтажных зданиях составляет всего 6%. Следовательно, «ветхое» состояние фундаментов не может привести к износу здания более чем на 6%. Однако, следуя здравому смыслу, понятно, что такое состояние фундаментных конструкций неизбежно приведет к разрушению всего здания.

В-третьих, по данной методике не учитывается соответствие конструктивных элементов и всего здания в целом требованиям действующих нормативных документов. Здание или сооруже-

ние может быть возведено в соответствии с нормами, действовавшими на период строительства. К моменту экспертной оценки, с течением времени, нормы могут измениться. В этом случае здание или отдельные его элементы требуют определенных конструктивных изменений, что должно быть учтено при оценке физического состояния объекта. Кроме того, в процессе строительства могли быть допущены нарушения или изменения в проектном решении не допускаемые нормами.

В-четвертых, указанная методика не может быть применима для оценки технического состояния здания, проводимой в случае его реконструкции, перепрофилирования или изменения технологических процессов производства, размещенного в здании. Так как оценка физического состояния по внешним параметрам износа практически не дает информации о физических возможностях конструкции при условии изменения внешних эксплуатационных параметров.

При оценке технического состояния зданий и сооружений по второй методике предусматривается проведение комплекса взаимоувязанных и взаимодополняющих обследовательских, расчетных и аналитических процедур, перечень и полнота которых в каждом конкретном случае уточняются конкретным экспертом. При этом от опыта эксперта, его компетентности зависят только объемы и порядок проведения обследовательских процедур, так как вывод об эксплуатационной пригодности конструкции, здания или сооружения должен быть обоснован и сделан на основе строго регламентированных нормами параметрах обследования объекта. Для назначения категории состояния конструкции помимо визуального обследования предусматривается проведение детального инструментального освидетельствования конструкций и узлов их соединения, анализ расчетных ситуаций, выполнение поверочных расчетов, проведение натурных экспериментов. Категорию состояния конструкции назначают в зависимости от ее несущей способности степени влияния дефектов на несущую способность, надежность и долговечность конструкции. В этом случае внешнее проявление дефектов не играет определяющей роли при оценке физического состояния конструкции. Категорию состояния здания или сооружения в целом назначают по наихудшей категории состояния основных конструктивных элементов объекта. Состояние объекта фиксируют в «Паспорте технического состояния».

Данный подход, с нашей точки зрения, также не лишен определенных недостатков.

Во-первых, если назначение категории отдельных конструктивных элементов четко регламентировано и обосновано, то назначение категории здания по наихудшему параметру отдельных конструктивных элементов (а в конечном итоге категория здания может быть назначена по состоянию одной и не всегда входящей в систему основных несущих элементов здания конструкции) формализовано и не всегда является корректным. Так, если состояние отдельных конструкций каркасного здания не ниже удовлетворительного, формально общее состояние здания должно быть назначено как удовлетворительное. Однако узлы соединения отдельных элементов могут быть выполнены таким образом или иметь такое состояние, что здание представляет собой «карточный домик». Диаметрально противоположным примером можно привести случай, когда козырек над входом в здание (это может быть и аварийный выход) снизил несущую способность и имеет состояние не пригодное к нормальной эксплуатации, а состояние остальных несущих и ограждающих элементов удовлетворительное. В этом случае, по формальным параметрам, необходимо присвоить зданию категорию – не пригодное к нормальной эксплуатации.

Во-вторых, категория технического состояния, как конструкции, так и здания в целом не имеет конкретной физической величины. В существующем виде данный метод оценки может быть применен для принятия стратегических решений (снос здания, проведение усиления, ремонта и т.п.). Конкретные мероприятия (тактические решения) по дальнейшей эксплуатации здания и необходимые для этого материальные затраты требуют дополнительного обоснования и проработки.

В-третьих, не применен вероятностный подход при назначении категории здания. В настоящий момент не регламентирована степень обеспеченности назначенной категории технического состояния. Вероятностные методы используются только лишь при определении физико-механических характеристик материалов, определении расчетных параметров нагрузок и выполнении поверочных расчетов. В отдельных случаях эти методы применяют при составлении программы обследования.

Анализ основных положений рассмотренных методик определения физического состояния зданий и сооружений показывает, что они адаптированы к профессиональным целям экспертной оценки зданий. Первая методика позволяет получить физический параметр (коэффициент или процент износа) пригодный для стоимостной оценки здания или вида и очередности ремонта. Вторая методика оценки позволяет более точно определить конструктивную надежность здания, принять решение о его дальнейшей эксплуатации. Кроме того, при выполнении оценочных процедур по второй методике эксперт получает информацию, позволяющую ему установить причины появления дефектов в конструкциях здания и прогнозировать последствия их проявления. Полученная информация позволяет также конкретизировать мероприятия по устранению дефектов конструкций, разработать проект восстановления эксплуатационной надежности или реконструкции здания.

В настоящий момент в связи с увеличением финансирования строительства, нехваткой свободных территорий, повышенными затратами при освоении новых участков строительства возрос интерес к реанимации объектов незавершенного строительства и реконструкции фонда «старых» зданий. Кроме того, у государства и предприятий негосударственных форм собственности стали появляться средства для исполнения постановления Кабинета Министров Украины №409 от 05.05.97 г.[3], в котором указывается о необходимости и регламентируется порядок составления «Паспорта технического состояния» зданий и сооружений. В этих условиях появилось много организаций, в том числе получивших государственную лицензию, претендующих на выполнение работ и права экспертов по технической оценке и паспортизации зданий и сооружений. Анализ экспертных заключений, выполненных различными организациями, показывает, что не все из них методически грамотно оценивают техническое состояние конструкций, зданий и сооружений, подходят к оценке с формальных позиций. Основной ошибкой является то, что эксперты, ограничиваясь визуальным осмотром конструкций, применяют первую из рассмотренных в данной работе методик оценки физического состояния зданий и делают результирующие выводы, предусмотренные второй методикой. Кроме того, полученные по первой методике проценты физического износа, применяют при проведении поверочных расчетов конструктивных элементов и здания в целом. При этом за рамками «Заключений ...» остаются физико-механические параметры материалов конструкций, причины проявления и последствия дефектов в конструкциях, могут быть допущены грубые ошибки в определении категории технического состояния зданий.

С нашей точки зрения, для оценки физического состояния (степени износа и эксплуатационной пригодности) отдельных конструктивных элементов применение второй методики оценки позволяет получить адекватные результаты. Однако при оценке состояния всего здания по наихудшей категории отдельных конструкций применен упрощенный формализованный подход, не всегда достоверно отражающий действительную эксплуатационную пригодность здания. При назначении категории состояния здания необходимо провести анализ его работы при различных нагрузках и их возможных сочетаниях. Анализ может быть проведен как аналитическим методом, так и методами компьютерного моделирования. В результате данного анализа следует выделить наиболее «слабые» элементы объекта (отдельные конструкции, узлы, соединения и т.п.), как единой конструктивной системы, оценить возможность перераспределения усилий в системе при «отказе» конкретных элементов, выявить степень влияния отдельных конструктивных элементов на эксплуатационную надежность всей системы. После чего установить, а при необходимости подтвердить, состояние тех конкретных элементов и узлов соединения, которые определяют состояние здания. В результате такой оценочной процедуры физическое состояние здания будет определено достаточно точно и с необходимой, заранее заданной, степенью надежности.

Данную оценочную процедуру следует применять для оценки физического износа здания или сооружения не только при технической, но и при стоимостной экспертизе объектов. В случае технической экспертизы оценку физического износа можно определять категорией состояния объекта, а в случае стоимостной – для каждой категории состояния установить границы процента износа. Более детально процент износа в пределах границ категории следует определять по состоянию «не основных» элементов объекта.

ВЫВОДЫ

1. В настоящее время существует две нормативные методики для оценки физического состояния зданий и сооружений, имеющие принципиально различные подходы. Методика, основанная на «проценте износа», упрощена и не позволяет получить достоверную оценку состояния объекта. Методика, основанная на «категориях состояния», позволяет адекватно оценить состояние отдельной конструкции, но при оценке состояния объекта в целом не всегда приводит к верному результату. Формальная комбинация данных методик в существующем виде не допустима.
2. С целью получения достоверной экспертной оценки технического состояния здания или сооружения необходимо оценочную процедуру установления категории технического состояния отдельной конструкции применить ко всему объекту целиком, рассматривая состояние отдельных элементов и узлов их соединения, как дифференцированных параметров сооружения. В таком виде, предложенный метод оценки состояния зданий и сооружений, применим и при стоимостной экспертизе объектов. Для этого каждой категории состояния достаточно установить границы процента износа. Более точное определение процента износа в пределах границ категории следует определять и обосновывать по состоянию «не основных» элементов объекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила оценки физического износа жилых зданий: ВСН 53-86 (р). – М., 1988.
2. Правила обстежень, оцінки технічного стану та паспортизації виробничих будівель і споруд. (Із змінами, внесеними згідно з наказом Держбуду № 184/140 від 28.07.99), затверджено наказом Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України та Держнаглядохоронпраці України 27.11.97 №32/288. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 6 липня 1998 року за № 423/2863.
3. Наказ Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України., Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 27.11.97 №32/288 «Про заходи щодо виконання постанови Кабінету Міністрів від 5 травня 1997 року № 409 «Про забезпечення надійності й безпечної експлуатації будівель, споруд та інженерних мереж».

Медведев К.Е., инженер, Морозов В.В., инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Исследование НДС в гибкой мембране подпорной стены на моделях

Излагается состояние вопроса в области развития конструкций подпорных стен, актуальность изучения подпорных стен из синтетических материалов.

подпорные стены, мембрана, геосинтетики, НДС, испытания, модель

1. Проблемы развития конструктивных решений подпорных стен

Подпорные стены являются распространенными инженерными сооружениями. В строительстве конструкции подпорных стен занимают сравнительно большой объем, особенно в холмистой, пересеченной и горной местности с большими уклонами. Они служат для поддержания откосов, выемок, насыпей, естественных склонов, набережных, крепления строительных котлованов и траншей, образуют причальный фронт морских и речных портов, создают емкости для навалочных материалов на предприятиях, используются для образования платформ и складских рампы, в качестве противооползневых и берегоукрепительных сооружений, являются важнейшим элементом судоходных шлюзов, каналов и доков.

Конструктивные формы подпорных стен довольно разнообразны и классифицируются по назначению, материалу, статической схеме работы, типам конструкций и т.д.

В нашей стране большое применение получили монолитные и сборные железобетонные подпорные стены (угловые и контрфорсные), устойчивость которых обеспечивается за счет вовлечения в работу грунта засыпки, а также массивные гравитационные - из бутобетона, бетона, камня, которые «держат» грунт своей массой. Чтобы обеспечить работу этих подпорных стен, необходима сравнительно большая рабочая высота сечения, что приводит к повышенному расходу материалов, из которых возводятся стенки, - бетона и стали - и требует значительных трудозатрат. Этот недостаток проявляется в значительной степени при высоких подпорных стенках. Поэтому проблема снижения стоимости и трудоемкости подпорных стен весьма актуальна.

Быстрое развитие производства химических волокон создает предпосылки для появления новых видов полимерных синтетических материалов, прежде всего конструкционного назначения. Стремление эффективно использовать в строительстве новые высокопрочные и дешевые материалы проявилось в создании проектов подпорных стен с несущими элементами в виде гибких полотнищ, пленок, сеток. В местах со сложным рельефом местности определенные преимущества дают удерживающие конструкции из армированного грунта, то есть послойно уплотненного грунта, армированного металлическими, железобетонными или геотекстильными материалами. Таким образом, стали применять мембранные подпорные стены и стены из армированного грунта.

В настоящее время в мировой практике строительства применяется большое число так называемых геосинтетиков, основную долю которых составляют геотекстили - тканые и нетканые материалы на основе синтетических полимерных волокон. В качестве армирующего материала используют стекловолокно и стеклосетки, при покрытии которых лаками и смолами, повышающими сопротивляемость внешним воздействиям, получают стеклопластики. Армирование сетчатым стекловолокном улучшает сопротивляемость выдергиванию, поскольку частицы грунта, попадая в ячейки сетки, создают прочную структуру, что позволяет использовать не только песчаные, но и глинистые грунты. Кроме этого, геотекстиль из стекловолокна (стеклопластиков) имеет очень малое относительное удлинение и высокую прочность на разрыв, в некоторых случаях превосходящую прочность лучших сортов стали.

Мембранные подпорные стены эффективны особенно при их большой высоте, имеют наименьшую материалоемкость. Преимуществами пространственных конструкций в подпорных стенах являются следующие факторы: мембраны очень надежно работают на действие распределенной нагрузки, как активное давление грунта; грунт, входящий в контакт с тонкостенными оболоч-

ками или мембранами, сообщает им дополнительную жесткость, поэтому отпадает необходимость обеспечения устойчивости конструкций; пространственные конструкции (мембраны или оболочки) хорошо воспринимают поперечные силы, не требуется увеличения толщины таких конструкций у опор; поскольку такие пространственные конструкции работают в основном на сжатие или растяжение, в них возможно применение высокопрочных материалов при небольшой толщине; благодаря пространственным конструкциям возможны наиболее выразительные архитектурные решения фасадов подпорных стен, и, что особенно важно, в связи с ростом экологических требований к конструкциям озеленение их поверхности посредством предварительной укладки гумусных призм, возведение дополнительных элементов облицовки с отверстиями для последующей посадки зеленых насаждений или выполнения отверстий в самих мембранах (см. рис. 1, 2).



Рис.1. Мембранная подпорная стена



Рис.2. Озеленение поверхности подпорной стены

Однако, несмотря на многие преимущества массовое их применение сдерживает то, что на сегодняшний день недостаточно информации о физических и механических характеристиках материала мембран, мало изучено напряженно-деформированное состояние (НДС) мембран с учетом деформаций в ходе загрузки, и, как следствие, не разработаны надежные методы расчета.

В последние годы в Украине и за рубежом ведутся широкие исследовательские и проектные работы с целью совершенствования конструкций, методов расчета, способов возведения и эксплуатации подпорных стен. Оптимизация конструкций подпорных стен характеризуется следующими тенденциями:

- максимальное вовлечение в работу грунта засыпки;
- уменьшение активного давления грунта;
- увеличение сопротивления сдвигу по подошве стенки;
- минимизация расхода материалов, возможность выполнения стен большой высоты из однотипных элементов;
- максимальная сборность элементов.

2. Конструктивные решения мембранных подпорных стен

Существует несколько направлений применения мембран в стенах:

1. Применение гибких горизонтально расположенных мембран в качестве лицевых элементов, воспринимающих и передающих давление грунта на контрфорсы или другие жесткие конструкции.
2. Использование подпорных стен, в которых вертикально расположенные гибкие мембраны, воспринимающие давление грунта, передают усилия через вертикальные контрфорсы на армирующие грунт горизонтальные анкеры, выполненные из металла, тротуаров и из того же материала, что и сами мембраны – анкерные подпорные стены (см. рис. 3).
3. Возведение подпорных стен с лицевыми элементами в виде малоразмерных сборных плит или оболочек, выполненных из металла, железобетона, бетона или пластмасс и заанкеренных в насыпной грунт с помощью гибких полосовых анкеров, сеток или сплошных мембран, - так называемые конструкции из армированного грунта.

4. Конструкции из армированного грунта, в которых гибкие мембраны являются облицовкой и в то же время армирующим элементом.

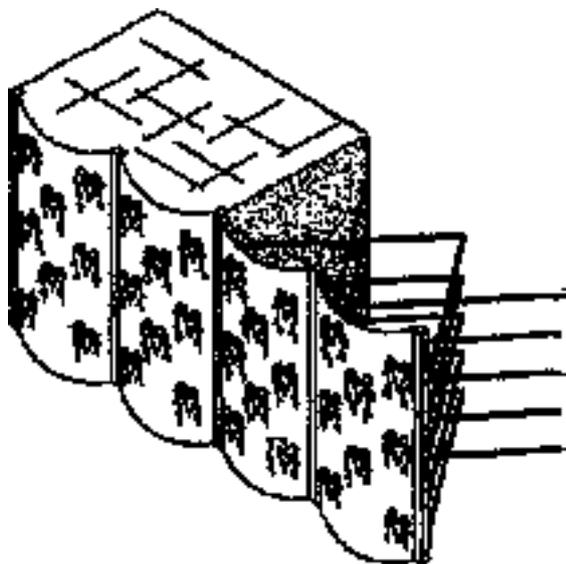


Рис.3. Анкерная биопозитивная мембрана

Так как лицевая поверхность мембраны под нагрузкой деформируется согласно распределению активного давления грунта по поверхности, т.е. происходит постоянное перераспределение напряжений, стену достаточно тяжело довести до разрушения. Слабые места стены - узлы крепления мембраны к контрфорсам, если и происходит разрушение, то именно там.

К основным недостаткам мембранных подпорных стен следует отнести возможность механического повреждения лицевой поверхности, а также требование плоскостности лицевых элементов. Эта проблема решается разнообразными способами отделки, такими как: облицовка железобетонными, металлическими или из более легкого материала навесными экранами; также для придания архитектурной выразительности выполняют озеленение этого экрана.

К недостаткам следует отнести и большой объем земляных работ при устройстве анкеров, армирующих грунт.

3. Исследование НДС в гибкой мембране подпорной стены на моделях.

Для получения информации о поведении мембранных подпорных стен в процессе загрузки, последующей деформации лицевых элементов и изменений, происходящих в армогрунте, требуется детальное и глубокое их изучение, исследование НДС мембран, определение физических и механических характеристик материала мембран. Для этого проводят испытания на реальных подпорных стенах либо их моделях, а также математическое моделирование конструкции с помощью программных комплексов, таких как «ЛИРА 9.0».

Для постановки задачи исследования прежде всего необходимо установить его цель. В первую очередь выявляется, имеется ли достаточно надежный способ теоретического расчета данной конструкции, нуждается ли она в экспериментальной проверке. Бывает так, что методики расчета вообще не существует.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы о целях моделирования:

- а) выявление общего характера работы конструкции;
- б) проверка правильности принятого метода расчета;
- в) экспериментальный расчет взамен теоретического;

Исходные предпосылки во всех остальных случаях моделирования должны содержать:

- математическое описание явления

Армирование грунта непременно должно сопровождаться его послойным уплотнением при закладке анкерующих элементов.

Все вышеперечисленные конструкции подпорных стен также могут быть биопозитивными, что придает архитектурную выразительность и привлекательность.

На современном этапе строительства актуальность получило применение гибких мембран из синтетических материалов – стекловолокна, стеклопластиков, геотекстиля на основе полиэтилена, полиамида, полипропилена.

Мембранные подпорные стены рекомендуются применять при высоте подпора грунта - от 1,2 до 24 м. Ограничение по высоте вызвано тем, что размеры анкера обычно составляют 0.7-0.8 высоты стены, и, следовательно, с увеличением высоты стены возрастает объем земляных работ и соответственно увеличивается их стоимость.

- граничные условия
- начальные условия
- предельные условия по деформациям, напряжениям, геометрии и т. д.

Для проведения физического эксперимента на модели мембранной подпорной стены требуется выбрать ее масштаб. Получение четкой картины деформативно-прочностного состояния системы с выраженными границами областей сдвигов и уплотнения несвязного грунта засыпки возможно только при масштабе 1:10 и более крупном. Вопрос оптимального моделирования жестких и гибких подпорных стен был рассмотрен в работе [4]. Задавшись масштабом модели, определяют масштабные коэффициенты, с помощью которых по результатам испытаний осуществляется переход от модели к натуре.

Подпорная стена моделируется на лабораторной установке. Примером такой установки может послужить следующая: прямоугольный металлический каркас, три грани и днище которого – металлические листы, к четвертой прикрепляют гибкий лицевой элемент из стеклоткани. Внутри находится несвязный грунт засыпки, на поверхность которого передается статическая нагрузка от силовой системы. Для определения давления засыпки на подпорную стену применяют проволоочные петлевые тензорезисторы, с помощью которых измеряют относительные деформации. Значение приложенной нагрузки также контролируют.

На основании полученных результатов строят графики, диаграммы напряжений, которые дают представление о действительной работе конструкции.

Математическое моделирование мембранной подпорной стены удобнее провести на компьютерной модели. Выбрать масштаб, приложить ту же нагрузку, что и в физическом эксперименте, задать модель и получить картину о напряженно-деформированном состоянии лицевой мембраны.

На основании анализа результатов физического эксперимента и компьютерного моделирования делают выводы о характере распределения напряжений.

ВЫВОДЫ

1. Мембранные подпорные стены обладают рядом преимуществ по сравнению с традиционными: надежная работа мембран под нагрузкой, снижение трудозатрат, невысокая трудоемкость, экономичность, эстетичный внешний вид, выразительные архитектурные решения фасадов подпорных стен. Поэтому их применение и внедрение в области народного хозяйства актуально.
2. Определение и исследование НДС мембран из геосинтетиков позволит получить четкую картину о поведении мембранных подпорных стен, и, как следствие этого, изучить их свойства, разработать надежные методы расчета,

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тетиор А.Н. Пространственные конструкции фундаментов. – К.: УМК ВО, 1988.
2. <http://www.nestor.minsk.by/sn/1999/06/sn90618.htm>
3. Джоунс К.Д. Сооружения из армированного грунта. – М.: Стройиздат, 1989.
4. Ренгач В.Н. О моделировании подпорных стенок. В кн.: Вопросы надежности и прочности оснований и сооружений. Л.: Сб. Трудов ЛИИЖТ, вып. 361, 1973.
5. Почтовик Г.Я., Злочевский А.Б., Яковлев А.И. Методы и средства испытания строительных конструкций. М.: Высшая школа, 1973.

Панюков Э.Ф., д.т.н., профессор

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Последствия незавершённого капитального строительства (на примере многоэтажных крупнопанельных жилых домов микрорайона №6 г. Алушты)*

Приведены результаты обследования недостроенных 5 и 9-этажных крупнопанельных жилых зданий в 6-м микрорайоне г. Алушты. На основании полученного материала сделан вывод о неизбежности полного демонтажа наземных частей недостроенных зданий, подвергавшихся коррозии и внешним механическим воздействиям.

крупнопанельные здания, стыки, узлы, обследование, коррозия, дефекты, демонтаж

Строительство комплекса многоэтажных крупнопанельных жилых домов в микрорайоне №6 г. Алушты было начато в 1987-91 гг. Это строительство не было завершено, здания были оставлены недостроенными без выполнения мероприятий по консервации.

Цель работы - выполнить инструментальное обследование выстроенных частей жилых домов А-615-5, А-634-10 и дать рекомендации по их дальнейшему использованию.

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

Проведены следующие работы.

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

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

Определение прочности тяжелого бетона и керамзитобетона методами, рекомендуемыми [3], склерометрическими методами с использованием склерометра ОМШ-1. Определение защитного слоя бетона, расположения и диаметра арматуры электромагнитным методом с помощью прибора ИЗС-10Н. Результаты определения электромагнитным методом и установление степени коррозии стержневой арматуры подтверждены контрольными вскрытиями и измерениями.

Прежде чем перейти к результатам обследования недостроенных жилых крупнопанельных домов заметим следующее.

Наряду с имеющимися преимуществами при возведении крупнопанельных зданий, последние не всегда отвечают эксплуатационным требованиям. В их конструкциях занижено термическое сопротивление стен и покрытий, стены часто промокают и промерзают, а стыки продуваются.

Одной из главных проблем крупнопанельного строительства является обеспечение надёжности герметизации стыков, они доставляют больше всего хлопот и неприятностей строителям, строителям и эксплуатационникам. Опыт показал, что многие стыки панелей уже через несколько лет выходят из строя: солнечная радиация, дождевая вода, колебания температуры наружного воздуха, усадка бетона панелей и деформации конструкций разрушают стыки, приводят к коррозии стальных связей, ухудшают теплозащитные качества стен и нарушают санитарно-гигиенический режим в помещениях [7,10].

Основное назначение стыков состоит в обеспечении надёжного соединения элементов с достаточной его прочностью и трещиностойкостью. Конструкция стыка должна обеспечивать прочность здания в целом даже при возникновении локальных разрушений, например, при аварийном взрыве газа или сейсмическом воздействии. Стыки должны обладать определённой податливостью, что способствует перераспределению усилий и деформаций между стыкуемыми элементами и улучшает напряжённое состояние здания в целом. Уменьшается вероятность возникновения хрупких разрушений, потенциальная энергия разрушения зданий снижается до минимума.

* Работа выполнена при активном участии к.т.н. доцента действительного члена Академии строительства Украины Алексеенко В. Н.

При сейсмических воздействиях податливость стыков снижает жёсткость здания, что уменьшает сейсмическую составляющую, увеличивает период собственных колебаний, повышает декремент затухания и вызывает благоприятную диссипацию энергии. В то же время податливость стыка должна находиться в пределах, обеспечивающих надлежащую трещиностойкость, гарантирующую надёжную влагозащиту. Развитие ширины раскрытия трещин до значений выше допустимых нормами пределов не только снижает гидро-теплофизические показатели, но и значительно уменьшает долговечность стыков, так как проникание в трещины воды вызывает эрозию раствора или бетона, заполняющих полости стыка. Попеременное замораживание и оттаивание воды в трещинах существенно ускоряет эрозию и быстро приводит к полному выходу стыка из строя. Подчеркнём что для климатических условий г. Алушты характерен многочисленный переход температуры через точку замерзания воды в осенне-зимний и весенний периоды.

Крупнопанельные конструкции наружных стен испытывают двойную деформацию: каждая панель, имея большие размеры и подвергаясь температурным, влажностным и иным воздействиям, находится в сложном напряжённом состоянии и деформируется отдельно, в “частном порядке”; кроме того, панели, будучи скреплены посредством раствора, металлических связей в единый блок-здание, который под воздействием тех же факторов деформируется как единый комплекс. Как частные, так и общие деформации приводят к укорочению или удлинению, перекосу панелей и, в конечном итоге, к нарушению герметичности стыков панелей.

Можно выделить три этапа деформирования полносборных зданий:

- 1-й этап – в ходе строительства; деформируются все элементы под действием внешней среды и нагрузки;
- 2-ой этап – первые два месяца после окончания монтажа: возникают необратимые деформации – интенсивная усадка бетона панелей;
- 3-ий этап – в ходе эксплуатации (отопления зданий): деформируются наиболее охлаждённые части наружных панелей, жёстко связанные с внутренними конструкциями, работающих в условиях постоянной температуры.

Указанные деформации с течением времени не исчезают, а суммируются.

Постоянными и наиболее опасными являются температурные деформации. Поскольку температура по толщине различна, то раскрытие стыков и сопряжений достигает наибольшего значения с наружной стороны в зимний период. В крупнопанельных зданиях деформации концентрируются в стыках панелей и в зависимости от длины последних достигают 1,5-3 мм. Так здание длиной 70 м сокращается зимой на 8-10 мм, т.е. на ширину шва между панелями. Хотя длина дома летом восстанавливается, но разрушенные стыки, заполненные стареющими герметиками, цементным раствором или другими продуктами разрушения, полностью восстановиться не могут. Раскрытые стыки продуваются, начинают пропускать воду, промерзают, связи и закладные детали в них подвергаются коррозии [7-10].

Наличие в панельных зданиях жёстких связей делает их чувствительными к неравномерным осадкам. Так в г. Херсоне по этой причине были демонтированы крупнопанельные здания нескольких микрорайонов. Поэтому в панельных зданиях должны быть более надёжными основания и чаще устраиваться деформационные швы.

В Москве на Мичуринском проспекте в 1997 г. произошло обрушение строящегося крупнопанельного 18-этажного здания [8]. По мнению авторов статьи причина обрушения кроется в проектном решении узлов опирания плит перекрытия на стены и в качестве их исполнения.

Ликвидация трещин в панелях - задача сложная. Известные методы по восстановлению эксплуатационных качеств панельных зданий трудоёмки и дорогостоящи.

Из сказанного следует, что при обследовании крупнопанельных зданий наибольшее внимание следует уделять стыкам и сопряжениям. В многообразии стыков панелей можно выделить два основных типа: закрытый и открытый [7,10].

Закрытыми считаются такие стыки, которые с наружной стороны закрываются герметиками, открытыми, - которые со стороны фасада открыты, а противодождевая и противовеетровая преграды расположены внутри.

Закрытые стыки конструктивно должны быть податливыми для восприятия температурных деформаций; но защищающие их герметики менее стойки и долговечны, чем сами панели, а потому заделанные ими закрытые стыки под действием атмосферных факторов и деформаций разрушаются.

При наличии в стыке трещины с раскрытием 0,5 мм вода внутрь него попадает в результате капиллярного всасывания, а при трещинах более 4 мм – в результате затекания. Перепад давлений на поверхности и внутри стыка из-за ветрового напора приводит к проникновению воды и воздуха в стык и в помещения.

Открытые стыки выполняют по принципу двухступенчатой защиты: первая преграда дождю и ветру располагается внутри стыка, ближе к наружной поверхности, вторая преграда – ближе к внутренней. Между преградами предусматривается воздушная прослойка – декомпрессионный канал или камера расширения для снижения ветрового и водяного давления, отвода попавшей в стык воды и его вентиляции. В уровне междуэтажного перекрытия канал перегораживается диафрагмой, например, из нержавеющей стали, по которой вода стекает наружу. Открытые стыки вентилируются и поэтому быстро просыхают после косых дождей. Однако чрезмерная вентиляция стыков приводит к повышенной воздухопроницаемости, вследствие чего их необходимо дополнительно утеплять.

Наиболее характерные дефекты и повреждения полносборных зданий следующие:

- трещины в стыках наружных панелей, оконных коробок и балконных плит вследствие температурных деформаций и осадок;
- неудовлетворительная звукоизоляция от бытовых и производственных шумов (от санузлов, лифтов, торговых залов и т.п.);
- отсыревание и промерзание наружных стен в углах, в местах увлажнения, расположения закладных частей оконных коробок, крайних панелей перекрытия без утепления;
- застой воды на крышах, плохое выполнение карниза, намокание вентиляционных панелей, протечки крыши, особенно в местах сопряжения кровли с парапетами, трубами, возле воронок внутренних водостоков, вдоль карнизов.

Корпус А-615-5 запроектирован Алуштинским отделом КрымНИИПроекта 9-этажным 1-секционным 36-квартирным жилым домом на базе серии 1-464 АС/ЮБК для строительства в районах с сейсмичностью 8 баллов. В основу планировочной схемы положена секционная группировка 4- квартир вокруг узла вертикальных коммуникаций с шагом поперечных стен 3,2 м, продольных – 5,76 и 3,2 м. Высота этажа – 2,8 м.

Конструктивная схема дома – бескаркасная. Несущими являются внутренние поперечные стены, представляющие собой проёмные диафрагмы на всю высоту здания. Они же воспринимают основную часть горизонтальной сейсмической нагрузки. В продольном направлении горизонтальные сейсмические нагрузки воспринимаются двумя сплошными диафрагмами по связевой схеме. Эти диафрагмы выполнены в монолитном железобетоне толщиной 160 мм, опалубкой для которого служат внутренние стеновые панели толщиной 120 мм.

Фундамент – монолитная железобетонная плита толщиной 500 мм.

Наружные стены – керамзитобетонные панели толщиной 250 мм. Керамзитобетон по прочности на осевое сжатие класса В12,5 для подземной части и класса В7,5 – для надземной части.

Внутренние - из тяжёлого бетона класса В15, поперечные толщиной 160 мм, продольные – толщиной 120 мм.

Перекрытия из сплошных плоских железобетонных панелей толщиной 160 мм. Бетон тяжёлый класса В15. Балконами служат консоли плит перекрытий.

Лоджии из плоских сплошных железобетонных плит. Бетон тяжёлый класса В15.

Лестничные марши и плоские сплошные лестничные площадки - железобетонные. Бетон тяжёлый класса В25.

Перегородки санузлов – сборные железобетонные толщиной 60 мм. Бетон тяжёлый класса В15.

Внутренние стеновые панели соединяются между собой по горизонтальным швам с помощью сварки арматурных выпусков с жёсткими выпусками и последующего замоноличивания шпонок мелкозернистым бетоном класса В15.

Стыки по вертикальным швам внутренних стеновых панелей между собой, внутренних стеновых панелей с наружными, наружных стеновых панелей по вертикальным и горизонтальным швам, панелей перекрытия осуществляются сваркой арматурных выпусков с последующим замоноличиванием колодцев, гнёзд и пазов мелкозернистым тяжёлым бетоном класса В15 с вибрированием.

Все стальные анкера, закладные и соединительные детали не имеют антикоррозийную защиту.

При обследовании установлено следующее.

Жилой 36-квартирный дом А-615-5 серии 1-464 АС/ЮБК смонтирован до уровня верха стен 6-го этажа и брошен строительством без выполнения каких либо мероприятий по консервации.

Элементы сборных железобетонных перекрытий были смонтированы с грубейшими нарушениями технологии производства работ. Частично конструкции перекрытий повреждены трещинами, размораживанием и начавшимися процессами коррозии арматуры.

При этом, даже относительно сохранившиеся конструкции не могут обеспечить дальнейшей безопасной эксплуатации ввиду отсутствия омоноличенных бетоном вертикальных стыков стеновых панелей и значительной степени коррозии их стальных элементов.

Проводить их ремонт или усиление в данном случае нецелесообразно, так как при фактически установленной степени коррозии стальных элементов стыков и арматуры остановить ее не представляется возможным.

Стены выполнены из сборных железобетонных панелей кассетного формования. Панели стен первого этажа значительно повреждены процессами трещинообразования и коррозии арматуры. Стальные элементы стыков подвержены значительной коррозии. Элементы стен были смонтированы с недопустимо низким качеством. В отдельных зонах грубейшие нарушения общепринятой технологии производства работ привели к изменению расчетной схемы работы отдельных конструкций, что является недопустимым отступлением от проектной документации. Значительные зоны стен требуют срочного демонтажа.

Следует незамедлительно прекратить доступ людей в незавершенный строительством жилой дом А-615-5 с выделением зоны опасности по периметру наружных стен и приступить к демонтажу стен 6-го этажа. При этом необходимо предусмотреть обязательную страховку монтажников дополнительным краном, ввиду большой вероятности самообрушения нижележащих перекрытий.

Корпус А-634-10 запроектирован 5-ти этажным 10-секционным 100 - квартирным жилым домом на базе серии 135 – 053с для строительства в районах с сейсмичностью 8 баллов.

В основу планировочной схемы положена секционная группировка 2-х квартир вокруг узла вертикальных коммуникаций с шагом поперечных стен 3 и 6,3 м, продольных – 6,0 и 4,5 м. Высота этажа – 2,8 м.

Конструктивная схема дома – бескаркасная. Несущими являются поперечные стены, представляющие собой проёмные диафрагмы на всю высоту здания. Они воспринимают горизонтальную сейсмическую нагрузку. В продольном направлении горизонтальные сейсмические нагрузки воспринимаются внутренней диафрагмой по связевой схеме. Поперечные диафрагмы толщиной 160 мм, наружные - толщиной 200 мм.

Фундаменты – монолитные железобетонные перекрёстные ленточные с шириной подошвы 1,6 м на подготовке из бетона класса 7,5.

Наружные стены – керамзитобетонные панели толщиной 300 мм. Внутренние стены - из тяжёлого бетона класса В15.

Перекрытия из сплошных плоских железобетонных панелей толщиной 160 мм. Бетон тяжёлый класса В15. Балконами служат консоли плит перекрытий.

Лоджии из плоских сплошных железобетонных плит. Бетон тяжёлый класса В15.

Лестничные марши и плоские сплошные лестничные площадки - железобетонные. Бетон тяжёлый класса В25.

Перегородки санузлов – сборные железобетонные толщиной 60 мм. Бетон тяжёлый класса В15.

Стыки по вертикальным швам внутренних стеновых панелей между собой, внутренних с наружными, наружных по вертикальным и горизонтальным швам, панелей перекрытия со стеновыми панелями осуществляются не сваркой арматурных выпусков и закладных деталей (как в здании на базе серии 1-464), а бетонными шпонками. Растягивающие усилия от горизонтальных нагрузок воспринимаются горизонтальной арматурой, размещённой в вертикальных стыках в местах сопряжения наружных и внутренних панелей.

Жилой 100-квартирный дом А-634-Ю серии 135 из десяти секций смонтирован до уровня перекрытия 3-го этажа (10-я секция) и до уровня перекрытия цокольного этажа (9-я секция) и брошен строителями без выполнения каких либо мероприятий по консервации.

Элементы сборных железобетонных перекрытий повреждены трещинами, размораживанием и начавшимися процессами коррозии арматуры. При этом, даже относительно сохранившиеся конструкции не могут обеспечить дальнейшей безопасной эксплуатации ввиду отсутствия омоноличенных бетоном вертикальных стыков стеновых панелей и значительной степени коррозии их стальных элементов. Проводить их

ремонт или усиление в данном случае нецелесообразно, так как при фактической степени коррозии стальных элементов стыков и арматуры остановить ее не представляется возможным.

Стены выполнены из сборных железобетонных панелей кассетного формования. Значительное количество вертикальных стыков стеновых панелей были брошены необетонированными. Арматурные стержни вертикальных стыков в недопустимой степени повреждены коррозией. Стальные элементы (закладные и соединительные детали) стыков подвержены значительной коррозии. Элементы стен были смонтированы с недопустимо низким качеством. Проводить усиление стеновых конструкций и перекрытий смонтированных 3-х этажей жилого дома представляется экономически нецелесообразным ввиду значительного поражения стальных элементов и арматурных стержней стыков коррозией. Затраты на усиление сопоставимы с затратами на демонтаж и новое строительство, однако надежность и долговечность ниже.

В период проведения работ по обследованию установлены факты вандалистского разрушения сборных железобетонных конструкций брошенного строительством дома, а также содержания поголовья домашних животных в цокольном этаже.

Следует немедленно прекратить доступ людей и домашних животных в незавершенный строительством жилой дом А-634-10 с выделением зоны опасности по периметру наружных стен и приступить к демонтажу перекрытий и стен 3-го этажа. При этом необходимо предусмотреть обязательную страховку монтажников дополнительным краном, ввиду значительной вероятности самообрушения нижележащих перекрытий при демонтаже стеновых панелей.

ВЫВОДЫ

Выполнено комплексное инструментальное обследование не достроенных крупнопанельных жилых домов А-615-5, А-634-10 в микрорайоне №4 г. Алушты, которое позволило установить, что их усиление представляется экономически нецелесообразным ввиду значительного поражения стальных элементов и арматурных стержней стыков коррозией. Затраты на усиление сопоставимы с затратами на демонтаж и новое строительство, однако надежность и долговечность зданий при усилении окажутся ниже.

Для обеспечения возможности использования после длительного перерыва выстроенной части здания её следует защищать мероприятиями по консервации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд: Затв.наказом від 27 листопада 1997 р. за № 32/288 і введ. до дії з 1 грудня 1997 р. Держкомбуд та Держохоронпраці.-К.: НДІБВ, 1997.
2. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций по внешним признакам / ЦНИИпромзданий.-М.: Стройиздат, 1988.
3. Рекомендации по обследованию и оценке качества с применением неразрушающих методов возводимых и эксплуатируемых конструкций./ НИИЖБ Госстроя СССР. - М.: Стройиздат, 1987.
4. Руфферт Г. Дефекты бетонных конструкций. М.: Стройиздат, 1987.- 111 с.
5. Серия 135 и серия 1-464 АС/ЮБК-1 Д; Е. 5-9 этажные крупнопанельные здания для строительства в районах с 8-ми балльной сейсмичностью. Ялтинский филиал КрымНИИПроекта.
6. Рекомендации по обследованию и оценке технического состояния крупнопанельных и каменных зданий. М.: НИИСК Госстроя СССР, Стройиздат, 1988.
7. Махвиладзе Л. С. Сейсмостойкое крупнопанельное домостроение – М.: Стройиздат, 1987.-221 с.
8. Обозов В.И., Нассер Исмаил Мирна Хассан. Влияние марки бетона на прочность стыков панелей. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, 2003, №5. - С. 34- 37.
9. Инструкция по проектированию конструкций панельных жилых зданий ВСН 32-77/Госгражданстрой.-М.:Стройиздат,1978.-176 с.
10. Резник С.А., Виленский С. Б. Характерные дефекты стыков наружных стен крупнопанельных зданий: Обзор. –М.: МНТИ по гражданскому строительству и архитектуре, 1974.- С.22-26.
11. СНиП II-7-81*. Строительство в сейсмических районах. Нормы проектирования./Госстрой СССР.- М.: Стройиздат, 1982.

Рубель А.А., к.т.н, доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Воробьева Е.В., инженер

Научное творческое производственное объединение «Крым»

Конструктивные решения подпорных стен автозаправочного комплекса на автодороге Симферополь-Алушта, км 37+050

Описано нестандартное конструктивное решение подпорных стен, принятое с учетом архитектурных решений и условий строительства

подпорная стена, экология

Площадка строительства автозаправочного комплекса расположена на автодороге Симферополь-Алушта на южном склоне горы Чагыр-Даг. Площадка характеризуется сложным рельефом с большими уклонами и для размещения зданий и сооружений необходимо было выполнить значительные подрезки склонов с последующим их закреплением. Наибольший перепад отметок составил в южной части комплекса, где отметки покрытия возле операторной и покрытия возле кафе отличаются более чем на 6 метров.

Площадка сложена глыбово-щебенистым грунтом из глыб и щебня мраморовидного и брекчиевидного известняка с древесно-суглинистым заполнителем до 40%.

Расчетная сейсмичность площадки 8 баллов.

С учетом расположения комплекса на оживленной горной трассе по пути движения отдыхающих на Южный берег Крыма, при разработке проекта было решено постараться вписать его в окружающий рельеф и максимально выполнить его озеленение.

Для этого объекты автозаправочного комплекса разместили в несколько ярусов, на площадке выполнили альпийскую горку с водопадом, озеленили все свободные участки на территории и окружающие склоны, а подпорные стены выполнены каскадом, с созданием участков открытого между ними грунта, пригодного для высадки растений (рис. 1).

Размещение подпорных стен каскадом создало определенные трудности при их проектировании:

- стены каждого последующего яруса попадают в границы призмы обрушения предыдущего яруса, то есть их масса и нагрузки от грунта передаются с одного каскада на другой, при этом подпорная стена нижнего яруса оказывается загруженной суммарной нагрузкой, а ее равнодействующая оказывается расположенной гораздо выше, чем при обычной схеме работы подпорной стены,
- фундаменты подпорных стен вышерасположенных ярусов размещаются на грунте обратной засыпки пазух нижерасположенных ярусов, что неизбежно вызовет неравномерные осадки.

При выборе конструктивного решения были рассмотрены следующие варианты: массивные и угловые подпорные стены каскадом, массивная стена на всю высоту подпора грунта (см. рис. 1).

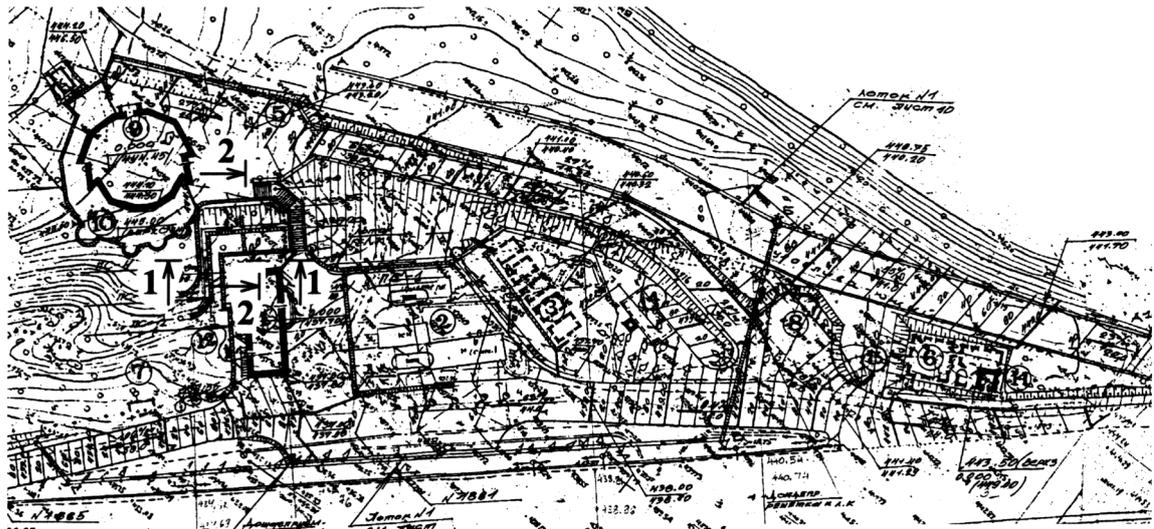
Расчеты показали, что для обеспечения устойчивости положения массивные подпорные стены оказываются таких сечений, что они фактически пересекаются, между ними практически не остается участков открытого грунта и идея их озеленения теряет смысл.

Угловые подпорные стены так же получились значительных размеров, а для обеспечения прочности лицевой и фундаментной плит потребовалось увеличить их сечение. Увеличенные размеры и поперечные сечения угловых стен снизили их экономическую эффективность по отношению к массивным подпорным стенам и сделали нецелесообразными затраты на их возведение.

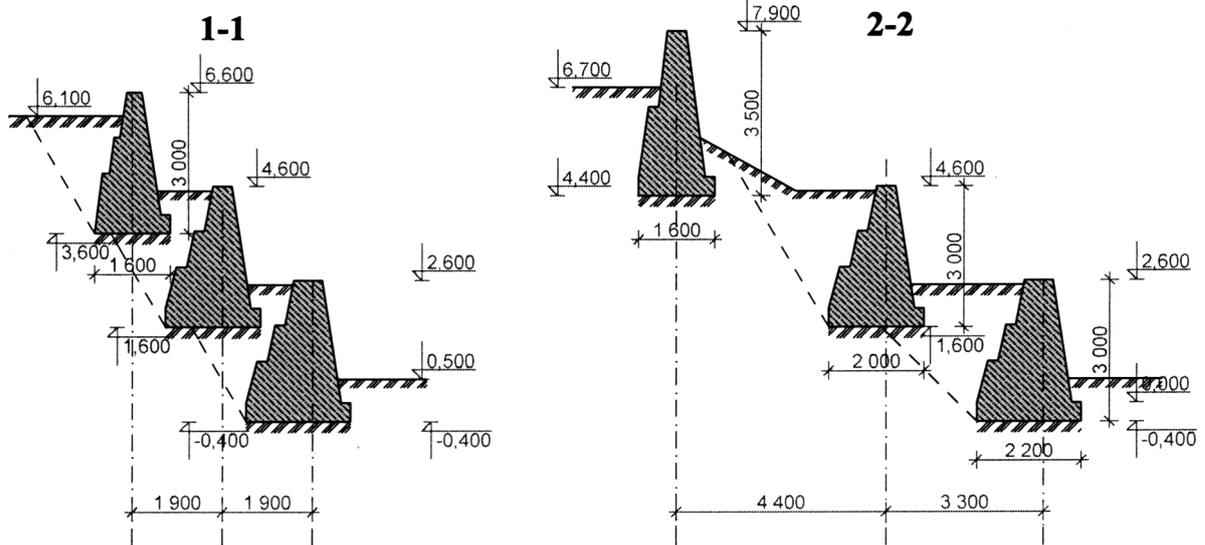
Варианты каскадного размещения массивных и угловых стен не позволяют устранить вопрос размещения вышележащих ярусов на насыпных грунтах.

Массивная подпорная стена на всю высоту позволяет решить техническую задачу по закреплению откоса, но не решает поставленной цели по его озеленению. Кроме того, экономические показатели данного варианта наихудшие.

а



б



в

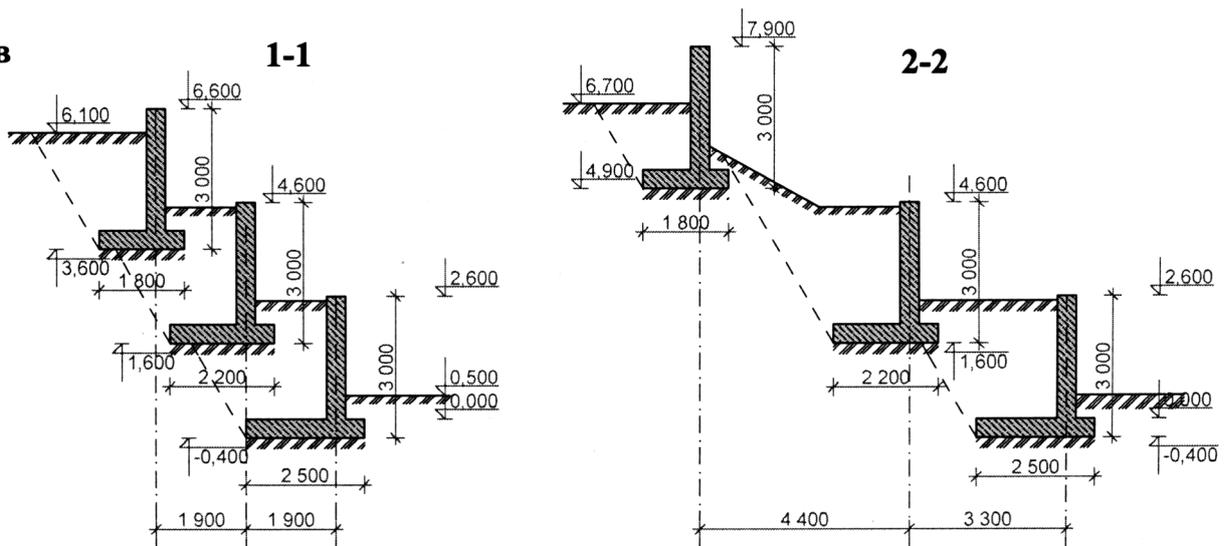


Рис.1. Генеральный план автозаправочного комплекса (а), вариант устройства массивных (б) и уголкового (в) подпорных стен.

Для решения поставленной задачи и получения наиболее высоких экономических и технологических показателей был предложен вариант устройства подпорных стен в виде пространственной железобетонной конструкции, заполняемой грунтом (рис. 2).

В этом случае представляется возможность выполнить озеленение стены. По статической

схеме такая подпорная стена работает как массивная (гравитационная) подпорная стена и определение нагрузки от бокового давления грунта не вызывает затруднений. Фундамент подпорной стены залегает на одной отметке и не попадает на насыпные грунты обратной засыпки.

Подпорная стена в виде пространственной конструкции выполнена сборно-монолитной. Фундаментная плита толщиной 800 мм монолитная железобетонная. Для обеспечения устойчивости на сдвиг ее подошва ступенчатая.

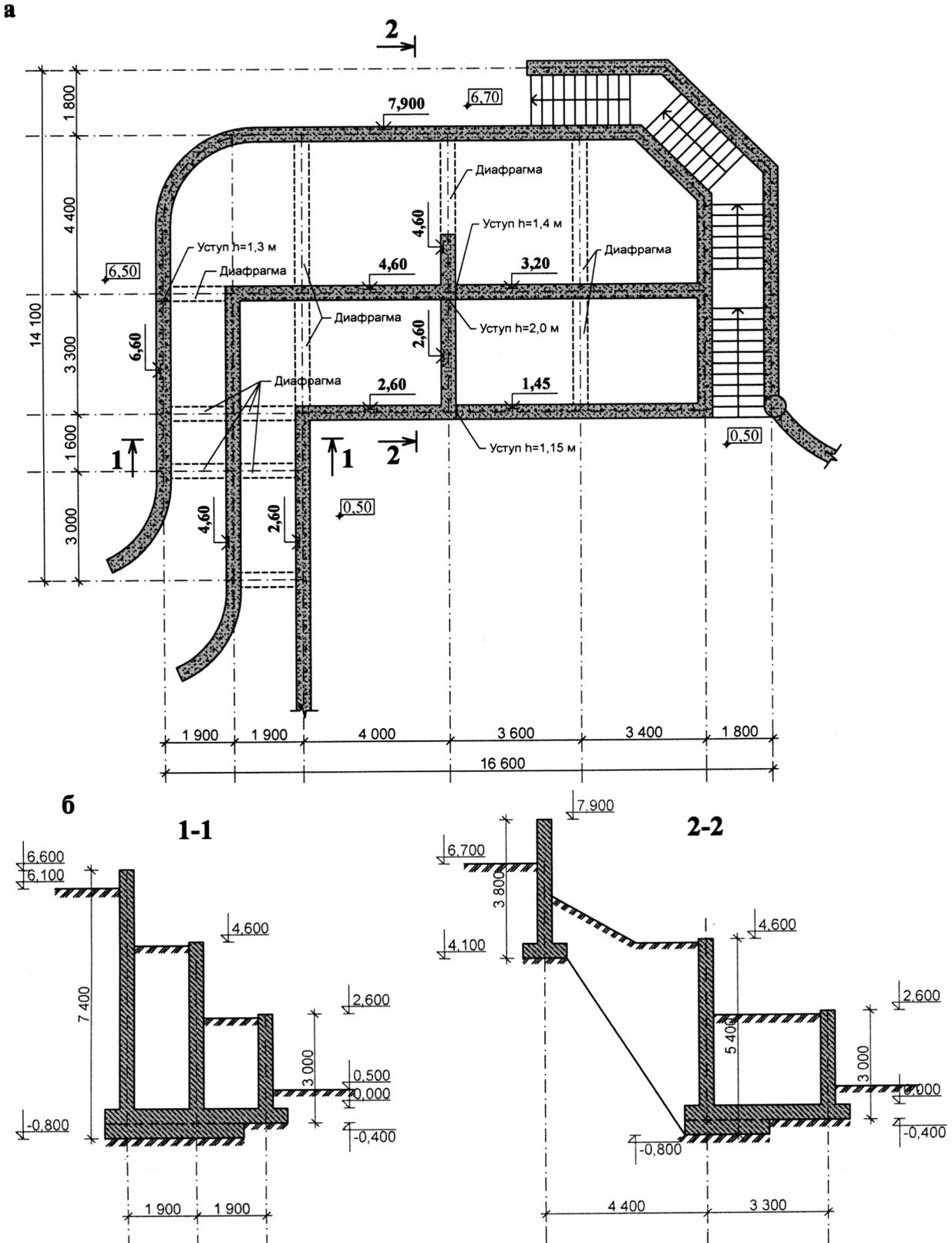


Рис.2. Конструкция железобетонной стены коробчатого сечения: план (а), сечения (б).

Стены короба сборно-монолитные из бетонных блоков стен подвалов ФБС. Кладка стен короба выполнена без перевязки швов. Между блоками и в местах пересечения вертикальных элементов короба предусмотрены монолитные железобетонные сердечники. Арматурные каркасы сердечников связаны с фундаментной плитой.

Для уменьшения усилий в конструктивных элементах короба между продольными стенами устроены диафрагмы из бетонных блоков и монолитного бетона.

В нескольких уровнях по высоте кладки и по верху стен предусмотрены монолитные железобетонные пояса. Монолитные сердечники и пояса образуют пространственный каркас и за счет заполнения ячеек каркаса кладкой из фундаментных блоков обеспечивается геометрическая неизменяемость всей конструкции.

Нестандартное конструктивное решение подпорной стены и использование грунта, заполняющего короба, как газона, на котором выращивают, а следовательно поливают различные растения наложило особенности и на решение вопросов гидроизоляции конструкций и дренажа.

Для защиты железобетонных конструкций подпорной стены от влаги все поверхности изнутри и снаружи были покрыты обмазочной гидроизоляцией. Разработанная конструкция дренажа позволила отвести воду из застенного пространства и воду изнутри коробов.

Детально данная конструкция подпорной стены разработана в рабочем проекте автозаправочного комплекса и реализована при его строительстве.

ВЫВОДЫ

1. Предложенная нестандартная конструкция подпорной стены позволила решить поставленные архитектурные и экологические задачи.
2. Объединение нескольких стен в единую пространственную конструкцию с заложением подошвы фундамента на одном уровне обеспечило надежность сооружения.
3. Пространственная конструкция массивной подпорной стены, использующая в качестве балласта грунт, позволила значительно сократить расход бетона и снизить стоимость готового сооружения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тетиор А.Н., Рубель А.А., Лехно А.М. Материало- и природосберегающие конструкции зданий и сооружений для Крыма: Учебное пособие. – К.: УМК ВО, 1989. -200 с.
2. Проектирование подпорных стен и стен подвалов, справочное пособие. –М.: Стройиздат, 1990. - 101 с.

Сафонов А. А., д. арх., профессор, Сафонов К. А., архитектор

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Об ограждении территории усадебных участков в поселениях Крыма

Выявлены закономерности создания рисунков металлических решеток и приведены примеры их конструкций на основе натурных обследований и анализа собранных материалов по архитектуре усадебной застройки в Крыму.
рисунки, ограждения, металлические решетки, усадебная застройка

Передача земель в частную собственность и создание системы городского кадастра принципиально меняют отношение граждан к предметно-пространственной среде, формируемой на поселенческих территориях.

Подвергаются кардинальному пересмотру этические и юридические нормы и правила, эстетические идеалы и др.

Краткий экскурс в историю показывает, что границы земельных наделов всегда фиксировались. Металлические решетки как ограждения территорий частных усадебных владений имеют свою историю возникновения и эволюции. Здесь рассмотрены их современное состояние и перспективы совершенствования и дальнейшего использования в данном качестве. Этот вопрос следует рассматривать в двух аспектах: социальном и эстетическом.

В начале двадцатого века, когда пересматривались многие устоявшиеся понятия и традиции, О. Мандельштам предупреждал: «Откажитесь от социальной архитектуры – и рухнет самая простая, для всех несомненная и нужная постройка, рухнет дом человека, человеческое жилище... Кто осмелится сказать, что человеческое жилище, свободный дом человека не должен стоять на земле как лучшее ее украшение и самое прочное из всего, что существует?» [1]. Но горячие головы, увлеченные идеями мгновенных преобразований, не прислушались к этому предупреждению. А. Платонов по этому поводу не без иронии писал: «Вот он (инженер Прушевский) выдумал единственный общепролетарский дом вместо старого города, где и по сей час живут люди дворовым огороженным способом; через год весь мировой пролетариат выйдет из мелкоимущественного города и займет для жизни монументально новый дом. Через десять или двадцать лет другой инженер построит в середине мира башню, куда войдут на вечное, счастливое поселение трудящиеся всей земли» [2].

До «башни в середине мира» дело не дошло, но многоэтажки стали доминирующей постройкой в городах и даже селах бывшего СССР. Неудовлетворенность населения данным видом жилища продемонстрировали два последних десятилетия. На приграничных территориях поселений, дачных и садово-огородных участках ведется массовое стихийное строительство частных домовладений. Оно продиктовано желанием семьи иметь собственный, индивидуальный дом. И этот обратный процесс многие считают обоснованным и закономерным. Вот что по этому поводу пишет Б. Васильев: «Мы ликвидировали и свойственный России институт отчего дома, который никогда не был просто жилищем, ... он соединял в себе прошлое, настоящее и будущее, служил живым музеем рода, банком памяти поколений, создавая обычаи и традиции, укрепляя родственные связи, придавая клану устойчивость при невзгодах и несчастьях... Мы слишком долго, слишком целенаправленно разрушали родственные связи, слишком долго прозябали в нищете, бесправии и беспросветном неведении (и продолжаем прозябать), чтобы обратный процесс помчался как по накатанному, нам никак не обойтись без восстановления крепких, с прочной наследуемой экономической базой отчих домов, как в селе, так и в городе» [3].

Сегодня мы как бы возвращаемся к истокам, к состоянию усадебного строительства начала XX в. Исторически семейное жилище формировалось по принципу английской пословицы: «Мой дом – моя крепость». Интимный быт семьи с натуральным хозяйством и кустарным производством был вполне самодостаточным, он проходил в изолированном от внешнего мира пространстве дома, двора и др. построек. Высокие глухие каменные стены сохраняли индивидуальную обособленность каждого домовладения, поскольку отсутствовали экономические мотивы в систематических повседневных связях с внешним миром.

Условия коренным образом меняются при переходе к капитализму, который начался в Российской империи в тридцатых годах XIX в. Концентрация труда на фабриках и заводах стимулирует реорганизацию и вынос за пределы дома ряда жизненно важных процессов, например, обслуживание, общение и др. Формируется общественное сознание, т.е. общее знание о нас и окружающем мире с единой терминологией и толкованием этих терминов.

Это знание необходимо всем и каждому, чтобы обеспечить благополучие, которое принято характеризовать термином «счастье», т.е. соучастие, гуманное отношение ко всему живому. Планета, на которой мы живем, имеет ограниченные территории и ресурсы, и человек, создавая свое жилище и реализуя в нем свои индивидуальные устремления, уже не может не считаться с интересами сограждан и окружающей предметно-пространственной среды. При этом порядок вещей и ход событий создаются и формируются исходя из устремлений хозяина. Если этот порядок нарушается, то он неизбежно влияет и на внешние связи. Вот как излагает свои ощущения М. Пришвин после экспроприации части имущества в революционные времена: «... что-то весьма маленькое, что в то же время заслоняет большое; неустройство в моем доме мешает войти в великий дом всего мира» [4].

Польский художник Т. Йедловский создал плакат под названием «Земля равна дому», на нем символически изобразил маленький домик и земной шар и между ними поставил знак равенства. Тема плаката в полной мере отражает современное состояние взаимосвязей и зависимостей индивидуального обособленного частного дома и глобального пространства внешнего мира. Их сбалансированное, композиционно взаимосвязанное пространство необходимо современному человеку, ибо только в такой среде он чувствует себя комфортно. Особенность ее формирования и использования заключается в том, что границы усадьбы в обычных житейских условиях не должен пересекать никто без согласия хозяев. Здесь нужны не только общественные установки, но и надежные барьеры на этой черте, и, как показывает исторический опыт, железные решетки оказались наиболее рациональным сооружением на этом пути.

Ограждения, выполненные из железных решеток, обеспечивают физическую защиту территории усадьбы, как и каменные стены, при этом они обладают в определенной степени прозрачностью и декоративностью. Эти достоинства позволяют решать задачи гармоничного объединения индивидуального, обособленного усадебного комплекса и прилежащих участков внешнего мира.

Городская усадьба, оставаясь функционально и эстетически вполне самостоятельным образованием, может быть органично вписана в общий ансамбль композиции, формируемой на данной территории.

Железные решетки в ограждениях усадебных комплексов в Крыму появляются при использовании классицистических фасадов в 1809-1812 гг., в пятом альбоме [5] приведены примеры оград и решеток. Схемы их линейных построений, как правило, регулярные, с использованием простейших геометрических фигур. Живописные решетки изображены в «Архитектурной энциклопедии» Г.В. Барановского [6], изданной во второй половине XIX века. В этой работе были собраны наиболее интересные примеры ограждений архитектурных ансамблей по всей Российской империи. Очевидно, на базе этой работы был разработан альбом «Железные решетки» и издан Н. Рербергом в 1899 г. [7]. Здесь рисунки ограждений весьма живописны, имитируют преимущественно растительные формы.

В связи с распространением решеток в рядовых усадьбах в начале XX века снова распространяются простые по рисунку регулярные их начертания. Такие примеры решеток рекомендует Г. Судейкин в своем альбоме проектов, изданном в 1916 г. [8].

Обследования памятников истории и культуры, проводившиеся КиевНИИТИ в восьмидесятых годах XX века [9], не выявили особого разнообразия данного вида декора. В основном они также сводятся к простым по рисунку регулярным формам.

Проведенные нами целенаправленные специальные обследования решеток, ограждений и их последующая классификация позволили установить ряд закономерностей, которые показаны на иллюстрированной таблице, рис 1.

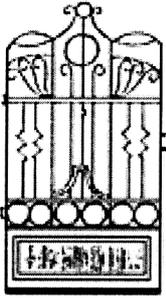
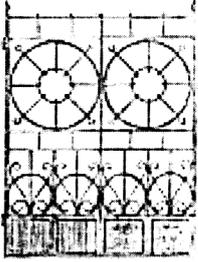
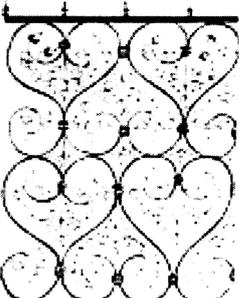
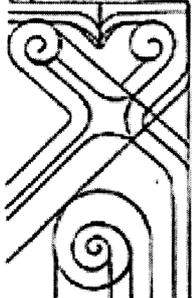
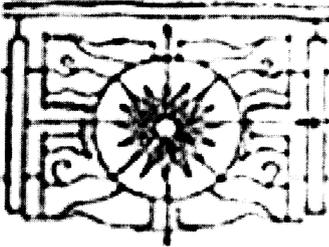
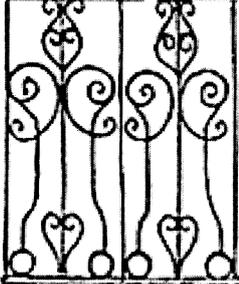
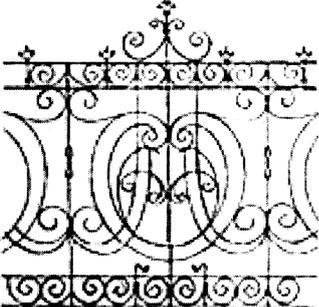
Построенные на основе	живописные	регулярные
Геометрических фигур		
С использованием флоры и фауны		
Явлений природы		
Символики одежды, вооружения, знаков отличий		

Рис. 1. Орнаменты ажурных металлических ограждений Крымских усадеб

Способы крепления металлических оград к каменным цоколям и естественным скальным основаниям показаны на рис. 2. В данном случае каменные блоки для установки металлической решетки ограды скреплены пиронами, которые изготовлены в виде поковок – кованных скоб с разделенными торцами. Их вставляли в конусообразные отверстия, высверленные в камне, и заливали свинцовыми легкоплавкими сплавами. Так крепили стойки оград, а иногда и несущие элементы ворот и калиток.

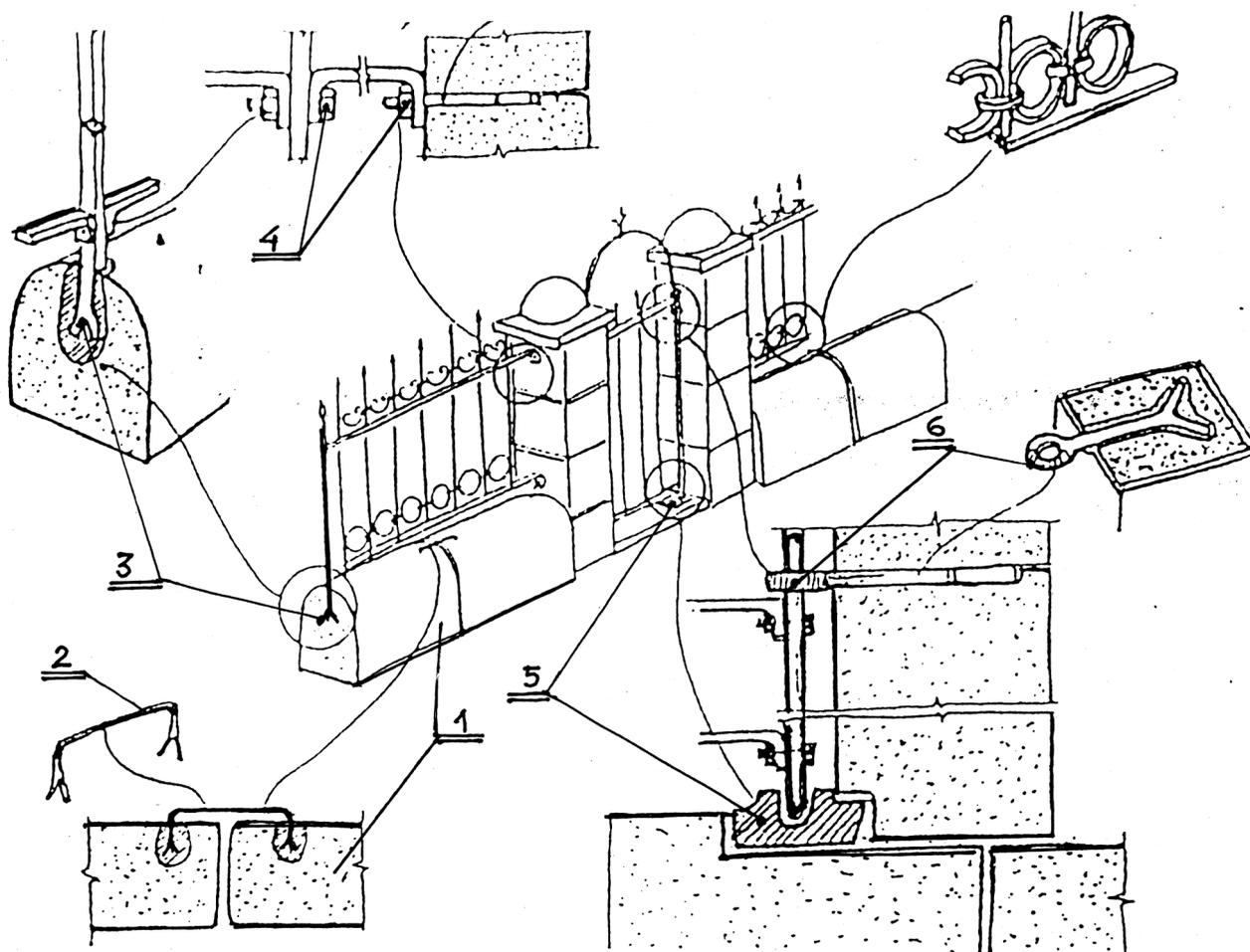


Рис.2. Пример конструктивного решения ограды усадьбы конца XIX начала XX вв. в г. Ялте по ул. Шеломеевской: 1 – цоколь ограды из тесаных каменных блоков – квадров; 2 – скоба-анкер для крепления квадров в конструкции цоколя; 3 – стойка для крепления металлической ограды; 4 – болтовое крепление звеньев металлической ограды к стойке и каменному столбику; 5 – подпятник чугунный для установки нижней части вращающейся стойки калитки; 6 – петля для крепления верхней части вращающейся стойки калитки

Решетки стали использовать в современном усадебном строительстве как функционально наиболее целесообразный элемент в ограждении территорий участков, для защиты оконных и дверных проемов, в ограждениях лестниц и балконов, в качестве парапетов на крышах и т.д.

Эстетические и композиционные возможности железных решеток далеко не исчерпаны. При окраске в темные тона они хорошо читаемы в зимнее время, когда цветовая гамма фона довольно однообразна. Рисунок решеток, как правило, хорошо просматривается и при летнем колористическом богатстве окружающей среды усадьбы. Решетки зачастую устанавливают после завершения строительства, поэтому в пределах небольшого жилого образования их можно выполнять в единой стилистике с заданным модулем. При использовании современной компьютерной техники на основе единой программы удастся получить бесчисленное множество вариантов, сохраняя при этом композиционное единство решеток, рис.3.

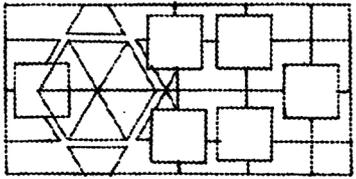
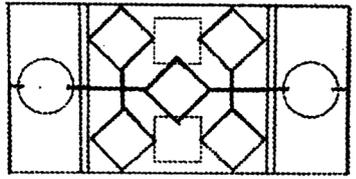
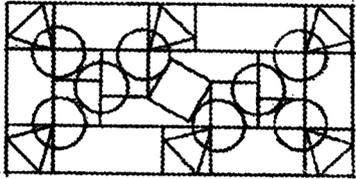
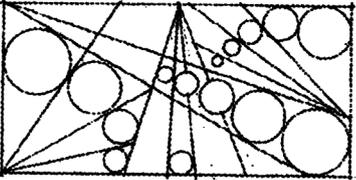
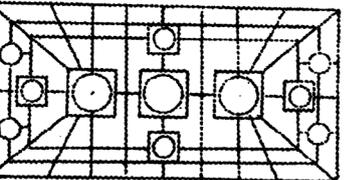
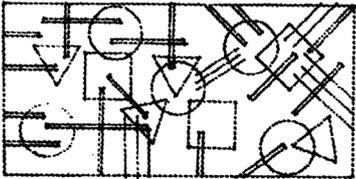
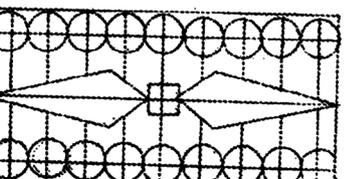
Построение на основе	Живописные	Регулярные
Геометрических фигур		
С использованием флоры и фауны		
Явления природы		
Символика одежды, вооружения, знаков отличия		

Рис.3. Варианты металлических решеток, выполненные студентами на основе единого модуля

ВЫВОДЫ:

1. В процессе эволюции создание решеток прошло следующие стадии: от простой жесткой регулярности классических начертаний к живописному отображению преимущественно растительных образований, к изящному стилизаторству этих же форм в стиле модерн.
2. По начертанию весьма распространены как регулярные, так и живописные решетки. По мотивации творческого поиска: различные комбинации геометрических фигур; имитация форм флоры и фауны; имитация явлений природы; использование форм одежды, оружия, знаков отличия и т.п.
3. При массовом использовании железных решеток в современной усадебной застройке, при их высокой декоративности и стилистическом единстве можно сгладить хаотичность этой застройки

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мандельштам О. «Я, кажется в грядущее вхожу» // «Неделя», 7-13 ноября 1988, - С.5.
2. Платонов А. Котлован // «Новый мир», №6. 1987. - С.7.
3. Васильев Б. И все же я уверен, что Россия привержена добру // «Литературная газета», №166. 1990. - С.6.
4. Пришвин М. Я в плену у жизни. // «Литературная газета», №42, 1990, - С.3.
5. Ожегов С. С. Типовое и повторное строительство в России в XVIII – XIX вв. – М.: Стройиздат. 1987, - С. 224.
6. Барановский Г. В. Архитектурная энциклопедия. – Санкт-Петербург: типография журнала «Строитель», Фонтанка, 66, 1907. - С. 568.
7. Рерберг Н. Железные решетки. – М.: Лит. И. Н. Кушнирев и К°, 1899. - С. 2-44.
8. Судейкин Г. М. Альбом проектов дач, особняков, служб, с чертежами и рисунками (репринтное издание 1916 г.). – Ленинград: «Экополис и культура», 1991. – С. 95-96.
9. Тимофеенко В. И. Формирование градостроительной культуры юга Украины (материалы к своду памятников истории и культуры народов СССР). ГК по ГСиА при Госстрое СССР, Киев НИИТИ. Киев, 1986. - С. 94-95.

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

Особенности формирования предметно-пространственной среды крымских поселений в период перестройки

Указаны группы элементов предметно-пространственной среды поселений по их долговечности и устойчивости функционирования. Выявлены тенденции преобразования этих групп в крымских поселениях в перестроечный период и их положительные и негативные последствия. На основе натурных обследований и экспериментального проектирования указаны возможные пути дальнейшего совершенствования комфортности среды жизнедеятельности человека.

предметно-пространственная среда, среда жизнедеятельности, формирование, комфортность.

Под предметно-пространственной средой (ППС) города мы понимаем всю совокупность искусственных сооружений, природных форм и межпостроечных пространств, в которых проходит жизнедеятельность человека в пределах поселения. Но она не ограничивается городской чертой, всё активнее включаются в эту деятельность пригороды, сельские поселения и межселенные пространства. Существование этой среды, динамика её повседневных и долгосрочных преобразований сегодня уже не должны происходить стихийно, поскольку, эти преобразования сопряжены с использованием больших материально-технических ресурсов.

Среда жизнедеятельности человека (СЖЧ) дополнительно включает в себя почву, растительность, открытые водоёмы и воздушный бассейн поселения. Их количественные и качественные характеристики, взаимосвязи с ППС, параметры возможных отклонений от оптимальных показателей, цикличность и динамика колебаний и т.п. Все эти факторы должны изучаться и целенаправленно использоваться при формировании комфортной СЖЧ для создания условий, обеспечивающих здоровый образ жизни населения.

Известный отечественный учёный Ю.П. Бочаров в одной из публикаций начала 80-х годов прошлого века сетовал на отсутствие устоявшегося понятийного аппарата в архитектуре. В 1999 г. издан первый «Архитектурный словарь» [1], но в нём, к сожалению, не нашли отражения понятия «городская среда», «среда жизнедеятельности» и т.п., которые всё чаще встречаются в современных публикациях.

По данным В.Н.Белоусова [2] в 235 городах России среднегодовые уровни загрязнения превышают предельно допустимые концентрации (ПДК). Города Крыма не являются исключением. По обследованиям кафедры экологии НАПКС на протяжении года практически на всей территории Симферополя загрязнения превышают ПДК, а в отдельных районах показатели на порядок превышают нормативные уровни.

Динамика преобразований среды связана с капитальностью построек и сооружений; по этим признакам Иконников А.В. [3] делит её на четыре группы. К первой отнесены пешеходно-транспортная сеть и фундаментальные крупные общественные и промышленные здания, период эксплуатации которых исчисляется многими десятилетиями. Вторую и третью группы составляют здания малой, средней и повышенной этажности. В последнюю группу включены малые архитектурные формы, в том числе указатели, афиши, рекламные щиты и т.п. объекты «злобы дня», период использования которых может ограничиваться часами.

Ещё в средние века функции города архитекторы определяли кратким словосочетанием «труд – быт – отдых». В поселениях того времени доминировала усадебная застройка. Главное действующее лицо в городе – ремесленник. Его кустарное ручное производство и вся жизнедеятельность семьи проходила в замкнутом пространстве собственной усадьбы и не требовала повседневных контактов с внешним миром.

Ситуация радикально изменилась при переходе к капитализму. Концентрация трудовых процессов на фабриках и заводах потребовала их территориального выделения. В городах появились специализированные территории – зоны: производственные, жилые и чуть позже - отдыха и др. Для нормального функционирования эти зоны потребовали устойчивых транспортных связей для доставки грузов и пассажиров. Афинская Хартия архитекторов в 34-м году XX века дополнила вышеназванный перечень термином «транспорт».

Достижения советской градостроительной науки были реализованы при строительстве академгородка под Новосибирском в начале шестидесятых годов. Однако, здесь функции города всё ещё ограничиваются средневековым перечнем, рис. 1. Последствия стихийных преобразований транспортных систем в крымских городах имеют место и сегодня. Например, в Симферополе объездная дорога Центр – ЮБК за последние полтора столетия трассировалась дважды и оба раза к концу расчётного периода она оказывалась в границах

города. Подобная ситуация наблюдается и в ряде других городов Крыма. Стратегически целесообразно было бы проложить эту магистраль от Агроуниверситета через район сёл Цветочное, Строгановка с выходом на ялтинскую трассу в районе села Лозового. Вынос трассы объездных магистралей до 5 км от границ города при средних скоростях автотранспорта уже в середине XX века не имел принципиального значения для организации движения. При этом транзитный транспорт минует город, значительная часть грузовых перевозок промышленных предприятий может осуществляться с использованием этих магистралей.

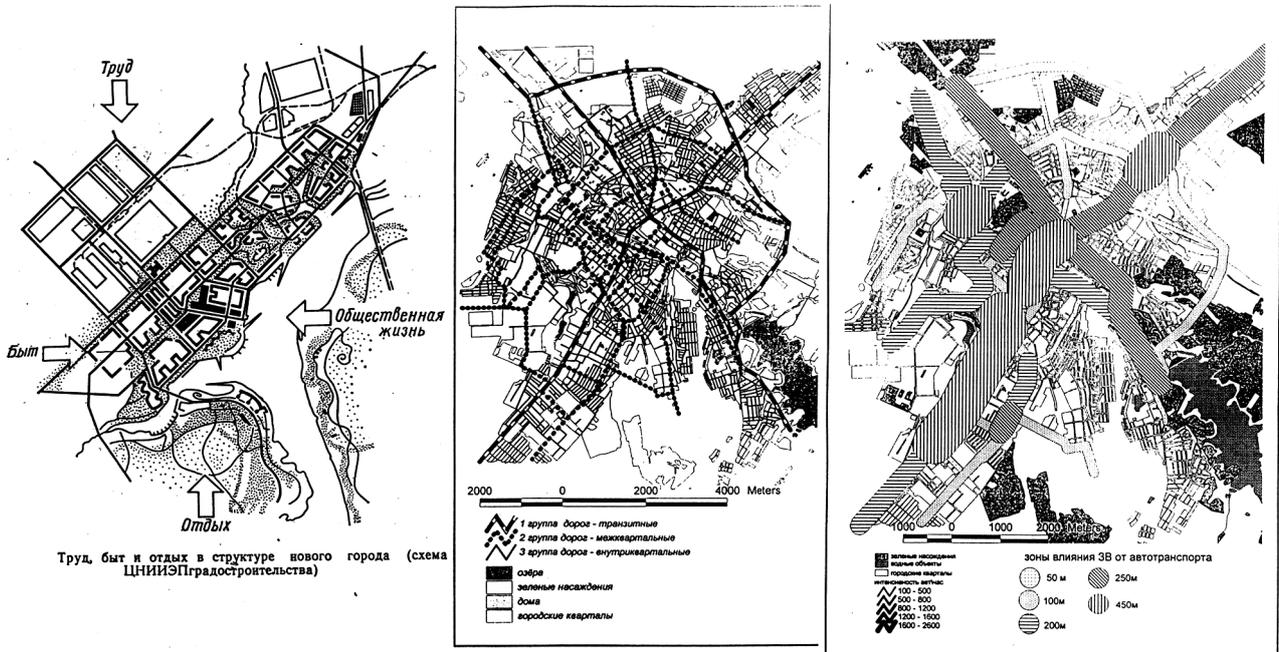


Рис.1. Влияние транспортных магистралей на экологическое состояние города: 1 – схема академгородка под Новосибирском, 2 – схема транспортных магистралей г. Симферополя, 3 – зоны загрязнения городской среды вдоль транспортных магистралей г. Симферополя

Перманентно формировавшиеся промышленные зоны по периметру исторически сложившихся крымских городов неизбежно включали улицы этих частей в транспортную схему современного города, рис.2. Запроектированы же они были под параметры гужевого транспорта. Низкая пропускная способность магистралей усложняет внутригородские пешеходно-транспортные связи и увеличивает загазованность центральной части городов. В Симферополе вдоль основных магистралей, см. рис.1 загрязнения от автотранспорта превышают ПДК и устойчиво сохраняются.

Магистрали фиксированы застройкой, технически пригодной для дальнейшей эксплуатации, с вкраплениями в эту застройку объектов имеющих культурную или историческую ценность. Модернизировать исторически сложившиеся части городов, целесообразно путём регламентации функционального их использования и перераспределения транспортных потоков внутри этих территорий с целью снижения их объёмов и интенсивности.

Во второй половине XX века города застраивались компактными жилыми районами на свободных территориях своих окраин. В частности, в Симферополе это районы: Свободы, ул. Залесской, ул. Маршала Жукова, завода «Пневматика» и др. В этих районах проживает большинство горожан. Размещение в перестроечный период значительной части торговых предприятий и объектов культурно-бытового обслуживания в центре является скорее данью традиции, а не вызвано потребностями населения.

Ряд промышленных предприятий послевоенной постройки оказался в центральной части современных городов. Их перенос в промышленные зоны предполагался на основе действующих генеральных планов, но практическая реализация этих планов сопряжена с экономической нецелесообразностью сноса крупных промышленных зданий, технически

пригодных для дальнейшей эксплуатации. В Симферополе это заводы «Сельхоздеталь», арматурный, консервный, расположенные в районе центрального рынка. Остановка этих предприятий позволила путём перепрофилирования и модернизации цехов под торговые здания и благоустройство территорий изменить функциональное назначение этих объектов.

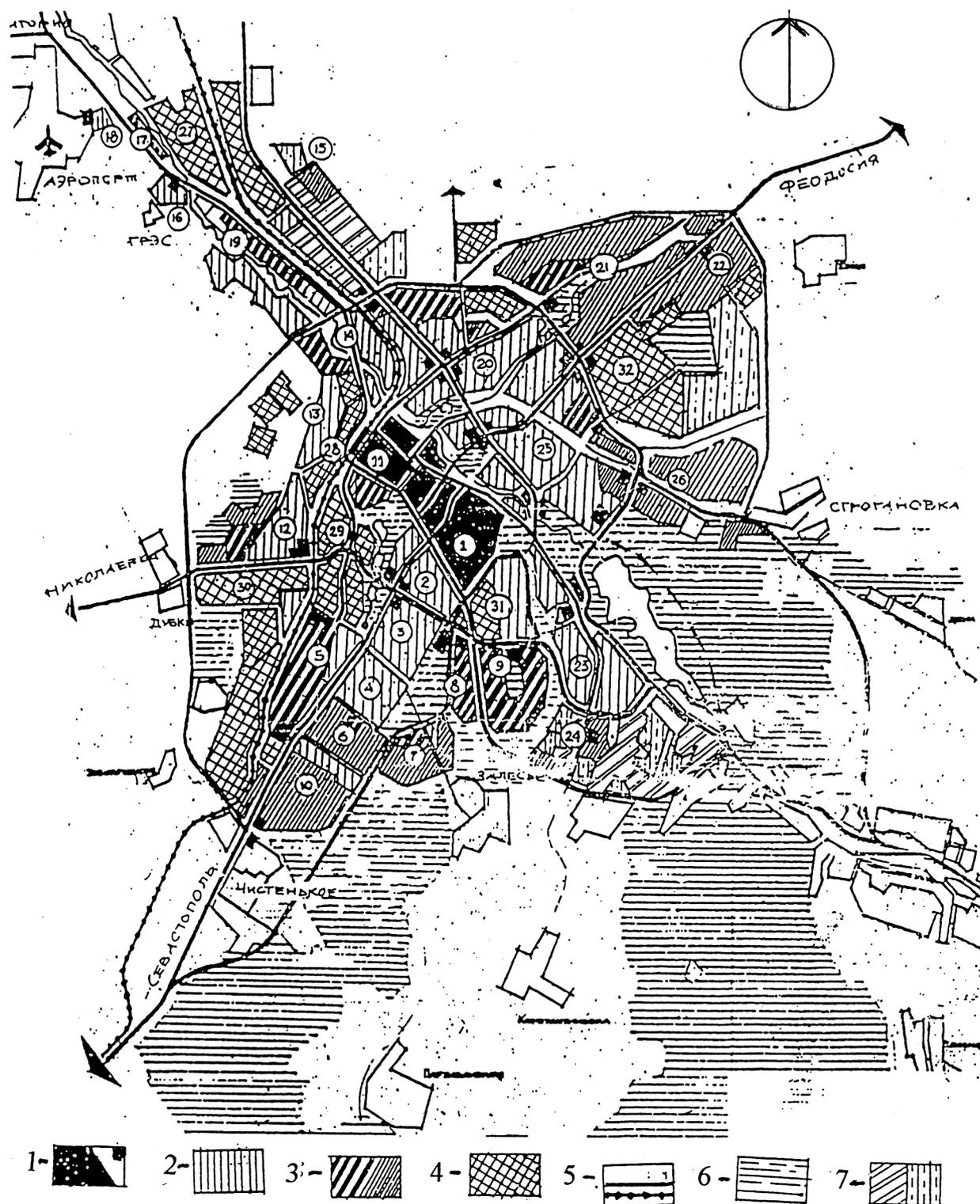


Рис.2. Схема генплана г. Симферополя 1985 года; 1 – реконструируемое ядро общественного центра; 2 – существующая застройка; 3 – проектируемая и строящаяся многоэтажная и усадебная застройка; 4 – промышленные, коммунально-складские зоны; 5 – основные транспортные магистрали; 6 – леса, лесопарки, парки и скверы; 7 – дачные массивы и резервные территории.

Перестроечные процессы привели к закрытию многих крупных промышленных предприятий, сокращению производства на сохранившихся, распаду совхозов и колхозов в сельской местности. Преобразования радикально изменили и меняют характер занятости населения.

Исследования учёных Крымского агротехнологического университета Ф.В.Зиновьева и М.В.Додоновой [4] показали, что около 70% сельхозпродукции, реализуемой на рынках, производится на приусадебных участках. В 80-е годы удельный вес этой продукции не превышал 5%. Личные подсобные хозяйства за годы перестройки превратились в товаропроизводителей, стали источником получения доходов и порой единственным местом приложения рук владельцев этих хозяйств.

Исследованиям К.К.Карташевой [5], отмечается изменение образа жизни городских семей, что отражается на требованиях, предъявляемых к жилищу.

Достаточно сложной задачей является потребность модернизации жилого фонда городов. Типовая застройка средней и повышенной этажности со стандартными жилыми ячейками не отвечает современным требованиям. В советское время эксплуатация жилых домов производилась за счёт госбюджета и различных общественных фондов. Жилец, как правило, оплачивал не более четверти этих расходов. После приватизации бремя всех финансовых затрат, связанных с содержанием квартир, стало частным делом хозяев этих квартир. Для многих это явилось непосильной ношей. Некоторые предпочли продать свои квартиры, обменять их на жильё другого уровня комфортности или меньшей площади. В результате возник парадоксальный рынок жилья, на котором стоимость товара была ниже его себестоимости. Известно, что цена на рынке балансирует между предложением и спросом. Спрос на жилище среднестатистического горожанина в Крыму оказался ниже квартирного стандарта советского времени как по количественным, так и по качественным показателям. В этой зоне складывающегося рынка жилья продавец и покупатель имеют примерно одинаковый уровень достатка.

В последние годы появилась ещё одна зона «элитных» домов с квартирами повышенной комфортности. Они отличаются качеством квартир, месторасположением в системе города, пластической обработкой и отделкой фасадов. Рыночная стоимость квадратного метра полезной площади в этих домах значительно выше того же метра в домах аналогичной капитальности, построенных в советское время. Строительство данных домов ведётся практически во всех крупных городах Крыма. Кто является потребителем этой продукции сегодня и какова целесообразность дальнейшего наращивания жилого фонда с точки зрения их перспективного использования? Учёные Крымского госуниверситета В. Боков и Н. Сахнова [6] считают, что в будущем население Крыма будет проживать в агрополисах, которые сформируются на базе современных сельских поселений. Преимущества таких поселений в сравнении с крупными городами бесспорны. И если принять эту концепцию за одну из наиболее вероятных направлений градостроительного развития Крыма, то дальнейшее наращивание объёмов жилого фонда в крупных городах явно неразумно. Тем более, что существующий жилой фонд в подавляющем большинстве возводился в послевоенный период, расчётный срок его эксплуатации 100 лет. Пятиэтажки времён Н.С. Хрущёва возводились из пильных известняковых блоков с антисейсмическими железобетонными поясами, поэтому они надёжно будут служить ещё минимум полвека.

Как уже отмечалось выше, имеющийся жилой фонд превышает фактические потребности населения. Возможно, эти потребности не соответствуют научнообоснованным нормам полезной площади на душу населения. В данном случае следует исходить из реальных возможностей среднестатистического горожанина и тенденций изменения численности жителей поселений. По последнему генплану Симферополя, который разрабатывался в начале 80-х годов, население города составило 320 тысяч человек и к 2000 году эта цифра должна была достичь 360 тысяч. Фактически же численность населения сократилась. Следовательно новое строительство жилья не стимулируется ростом населения. Квартиры в новых домах покупают представители ближнего и даже дальнего зарубежья. Этот вопрос требует специального исследования. Для данного контингента, очевидно,

имеет значение качество квартиры, в какой-то степени расположение квартиры в объёме дома и гораздо меньше его интересует местоположение дома в плане города. Изложенные соображения при соответствующих обоснованиях могут подтвердить целесообразность модернизации существующего жилого фонда для приведения его комфортности в соответствие с потребительскими запросами. Модернизация должна касаться всего спектра современного жилища - от элитных апартаментов до муниципальных приютов для социально не защищённых слоёв населения. А также возможностей использования жилых помещений под объекты социального и культурно-бытового назначения.

Процесс такой модернизации интенсивно происходит в центральной части городов. В подвалах, цокольных и нижних этажах жилых домов размещаются предприятия и учреждения торговли, общественного питания, бытового обслуживания, управления и т.п. В меньшей степени он коснулся рядовых квартир в средних этажах домов. Потенциальные возможности модернизации этой части жилого фонда далеко не исчерпаны. Анализ конструктивных решений и планировочной организации типовых квартир и жилых секций (рис.3) показывает, что ширина секций колеблется от 9 до 14 метров, этот размер лимитируется возможностями естественного освещения и инсоляции жилых помещений. Расположение во внутренней части корпуса коммуникаций и вспомогательных помещений усложняет сквозное проветривание квартир. При увеличении ширины корпуса сокращаются теплопотери. Санитарные узлы и кухни не всегда удаётся размещать смежными в соседних квартирах, поскольку для крепления стояков они должны примыкать к капитальным стенам. Все эти факторы повлияли на выбор ширины корпуса жилых секционных домов. Подавляющее большинство домов данного типа в городах Крыма имеет стандартную ширину 12 метров по внешним продольным осям плана. Длина секций, в зависимости от количества в них квартир, колеблется от 15 до 24 метров, а общая полезная площадь - от 120 до 300 кв. м. В 60-80-х годах XXв самыми популярными были 3-х, 4-х квартирные секции с 2-х, 3- комнатными квартирами в различных комбинациях с редкими включениями в эти комбинации квартир другой комнатности. Полезная площадь таких секций чуть больше или меньше 200 квадратных метров.

Санитарные узлы, как правило, примыкают к несущим стенам лестничной клетки и стенам или стене, которые являются продолжением данной конструкции в соседнем пролёте. Иногда устраивается одна стена в продолжении центра лестничной клетки. Размещение санитарных узлов по торцам секций появилось в панельных домах, которые стали возводить в крымских городах в канун перестройки, и их удельный вес в общем, объёме жилого фонда городов невелик.

Для выявления возможностей модернизации типовых секций под современные требования комфортности по геометрическим параметрам индивидуальных секций и квартир в этих секциях мы проанализировали несколько проектных решений (рис.4). Квартиры отличаются площадью помещений, особенно подсобных. Общая площадь квартир соответствующей комнатности также существенно больше. Как правило, помещения квартир ориентированы на два фасада.

Планировочная организация секций существенных принципиальных отличий от секций домов советского времени не имеет. Модернизация жилых ячеек в секционных домах советского времени возможна. Она позволяет модернизировать городской жилой фонд с максимальным приближением к современным требованиям. Возможности такой модернизации подтверждены экспериментальным проектированием(рис.5).

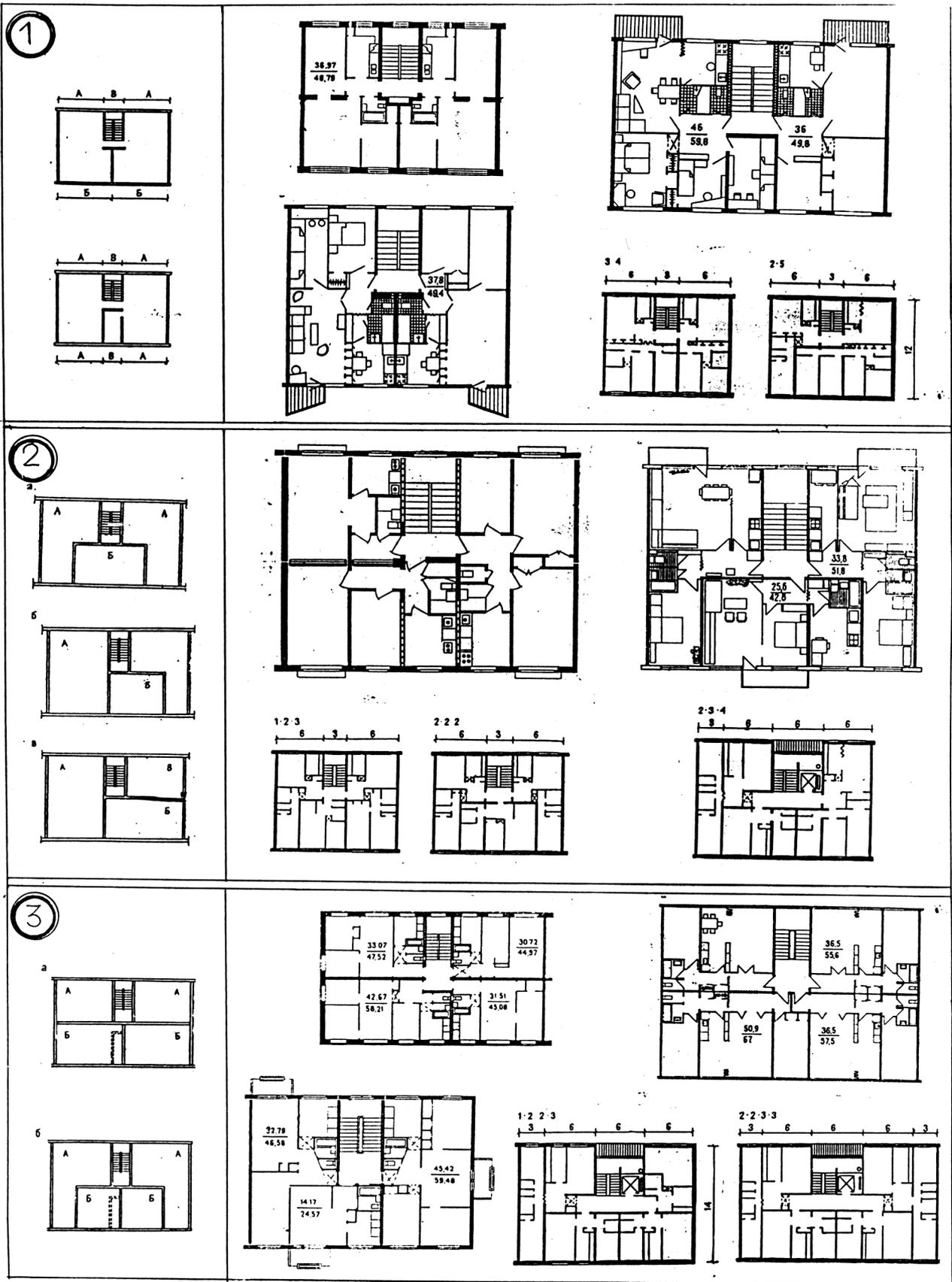


Рис.3. Наиболее распространенные типовые секции домов средней и повышенной этажности, которыми застраивались крымские города в советское время: 1, 2, 3 – две, три и четыре квартиры на этаже соответственно и варианты компоновки квартир в указанных схемах.

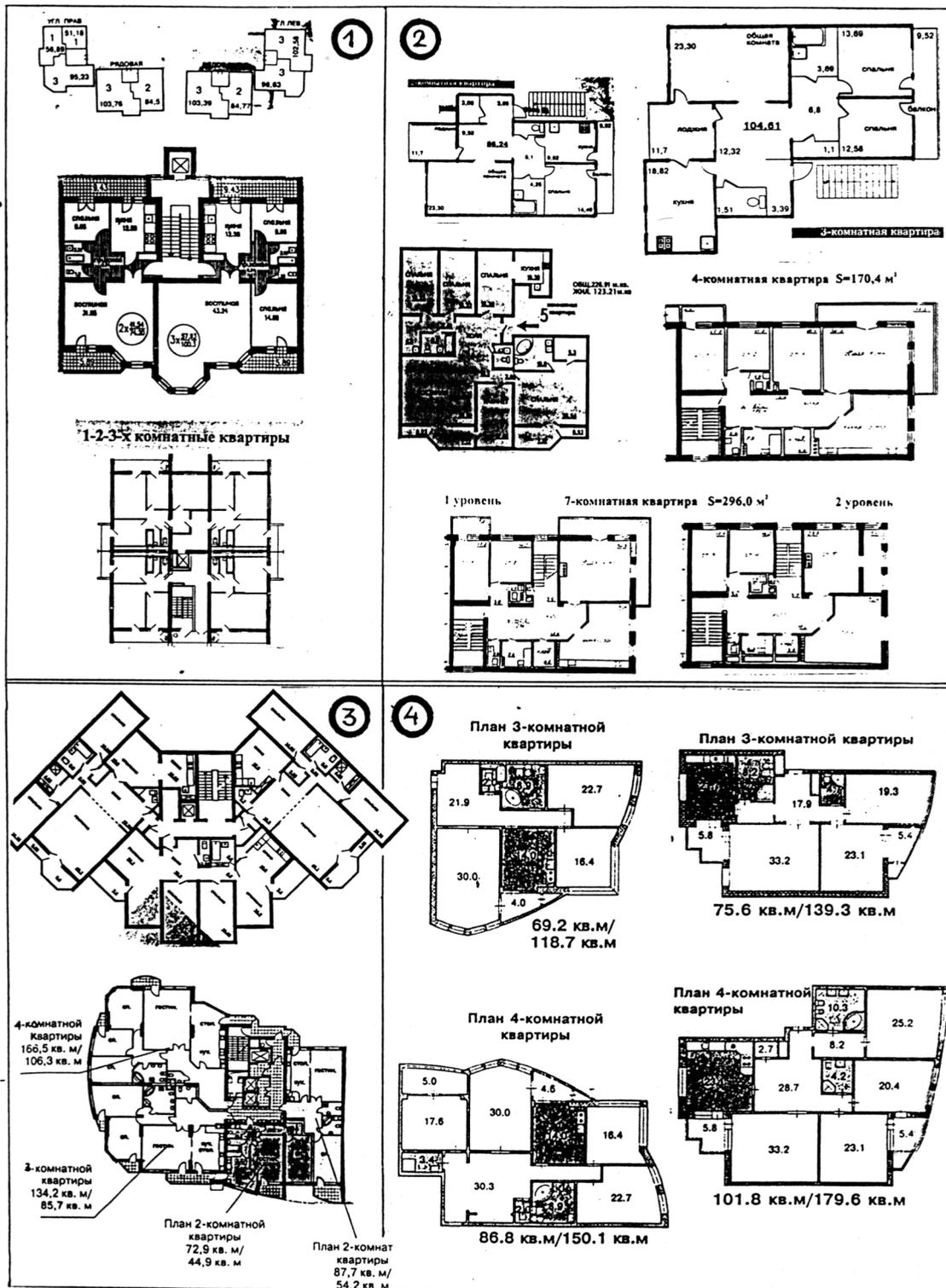


Рис.4. Типичные схемы рядовых и торцевых секций и односекционных домов: 1 – прямоугольные рядовые секции; 2 – схема планировки квартир в прямоугольных рядовых секциях; 3 – пример компоновки секции точечного дома и торцевой секции многосекционного дома; 4 – варианты планировки квартир в точечных домах и торцевых секциях.

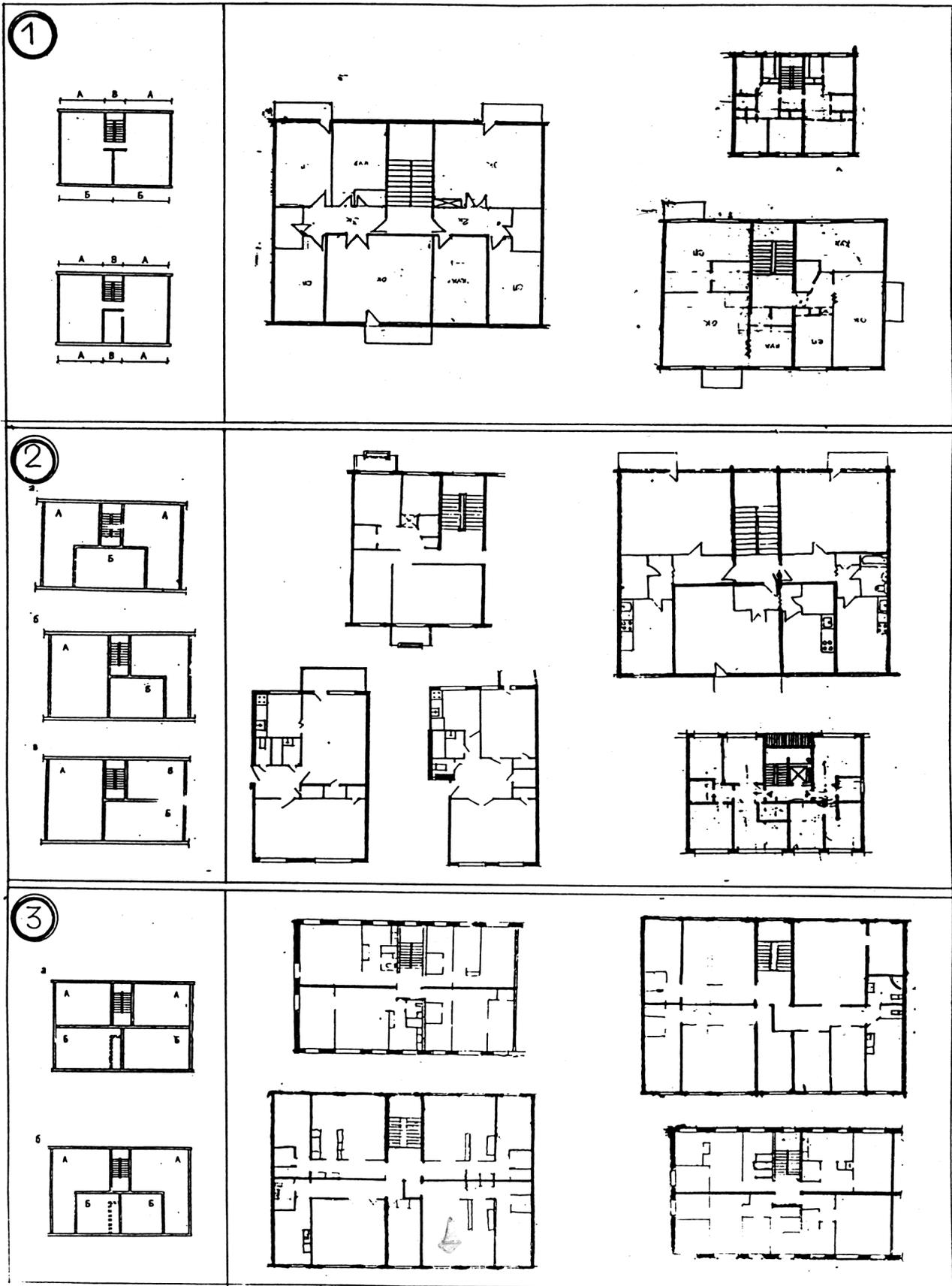


Рис.5. Варианты реконструкции типовых квартир и секций с сокращением числа жилых комнат в квартирах или количества квартир, выходящих на одну лестничную площадку.

ВЫВОДЫ

Целесообразно:

1. Вынести транзитные магистрали городов за их границы с таким расчетом, чтобы устранить возможности их включения в обозримой перспективе в транспортную сеть этих поселений.
2. По возможности высвободить от объектов соцкультбыта исторические части городов, располагая их в районах новостроек, где проживает большая часть населения. В исторических частях городов сохранять и развивать объекты учебно-просветительского, рекреационного и административно-управленческого направлений.
3. Исследовать перспективность наращивания массового жилища и возможности модернизации технически пригодного жилого фонда, не отвечающего запросам населения в связи с меняющимися условиями его жизни.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Согоян Н.Ш. Иллюстрированный словарь архитектурных терминов и понятий.- Волгоград: Комитет по печати и информации, 1999.-256с.
2. Белоусов В.Н. Город и здоровье населения. Проблемы и решения Архитектурная наука в МарХИ. Информационный вып. 3.-М.: „Издательство Ладыя”, 1999.-С.84-87.
3. Эстетические ценности предметно-пространственной среды/А.В.Иконников, М.С.Каган, В.Р.Пилипенко и др.: Под общей ред. А.В.Иконников; ВНИИ техн. эстетики.- М.: Стройиздат, 1999.-с.241-245.
4. Зиновьев Ф.В., Додонова М.В. Личные подсобные хозяйства сельских жителей Крыма.- Симферополь: Таврия, 1999.-с27.
5. Карташова К.К. Отражение в жилище изменения образа жизни семей// Архитектурная наука в МарХИ. Информационный вып. 3.- М.: „Издательство Ладыя”, 1999.-С.88-91.
6. Боков В., Сахнова Н.. Экополисы - будущее городов Крыма // Бизнесинформ, 1998, №4-с.5-9.

Сафонов А.А., д. арх., профессор, Кравец Е.Ю., инженер
 Национальная академия природоохранного и курортного строительства

О реорганизации предметно-пространственной среды сельскохозяйственных поселений Крыма

Проведён анализ статистических данных по количественным и качественным характеристикам сельскохозяйственных предприятий Крыма в годы перестройки. Эти данные указывают на нестабильность хозяйственной деятельности на селе. Обследовано обустройство личных подсобных хозяйств сельских жителей, которые в период перестройки превратились в товаропроизводителей. Выявлены некоторые направления переустройства предметно-пространственной среды этих хозяйств.

предметно-пространственная среда, сельские поселения, переустройство, постройки, качество.

Реорганизация сельских поселений связана, прежде всего, с изменением форм собственности. На базе 248 ликвидированных в 1995 году колхозов и совхозов было создано: 140 частных предприятий, 223 коллективных, 203 государственных, 94 фермерских хозяйства и 72-прочие предприятия.

Процессы создания и организаций новых сельхозпредприятий в сельских районах продолжаются до настоящего времени. Так, в Первомайском районе в 1995 г. было зарегистрировано 19 предприятий, и вот как менялась их численность после 1999:

1999 год-18; 2000 год-42; 2001 год-46; 2002 год-32. В этот период во всех сельскохозяйственных районах автономии количество предприятий меняется практически ежегодно.

Личные подсобные хозяйства (ЛПХ) сельских жителей не рассматриваются как товаропроизводители, хотя они в 1997 году обеспечили [1] около 70% сельскохозяйственной продукции, которая реализовывалась через рынок. Многие семьи получают основные доходы именно от этой деятельности.

По данным главного управления статистики АРК, в 1999 году денежные доходы среднестатистической сельской семьи составляли 279,73 грн. в месяц, из них 136,20 грн. было получено от продажи сельскохозяйственной продукции. В 2001 году этот показатель снизился, но всё же он превышал треть денежных доходов и совокупных ресурсов домохозяйств. Данный показатель характеризует занятость сельского населения в общественном производстве.

Изменение роли ЛПХ сельских семей в бывшем СССР отражают следующие данные. В 1950 году в ЛПХ было занято около 50% трудоспособного населения, в 1960 году это число сократилось до 25%, но 45,3% достатка сельских семей составляли доходы от ЛПХ. В 1970 году удельный вес доходов от личных подсобных хозяйств составлял 29,8%, предполагалось, что к 1990 году этот показатель сократится вдвое, а к 2000 году ограничится собственным потреблением.

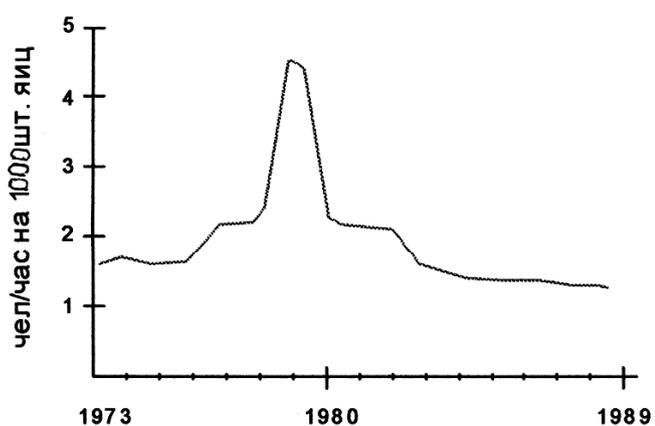


Рис. Трудовые затраты по годам в период реорганизации птицефермы на 200 кур-несушек в птицефабрику на промышленной основе на 1,5 млн. кур-несушек.

Намечалось массовое преобразование мелких кустарных ферм в крупные животноводческие комплексы на промышленной основе [2]. Целесообразность намечавшихся совершенствований можно проследить на примере реорганизации кустарной Боровской птицефермы на 200 гол. птицы в птицефабрику на промышленной основе на 1,5 млн. кур-несушек. Строительство и отработка технологии продолжалась полтора десятилетия. На рис. показаны колебания трудовых затрат на единицу продукции по годам в этот период. Резкое увеличение трудовых затрат в 1979 году связано с установкой и наладкой промышленного оборудования при переходе на новую индустриальную технологию. Через десять лет новая технология отработана и трудовые затраты практически достигли изначальных, но при этом заработная плата персонала увеличилась втрое.

Кажется, достоинства комплексов на промышленной основе бесспорны, однако большую часть функционировавших предприятий сохранить в «перестроечный» период не удалось.

В процессе перестройки 216 тыс. жителей получили земельные паи и, как отмечалось выше, стали основными товаропроизводителями. Проведённые обследования ЛПХ в поселениях Крыма [3] показывают явно наметившуюся тенденцию к расширению хозяйств. Она проявляется в желании владельцев увеличить площадь участка при доме, количество домашних животных и птицы, а соответственно изменить количество и качество хозяйственных построек. При обследованиях ЛПХ обмеряли усадебные дома. В последствии были проведены социологические исследования с целью выявления пожеланий сельских жителей к составу помещений дома, его планировке и площадям. Основные результаты приведены в табл.1.

Таблица №1

Данные обследований сельских усадебных домов

По материалам натуральных обмеров				
Количество жилых комнат в доме	2	3	4	5
Процентное соотношение домов, %	14	29	43	14
Общая полезная площадь, м ²	61	88	100	117
По материалам социологических				
Количество жилых комнат в доме	3	4	5	6
Соотношение домов, %	20	41	16	23
Общая полезная площадь (средняя), м ²	70	79	102	100

Отношение к жилому дому более уравновешенное. Есть незначительные отклонения в сторону увеличения количества помещений; требования к их геометрическим параметрам фактически не меняются, т.е. площади и высота помещений стали привычными и особых нареканий не вызывают. Очевидно, это положение можно объяснить традиционной приверженностью крестьянина к хозяйственной деятельности; заботы о комплексе ЛПХ в целом вытесняют тягу к личному комфорту. Обследования отражают среднестатистическое состояние сельских хозяйств.

Однако в каждом селе есть несколько семей, отношение которых к жилищу явно отличается от среднестатистического. Дома этой категории жителей выделяются габаритами, пластическим решением, а часто и декоративным оформлением. Они контрастно выделяются из окружающей застройки, чаще всего носят случайный характер. Здесь отсутствуют какие-либо композиционные

связи. Это новое явление непривычно так же, как и размежевание общества по уровню доходов. Происходящие перемены требуют новых решений в формировании систем расселения и реорганизаций сложившихся населенных пунктов.

ВЫВОДЫ:

1. Распад колхозов и совхозов, распаивание сельскохозяйственных земель между бывшими тружениками этих предприятий сопровождается поисками новых организационных форм производственной деятельности на селе.
2. Личные подсобные хозяйства в перестроечный период превратились в основных товаропроизводителей сельскохозяйственной продукции, реализуемой на рынках.
3. Наблюдается тенденция к увеличению площади приусадебных участков, наращиванию количества хозяйственных построек и совершенствованию их качества по капитальности и комфортности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Зиновьев Ф.В., Додонова М. В., Личные подсобные хозяйства сельских жителей Крыма.- Симферополь: Таврия. 1999.-С.27.
2. Осмоловский М.С., Старков А. А., Шуруденко Ю. С. Животноводческие комплексы на промышленной основе.- М.: Стрейздат, 1984.-С.143.
3. Сафонов А.А., Сафонов К.А., Кравец Е.Ю. Использование селитебной территорий в сельских поселениях Крыма (современное состояние, тенденции, перспективы)// Земельная реформа в Крыму, состояние и перспективы дальнейшего совершенствования земельных отношений. Вып.88, научные труды КГАТУ.- Симферополь, 2004.-С.56-61.

Сафонов А.А., д. арх., профессор, Сафонов К.А., архитектор, Волочаева К.А., Нагорная В.В., студенты

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

О некоторых особенностях паркостроения в Крыму в современных условиях.

Под влиянием рыночных отношений в Крыму создана новая разновидность парков – «Аквапарки». Детские парки в советское время формировались индивидуально. В современных условиях их территории все отчетливее делятся на зоны развлечений и тихого отдыха. Развлекательные зоны приобретают сходство по набору аттракционов и их оснащению. Территории тихого отдыха формируются стихийно. Выявлено, что визуально воспринимаемые пейзажи оказывают разное воздействие на посетителей. Особенности этого воздействия целесообразно использовать при создании композиции парков и трассировке прогулочных маршрутов.

парк, развлечение, коммерция, тихий отдых, пейзаж, видовой сюжет, сценарий, ансамбль, гармония.

Переход к рыночной экономике затрагивает все сферы жизнедеятельности человека, вынуждает пересматривать сложившиеся и ставшие привычными в повседневной жизни понятия об элементах предметно-пространственной среды. В частности детские площадки и парки в зависимости от контингента посетителей и периодичности использования можно четко классифицировать рис.1. Они имели устоявшиеся принципы формирования, которые не подвергались сомнениям. Дворовые детские площадки оснащали песочницами, качелями, скамьями, лианами для лазания - этот набор стандартного оборудования присутствовал на всех дворовых площадках бывшего СССР. По-иному формировали детские парки, строили как узкопрофилированные, предназначенные только для детей или как общегородские с выделением части территории для детей и родителей с детьми. Парки в отличие от площадок создавали как уникальные сооружения. Они отличаются по площади (их территории колеблются в диапазоне от 1,5 до 30 га), композиции их плана также индивидуальны., элементы оборудования повторяются чрезвычайно редко. В подвергнутых анализу 15 детских парках отсутствуют композиционные аналоги, элементы их оборудования повторяются лишь в исключительных случаях и приурочены к административно-хозяйственной деятельности парка. Исходя из анализа, можно предположить, что строители стремились создать сугубо индивидуальную композицию, сделать парк привлекательным местом отдыха для детей и подростков, ориентируясь, в первую очередь, на собственные вкусы, пристрастия и материально-технические ресурсы.

К началу перестройки детские парки имелись во всех крупных городах СССР. В Москве первый детский парк стал функционировать в 1924 году, в 1990 году их насчитывалось уже 17. Расчетная загрузка общегородских детских парков принималась 20% и районных - 30%. Однако указанная наполняемость наблюдалась лишь в праздничные и частично в выходные дни. В современных условиях эффективность использования детских дворовых площадок подвергается сомнению. По мнению академика А. Наназашвили [1]: «Специалисты утверждают, двор может и должен участвовать в воспитании детей, развивать их духовно, интеллектуально и физически. Но, чтобы сформировать такую среду обитания, нужно объединить усилия архитекторов, ландшафтников, дизайнеров, художников, строителей, педагогов, психологов, медиков, специалистов физкультурно-оздоровительного профиля».

Изменившиеся условия жизни предъявляют новые требования для всей рекреационной системы Крыма. Председатель Верховного совета АРК Б.Д. Дейч считает: «Совершенно очевидно, что пришло время менять характер рекреационного развития полуострова в сторону более четкой специализации, как по регионам, так и разделению курорта (лечения) и туризма (отдыха)... » [2].

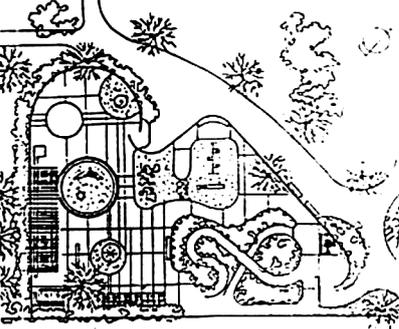
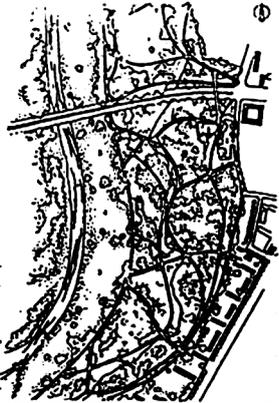
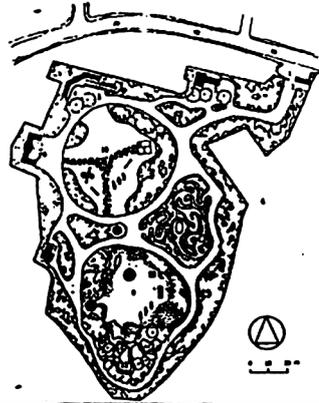
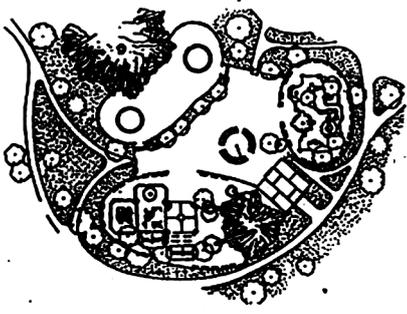
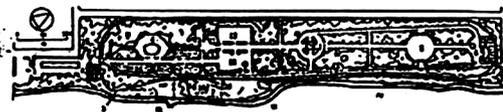
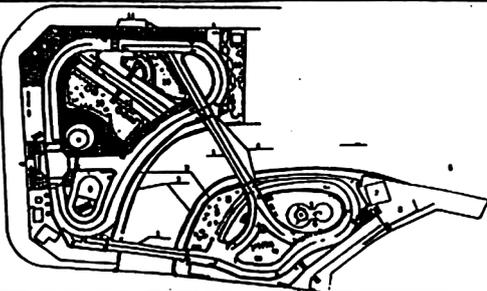
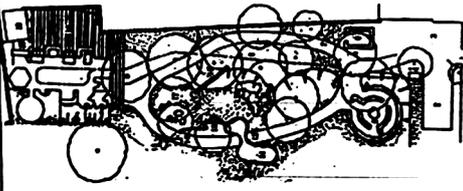
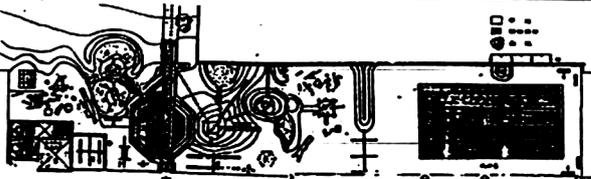
По периодичности посещений:	ε	По местоположению:		
		при доме	при группе домов	при общественном здании
				
периодического	микрорайонные	районные		
				
эпизодического	По характеру эксплуатации:			
	универсальные или многопрофильные	железнодорожная	специализированные	
				
	автомобильный			
	аквапарк			

Рис.1. Классификация детских площадок и парков

Эта «четкость специализации» проявляется в функциональной ориентации сооружений. Ярким проявлением новых веяний стало создание аквапарков в Крыму; три уже функционируют и

два строятся. Расположены они на южном берегу в Судаке, Алуште и районе Ялты и на западном – в Севастополе и районе Евпатории. Площадки их строительства имеют рельеф от очень сложного в Алуште до совершенно плоского в районе Евпатории. Несмотря на различия климата по местоположению, рельефу, они имеют совершенно одинаковый набор стандартного оборудования для оснащения одинакового количества аттракционов (рис. 2.) Отличаются аквапарки лишь общей площадью, композиционным решением и набором объектов преимущественно административно-хозяйственного назначения.

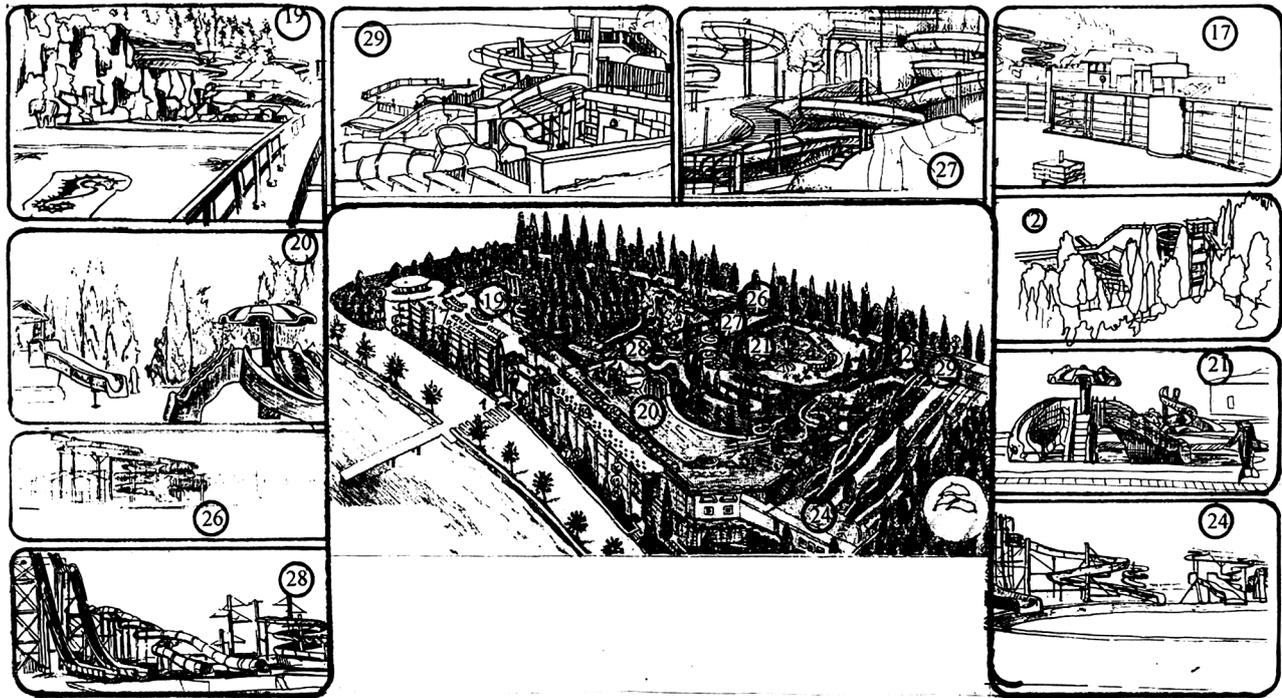


Рис.2. Схема аквапарка в г. Алуште. 1- центральный вход в аквапарк, кассы, отделение банка; 2 - верхний вход в аквапарк; 3 - автопаркинг; 4 - медпункт; 5 - магазины; 6 - гостиница; 7 - римская баня, сауна, массажный кабинет; 8,9 -рестораны; 10 - бар; 11 - бар детский; 12 - бильярд; 13 - бар развлекательного центра; 14 - боулинг; 15 -административный корпус; 16 - раздевалки; 17,18 - площадки солярия; 19 - бассейн волновой; 20 - бассейн игровой; 21 - бассейн детский; 22 - бассейн аттракциона «питон»; 23 - бассейн аттракциона «гюрза»; 24 - бассейн аттракциона «анаконда»; 25 - джакузи; 26,27,28,29 - аттракционы соответственно «питон», «гюрза», «боа», «анаконда»; 30 - туалет.

Аквапарки явились отражением новой направленности формирования индустрии отдыха. Она ориентируется на определенный результат. Пока отсутствует конкуренция в этом виде деятельности, всякие отступления от проверенного эталона несут в себе элемент неоправданного риска. В этом очевиден основополагающий принцип пионерной стадии создания новых сооружений, реорганизации рекреационной системы Крыма. Он проявляется и в реорганизации детских парков. От уникальной индивидуальности их развлекательные зоны эволюционируют и явно подгоняются под единый стандарт. По нашим обследованиям такая направленность прослеживается в перечне аттракционов и их оснащении. Здесь сохраняются некоторые отклонения, но в целом ядро развлекательной части состоит из жестко фиксированных аттракционов, оснащенных оборудованием, изготовленным преимущественно по образцам еще советского времени, рис. 3. Появляются элементы оборудования, которые уже явно отличаются от привычных стандартов, как стационарные, так и мобильные. Мобильные располагаются в наиболее людных и доступных местах, они вносят оживление в деятельность парков, заметно повышают их посещаемость, особенно родителями с детьми.

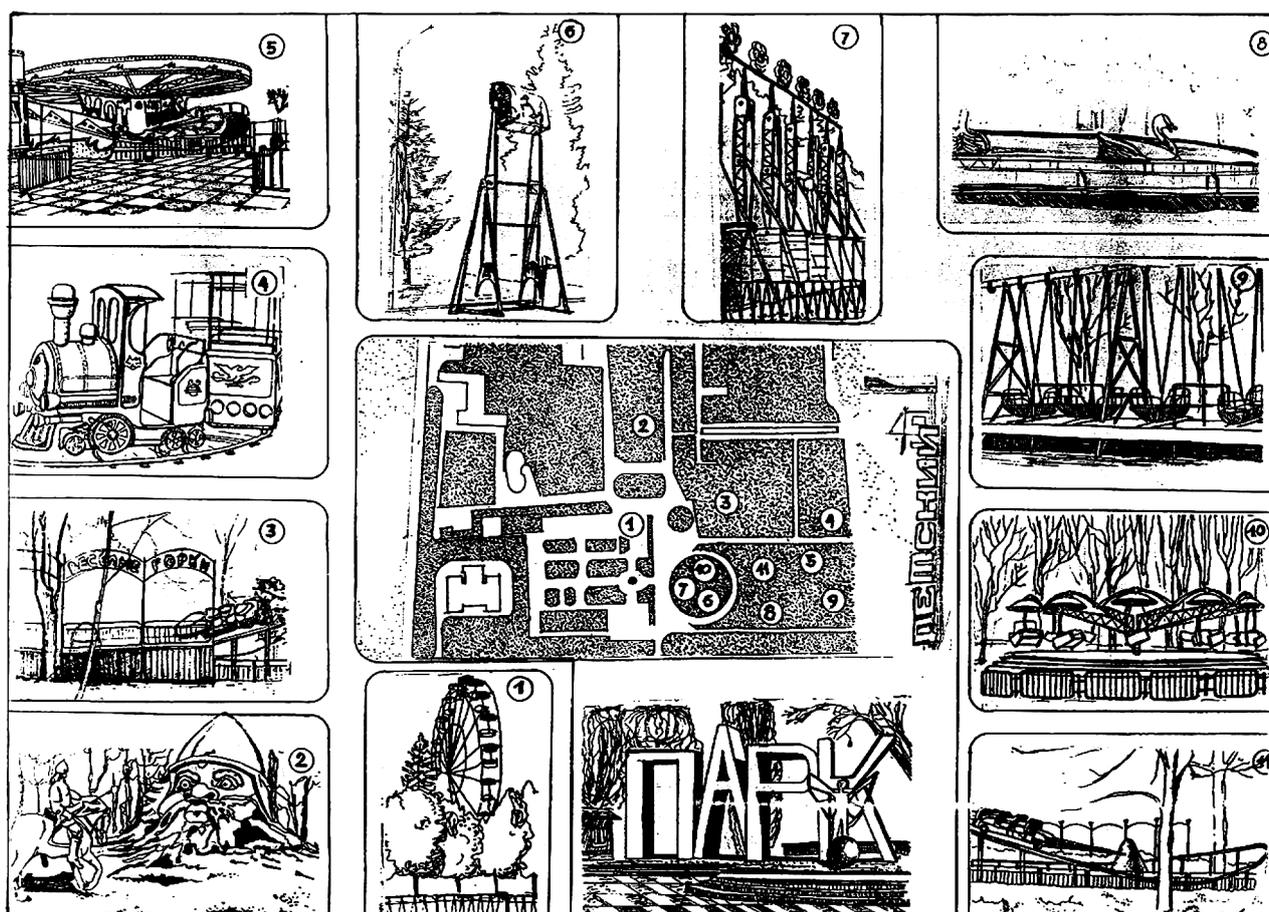


Рис.3. Развлекательная часть детского парка в г. Симферополе: 1-колесо обозрения; 2- сказочный городок; 3,11 - веселые горки; 4 - железная дорога; 5 - карусели; 6, 7 - карусели, с возможностью кругового вращения в вертикальной плоскости; 8 - искусственный водоём с лодочками - «лебедями»; 9 - качели; 10 - карусели для детей младшего возраста.

Происходящие преобразования отчетливо выделяют развлекательные зоны, отделяются территории тихого отдыха в самостоятельные территории иного функционального использования. В условиях рыночной экономики эти территории «убыточны», то есть они не дают прибыли. Однако же зоны развлечения и тихого отдыха в условиях городских парков автономно, обособленно существовать не могут. Поскольку задача парков интеллектуальное и физическое совершенствование подрастающего поколения, то ансамбль любого парка должен гармонично включать и зону развлечений, и зону тихого отдыха.

Состав аттракционов активного отдыха, развлечений определяется их рентабельностью, которая, в свою очередь, характеризуется потребительским спросом и эффективностью функционирования, то есть размер чистой прибыли в денежном выражении за единицу времени.

По-иному обстоит дело с формированием зон тихого отдыха. Они по-прежнему остаются сугубо индивидуальными. Научная база их формирования явно недостаточна, поэтому оценить эффективность их функционирования сложно.

Посетитель испытывает воздействие среды парка на свое физическое и психологическое состояние через органы обоняния, слуха и зрения. Обогащение ароматом воздушной среды парков производится, прежде всего, подбором специальной растительности в парке, включение водоемов (запахи моря), ароматизированных минералов и т. п. Пение птиц, журчание потоков воды, музыка, голоса людей и т.д. - все это может представлять или гармонию звуков, или какофонию, которые будут оказывать разное воздействие на отдыхающих. В изучении данных факторов на состояние посетителей и поисков наиболее рациональной и эффективной для отдыха среды парков в сферах должны участвовать специалисты соответствующих направлений.

Архитектор формирует или окультуривает и стремится включить в композицию парка естественную природную среду. Визуально воспринимаемая отдыхающими предметно-пространственная среда, сфор-

мулированная по законам красоты и гармонии, является наиболее эффективным средством воздействия на духовный мир человека.

Вот что сказал по этому поводу М. Н. Карамзин, «Если бы теперь спросили меня: «... чем нельзя никогда насытиться?», то я ответил бы: «хорошими видами» [3]. В данном случае понятие «вид» подразумевает часть визуально воспринимаемого человеком пространства в неподвижном состоянии. Он проецируется на условную картинную плоскость (рис. 4.) и характеризуется цветовой гаммой, предметным заполнением, взаимосвязями этого заполнения и глубиной пространства. Если данную поверхность рассматривать как источник получения информации, то качество этой информации будет зависеть от размеров предметов и их местоположения на видовой плоскости [4]. Человек воспринимает вид как эстетическую среду и оценивает ее на подсознательном уровне по двум направлениям: «нравится, не нравится». Он не пытается анализировать достоинства и недостатки того или иного вида, посетитель парка стремится интуитивно найти «хорошие виды» и через посредство положительных эмоций восстановить и пополнить запас духовных и физических сил. И напротив старается избежать пейзажей, вызывающих негативные эмоции.

В зависимости от композиции парка и местонахождения зрителя в нем, расстояние до условной видовой картины может меняться в диапазоне от нескольких метров до километров. Независимо от этого человек визуально воспринимает доминирующий элемент видового сюжета. Им может быть линия (убегающая лента дороги, тропинки), объемная форма (форма дерева, часть скалы), плоскость (поляна, поверхность водоема) и т.д. Психологи считают [5], что визуально воспринятый доминирующий элемент является сигналом, который от органов зрения поступает в мозг, где сопоставляется с хранящимися в памяти человека уже известными ему элементами предметной среды. Следствием этого процесса и является соответствующий эмоциональный настрой посетителя парка. Опираясь на работы А. Барабанова, В. Гельмгольца, В. Вупута, Г. Фехнера, Ле Карбюэе, И. П. Шмелёва архитектор Л.В. Анисимова [6] попыталась выявить систему линейных символов и эффективность их влияния на эмоциональное состояние человека и его психику. В.Я. Кармэзину [7] изучал растительные формы как факторы психо-сильвогигиены и психо-сильвотерапии.

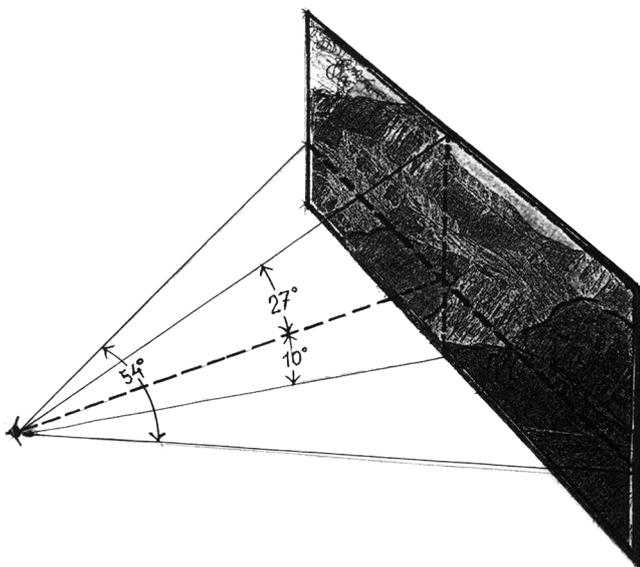


Рис. 4. Габариты видовой картины, которую визуально воспринимает зритель при неподвижном положении головы и перемещении взгляда

Несмотря на явно возросший интерес исследователей к вопросам формирования и совершенствования зеленых зон поселений, их эффективность на практике не выросла, прежде всего, по причине разобщенности работ и разнохарактерности по профессиональной направленности. Используемые здесь методы нельзя отнести к строго научным, поскольку всякие социологические опросы и оценки всегда несут в себе элемент субъективизма. Но в данном случае мы вынуждены полагаться или на сугубо индивидуальный замысел (фантазия) проектировщика, или коллективную оценку (опрос) среды парка потенциальными его посетителями. С целью оценки и выявления этого спроса группа студентов проанализировала около 300 иллюстраций видов, выполненных в крымских парках. В результате анализов выявлено семь типичных, наиболее часто встречающихся иллюстраций. Представители этих групп были включены в анкету, была предложена их оценка по терминам, отражающим астенические и стенические эмоции. Термины, приведенные в анкете, с нашей точки зрения, отражают достаточно определенно суть эмоционального состояния, хотя гамма нюансов этого состояния может характеризоваться большим перечнем близких по значению терминов. Например, «удовольствие»: любовь, радость, самоотверженность, счастье, восторг, возбуждение, удовлетворение, доверие, благодарность, блаженство, достоинство, активность, целеустремленность, настойчивость, упорство, находчивость, принципиальность; «разрядка»: расслабление, непринужденность, согласованность, скромность, спо-

койствие, умиротворенность, честность, несуетливость, размеренность, бережливость, благодушие, последовательность, вежливость, любезность, аккуратность, собранность, осмысленность, осмотрительность, открытость; «напряжение»: страх, испуг, обеспокоенность, тревога, растерянность, беспомощность, паника, настороженность, подозрительность, угодливость, жадность, неуверенность, трусость; «раздражение»: ярость, досада, вспыльчивость, агрессивность, кичливость, алчность, заносчивость, эгоистичность, высокомерие, обескураженность и т.д. Результаты анкетного опроса, (рис.5), позволяют перейти к стадии экспериментального проектирования, строить композицию парков с учетом особенностей влияния различных видов парка на эмоции посетителя. При разработке композиции парка создавать видовые сюжеты по определенному сценарию, формировать при трассировке пешеходных маршрутов парка путем расположения видовых площадок и беседок, ограничением пространственного обзора или, напротив, направленным раскрытием диорамного, а иногда и панорамного пространства до линии горизонта. Здесь возможны две крайности: видовая площадка находится на скальном выступе сложного рельефа («Ласточкино гнездо»); при этом обеспечивается панорамный обзор многокилометрового пространства прилегающих территорий; замкнутое минипространство парка, ограниченное сооружениями или вертикальными растительными формами; композиция этого пространства формируется чаще всего по законам ландшафтного дизайна. Различия заключаются в том, что в первом случае в видовой картине преобладают и доминируют естественные природные формы, во втором - естественные природные формы практически отсутствуют. Здесь композиция создается из специально подобранных и обработанных камней, растительных видов и т.д.

ВЫВОДЫ:

1. В современных условиях в парках поселений Крыма происходит четкое деление территорий на зоны развлечения и тихого отдыха. Отсутствует научно-обоснованная база формирования зон тихого отдыха. Авторами предложен метод формирования видовых сюжетов по предварительно сформулированному сценарию.
2. Анализ предметно-пространственной среды аквапарков и детской развлекательной части крымских парков показывает, что их оснащение под давлением коммерческих интересов быстро нивелируется. Они приобретают сходство и по количеству аттракционов, и по их оборудованию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Наназашвили И. Детские интеллектуальные центры на дворовых площадках. // Новый дом, 1998, №5, - С.16.
2. Дейч Б. Д. Государству нужен экономически развитый, политически стабильный Крым. // Голос Украины, 2004, №155, - С.12.
3. Карамзин М. Н. Нечто о науках, искусствах и просвещении. – Т.2.-М: Гослитиздат, 1978.-С.127.
4. Сафонов А. А. Инженерное благоустройство и транспорт. Курс лекций. – Симферополь: КАПКС, 2002. – С.48-49.
5. Саймонде Д. Ландшафт и архитектура(перевод с англ.)–М: Стройиздат, 1965. – С. 180.
6. Анисимова Л. В. Городской ландшафт: социально-экономические аспекты проектирования. – Вологда: ВОГТУ, 2002. – С.143.
7. Кармэзину В. Я. Форма деревьев как активная гигиеническая и лечебная сила природы // Сборник работ Никитского ботанического сада, вып. 32, 1960. – С.42.

СЮЖЕТ	ЭМОЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ				Свой вариант
	удовольствие	напряжение	Эмоциональная разрядка	раздражение	
	10%	50%	20%	6%	14% Скука, Спокойствие, Концентрация
	0	26%	6%	50%	18% Равнодушие, Уныние, Усталость, Грусть
	30%	6%	48%	10%	6% Задумчивость, Спокойствие, Меланхолия
	30%	12%	30%	10%	18% Грусть, Покой, спокойствие
	60%	3%	26%	0	11% Сила, Безграничность, спокойствие
	26%	20%	23%	10%	21% Интерес, Испуг
	43%	12%	20%	12%	13% Одиночество, скука

Рис.5. Результаты социологических исследований по оценке влияния иллюстраций типичных видов парковых пейзажей на эмоциональное состояние человека

Сафонов А. А., д. арх., профессор, Маликова С. Н., Чистяков М. А., студенты
Национальная академия природоохранного и курортного строительства.

К вопросу “усадебный дом или квартира в многоэтажке?” Проблемы и решения

Проведен анализ достоинств и недостатков усадебных домов и многоэтажек, связанных с их строительством и эксплуатацией. Показаны направления поисков эффективных решений усадебных домов для снижения их стоимости и повышения комфортности.

усадебный дом, многоэтажка, сопоставимость, комфорт, народное зодчество, профессиональная архитектура.

Проведённые нами социологические исследования в сельских поселениях Крыма в 2003-2004 г. показали, что подавляющее большинство селян предпочитают жить в усадебном доме и вести личное подсобное хозяйство. Исследования учёных Таврического национального университета им. Н. И. Вернадского [1] выявили, что при чрезмерной концентрации населения возникают негативные явления, и они рекомендуют путь дезурбанизации, который предусматривает и индивидуализацию жилища. В полустихийной строительной деятельности «перестроечного периода 1992-2004» усадебные дома преобладают не только в сёлах, но и в городах. Писатель Б. Васильев считает этот процесс вполне закономерным и своевременным: «Мы ликвидировали и свойственный России институт, отчего дома, который никогда не был просто жилищем («жилплощадью», выражаясь нашим языком), он соединял в себе прошлое, настоящее и будущее, служил живым музеем рода, банком памяти поколений, создавая традиции и обычаи, укрепляя родственные связи, придавая клану устойчивость при невзгодах и несчастьях... я убеждён, нам никак не обойтись без восстановления крепких, с прочной наследуемой экономической базой отчих домов, как в селе, так и в городе».

Поиски оптимального жилого дома начинаются в XIX в. К концу века этот процесс принимает глобальный характер. С 1889 по 1910 г. в Европе для выработки единой жилищной политики было проведено восемь крупных международных конгрессов. Тема Венского конгресса 1910 г. «Маленький дом или большая казарма» обозначила суть проблемы. Обсуждению этой темы посвящено большое количество работ не только архитекторов, но и представителей других профессий. Анализируя мотивацию достоинств и недостатков усадебных домов и многоэтажек представителями разных точек зрения по этому вопросу, Д. Фесенко приходит к заключению: «Как нам представляется, природа отказа то от многоэтажной, то от малоэтажной застройки в действительности та же, что и при смене творческой направленности в архитектуре - этажность, как и стиль, в определенные моменты времени перестаёт отвечать общественным ожиданиям»[2].

В бывшем СССР теоретические обсуждения этой проблемы начинаются с первых лет советской власти. Всеобщая увлечённость идеями равенства и братства будоражила умы. Иронизируя по этому поводу, А. Платонов писал: «Вот он выдумал единственный общепролетарский дом вместо старого города, где и по сей час живут люди дворовым огороженным способом; через год весь мирный пролетариат выйдет из мелкоимущественного города и займёт для жизни монументальный новый дом. Через десять или двадцать лет другой инженер построит в середине мира башню, куда войдут на вечное, счастливое поселение трудящиеся всей земли»[3]. Эти преобразования производились представителями господствующих классов силовыми методами. Вот как описывает М. Пришвин ощущения человека, которого лишают привычного порядка в его доме: «Переступил через чувство общности тела, природы, земли и убил - преступник, Каин... что-то весьма маленькое, что в то же время заслоняет большое: неустройство в моём доме мешает войти в великий дом всего мира»[4]. О. Мандельштам предостерегает, предсказывая последствия скоропалительных революционных преобразований: «Откажитесь от социальной архитектуры - и рухнет самая простая, для всех несомненная и нужная постройка, рухнет дом человека, человеческое жильё... Никакие законы о правах человека, никакие принципы собственности и неприкосновен-

ности больше не страхуют человеческого жилья, дома больше не спасают от катастрофы, не дают ни уверенности, ни обеспечения»[5]. Массовый переход от усадебного строительства к многоэтажному - не есть результат модных течений, схожий с колебаниями в архитектурной стилистике или какими-то иными устремлениями. Он имеет глубинные и вполне закономерные причины, связанные с переходом от одной общественно-экономической формации к другой.

Преобразование феодального общества в капиталистическое в производственной сфере характеризуется переходом от мелкотоварного кустарного производства к концентрированному высокомеханизированному. Эти преобразования сопровождались узкой профессиональной специализацией во всех сферах деятельности. В Российской империи переход к капитализму начался в тридцатых годах XIX в. Война и революция этот процесс затормозили, в строительной сфере он проявился только в пятидесятых годах XX в.

Создание жилища из сферы деятельности кустарного народного зодчества передается в профессиональную архитектурно-строительную область. В результате этой передачи возникла особая отрасль промышленности – массовое жилищное строительство. Перед ней была поставлена задача обеспечить каждой советской семье отдельную квартиру или дом. При этом «жилые ячейки» должны были удовлетворять установленным нормативным требованиям, обеспечивать максимальную экономичность в строительстве и эксплуатации. Визуальное сопоставление протяженности ограждений на одну жилую ячейку в плане и разрезе и количества мостиков холода многоэтажки и усадебного дома [рис. 1] наглядно демонстрирует их неконкурентоспособность.

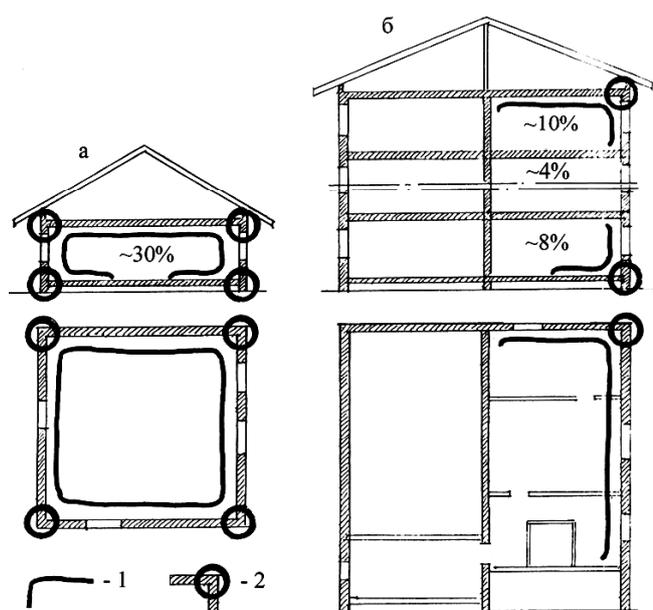


Рис. 1. Анализ эффективности наружных ограждений: а – в усадебном доме, б – в квартире многоэтажного дома, 1 – протяженность наружных ограждений в плане и разрезе домов, 2 – тепловые мостики в стыках вертикальных ограждающих конструкций (углах), в стыках вертикальных и горизонтальных ограждающих конструкций (карниз и цоколь).

смотря на использование индустриальных методов строительства, стоимость дома в полтора-два раза превышала стоимость квартиры аналогичной площади в многоэтажке. В 1985г. в Новосибирске состоялся пленум правления СА РСФСР [9] с повесткой: «Функциональные и эстетические проблемы развития сельской архитектуры». Выступивший на пленуме зав. отделом по делам строи-

Поскольку стоимость усадебного дома заведомо дороже квартиры аналогичной площади в многоквартирном доме, вопрос типологии дома не обсуждался [6]. Максимализм главы государства того времени Н. С. Хрущева привел к тому, что оптимальной была признана серия проектов панельных пятиэтажек, разработанных авторским коллективом во главе с инженером П. В. Лагутенко. Экспериментальное строительство в Новых Черёмушках выявило ряд недостатков, связанных с неоднородностью термостойкости ограждений, которые не позволяли сохранять нормальный тепловой режим в жилых помещениях [7]. Для устранения названных дефектов были проведены лабораторные исследования, на базе которых усовершенствованные проекты стали тиражироваться практически по всей территории СССР.

Для выравнивания условий жизни городского и сельского населения многоэтажки строятся и на селе. Однако отказ от усадебных домов оказался явно преждевременным. Предпринимается попытка возродить этот вид строительства на основе единой общегосударственной нормативной документации и на базе городских ДСК. Обследования данной застройки [8] показали ее дискомфортность и недостаточные архитектурно-художественные качества. Не-

тельства и архитектуры Новосибирского облисполкома В. Кривогорлицин сообщил, что строительство нового сельского усадебного дома обходится более чем в десять раз дороже стоимости традиционного сельского дома. В материалах по итогам пленума рекомендовалось: совершенствовать объемно-планировочные решения; сокращать сверхнормативные площади (подвалы, веранды, балконы); сокращать количество входов; развивать монолитное домостроение; внедрять эффективные материалы и конструкции. Отмечена экономическая нецелесообразность тяжелых городских панелей в сельском строительстве. Рекомендации пленума реализовать на практике не удалось. Но если бы они и были воплощены в жизнь, думается, что ситуация радикально не изменилась, поскольку принципиально объемно-планировочные, конструктивные решения дома и способы формирования его комфортности не менялись.

Изучение опыта народных зодчих и сопоставление конкретных решений с типовыми аналогами в современном усадебном доме показывают эффективность порой отживших, но неоправданно забытых элементов дома. Например, стабильная подача тепла централизованными системами теплоснабжения оказалась менее эффективной в сравнении с циклическим отоплением традиционными печами. Функции печи не ограничивались теплоснабжением, она обеспечивала рациональный воздухообмен в помещениях дома, в ней готовили и сохранялись различные блюда крестьянской кухни. Исследования, проводившиеся в области коммунальной гигиены в семидесятых годах XX в. советскими и зарубежными специалистами, показали, что тепловой режим для людей разного возраста следует устанавливать дифференцированно. Наши обследования показали эффективность печного отопления: график суточных показателей температур, построенный по записям термографов, оказывался в границах допустимых колебаний температур, рекомендованных специалистами коммунальной гигиены [10]. Кроме печи в традиционных домах всегда использовали, как теперь принято говорить, «нетрадиционные источники» - солнечное тепло и подземное термальное тепло. Проектировщики современных усадебных домов не оговаривают ориентацию дома, поскольку нормативные требования по инсоляции жилых помещений обеспечиваются при любых вариантах. В традиционных домах, независимо от региона, композиционной схеме дома и его местоположению на площадке относительно сторон света придавалось большое значение. Основные помещения располагали у наружных стен, ориентированных на восточную, южную и западную стороны света. В тёплых регионах с южной стороны устраивалась веранда, в отдельных случаях остеклённая веранда устраивалась со всех трёх названных выше сторон [11]. Помещения инсолировались и дополнительно обогревались. В регионах с жарким климатом веранда летом защищала основные помещения от перегрева. При высоком летнем солнцестоянии прямые лучи в дневные часы не проникали в помещение. Зимой же они обогревали жилые помещения, а веранда увеличивала термостойкость капитальной стены, поскольку стена не соприкасалась с естественной средой. Вход обычно устраивался с северной стороны, с этой же стороны компоновались вспомогательные неотапливаемые помещения дома, которые являлись ещё и дополнительной защитой, сокращая теплопотери через северную стену. Этот приём позволял создать своеобразный шлюз во избежание прямого контакта жилых помещений с внешней средой.

Традиционные дома, независимо от районов их возведения, строили с подпольными пространствами в виде подвалов или цокольных этажей. Подвалы использовали для хранения консервированных или свежих овощей и фруктов. Более важной функцией подвала, по нашему мнению, было поддержание комфортного теплового режима в доме [рис. 2].

Важнейшим фактором, обеспечивающим эффективность традиционного дома, является особенность его конструктивных решений. Членение внутреннего пространства дома капитальными стенами увеличивает единовременные затраты, но обеспечивает тепловую монокамерность, позволяет автономно эксплуатировать помещения дома и дифференцированно поддерживать температурный режим.

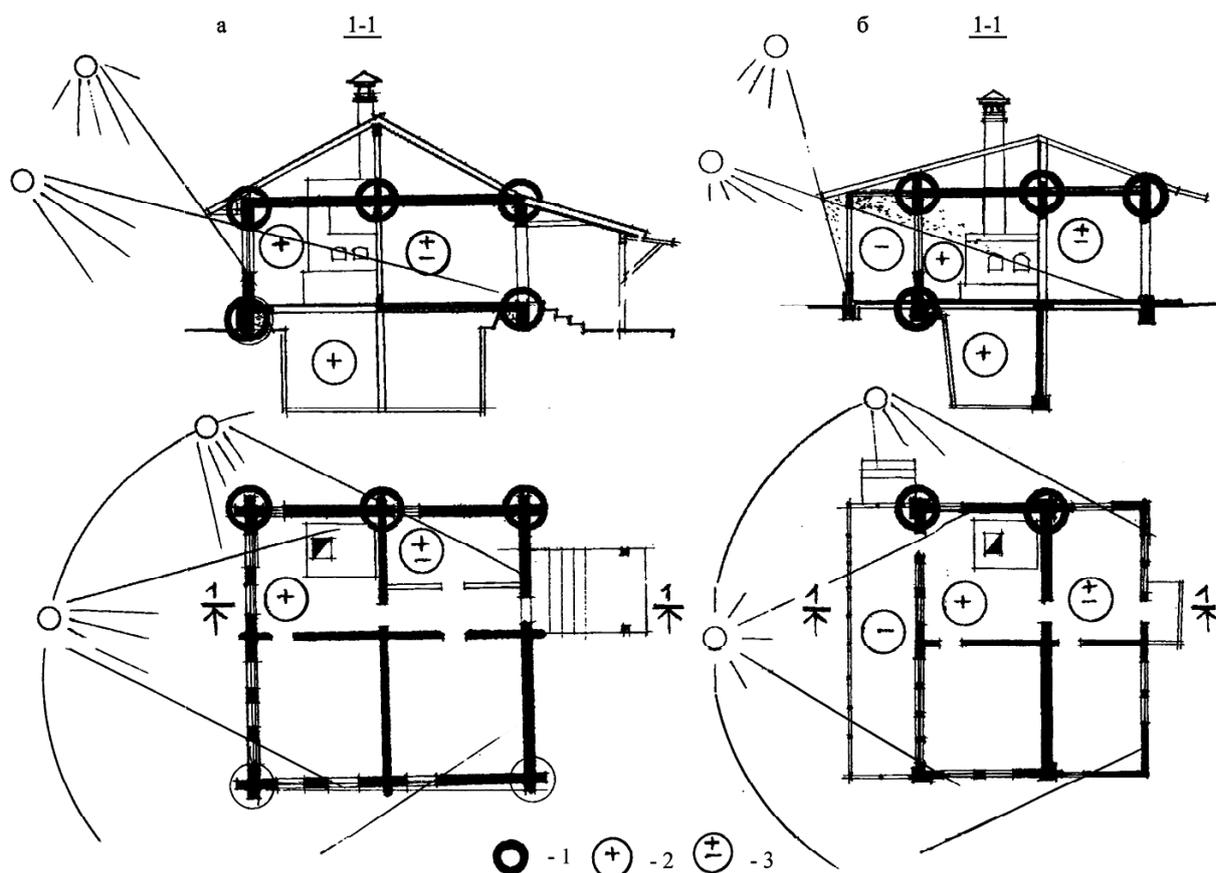


Рис. 2. Схемы традиционных домов: а – средней полосы, б – южных регионов, 1 – стыки наружных ограждений, 2 – положительная температура при минусовой наружной, 3 – положительная или отрицательная (в зависимости от функционального использования помещения) при стабильно отрицательной наружной температуре.

Серьезным недостатком современного усадебного дома является недопустимо большое количество «тепловых мостиков» в местах соединений горизонтальных и вертикальных наружных ограждений. Как уже отмечалось, эти дефекты были выявлены [7] при экспериментальном строительстве панельных домов. В результате дополнительных исследований этих дефектов предложены, на наш взгляд, недостаточные меры для их нейтрализации. Небольшой удельный вес неблагоприятных зон, даже в квартирах наиболее «уязвимых», т.е. расположенных в торцах дома на нижнем и верхнем этажах (см. рис.1), составляет не более 10% наружных ограждений. Это обстоятельство позволило ограничиться устройством термовкладышей в стыках ограждений. В усадебном доме удельный вес «тепловых мостиков» достигает 30% наружных ограждений и теплотери недопустимо высоки. Приёмы нейтрализации этих мостиков народными зодчими представлены на иллюстрациях [рис. 3].

В современных проектах усадебных домов пол первого этажа в цокольном узле дома утепляется. При этом фундамент в зимний период неизбежно оказывается в толще промерзаемого грунта. Глубину его заложения в абсолютном большинстве случаев принимают ниже глубины промерзания грунтов. Стоимость фундаментов в современном усадебном доме, по данным ЦНИИЭП [12], сегодня колеблется от 20 % до 40 % стоимости дома. Принцип устройства фундамента в усадебном доме не меняется уже более ста лет. «В северных климатах необходимо закладывать подошву фундамента на двухаршинную, иногда и более глубину от поверхности земли, хотя бы грунт строения по плотности своей не требовал такого углубления. Когда строения имеют погреба, то глубиною их определяется и глубина фундаментов, подошва которых должна быть около аршина ниже пола погребов... При твёрдых грунтах глубина фундамента внутренних стен делается в половину против наружных»[13].

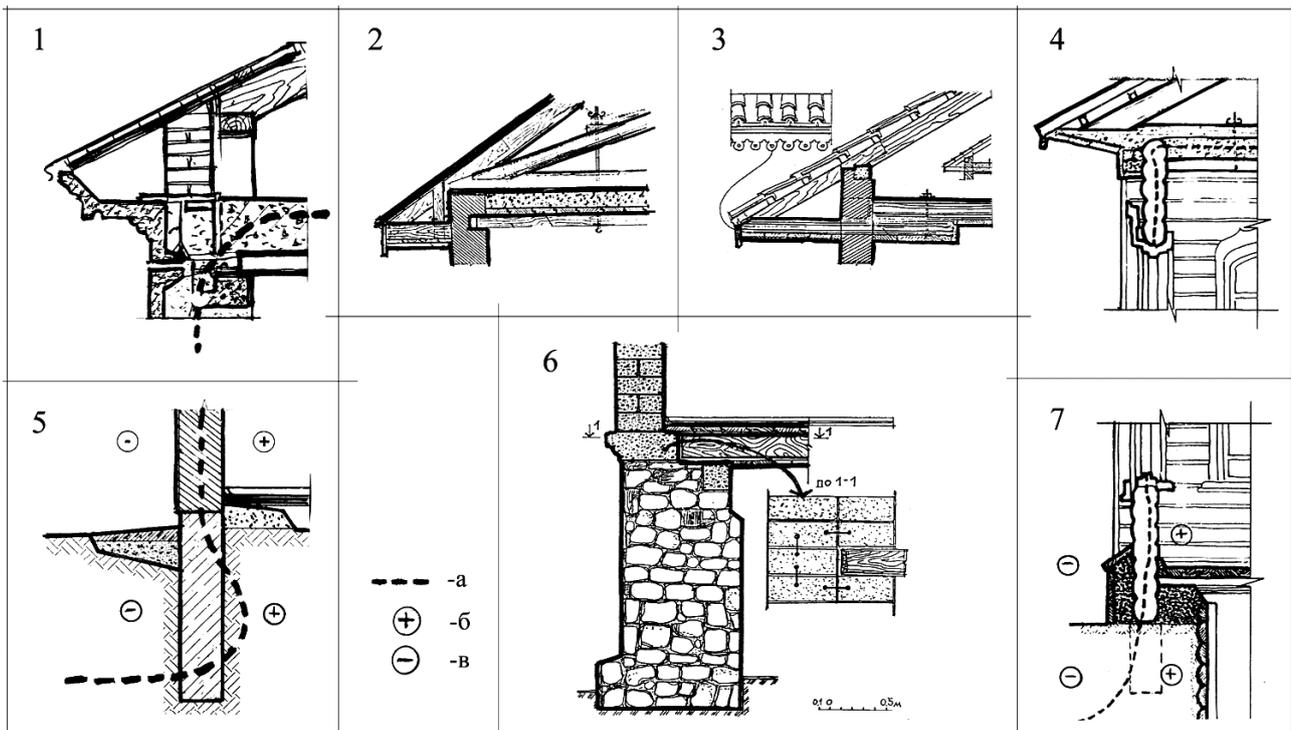


Рис. 3. Узлы стыков горизонтальных и вертикальных ограждений: а – граница положительных и отрицательных температур; б, в – зоны положительных и отрицательных температур соответственно; 1 – карнизный узел панельного дома П. В. Лагутенко; 2, 3, 4 – карнизные узлы в традиционных усадебных домах; 5 – цокольный узел в современном усадебном доме; 6, 7 – цокольные узлы в традиционном усадебном доме.

Конструктивные решения цокольного узла, отработанные в народном зодчестве, позволяют за счёт тепла земных недр подогревать фундамент с внутренней стороны, а с наружной стороны – предотвращать утечку тепла путём дополнительного утепления цоколя. В результате фундамент удаётся вывести из зоны промораживаемого грунта, глубина заложения при этом лимитируется только требованиями несущей способности грунта. Сокращение глубины заложения позволяет сократить объём и стоимость фундамента в традиционном усадебном доме в 2-3 раза по сравнению с современными типовыми аналогами.

Наиболее уязвимые части ограждений, их стыки, обрамления проемов всегда имели дополнительную защиту в виде пилястр в угловых соединениях, наличников окон, декоративных карнизов. Во времена борьбы с архитектурными излишествами эти элементы дома были упразднены. Авторы революционных преобразований не поняли одной простой истины: крестьянин, равно как и ремесленник, создавал нужный, функционально удобный предмет и только потом стремился придать ему эстетически совершенную форму. Поэтому присутствие различных элементов архитектурного декора оправдано прежде всего экономически и практически.

ВЫВОДЫ:

1. Дискуссии о приоритетности усадебных домов или многоэтажек беспочвенны. Востребованность того или иного типа дома на обозримую перспективу будет сохраняться при различных их соотношениях в пространстве и во времени, т. е. в зависимости от места строительства и этапа общественно-экономических преобразований.
2. Доминирующее положение многоэтажных многоквартирных домов в жилищном строительстве 1950-1980-х годов в Советском Союзе спровоцировано «передачей» деятельности по созданию массового жилища из сферы самобытного народного зодчества в отрасль профессиональной строительной индустрии. Отсутствие у представителей данной отрасли знаний по строительству и эксплуатации усадебных домов для массового строительства явилось причиной необоснованного отказа от данного вида жилища.
3. Культура народа формируется под влиянием природно-климатических особенностей местности

его проживания, в этом случае она на каждом историческом этапе обеспечивает благополучие, устанавливает морально-этические нормы и устойчивые эстетические идеалы. Подтверждение тому – многовековые поиски абсолютных эстетических идеалов архитектурной стилистики вне конкретной среды жизнедеятельности человека. Усадебный дом – часть материальной культуры – концентрировал эмпирически найденные эффективные технические решения и являлся носителем духовной культуры народа – обычаев и традиций. Их исследование, изучение и использование в современных условиях – важнейшая и ответственная задача современной архитектурно-строительной науки.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Боков В., Сахнова Н. Экополисы, будущее городов Крыма // Бизнесинформ, 1998, №4. – С.5-9.
2. Фесенко Д. Проблемы этажности и социально-культурный фактор // «Архитектура СССР», 1986, №2. - С.78-82.
3. Платонов А. Котлован // «Новый мир», 1987, №6. – С. 32-34.
4. Пришвин М. Я в плену у жизни // Литературная газета, 1990, № 42. – С.3.
5. Манделъштам О. Я, кажется, в грядущее вхожу // «Неделя», 7-3 ноября. 1988, - С.7.
6. Дуранов Е. Теплозащита жилых домов усадебного типа // На стройках России, 1988, №12. – С.12.
7. Шкловер А. М., Васильев Б.Ф. Теплотехнический анализ новых эффективных стен для многоэтажного строительства г. Москвы. В кн. «Сборник материалов московского научно-технического совещания по жилищно-градостроительному строительству, строительным материалам и проектно-изыскательским работам» т.1 – М: Московская правда, 1952, – С.444.
8. Сафонов А. Ни к селу, ни к городу // «Архитектура». Прил. к строительной газете, 1989, №4.– С.3.
9. Орфинский В. Новый облик деревни // «Архитектура». Прил. к строительной газете, 1985, №1.–С.2-3.
10. Сафонов А. Русская печь // Сельское строительство, 1989, №8. – С.8-9.
11. Сафонов А. Усадебный дом на южном склоне // Строительство и архитектура, 1990, №6. – С.8-9.
12. Хаст Д. Фундамент приусадебного дома // Сельское строительство, 1988, №1.– С.4-5.
13. «О фундаментах (основаниях) строений на различных грунтах» // Сельский строитель, 1852, №2. С.8-9

Раздел 2. Основания и фундаменты, механика и сейсмостойкость

УДК 550.34.00

Агапов В. Н., инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Аналого-цифровые преобразователи в сейсморегистрирующих системах

Описан круг задач, решаемых при цифровой обработке сейсмических сигналов. Рассмотрены структуры АЦП, применяемые в современных цифровых системах обработки и передачи информации. Предложен АЦП, не только удовлетворяющий требованиям, предъявляемым к уровню обработки сейсмических сигналов, но и позволяющий существенно повысить качественный уровень обработки

Дискретизация, квантование, аналого-цифровой преобразователь, полевой телеметрический модуль, усиление с МАРУ

Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) являются устройствами, которые принимают входные аналоговые сигналы и генерируют соответствующие им цифровые сигналы, пригодные для обработки микропроцессорами и другими цифровыми устройствами.

Принципиально не исключена возможность непосредственного преобразования различных физических величин в цифровую форму, однако эту задачу удастся решить лишь в редких случаях из-за сложности таких преобразователей. Поэтому в настоящее время наиболее рациональным признается способ преобразования различных по физической природе величин сначала в функционально связанные с ними электрические, а затем уже с помощью преобразователей напряжение-код, в цифровые. Именно эти преобразователи имеют обычно в виду, когда говорят об АЦП.

Дискретизация сигналов

Процесс аналого-цифрового преобразования сейсмических сигналов заключается в их квантовании по времени (дискретизации) и по уровню (кодированию амплитудных значений). Дискретизация состоит в замене непрерывного сигнала – функции $P(t)$ её мгновенными значениями (амплитудно-частотными выборками), взятыми через определённые интервалы времени Δt_j .

Методы дискретизации аналоговых сигналов делятся на методы равномерной и неравномерной дискретизации. При равномерной дискретизации сигнала на всём рассматриваемом диапазоне его изменения частота дискретизации f_d и, соответственно, интервал между отсчётами остается постоянным (рис. 1).

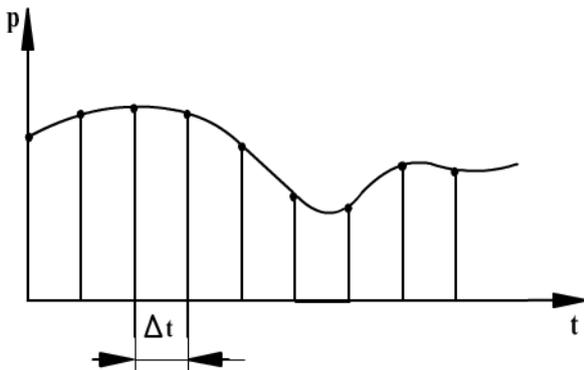


Рис.1. Принцип дискретизации

Интервал времени между отсчётами называют шагом дискретизации. В случае неравномерной дискретизации интервал между отсчётами изменяется в зависимости от изменения характеристик сигнала (адаптивная дискретизация). В практике сейсмологии обычно используется метод равномерной дискретизации. Очевидно, точность представления аналоговых сейсмических сигналов в дискретной форме тем выше, чем меньше шаг дискретизации Δt . В реальных сейсморегистрирующих системах дискретный процесс всегда отражает исходный аналоговый сигнал с погрешностью, с которой может быть восстановлен непрерывный сигнал по его дискретным значениям.

В.А. Котельниковым доказана теорема для временной дискретизации функции с ограниченным спектром, согласно которой любая непрерывная функция $p(t)$, спектр которой не содержит частот выше f_m , полностью определяется последовательностью своих значений в моменты времени, отстоящие друг от друга на интервал $\Delta t = \frac{1}{2f_m}$.

Согласно этой теореме любой сигнал с ограниченным спектром может быть точно восстановлен по его дискретным отсчётам в моменты времени кратные Δt , для чего необходимы значения отсчётов на всей оси времени от $-\infty$ до $+\infty$.

Реальные измеряемые сигналы заданы на конечных интервалах времени и имеют неограниченный спектр. Если сейсмический сигнал $p(t)$ отличен от нуля на временном интервале T , а его спектр искусственно ограничен частотой f_p , то для него ортогональное разложение в соответствии с теоремой Котельникова можно использовать только как некоторое приближение. Естественно, что восстановление функции $p(t)$ с использованием этого разложения будет происходить с определённой погрешностью. Из практики сейсмологических измерений известно, что на достаточно высоких частотах спектр сейсмических сигналов убывает до пренебрежительно малых значений, т. е. фактически имеет ограниченную ширину. Поэтому при аналого-цифровых преобразованиях сейсмических сигналов условие теоремы Котельникова выполняется и упомянутая погрешность будет невелика. На практике при обработке сейсмических сигналов для снижения погрешности восстановления выбирают $\Delta t < \frac{1}{2f_m}$.

При заданном значении допустимой погрешности дискретизация может надёжно осуществляться лишь до определённой граничной частоты f_{cp} . Для осуществления передачи сейсмических сигналов с искажениями не превышающими 3 дБ (как это принято в теории фильтров при определении полосы пропускания), необходимо выбрать граничную частоту f_{cp} надёжного преобразования ($f_d/f_{cp} = 4,14$).

Погрешность дискретизации можно оценить с использованием других показателей. Например, считая сейсмические сигналы случайными процессами, частоту дискретизации f_d можно выбрать по принципу Железнова. В этом случае от каждого случайного процесса только требуется, чтобы он был задан на конечном интервале T , который должен быть много больше интервала корреляции ($\tau_k \ll T$), и чтобы его функция корреляции равнялась нулю вне интервала корреляции τ_k . Такая модель процесса намного ближе к реальным сейсмическим сигналам, чем модель Котельникова.

При дискретизации сейсмических сигналов возникают искажения, связанные с трансформацией (зеркальным отражением) высокочастотной части спектра преобразуемых сигналов в низкочастотную часть. Для устранения этих помех сигналы до дискретизации подвергают низкочастотной фильтрации, т.е. пропускаются через ФНЧ, или через фильтр зеркальных частот.

Рассмотрим принцип мультиплексирования при дискретизации сейсмических сигналов. Поскольку полученные в результате дискретизации выборки преобразуются в весьма дорогостоящем усилителе с мгновенной автоматической регулировкой усиления (МАРУ) и аналого-цифровом преобразователе, то целесообразно иметь по одному такому устройству на несколько каналов в каждом полевом телеметрическом модуле (ПТМ). Это можно делать, поочерёдно циклически подключая сейсмические каналы ко входу усилителя с МАРУ в течение каждого шага дискретизации Δt . Такое подключение, называемое временным уплотнением каналов или мультиплексированием, выполняется с помощью коммутатора каналов (мультиплексора). Последний обеспечивает дискретизацию сейсмических сигналов путём последовательного циклического опроса всех каналов со строго определённой частотой, а также уплотнение каналов во времени. После мультиплексора дискретизированные сигналы всех каналов в виде амплитудно-импульсных выборок по единому тракту поступают на вход усилителя с МАРУ. Получение отдельной выборки для каждого из L каналов должно при этом осуществляться за время не более $\Delta t/L$.

Усиление с МАРУ

Амплитудно-импульсные выборки поступают в основной усилитель, где осуществляется окончательное усиление сигналов, мгновенно регулируемое системой с плавающей запятой. Использование в основном усилителе принципа МАРУ связано с необходимостью согласования входного динамического диапазона системы с динамическим диапазоном аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Так динамический диапазон сигналов на входе системы и выходе коммутатора каналов близок к 110 – 120 дБ, в то время как диапазон наиболее часто применяемых 15-и разрядных АЦП составляет всего 84 дБ (14 разрядов плюс знак). Отсюда возникает потребность сжатия сигналов путём высокочастотного регулирования с возможностью последующего их восстановления.

Для регистрации сигнала в большей части диапазона с погрешностью не выше 0,1% он должен быть представлен после преобразования как минимум девятью-десятью разрядами двоичного кода. С требуемой точностью могут быть зарегистрированы сигналы в диапазоне 30 – 36 дБ, попадающие в верхнюю часть

шкалы АЦП. Поскольку регистрация сигналов с погрешностью 0,1% должна осуществляться в диапазоне не менее 70 дБ от уровня максимального входного сигнала, то необходима автоматическая регулировка усиления. Использование МАРУ обеспечивает уровень сигналов на входе АЦП в пределах, при которых осуществляется их кодирование с заданной допустимой погрешностью. После усиления выборки подаются в АЦП, где и осуществляется их квантование по уровню.

Квантование по уровню

Процесс измерения аналоговой выборки сигнала и представление измеренного значения в виде цифрового, в частности, двоичного кода, называется квантованием по уровню (кодированием). Наибольшее практическое применение находит равномерное квантование по уровню при котором весь возможный диапазон измеряемого сигнала делится на M одинаковых шагов квантования $\Delta t_{кв}$. При таком методе квантования и достаточно малом шаге его погрешность квантования не зависит от распределения вероятностей амплитудных значений сигнала.

Во многих системах для выполнения квантования по уровню, т.е. преобразования аналог-код – применяются преобразования напряжение-код. Обычно используются аналого-цифровые преобразователи напряжение-код, действующие по принципу последовательного поразрядного взвешивания с декодированием в цепи обратной связи. Этот принцип сводится к следующему. На один вход схемы сравнения подаётся измеряемая аналоговая выборка, на второй – сумма калиброванных эталонных уровней. Генератор в течение времени, отведенного на преобразование, вырабатывает серию эталонных уровней с амплитудой от $E/2$ до $E/2^n$, где E – напряжение опорного источника питания, а n – число разрядов в преобразователе. Вначале генерируется уровень $E/2$, он сравнивается с выборкой сигнала и в зависимости от того, оказался этот уровень больше или меньше выборки, он либо снимается, либо остаётся. Затем подаётся уровень $E/4$ и т.д. В итоге выборка сигнала будет уравниваться суммой эталонных уровней:

$$E_{вх} = ME / 2^1 + ME / 2^2 + ME / 2^3 + \dots + ME / 2^n,$$

где при снятом уровне $M = 0$, при оставленном уровне $M = 1$.

Форматы данных выбирают, прежде всего, исходя из технических возможностей, в первую очередь преобразователя аналог-код. Вначале применялись лишь короткие форматы (до 10 – 11 разрядов) с фиксированной запятой. Затем проблема передачи большого динамического диапазона сейсмических сигналов была решена путём применения плавающей шкалы преобразования, что привело к формату с плавающей запятой. В этом случае динамический диапазон сигналов определяется разрядностью порядка, а точность квантования – длиной мантиссы. Технические возможности современных АЦП позволяют увеличить разрядность преобразования (мантиссы) до 15 бит и выше. Это соответствует погрешности квантования $\varepsilon = 10^{-5}$ и менее.

В настоящее время известно большое число методов преобразования напряжение-код. Эти методы существенно отличаются друг от друга потенциальной точностью, скоростью преобразования и сложностью аппаратной реализации. На рис. 2 представлена классификация АЦП по методам преобразования.

В основу классификации АЦП положен признак, указывающий на то, как во времени разворачивается процесс преобразования аналоговой величины в цифровую. В основе преобразования выборочных значений сигнала в цифровые эквиваленты лежат операции квантования и кодирования, которые осуществляют с помощью либо последовательной, либо параллельной, либо последовательно-параллельной процедуры приближения цифрового эквивалента к преобразуемой величине.

Постепенное усложнение АЦП, появление многоканальных АЦП, АЦП со встроенным устройством выборки-хранения, АЦП со сложной цифровой частью привело к тому, что сейчас имеются законченные однокристалльные системы сбора данных, обеспечивающие преобразование в цифровой код сигналов, поступающих от многих датчиков и передачу их на микроЭВМ.

Характерным примером системы сбора данных является микросхема AD7581 (отечественный аналог - 572ПВ4), содержащая 8-входовый аналоговый мультиплексор, 8-разрядный АЦП последовательного приближения, и запоминающее устройство FIFO с организацией 8x8 бит. Другой пример - AD1В60, включающая 8-входовый аналоговый мультиплексор, измерительный уси-



Рис.2. Классификация АЦП

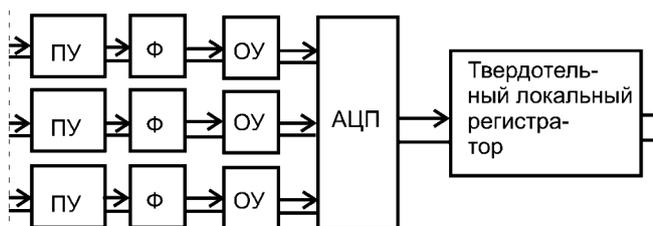


Рис.3. Полевой телеметрический модуль.

литель с программируемым коэффициентом усиления от 1 до 128, 16-разрядный АЦП, микропроцессор, ОЗУ режима и ПЗУ конфигурации. Одной из наиболее развитых является система сбора данных LM12458, которая содержит 8-входовый аналоговый мультиплексор, устройство выборки-хранения (УВХ), 13-разрядный АЦП последовательного приближения, память типа FIFO с организацией 32x16 бит, ОЗУ команд и 16-битный цифровой таймер.

ВЫВОДЫ

Из вышеизложенного становится ясным, что АЦП является важнейшим структурным элементом в цифровых сейсморегистрирующих системах. Применительно к заявленной ранее системе сбора инженерно-сейсмометрической информации с экономной топологией линии связи, АЦП является составной частью полевого телеметрического модуля - ПТМ (см. рис. 3)

Для обеспечения требований к уровню обработки сейсмических сигналов, поступающих от сейсмодатчиков, может быть использован АЦП на микросхеме AD 7706. Данная микросхема является 16 разрядным АЦП с тремя каналами, программируемым цифровым фильтром на входе и программируемым коэффициентом усиления (от 1 до 128). Такие параметры не только удовлетворяют требованиям к АЦП, применяемым в сейсморегистрирующих системах инженерной сейсмологии, но и позволяют реализовать обработку сейсмических сигналов на более высоком качественном уровне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Марков Н.Г., Автоматизированные системы сбора и регистрации сейсмической информации, М.: Недра, 1992, 221 с.
- 2.Саваренский Е. Ф., Кирнос Д. П., Элементы сейсмологии и сейсмометрии, 2 изд., М. Недра, 1978, 320 с.
- 3.Медведев С. В., Инженерная сейсмология, М.: Недра, 1962, 416 с.
- 4.Никамин В.А., Справочник АЦП-ЦАП, С-Петерб.: Корона-принт, 2003, 224 с.
- 5.Гельман, Системные аналого-цифровые преобразователи и процессоры сигналов, М.: Мир, 1999 г., 560с.

Бугаевский Г.Н., д. физ-мат. н., профессор

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Общая схема универсального сейсмометрического канала для выполнения наблюдений в произвольной точке объекта

Рассмотрены принципы сейсмометрической регистрации движения объекта с помощью трехкомпонентной системы сейсмоприемников и необходимость разработки принципиально нового строго идентифицированного комплекта каналов

сейсмоприемники горизонтальный и вертикальный, собственная частота, крутильные и поступательные движения объекта

В последние 20-30 лет существенно изменилось направление сейсмологических исследований и, соответственно, задачи сейсмометрических наблюдений. Из 100 лет научной инструментальной сейсмологии три четверти века были посвящены получению и анализу кинематической информации. Это естественно, так как

- время пробега сейсмической волны является экстремалью и, следовательно, относительно мало подвержено локальным вариациям свойств среды,
- кинематическая информация позволила достаточно быстро ответить на вопрос относительно общих черт строения Земли,
- в середине 20-го века возникла возможность экспериментальной проверки точности кинематической информации с помощью наблюдений времен пробега сейсмических волн от ядерных взрывов; оказалось, что времена пробега прямых волн на расстояниях в тысячи километров определяются с погрешностью около 0,1 %.

Вместе с тем, первая особенность кинематической информации является источником ее принципиально низкой разрешающей способности для «строения» задач сейсмологии.

Динамика сейсмических волн свободна от требований экстремальности и потому несет более богатую информацию об особенностях строения среды. Однако для ее выявления необходим квалифицированный учет спектральных особенностей среды и регистрирующей аппаратуры. При этом на первый план выходит задача о динамических характеристиках аппаратуры, как оператора преобразования волнового процесса в среде в сейсмическую запись на ее поверхности. Приходится констатировать, что приемники сейсмической информации не имеют ни средств, ни норм метрологической поверки. Операция «определения постоянных» ни в коей мере не может заменить этой поверки.

Особое значение объективность динамической информации имеет для задач сейсмостойкости, для обоснования СНиП'а. Источником этой эмпирической информации являются инструментальные наблюдения с помощью сейсмоприемников реакции сооружения на внешнее сейсмическое или искусственное механическое воздействие.

Основными элементами всякого сейсмоприемника (СП) являются инертная масса, удерживаемая в состоянии равновесия теми или иными системами связи с его корпусом, устройство преобразования механической энергии относительного движения и устройство регистрации информации. Эффективность работы СП определяется объективностью и достоверностью информации о сейсмическом процессе, получаемой с его помощью. Это, в свою очередь, зависит от степени адекватности математической модели реальному физическому прибору. Такому условию отвечают далеко не все конструкции СП или это соответствие ограничено определенными рамками. Поскольку и для проблем физической сейсмологии, и для инженерно-сейсмометрических задач волновой процесс должен регистрироваться в трех измерениях, в каждой точке наблюдений требуется установка трехкомпонентных комплектов СП. Обычно это реализуется в виде двух приборов, чувствительных к горизонтальным движениям и одного – для регистрации вертикальной компоненты. Примерами таких сейсмоприемников могут служить приборы, разработанные как сто и пятьдесят лет назад (сейсмографы СГГ и СВГ Б.Б. Голицына; сейсмографы СГК и СВК и ряд

других Д.П. Кирноса, СГХ и СВХ Д.А. Харина и т.д.), так и сейсмоприемники, разработанные и изготавливаемые в последние годы, например, сейсмоприемники КМВ/S2123А, Институт физики Земли РАН, приборы фирмы GURALP, Великобритания и многие другие.

Устройства связи, обеспечивающие состояние равновесия *горизонтальных* и *вертикально-го* СП работают на разной принципиальной основе, различна и математическая модель этих приборов. В частности, частота n гармонических незатухающих колебаний инертной массы определяется соотношениями [1]

• для горизонтального маятника:

$$n^2 = \frac{1}{K} \cdot \left(\frac{\partial}{\partial \theta} (MR_0 g \sin i \cdot \sin \theta) + c_0 \cdot \theta \right)_0 = \frac{g}{l} \sin i + \frac{c_0}{K};$$

• для вертикального маятника:

$$n^2 = \frac{1}{K} \cdot \left(\frac{\partial}{\partial \theta} \left(c_p a^2 \sin^2 \beta_0 - F_0 a \cdot \left(1 - \frac{a}{Z_0} \cos \beta_0 \right) \cdot \cos \beta_0 + c_0 \right) \cdot \theta \right)_0 = \frac{g}{l} \cdot (\xi - \eta),$$

где

$$\xi = \frac{c_p a^2 \sin^2 \beta_0}{MR_0 g}; \quad \eta = \left(1 - \frac{a \cos \beta_0}{Z_0} \right) \cdot \operatorname{ctg} \beta_0,$$

K, M, l, θ - соответственно, момент инерции, масса, приведенная длина и угол поворота маятника, отсчитываемый от положения равновесия, R_0 - расстояние от оси вращения маятника до его центра масс, g - ускорение силы тяжести, i - угол между осью вращения горизонтального маятника и вертикалью, c_0 - жесткость устройства подвеса маятника, c_p - жесткость пружины вертикального маятника, a, β_0, Z_0 - конструктивные параметры вертикального маятника.

Принципиальные различия физической схемы горизонтального и вертикального маятников создают начальные условия для неполной идентичности каналов, что по-разному проявляется в их частотном и динамическом диапазонах. В то же время, отмеченная выше ценность динамической сейсмологической информации приходит в противоречие с указанной неидентичностью механических систем таких СП. Это особенно существенно в исследованиях, использующих поляризационную фильтрацию [2, 3, 4, 5]. Здесь соотношения синхронных амплитуд между тремя компонентами записи играют решающую роль.

Цифровой способ регистрации информации освобождает специалистов, разрабатывающих конструкции СП, от указанной традиционной схемы трехкомпонентного комплекта. Открывается возможность использовать такую систему, в которой три оси чувствительности могут быть ориентированы любым образом в пространстве с последующим (при необходимости) пересчетом информации к любым другим трем осям. Из соображений обеспечения максимальной точности информации о пространственной картине движения, такая система должна состоять из взаимно ортогональных каналов (осей чувствительности)

Это приводит к «розеточной» схеме расположения осей с одинаковым их наклоном к вертикали в 54,7° и, следовательно, к одинаковому физическому принципу работы всех каналов.

Именно такой принцип был рассмотрен ранее [6] и заложен в устройство трехкомпонентного СП, разработанного на кафедре механики и сейсмостойкости сооружений Национальной академии природоохранного и курортного строительства [7]. В этом СП инертная масса каждого канала, упруго связанная со штативом, имеет дополнительное устройство магнитного преобразователя, позволяющее получить прибор с относительно большими значениями периода собственных колебаний. Кроме этого, существенным отличием данного прибора от используемых в странах СНГ и большинстве других стран является отсутствие вращательных движений инертной массы при относительных перемещениях и, следовательно, возможность изучения поступательных движений объекта (грунта, сооружения) в «чистом» виде. В сочетании с традиционными СП, имеющими определенную ось вращения маятника, это позволяет решать задачу изучения крутильных

движений объекта в сейсмической волне. Как известно [8], механический гироскопический СП не обеспечивает достаточной чувствительности и стабильности для выполнения наблюдений.

Наконец, сейсмометрические наблюдения в сооружении всегда осуществляются путем установки СП на перекрытиях. В то же время, перекрытия считаются наиболее прочными элементами сооружений. Разработанный СП рассчитан на установку не только на перекрытия, но и на стеновые панели, что позволит анализировать состояние вертикальных элементов сооружения.

Описанный СП может изготавливаться в комплекте с сейсмометрическим калибровочным стендом, обеспечивающим метрологическое качество калибровки и разработанным также на кафедре механики и сейсмостойкости сооружений.

ВЫВОДЫ

Разработана трехкомпонентная система идентифицированных по физическому принципу сейсмоприемников, которая может изготавливаться и поставляться для систем с цифровой регистрацией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Е.Ф. Саваренский, Д.П. Кирнос. Элементы сейсмологии и сейсмометрии. М.: Гос. изд-во тех.-теор. лит., 1955. 544 с.
2. Г.Н. Бугаевский. Сейсмологические исследования неоднородностей мантии Земли. Киев: Наукова думка, 1978. – 184 с.
3. В.И. Джурик, В.В. Севостьянов, А.А. Потапов и др. Оценка влияния грунтовых условий на сейсмическую опасность. М.: Наука, 1988. – 224 с.
4. Г.Н. Бугаевский. Кинематические и динамические закономерности распространения волн в реальном сооружении. В сб. Строительство и техногенная безопасность. Вып. 6., Симферополь, «Крымская академия природоохранного и курортного строительства». 2002. (В печати).
5. О.Б. Вагулев. Особенности распространения упругих волн в реальном сооружении. В сб. Строительство и техногенная безопасность. Вып. 6., Симферополь, «Крымская академия природоохранного и курортного строительства». 2002. (В печати).
6. Г.Н. Бугаевский, А.Г. Байков. Сейсмоприемник линейных перемещений для регистрации реакции сооружения на сейсмическое воздействие. В сб. «Строительные материалы и строительные конструкции. Тез. докл. IV Междун. Конф. IСМ В'96. Днепропетровск, 1996, с. 142-143.
7. Г.Н. Бугаевский, В.А. Сафонов. Разработка единого универсального сейсмоприемника. Строительство и техногенная безопасность Сб. науч. тр, вып. 7. Симферополь, КАПКС, 2002, с. 126-130.
8. К. Аки, П. Ричардс. Количественная сейсмология. В двух томах. Т.1. М.: Мир, 1983. 880 с.

Бугаевский Г.Н., д. физ-мат. н., профессор

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Спектрально-динамические и диссипативные свойства элементов сооружения

Показано, что отношение спектров записей колебаний точек сооружения и грунта, полученных из сейсмометрических записей движения этих точек, определяет непосредственно амплитудную и фазовую характеристики колебаний точки сооружения по выбранной степени свободы движения

демпфирующие свойства, вынужденные колебания, силы инерции, интеграла Фурье, амплитудный и фазовый спектры.

Решение задачи о вынужденных колебаниях сооружения в общем случае требует знания внешнего силового воздействия как функции времени и частот так называемого текущего спектра. В рамках математических моделей это решение сводится к матричным уравнениям в терминах конечных элементов. Необходимость учета демпфирующих свойств сооружения требует задания характеристик диссипации энергии механических колебаний в объеме сооружения – некоторых интегральных или матрицы их значений для той или иной сетки узлов. Как известно, силы сопротивления движениям в среде являются непотенциальными и потому не поддаются общему моделированию. В.К. Егупов пишет по этому поводу: «Неопределенность законов распределения демпфирующих характеристик конструкций делает нецелесообразным расчет их **вынужденных** колебаний с использованием уточненной математической модели». И далее: «При резонансе ... коэффициент динамичности..., определяющий отношение максимального перемещения к статическому, зависит лишь от величины ϵ (обобщенной характеристики демпфирования конструкции, в дальнейшем ϵ , прим. автора). Отсюда вытекает важность **точно** определения демпфирующих характеристик конструкции» [1]. Без знания этих характеристик приходится рассматривать свободные колебания систем с конечным числом степеней свободы. И так как соответствующие уравнения оказываются однородными, абсолютные значения амплитуд (и других характеристик движения) не удастся вычислить. Это вынуждает вести речь об относительных амплитудах, коэффициентах их распределения и, соответственно, о *главных частотах и формах* свободных колебаний.

Вместе с тем, для проблемы сейсмостойкости основной является задача о вынужденных колебаниях *конкретной* конструкции под воздействием *местного* механического, сейсмического источника. Поэтому правомочным и потенциально перспективным является представление о здании или сооружении как о **физическом объекте**, реакцию которого на воздействие следует изучать физическими методами. Допуская вполне возможную нелинейность демпфирующих свойств по частоте, приходим к необходимости определять не только частотные [2], но и демпфирующие параметры элементов тензора деформации.

Пренебрегая, как принято в настоящее время, крутильными движениями сооружения в сейсмической волне, запишем дифференциальное уравнение вынужденного движения материальной точки с массой m системы по любой j -й степени свободы в обобщенных координатах в виде:

$$\ddot{q}_j + 2\epsilon_j \dot{q}_j + n_j^2 q_j = -\ddot{q}_{0j}, \quad j = 1, 2, \dots, s \quad (1)$$

Здесь \ddot{q}_{0j} - ускорение вынуждающей обобщенной силы инерции, возникающей за счет поступательного переносного движения грунта по j -й координате. (Отметим, что при прохождении сейсмических волн сооружение на грунте оказывается в подвижной системе координат [3], которая в реальных условиях движется не только поступательно, но и вращается в абсолютной системе. Поэтому относительное движение точек сооружения приводит к воздействию на эти точки сил инерции, кориолисовых, центробежных, а также связанных с вращательным ускорением. Этот вопрос требует дальнейшего рассмотрения, особенно после создания средств измерения вращательных движений объекта с достаточными разрешениями и чувствительностью).

Будем считать, как принято по отношению к сейсмическим наблюдениям, что сейсмический

сигнал удовлетворяет условиям Дирихле. Опуская, временно, индекс j , представим смещение q_0 грунта в волне для любого момента времени t в виде интеграла Фурье по частоте ω сейсмических колебаний:

$$q_0(t) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} d\omega \int_{-\infty}^{\infty} q_0(\tau) \cos \omega(t - \tau) d\tau.$$

С помощью элементарных преобразований интеграл по времени τ достаточно просто переводится в интеграл по частоте:

$$q_0(t) = \int_0^{\infty} S(\omega) \cdot e^{i(\omega t + \varphi)} d\omega = \int_0^{\infty} S(i\omega) \cdot e^{i\omega t} d\omega. \quad (2)$$

В этом выражении $S(i\omega) = S(\omega) \cdot e^{i\varphi}$ есть комплексный спектр колебаний грунта ($S(\omega)$ называют амплитудным, а $\varphi = \varphi(\omega)$ - фазовым спектрами колебаний). Будем искать решение уравнения (1) в виде:

$$q(t) = \int_0^{\infty} q(i\omega) \cdot e^{i\omega t} d\omega. \quad (3)$$

Перейдем от (1), (2) и (3) к выражениям:

$$d\ddot{q} + 2\varepsilon d\dot{q} + n^2 dq = -d\ddot{q}_0; \quad (4)$$

$$dq = q(i\omega) \cdot e^{i\omega t} d\omega, \quad d\dot{q} = i\omega \cdot q(i\omega) \cdot e^{i\omega t} d\omega, \quad d\ddot{q} = (i\omega)^2 \cdot q(i\omega) \cdot e^{i\omega t} d\omega, \quad (5)$$

$$d\dot{q}_0 = i\omega \cdot S(i\omega) \cdot e^{i\omega t} d\omega, \quad d\ddot{q}_0 = (i\omega)^2 \cdot S(i\omega) \cdot e^{i\omega t} d\omega. \quad (6)$$

Подставим (5) и (6) в (4):

$$(i\omega)^2 \cdot q(i\omega) + 2\varepsilon i\omega \cdot q(i\omega) + n^2 q(i\omega) = -(i\omega)^2 \cdot S(i\omega),$$

$$\left[(i\omega)^2 + 2\varepsilon i\omega + n^2 \right] \cdot q(i\omega) = -(i\omega)^2 \cdot S(i\omega).$$

$$q(i\omega) = -\frac{(i\omega)^2}{\Omega(i\omega)} \cdot S(i\omega). \quad (7)$$

Поэтому решение уравнения (1) во временной области примет вид:

$$q(t) = -\int_0^{\infty} U(i\omega) \cdot S(i\omega) \cdot e^{i\omega t} d\omega. \quad (8)$$

Из сравнения (2), (3), (7) и (8), как известно, следует, что решение уравнения (1) движения точки по произвольно выбранной степени свободы содержит функцию $U(i\omega) = \frac{(i\omega)^2}{\Omega(i\omega)}$, которая отражает искажающее действие материальной системы сооружения на воздействующий сигнал и является комплексной частотной характеристикой сооружения, относящейся к j -й степени свободы движения.

Преобразуем выражение комплексной характеристики:

$$U(i\omega) = \frac{(i\omega)^2}{(i\omega)^2 + 2\varepsilon i\omega + n^2} = \frac{\omega^2(\omega^2 - n^2 + 2i\varepsilon\omega)}{(\omega^2 - n^2 - 2i\varepsilon\omega) \cdot (\omega^2 - n^2 + 2i\varepsilon\omega)} = \omega^2(A + Bi) = U(\omega) \cdot e^{i\gamma}.$$

Ее модуль:

$$|U(i\omega)| = \omega^2 \cdot \sqrt{A^2 + B^2} = U(\omega) = \frac{\omega^2}{\sqrt{(\omega^2 - n^2)^2 + 4\varepsilon^2 \omega^2}}$$

называется амплитудной, а $\gamma(\omega) = \arctg\left(\frac{B}{A}\right)$ - фазовой характеристикой движения точки, так что:

$$\operatorname{tg}\gamma(\omega) = \frac{2\varepsilon\omega}{\omega^2 - n^2}.$$

Таким образом, если относить эти характеристики к колебательному движению по каждой из степеней свободы движения, можно найти распределение спектрально-динамических свойств и диссипативных параметров в пределах объема сооружения.

Из выражений (8) и (2) изменения соответственных обобщенных координат q_j и q_0 в сооружении и на грунте, выраженные для момента времени t через интегралы Фурье по частоте ω , имеют вид:

$$dq_j(t) = -U_j(i\omega) \cdot S(\omega) \cdot e^{i(\omega t + \varphi)} d\omega = U_j(\omega) \cdot S(\omega) \cdot e^{i(\omega t + \varphi)} \cdot e^{i\gamma} \cdot d\omega \quad (9)$$

и

$$dq_0(t) = S(i\omega) \cdot e^{i\omega t} \cdot d\omega = S(\omega) \cdot e^{i(\omega t + \varphi)} \cdot d\omega \quad (10)$$

Отсюда

$$\left| \frac{dq_j}{dq_0} \right| = U_j(i\omega) = U_j(\omega) \cdot e^{i\gamma_j}. \quad (11)$$

Нетрудно показать, что при средней глубине гипоцентров землетрясений в Крымской сейсмогенной зоне 15-20 км и эпицентральных расстояниях до прибрежных городов 20-40 км основная часть сейсмического луча лежит в тех слоях земной коры, где скорость распространения продольных волн составляет 5-6 км/с. Длина этих волн в диапазоне частот 1-20 Гц заключена в интервале от 5 км до 250 м. Этим оценкам ставят в соответствие диаметр лучевой трубки. Следовательно, можно говорить об однородности и синфазности волнового поля на расстояниях между объектами на поверхности Земли, составляющих первые километры, т.е. об однородности поля не только в пределах здания, сооружения, но и в пределах площадки микрорайонирования.

Следовательно, если считать амплитудный и фазовый спектры $S(\omega)$ и $\varphi(\omega)$ колебаний грунта в сейсмической волне одинаковыми в j -й и в 0-й точках, то отношение спектров (9) и (10) позволяет определить амплитудную $U(\omega)$ и фазовую $\gamma(\omega)$ характеристики j -й области здания, сооружения. На этой основе можно определять частотные характеристики сооружения в пределах скользящего объемного окна, размер которого должен быть адаптирован к свойствам сооружения или, если так можно сказать, определять его спектральный тензор деформации [2]. Очевидно, окно должно быть тем меньшим, чем менее однородным в сооружении является поле напряжений и деформаций. При этом, пути определения частотных и демпфирующих свойств локальных участков сооружения могут быть различными. В частности, если амплитудная характеристика определяется устойчиво, с малой погрешностью, то из анализа ее формы может быть определена и резонансная частота, и фактор трения рассматриваемой локальной области.

С другой стороны, производя анализ отклика локальной области в узких частотных диапазонах, принципиально можно изучать зависимость фактора трения от положения области в объеме сооружения и от частоты вынужденных колебаний. В качестве примера можно привести результаты экспериментальных определений логарифмического декремента затухания в одном из пунктов реального здания [4]. Использованы результаты наблюдений отклика двухэтажного здания на удары с энергией в 5 кДж груза с массой 100 кг по грунту в 40 м от здания. На рис.1 представлены примеры записей горизонтальной и вертикальной компонент в двух точках третьего и второго этажей.

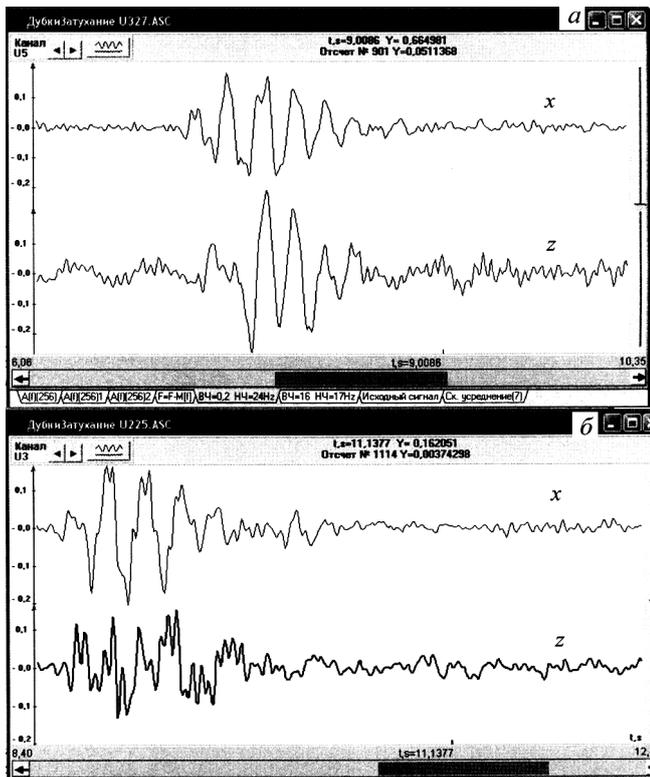


Рис.1. Копии цифровых велосиграмм, записанных в точках 327 (а) и 225 (б).

распределение энергетических характеристик реакции сооружения на воздействие в пределах его объема.

Такой путь анализа сейсмостойкости сооружений является, на наш взгляд, наиболее объективным и перспективным, наименее «фантастичным». Решение вопроса о нелинейности динамических закономерностей в широком диапазоне энергий может быть получено только на пути детальных калиброванных наблюдений.

ВЫВОДЫ

Используя спектральные представления сейсмического сигнала, зарегистрированного калиброванной аппаратурой на грунте и в сооружении по различным степеням свободы его движения, можно получить пространство распределения частотных и демпфирующих свойств сооружения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Егунов В.К., Егунов К.В., Лукаш Э.П. Практические методы расчета зданий на сейсмостойкость. - Киев: «Будівельник», 1982. - 144 с.
2. Г.Н. Бугаевский. Уравнения равновесия и движения среды и спектральный тензор деформации. Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. тр., вып. 8. Симферополь, КАПКС, 2003, с. 61-66.
3. Г.Н. Бугаевский. Исходные понятия теории сейсмостойкости и «сейсмической силы». Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. тр, вып. 7. Симферополь, КАПКС, 2002, с. 131-134.
4. Г.Н. Бугаевский. Кинематические и динамические закономерности распространения волн в реальном сооружении. Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. тр, вып. 7. Симферополь, КАПКС, 2002, с. 118-120.

Для диапазона периодов 0,20-0,24 секунды и двух названных осей определены значения логарифмического декремента затухания в точках 225, 226, 227, 325, 326, 327. Значения декремента заключены преимущественно в диапазоне 0,34-0,37, хотя в некоторых пунктах декремент достигает значений 0,43 и 0,49. Таким образом, требуются массовые определения диссипативной функции для формулирования особенностей, а затем и моделей распределения характеристик рассеивания механической энергии в пределах сооружения.

В некоторых случаях характер колебаний по компоненте (особенно вертикальной) не дает возможности вычислить декремент затухания. Поэтому нужно рассматривать и другие пути определения характеристик диссипации энергии колебаний в сооружении.

Следовательно, выполнив детальные инженерно-сейсмометрические наблюдения в сооружении с помощью калиброванной аппаратуры, можно построить в объеме сооружения «пространство локальных частотных характеристик».

Применив свертку этих характеристик со спектром сигнала внешнего воздействия, получим

Бугаевский Г.Н., д. физ.-мат. н., профессор

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Франчук И.А., инженер

ГАО «Черноморнефтегаз», председатель правления

Обеспечение экологически безопасной добычи энергоносителей в сейсмоопасной акватории Черного моря

Рассмотрены задачи экологической надежности систем добычи и транспортировки нефти и газа, добываемых на дне Черного и Азовского морей

тектонически активные структуры, экологическая безопасность, энергоносители, бурение морского дна

Акватория Черного моря с прилегающими прибрежными зонами, расположенная в чаше между системами гор Анатолии, Кавказским хребтом, Горным Крымом, отрогами восточных Карпат и Радоп, представляет в определенном смысле замкнутую природную систему - благоприятную в климатическом и эстетическом смысле зону для развития курортного бизнеса и туризма. Как известно, большинство таких зон на поверхности Земли находится в областях повышенной тектонической активности. И дно Черного моря, и окружающие его прибрежные территории являются зонами постоянной относительно высокой сейсмичности (рис. 1, 2, 3). Известно также, что подобные условия нигде в мире не ограничивали деятельность человека по освоению территорий как для проживания, так и для производственных функций.

Развитие цивилизации жестко связано с ростом энергопотребления, с расширением областей разведки, добычи и транспортировки нефти и природного газа. Чем выше уровень цивилизации, тем глубже понимание необходимости обеспечения условий экологической чистоты любых видов производств. Сложность ситуации существенно возрастает, если соблюдение *экологической безопасности* должно быть обеспечено в условиях природной повышенной *сейсмической опасности*.

Конечно, в условиях Крыма повторяемость сейсмических событий по сравнению с соседними территориями Турции, Румынии, Ирана относительно невелика. Вместе с тем, даже одного сильного землетрясения может быть достаточно для того, чтобы в этой замкнутой природной системе экологическая обстановка на длительный срок стала затрудненной для курортной и туристической деятельности. Соответствующий экономической ущерб от этого может оказаться сопоставимым с ущербом непосредственно от разрушений и человеческих потерь.

В последние годы добыча нефти и газа в зоне Крыма на дне Черного моря стала давать существенную добавку к объемам энергоносителей, импортируемых Украиной. Так как развитие этого производства, организация транспортировки нефти и газа не могут быть остановлены, необходимо обеспечить их полную экологическую безопасность.

Защищенность Крыма и всего региона Черного моря в условиях существующей сейсмической опасности требует от работы с энергоносителями фундаментальной постановки задач в двух наиболее значительных направлениях:

- работы, связанные с бурением морского дна и извлечением нефти и газа;
- организация и выполнение транспортировки энергоносителей.

В ближайшие годы работы первого типа предполагается развивать на Черном и Азовском морях, условия в которых (прежде всего, глубины и ледовая обстановка) существенно различны. Если на Азовском море глубина не превышает 14 м, то на Черном в ближайшем будущем возможен выход на глубины 110-150 м [4]. Азовское море в отличие от Черного в зимнее время характеризуется ледяным покровом, достигающим 0,5-0,9 м. С учетом этих факторов, а также ветрового режима, соответствующего характера морских волн, а также наличия сейсмической опасности в обеих акваториях, этап научных исследований представляется достаточно сложным для обоих районов. Эксплуатация созданных платформ должна сопровождаться инспекцией их состояния [5], которая не может ограничиваться визуальным анализом. Необходимы исследования режимов работы платформ, их механической прочности и устойчивости конструкций как колебательных систем в условиях морских волнений и сейсмических воздействий, колебательных и импульсных. Для обеспечения надежности этих конструкций необходимо знать их частотные свойства,

необходимо определение исходных параметров и организация службы контроля, а также, возможно, экстремального отключения.

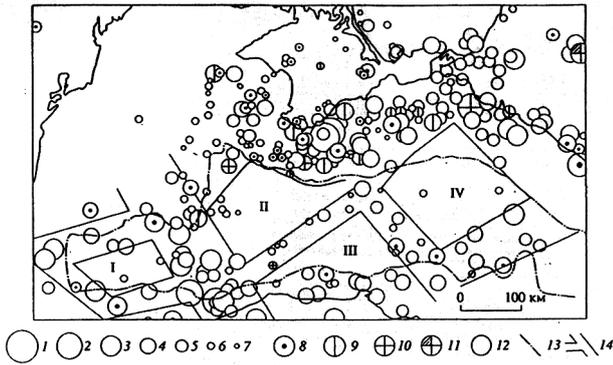


Рис.1. Схема эпицентров землетрясений Черноморского региона [1].

1- 7 - эпицентры землетрясений 1900-1986 гг.: 1- $M > 1.5$, 2 - $6.5 < M < 7.4$, 3 - $5.5 < M < 6.4$, 4 - $4.5 < M < 5.4$. -S - $3.5 < M < 4.4$, 6 - $2.5 < M < 3.4$, 7 - $1.5 < M < 2.4$; 8 - 12 - глубины очагов, км: 8 - 0 - 15, 9 - 15 - 30, 10 - 30 - 50. 11 - 50 - 100, 12 - без определения глубины; 13 - контур области с «безграничной» земной корой; 14 - сейсмические линеаменты. Римские цифры расшифрованы в тексте.

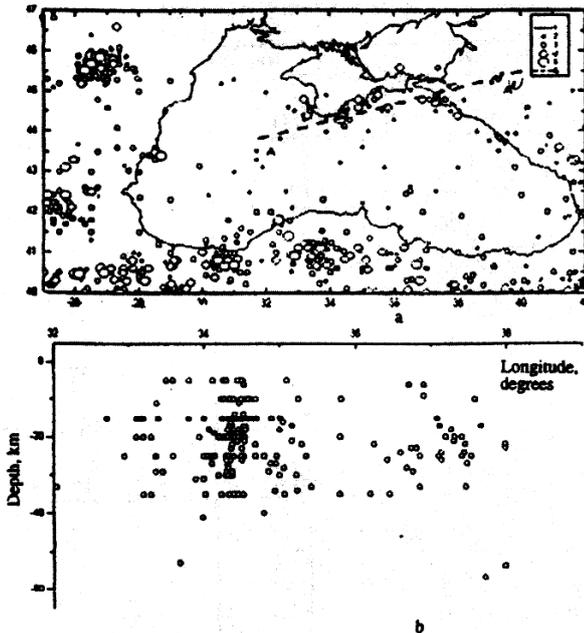


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений в Черном море и смежных регионах (а) и распространение глубины гипоцентров на профиле А—А' (б). 1) Береговая линия. Магнитуды землетрясений: 2) 3.5—4.5; 3) 4.6-5.5; 4) 5.6-6.5; 5) 6.6-7.5. б) Выделенный профиль А-А' [2].

ную устойчивость решения. Кроме этого, от решения названных проблем непосредственно не зависит жизнь конкретного человека, экологическая безопасность того или иного производства. Эти исследования не имеют характера контроля соблюдения норм деятельности. Поэтому пределы точности наблюдений не опреде-

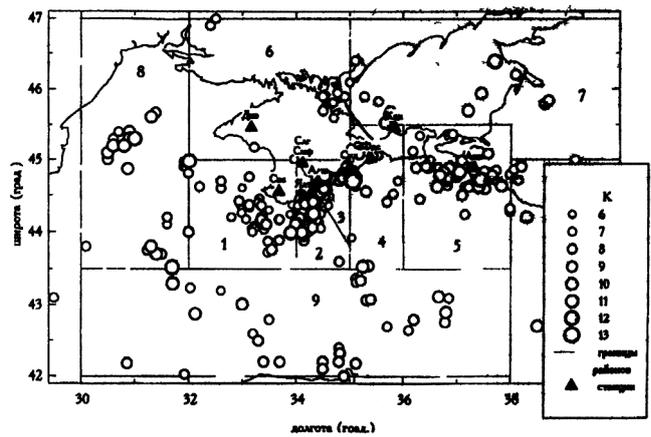


Рис.3. Карта эпицентров землетрясений Крымско-Черноморского региона за 1986-1995 гг. [3]

Задачи второго направления принципиально отличаются от первых. Создание продуктопроводов на поверхности земли позволяет обеспечить сравнительно легкие условия контроля его состояния, позволяет уйти от наиболее сейсмоопасных участков территории и от опасности широкого экологического загрязнения. Вместе с тем, «поверхностный» вариант транспортировки относительно легко уязвим за счет внешних воздействий, занимает значительную площадь, нарушает ландшафт курортной зоны. Прокладка трасс на дне моря требует предварительного выявления тектонически и сейсмически опасных участков с целью избежать активных, подвижных разломных участков земной коры. Для придонной трассировки необходима организация сейсмических экспедиционных наблюдений. Период таких наблюдений может быть, по-видимому, длительным (месяцы - первые годы). Он зависит от уровня сейсмической активности в период наблюдений.

Исследования сейсмической опасности, выполняемые учреждениями академии наук,

посвящены таким теоретическим проблемам (процессы в очаге землетрясения, внутреннее строение Земли и т.п.), решение которых основано на использовании кинематической информации - времен пробега сейсмических волн между конкретными точками в среде. Поскольку значения времен пробега удовлетворяют известному условию экстремальности времени пробега, они относительно слабо зависят от вариаций реальных закономерностей распространения волн и потому обеспечивают достаточную

ляются столь жесткими нормами, как это имеет место в инженерно-сейсмометрических изысканиях.

Необходимые в инженерных исследованиях динамические параметры волн не имеют экстремальных ограничений. Поэтому, с одной стороны, вариации этих параметров являются значительно более чувствительным и эффективным средством контроля изменений параметров среды на пути распространения волн. С другой стороны, надежность и информационная полезность динамических данных требуют определения и контроля динамических характеристик самой регистрирующей аппаратуры, значительно более строгих, чем это предусмотрено для стандартных сейсмологических наблюдений.

Картирование эпицентров крымских и черноморских землетрясений осуществляется на основании наблюдений стационарных сейсмологических станций Института геофизики НАНУ [6]. В связи с значительной разреженностью сети этих станций, координаты определяемых эпицентров недостаточно точны для убедительного формирования из них структур, которые по результатам сейсмологических наблюдений можно было бы определять в качестве тектонически активных. Именно поэтому для проведения исследований второго направления нужна организация временной экспедиции, подобная той, которая описана в [7]. Она должна быть оснащена сейсмической аппаратурой, калиброванной и идентифицированной.

Такая подготовка аппаратуры еще более необходима для работ первого направления. Предварительно должны быть оценены спектральные свойства платформы и динамический уровень полезной информации, чтобы подготовить оптимальные характеристики самой инструментальной системы наблюдений и контроля. Подготовка этой системы должна быть выполнена с помощью аттестованных средств калибровки [8].

Для работ обоих направлений исследований должна использоваться аппаратура цифровой регистрации сейсмической информации, оснащенная системой GPS спутникового времени и достаточно точного координатного позиционирования. Крымские организации располагают высоко квалифицированными научными и техническими кадрами, основной частью указанных инструментальных средств.

ВЫВОДЫ

1. Высокая сейсмическая опасность Крымско-Черноморского региона требует детальных теоретических, экспериментальных исследований и технических решений для обеспечения экологической безопасности добычи и транспортировки нефти и газа в регионе.
2. Для выполнения этих работ нужны финансовые средства для пополнения инструментального парка современными регистраторами сейсмического волнового поля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.В. Чекунов, Б.Г. Пустовитенко, В.Е. Кульчицкий. Сейсмичность и глубинная тектоника Черноморской впадины и ее обрамления. Геотектоника, 1994, № 3, с. 44-48.
2. B.G. Pustovitenko, S.V. Scherbina and V.E. Kulchitsky. Spatial-temporal Features of Seismicity of the Black Sea Basin and its Surroundings. Geophys. J., 1998, Vol. 17, pp. 887-905.
3. Л.С. Борисенко, Б.Г. Пустовитенко, В.Н. Дублянский и др. Сейсмодислокации и палеосейсмичность Крыма. Сейсмологический бюллетень Украины за 1997 г., Симферополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 1999, с.101-131.
4. Г.А. Ажермачев, С.И. Иванов. Стратегия увеличения добычи углеводородов на шельфе Украины. Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. тр, вып. 6. Симферополь, КАПКС, 2002, с. 145-147.
5. Г.А. Ажермачев. Особенности эксплуатации конструкций морских платформ. Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. тр, вып. 6. Симферополь, КАПКС, 2002, с. 165-167.
6. Сейсмологический бюллетень Украины. Симферополь. (Ежегодное издание).
7. Г.Н. Бугаевский. Задачи детального изучения сейсмической опасности в зоне Керченского пролива. Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. тр, вып. 8. Симферополь, КАПКС, 2003, с. 67-69.
8. Г.Н. Бугаевский, В.П. Белов, С.Д. Нестеренко, А.А. Герашенко. Стенд для испытаний и калибровки сейсмометрической аппаратуры. Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. тр, вып.5. Симферополь, КАПКС, 2001, с.92-97.

Горевой М.М., инженер, Левенстам В.В., к.т.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Методы определения деформационных характеристик крупнообломочных грунтов

Описано определение модуля деформации крупнообломочного грунта по результатам статических испытаний грунта сваями

Модуль деформации, свая, вертикальные напряжения, давление грунта, коэффициент Пуассона

При проектировании фундаментов на крупнообломочных грунтах в Крыму используется «Методика обоснования прочностных и деформативных характеристик крупнообломочных грунтов Крыма по данным определения их физических свойств», разработанная В.И. Федоровым и приспособленная к крымским условиям. Однако с ее помощью можно определять механические характеристики крупнообломочных грунтов, удовлетворяющих определенным условиям. Наряду с применением данной методики предусматривает также обязательное проведение полевых опытных работ.

Определение модуля деформации в полевых условиях.

Модуль деформации определяют испытанием грунта статической нагрузкой, передаваемой на штамп. Испытания проводят в шурфах жестким круглым штампом площадью 5000 см², а ниже уровня грунтовых вод и на больших глубинах — в скважинах штампом площадью 600 см². Для определения модуля деформации используют график зависимости осадки от давления (рис. 1), на котором выделяют линейный участок, проводят через него осредняющую прямую и вычисляют модуль деформации E в соответствии с теорией линейно-деформируемой среды по формуле (1):

$$E = (1 - \nu^2) \cdot \omega \cdot d \cdot \frac{\Delta p}{\Delta s} \quad (1),$$

где ν — коэффициент Пуассона (коэффициент поперечной деформации), равный 0.27 для крупнообломочных грунтов, 0.30 для песков и супесей, 0.35 для суглинков и 0.42 для глин; ω — безразмерный коэффициент, равный 0,79; d — диаметр штампа; Δp — приращение давления на штамп; Δs — приращение осадки штампа, соответствующее Δp .

При испытании грунтов необходимо, чтобы толщина слоя однородного грунта под штампом была не менее двух диаметров штампа.

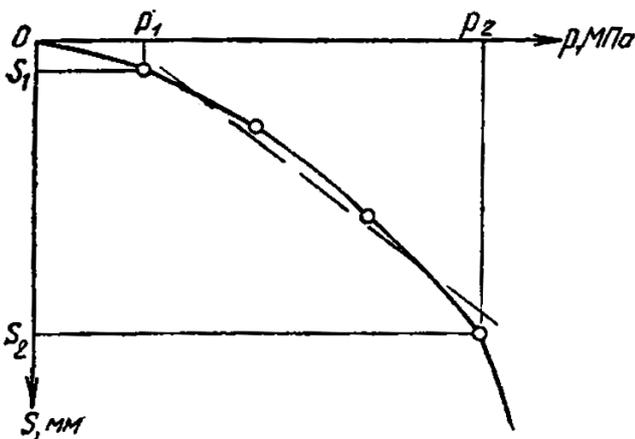


Рис.1. Зависимость осадки штампа s от давления p .

Давление p_1 соответствует природному, p_2 — давлению под подошвой фундамента.

Определение модуля деформации в лабораторных условиях.

В лабораторных условиях применяют компрессионные приборы (одометры), в которых образец грунта сжимается без возможности бокового расширения. Модуль деформации вычисляют на выбранном интервале давлений $\Delta p = p_2 - p_1$ графика испытаний (рис.2) по формуле (2):

$$E_{oed} = (1 + e_0) \cdot \beta / a \quad (2),$$

где e_0 — начальный коэффициент пористости грунта; β — коэффициент, учитывающий отсутствие поперечного расширения грунта в приборе и назначаемый в зависимости от коэффициента Пуассона; a — коэффициент уплотнения.

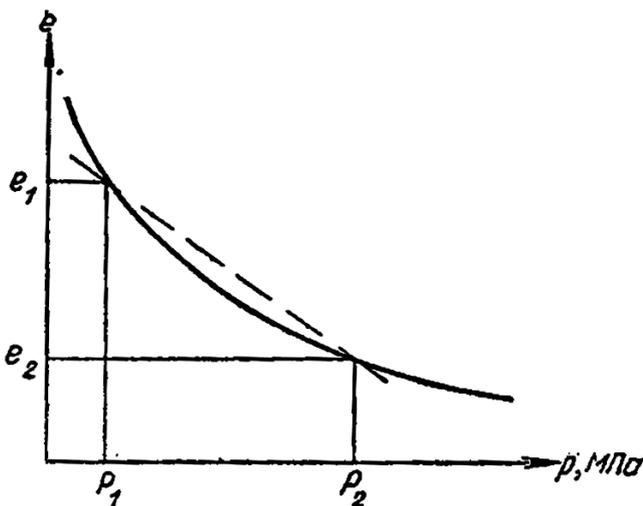


Рис.2. Кривая испытания грунта на сжатие в компрессионном приборе.

Таблица 1.

Характеристики гравийного грунта с супесчаным заполнителем

Удельный вес грунта	19,62 кН/м ³
Угол внутреннего трения	34°
Сцепление	15 кПа
Модуль деформации по «Методике»	53000 кПа

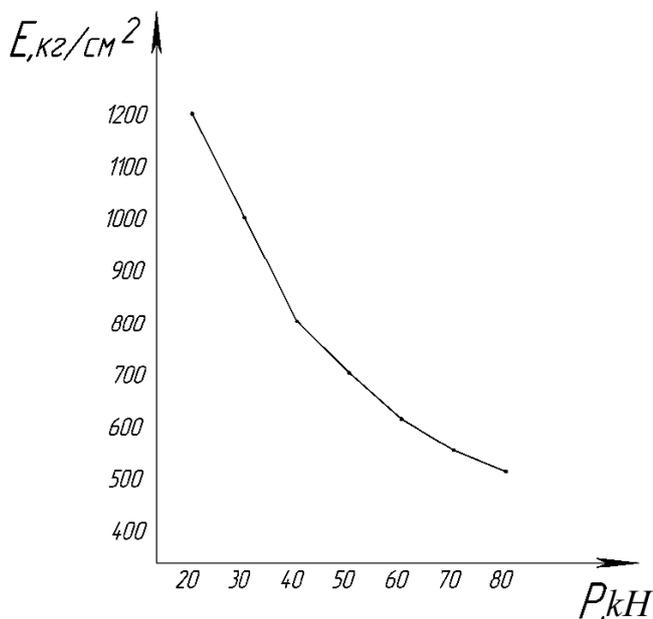


Рис.3. Изменение модуля деформации грунта E в зависимости от нагрузки, передаваемой на сваю.

ты» и «Методика обоснования прочностных и деформативных характеристик крупнообломочных грунтов Крыма по данным определения их физических свойств» представлены на рис.4.

Значения модулей деформации по компрессионным испытаниям получаются для всех грунтов (за исключением сильносжимаемых) заниженными, поэтому они могут использоваться для сравнительной оценки сжимаемости. При расчетах осадки эти данные следует корректировать на основе сопоставительных испытаний того же грунта в полевых условиях штампом.

При проектировании определяющим размеры фундаментов, чаще всего, является расчет по деформациям. Основным показателем, характеризующим деформационные свойства грунта, является модуль деформации.

Были проведены эксперименты по исследованию возможности использования результатов статических испытаний свай для определения модуля деформации грунта. Шесть свай испытано статической вдавливающей нагрузкой.

Характеристики грунтов приведены в табл. 1. Передаваемая нагрузка от домкрата на сваю контролировалась с помощью динамометра. Вертикальные перемещения измерялись в уровне приложения вертикальной нагрузки. Измерения проводились с помощью прогибомеров Аистова (ПАО ЛИСИ).

Значение модуля деформации вычислялись по формуле Шлейхера:

$$E = (1 - \nu^2) \cdot \omega \cdot d \cdot \frac{\Delta p}{\Delta S}, \quad (3)$$

ν – коэффициент Пуассона, принимаемый для крупнообломочных грунтов $\nu = 0,27$;
 ω – коэффициент, принимаемый по табл. 2 [2];
 d – диаметр штампа
 Δp – приращение давления на грунт;
 ΔS – приращение осадки штампа, соответствующее Δp .

Диаметр штампа d определялся согласно указаниям СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты».

Характер изменения модуля деформации грунта E в зависимости от нагрузки, передаваемой на сваю, представлен на рис.3.

Результаты определения модуля деформации крупнообломочных грунтов по результатам статических испытаний свай с использованием метода СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундамен-

ВЫВОД

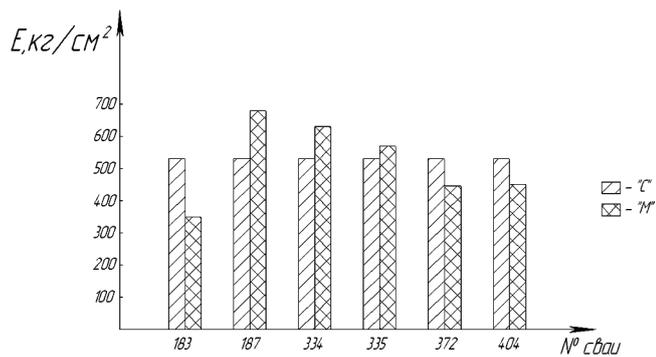


Рис.4. Результаты определения модуля деформации крупнообломочных грунтов по результатам статических испытаний свай с использованием метода СНиП 2.02.03-85 «С» и Методики «М».

Анализ полученных результатов показывает, что для крупнообломочного грунта модуль деформации не является постоянной величиной, а зависит от напряжений и допустимых перемещений. При этом с увеличением глубины значения E повышаются. Значение модуля деформации, полученное по результатам статических испытаний свай является более достоверным, чем при использовании методики обоснования прочностных и деформативных характеристик крупнообломочных грунтов Крыма, что подтверждают полученные при проведении статических испытаний графики зависимости осадки свай от нагрузки, а также отказы свай при проведении сваебойных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Н.Н.Маслов «Основы инженерной геологии и механики грунтов» М., «Высш. школа», 1982г.
2. ГОСТ 20276-85. Грунты. Методы полевого определения характеристик деформируемости.
3. Федоров В.И. Рекомендации по определению прочностных и деформативных свойств крупнообломочных грунтов с глинистым заполнителем и глинистых грунтов с крупнообломочными включениями. – Владивосток, 1975. – 76с.
4. СНиП 2.02.03-85. Свайные фундаменты.

Левенстам М.В. к.т.н., Левенстам В.В. – к.т.н.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Расчёт заземления свай в стадии упруго-пластической работы грунта

Предлагается метод определения горизонтальных перемещений и углов поворота стержней, заземленных в грунтовом основании, от действия горизонтальной нагрузки

свая, оползневое давление, заземление в несмещаемых грунтах, горизонтальное перемещение, угол поворота, поверхность скольжения

В настоящее время при проектировании удерживающих противооползневых сооружений в виде свайного ростверка применяется расчёт свай на совместное действие горизонтальной и вертикальной нагрузки, предложенный в СНиП [2]. В основу этого расчёта положена модель местных упругих деформаций Фусса-Винклера, в которой не учитывается распределительная работа грунта. Но удерживающие противооползневые сооружения состоят из ряда взаимовлияющих свай. Этому условию гораздо ближе модель грунта в виде упругого полупространства. Кроме того, в методе СНиП деформационной характеристикой является коэффициент постели, устанавливающий соотношение между нагрузкой на сваю и деформациями грунта в пределах перемещения сваи, равного 1 см [3]. Согласно этому определению можно вычислять перемещения сваи в горизонтальном направлении только до 1 см. При больших же перемещениях необходимо экспериментально определять зависимость $\sigma - u$.

Цель статьи – изложение основ расчёта заземления свай противооползневых удерживающих сооружений по перемещениям.

Кинематическая схема работы сваи, заделанной ниже поверхности скольжения, представляется в следующем виде. При увеличении горизонтальной нагрузки от надвигающихся масс грунта в жёсткой свае будет происходить поворот оси сваи вокруг «шарнира», положение которого при изменении внешней нагрузки перемещается по вертикали; в гибкой свае будет наблюдаться поворот с изгибом. При этом свая будет отклоняться на некоторый угол Ψ , значение которого зависит от горизонтальной внешней нагрузки и создаваемого ею момента, а также от деформационных свойств сваи и окружающего её грунта.

При некоторой величине силы F_h горизонтальные перемещения начинают расти быстрее, чем сила F_h за счёт разрушения грунта в верхней зоне, прилегающей к поверхности скольжения. И, наконец, при дальнейшем увеличении горизонтальной силы происходит резкий рост указанных перемещений практически без увеличения нагрузки – наступает предельное состояние, когда весь грунт, окружающий сваю, находится в стадии разрушения. Основываясь на этой упрощённой кинематической схеме работы заземлённой сваи и физической трактовке поведения грунта, окружающего эту сваю, сформулируем основные исходные предпосылки к её расчёту.

1. В упругой стадии работы грунта, окружающего сваю (точнее, в стадии уплотнения грунта), перемещения сваи будем определять, пользуясь моделью твёрдого тела.

2. В упругопластической стадии работы грунта нелинейную задачу определения горизонтальных перемещений сваи будем решать, пользуясь выражениями для предельного сопротивления грунта в верхней зоне, т.е. в зоне разрушения.

На границе разрушенного и неразрушенного грунта должно выполняться равенство реактивного давления грунта, находящегося в стадии разрушения, и реактивного давления грунта, работающего в стадии уплотнения.

Расчёт стержня на действие горизонтальной нагрузки по перемещениям в упругой стадии работы грунта.

Приступая к расчёту заделки сваи, необходимо предварительно задаться её сечением. В первом приближении ширину сваи можно принять как некоторую долю от мощности оползневого слоя грунта, например, $b = \left(\frac{1}{10} \div \frac{1}{15}\right)H$. Глубину заделки сваи ниже поверхности скольжения ус-

танавливаем из условия, что отношение глубины заделки сваи в грунтовую среду h к ширине сваи b принимаем $\frac{h}{b} = 8 \div 16$.

Далее заменяем равнодействующую оползневого давления поперечной силой у поверхности заделки F_h и моментом M .

Устанавливаем соотношение между упругими характеристиками грунта и сваи, для чего вычисляем некоторый коэффициент β по формуле [1]:

$$\beta = A \frac{E_o h^4}{EI}; \quad (1)$$

где E – модуль деформации среды (грунта); h – глубина заделки сваи в грунт; EI – жёсткость сваи; A – коэффициент, зависящий от коэффициента Пуассона μ и равный: $A = \frac{(1-\mu)}{(1+\mu)(3-4\mu)}$.

По графикам [1] определяем координаты "у", соответствующие напряжениям от единичных значений горизонтальной силы и момента. Напряжения в любой точке по длине сваи будут равны:

$$\text{- от силы } F_h: \sigma_{F_h} = \frac{y}{bh} F_h; \quad \text{- от момента } M: \sigma_M = \frac{y}{bh^2} M; \quad \sigma = \sigma_{F_h} + \sigma_M.$$

Сопоставляем полученные напряжения с напряжениями, соответствующими разным стадиям работы грунта. В упругой стадии работы грунта, окружающего сваю (точнее, в стадии линейного деформирования грунта), перемещения сваи будем определять, пользуясь формулами теории упругости. Границы применения аппарата теории упругости устанавливаем «допускаемым» давлением, при котором грунт работает в стадии линейного деформирования с допущением развития зон частичных сдвигов на глубину $b \cdot \text{tg}\varphi$ и определяемым по формуле:

$$\sigma_{\text{дон.}} = M_b \cdot b \cdot \gamma_{cp} + M_c \cdot c; \quad (2)$$

где M_b и M_c – коэффициенты несущей способности грунта, зависящие от угла внутреннего трения φ :

$$M_b = \frac{\pi \cdot \text{tg}\varphi}{c \text{tg}\varphi - \frac{\pi}{2} + \varphi}, \quad M_c = \frac{M_b}{\text{tg}^2 \varphi}; \quad \gamma_{cp} \text{ – удельный вес грунта; } b \text{ – ширина сваи; } c \text{ – удельное сцепление грунта.}$$

ление грунта.

Как показывают расчёты, наибольшие напряжения возникают в уровне по поверхности заземления сваи. Если эти напряжения в пределах «допускаемых», то в этом случае можно считать, что и напряжения и деформации в пределах упругости. При больших же напряжениях в грунте неизбежны сдвиги. И расчёт заземления сваи в стадии упруго-пластической работы грунта выполняется в следующей последовательности.

а) Из сопоставления реактивных давлений грунта с допускаемыми напряжениями определяется глубина зоны разрушения h_n . Разрушение грунта в верхней области зоны заземления может происходить или в виде выпора грунта на поверхность, или в виде обтекания грунтом сваи. Выпор возможен только в случае отсутствия пригрузки у поверхности грунтовой среды (в плоскости скольжения), например, когда оползневые массы «отошли» от удерживающего сооружения с нижней стороны склона. По формулам предельного состояния определяем равнодействующую сопротивления грунта прорезанию (или выпору) E_n . Ниже пластической зоны грунт работает в стадии линейного деформирования, здесь мы можем применить выводы теории упругости для расчета перемещений и угла поворота. Тогда на границе указанных зон к свае приложены следующие усилия: $F_h' = F_h - E_n$, $M' = F_h(H_o + h_n) - E_n \cdot h_E$; где F_h' – горизонтальная сила, приведенная к уровню, ниже которого грунт работает в стадии линейного деформирования; F_h – горизонтальная сила (равнодействующая оползневого давления); E_n – равнодействующая реактивного давления грунта зоны предельного состояния, h – глубина заземления сваи; h_n – высота зоны пластических

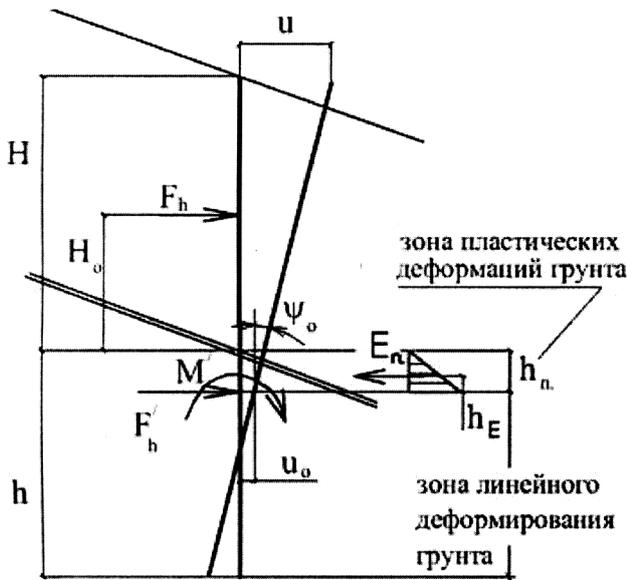


Рис. 1 Расчетная схема защемления сваи в стадии упруго-пластической работы грунта

деформаций грунта (зона предельного состояния, зона разрушения грунта); h_E – плечо силы E_n относительно сечения сваи, расположенного в уровне нижней границы разрушения грунта; H – мощность оползневых масс; H_o – расстояние от уровня действия равнодействующей оползневого давления F_h до поверхности защемления сваи (поверхности скольжения);

б) по формуле (1) определяем показатель

гибкости сваи β и отношение $\frac{h-h_n}{b}$;

в) по формулам $u_o = u_{oF} + u_{oM}$ и $\psi_o = \psi_{oF} + \psi_{oM}$ на границе зон определяется перемещение u_o и угол поворота оси сваи ψ_o

от усилий F_h' и M' . Здесь $u_{oF} = B \frac{u_o}{E_o h} F_h$,

$u_{oM} = B \frac{u_o}{E_o h^2} M$; $\psi_{oF} = B \frac{\psi_o}{E_o h^2} F_h$, $\psi_{oM} = B \frac{\psi_o}{E_o h^3} M$; где u_{o1} – перемещение, а ψ_{o1} – угол пово-

рота от единичной горизонтальной силы $F_h = 1$ и от момента $M=1$, которые определяются по

графикам Б.Н. Жемочкина [1]. В этих формулах коэффициент B равен: $B = \frac{(1+\mu)(3-4\mu)}{(1-\mu)}$;

г) горизонтальные перемещения сваи u_o в уровне поверхности грунта определяется по фор-

муле: $u = u_o + \psi_o(H + h_n) + \frac{F_h(H_o + h_n)^3}{3EI} - \frac{E_n \cdot h_E^3}{3EI}$; где все обозначения те же, что и в пункте а);

д) далее рассматриваем сваю как упруго заделанный стержень, находящийся под действием приложенной к нему поперечной непрерывно распределённой нагрузки, находим изгибающие моменты и поперечные силы в его сечениях.

Результаты расчёта сопоставляем с экспериментальными данными (см. рис. 2).

Анализируя графики, представленные на этом рисунке, видим, что метод расчёта Б.Н. Жемочкина, рассматривающий сваю, как стержень, защемлённый в упругое полупространство, имеет довольно ограниченную применимость – в пределах горизонтальных перемещений до 1-2 мм (когда в грунте реализуются упругие свойства). При дальнейшем же возрастании перемещений экспериментально полученная криволинейность графика «нагрузка-перемещение» демонстрирует снижение сопротивляемости основания в горизонтальном направлении с ростом нагрузки (грунту присущи пластические свойства). Учёт разрыва сплошности основания конструкцией приводит к уменьшению сопротивления грунта деформациям, это обуславливается уменьшением модуля деформации $E_{\Gamma} = 0,5E_o$. Перемещения стержня получаются примерно в 1,2 ÷ 1,8 раза большими, чем без учёта разрыва сплошности упругого основания.

При использовании модуля деформации грунта в горизонтальном направлении, полученного из проведенных опытов в суглинке, результаты расчёта значительно приближаются к опытным данным, однако соответствующий этим расчётам линейный характер зависимости нагрузка – деформации показывает достаточную «удалённость» от реальной работы грунта. Учёт же зоны пластической работы грунта подводит наши расчёты достаточно близко к полученной экспериментально закономерности изменения перемещений сваи в зависимости от прикладываемой горизонтальной нагрузки.

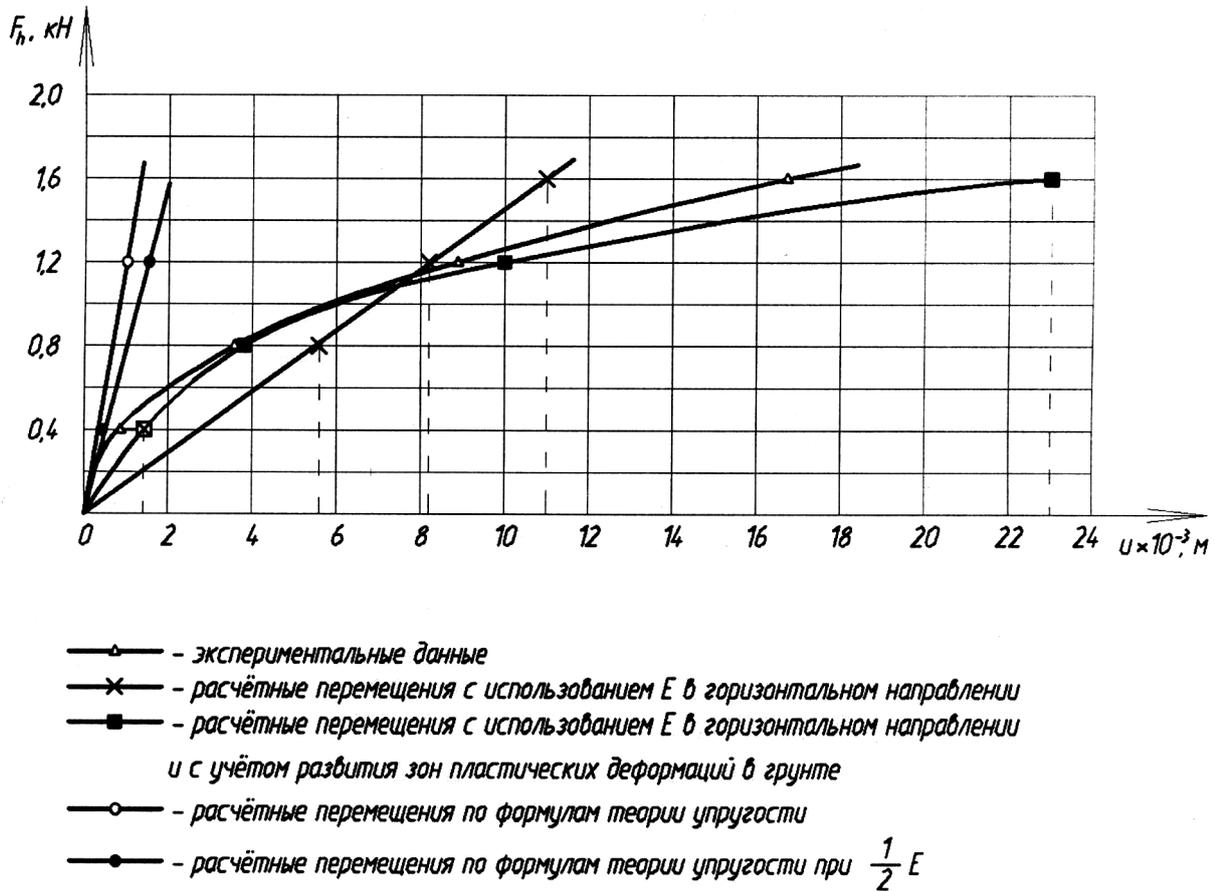


Рис.2. Сопоставление перемещений по результатам исследований

ВЫВОДЫ

1. Внесённые предложения по использованию в расчёте модуля деформации грунта в горизонтальном направлении и учёту развития зон пластических деформаций приближают расчётные данные к реальным условиям работы грунта, что подтверждается экспериментальными данными.
2. Изложенное позволяет определить такое заглубление сваи ниже поверхности скольжения, при котором её отклонение от вертикали ψ под влиянием горизонтальной нагрузки F_h не будет превышать установленного в проекте значения $\psi_{пред}$, или линейное перемещение в уровне верхнего обреза $(u_0 + \psi H)$ не будет больше допустимого значения $u_{пред}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жемочкин Б.И. Расчёт упругой заделки стержня, М., Стройиздат. -1948.- с.68.
2. СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты. М.,-1986, с.45.
3. Клепиков С.Н. Расчёт конструкций на упругом основании. К., Будвельник,-1967.
4. Маслов Н.Н. Механика грунтов в практике строительства. М.,-1977.-с.320.
5. Терцаги К. Теория механики грунтов. М., Госстройиздат,-1961.-с.507.

Третьяков Е.В., инженер
НПК «КрымИнвестСтрой»

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

Набухающие грунты в основании дельфинария

Описан один из путей возведения резервуаров на набухающих грунтах бассейны, набухающие грунты, расчет поднятия днища

При проектировании дельфинария в пгт.Коктебель Крымской АР оказалось, что залегающие в основании глинистые грунты обладают особенными свойствами – набухают при увлажнении и дают усадку при высыхании.

Проблема эта не единична, т.к. в ближайшие годы ожидается массовое освоение юго-восточного берега Крыма. Как видно из рис.1 именно там широко распространены просадочно-набухающие грунты.

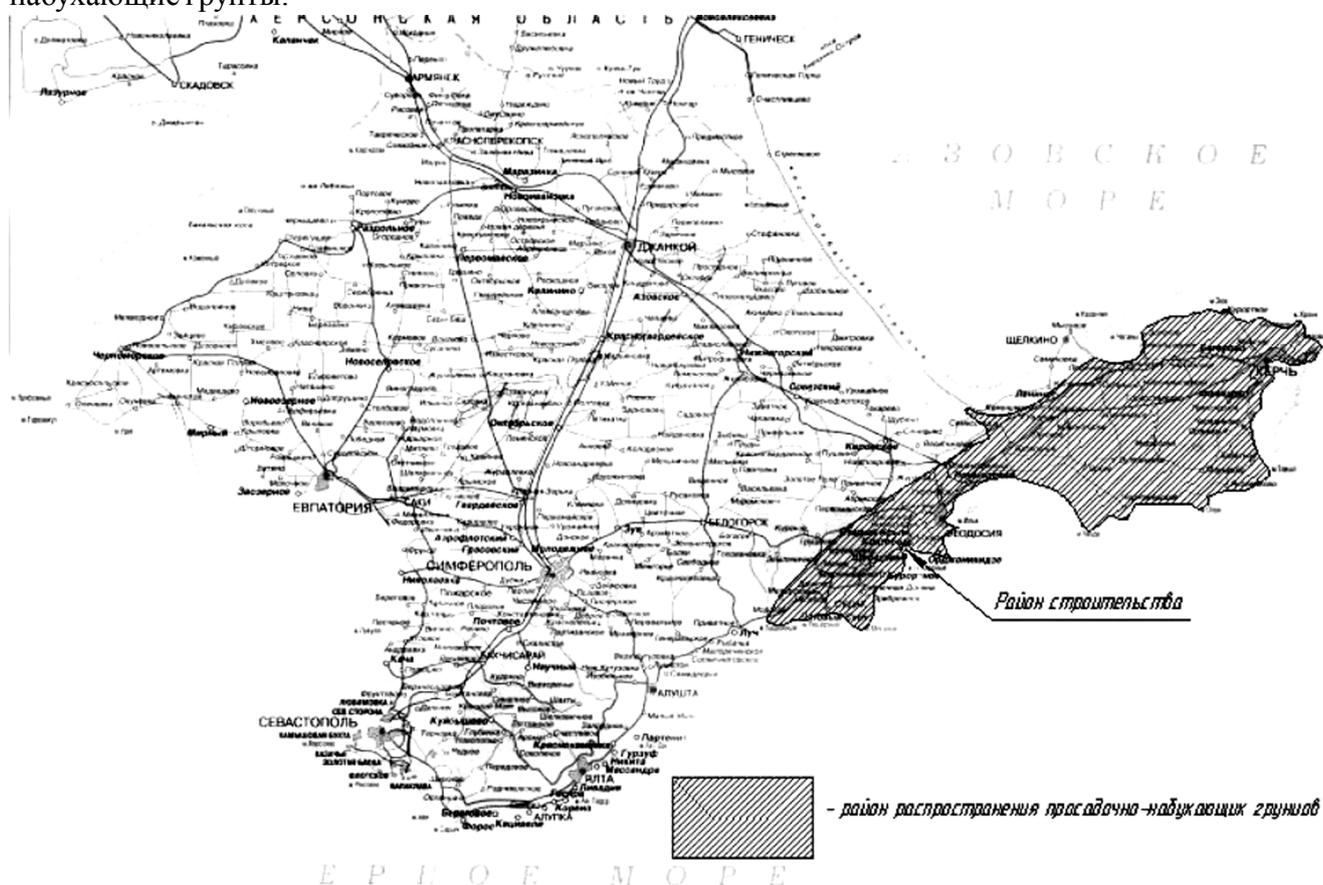


Рис. 1 Район распространения просадочно-набухающих грунтов в Крыму

Все глинистые грунты классифицируются как набухающие, просадочные, просадочно-набухающие и обычные. К набухающим грунтам следует относить глинистые грунты, значение относительного набухания которых без нагрузки более 0,04.

Основная доля набухания происходит за счет слабосвязанной воды, образующей периферийные слои гидратной оболочки, обволакивающей частицы грунта. Незначительное внешнее давление в пределах 1 кгс/см^2 превышает расклинивающее давление гидратных оболочек этой толщины, т.е. опасность набухания грунта уменьшается. Если дать пригрузку более 1 кгс/см^2 , то набухание грунта практически прекратится.

В соответствии с лабораторными испытаниями грунтов [1] установлено, что в основании

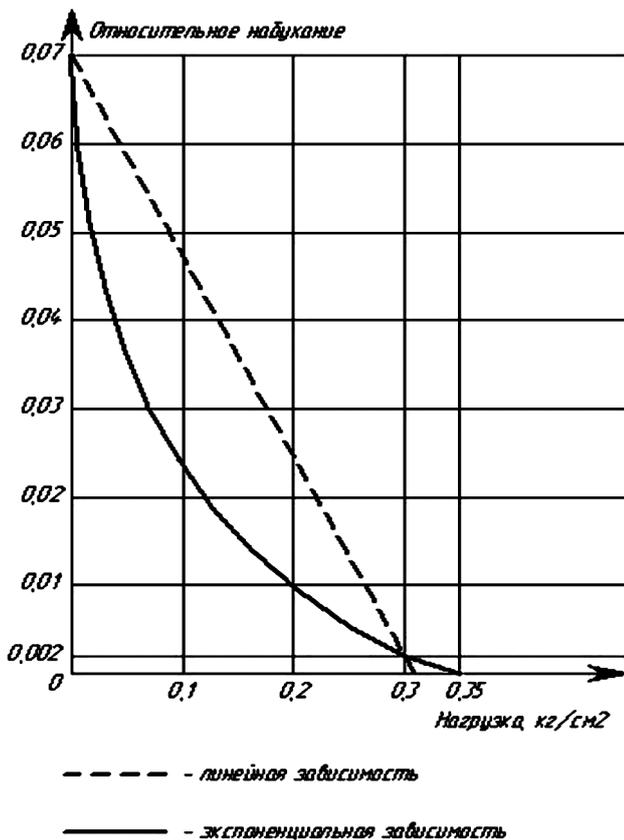


Рис. 4 Зависимость набухания от пригруза

ВЫВОДЫ

Подход к проектированию бассейнов на набухающих грунтах, описанный в статье, возможен только для бассейнов с большой площадью дна: нагрузки от дна бассейна можно рассматривать как равномерно распределенные.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отчет об инженерно-геологических изысканиях для строительства дельфинария в пгт. Коктебель. Институт «КрымГИИНТИЗ» - Симферополь 2001г.
2. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83)/НИИОСП им. Герсеванова. – М.: Стройиздат, 1986г. – 415 с.
3. Сорочан Е. А. Строительство на набухающих грунтах. М., Стройиздат, 1974г.
4. Абелев М.Ю., Хинтуба И.Ч. Особенности строительства на набухающих грунтах. М., МИСИ им. В.В. Куйбышева, 1977г.
5. Сорочан Е.А. Строительство сооружений на набухающих грунтах. М.: ЦМИПКС, 1984г.

Как видно из рис. 3, максимальная толщина грунта, в котором возможно набухание составляет 1280 мм (ниже бытовое давление превышает 0,35 кгс/см² и набухание не происходит (рис. 4)).

Величина набухания грунта под бассейном (и соответственно величина подъема дна) со-

ставляет $1280 \cdot \frac{1,35\%}{100\%} = 17,3$ мм.

Для дна резервуаров предельно допустимые деформации составляют $0,0015 \cdot l$, где l – наименьшая длина дна (в нашем случае 15м). Тогда предельно допустимые деформации составляют $0,0015 \cdot 15000 = 22,5$ мм. Таким образом, поднятие дна не превышает максимально допустимое значение.

Для отвода локальных утечек воды и возможной верховодки в проекте предусмотрено устройство дренажа, что снижает риск полного промачивания грунта.

Цмыкал Д. А., инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства.

Характеристики точности калибровки динамического стенда

Проведена работа по изучению ряда характеристик калибровочного стенда СПИКСА. Получены зависимости, расширяющие спектр задач, решаемых при помощи данного стенда. Описаны проблемы, связанные с применением фильтрации. Экспериментально выявлены соотношения между сигналами датчиков разного типа

калибровочный стенд, сейсмоканал, сейсмоприемник, динамический диапазон, амплитудно-частотная характеристика

Динамическая паспортизация зданий и сооружений, включенная в проект ДБН, предусматривает получение динамических характеристик конструкций при воздействии на них квазисейсмических волн малой интенсивности, а также отслеживание изменения этих характеристик с течением времени. Неотъемлемой частью динамической паспортизации являются инженерно-сейсмометрические наблюдения на объекте, которые должны производиться калиброванной аппаратурой. Для калибровки инженерно-сейсмометрической аппаратуры используют специальные стенды, применение которых позволяет выполнять настройку сейсмоканалов с целью обеспечения идентичности их характеристик. Это требует метрологической стандартизации самих стендов [1].

Так называемый «Стенд для испытаний и калибровки сейсмометрической аппаратуры» (СПИКСА), разработанный кафедрой МиСС, успешно и неоднократно проходил аттестацию специалистами Крымского центра стандартизации, метрологии и сертификации. Вместе с тем, требования, предъявляемые к динамической паспортизации сооружений, заставляют нас повысить уровень точностных характеристик и расширить объем параметров, характеризующих процессы механических колебаний.

Калибровочный стенд преобразует электрические колебания в механическое перемещение подвижной платформы посредством электродинамических преобразователей. Частота и амплитуда механических колебаний задается при помощи прецизионного генератора, сигнал от которого управляет колебаниями платформы. Имея записи сигналов от сейсмоприемников и датчиков движения стола, индуктивного и емкостного, непосредственно связанных с подвижной частью калибровочного стенда, можно переходить от относительных перемещений маятника сейсмоприемника к абсолютным перемещениям его основания.

Цель данной работы - изучение характеристик калибровочного стенда для последующего их учета при выделении характеристик сейсмоканалов и более точной интерпретации записей, полученных на объектах.

Так как калибровочный стенд является резонансной системой, то в первую очередь необходимо получить такие его характеристики как динамический диапазон механических перемещений подвижной платформы калибровочного стенда и ее амплитудно-частотную характеристику.

Для нахождения зависимости амплитуды сигнала емкостного датчика от смещения подвижной платформы осуществляют статическую калибровку. Процесс статической калибровки позволяет восстанавливать амплитуду механического перемещения стола стенда по измерению амплитуды напряжения сигнала от блока емкостного датчика. Обкладка емкостного датчика жестко закреплена на подвижной платформе калибровочного стенда, а измерительная головка, оснащенная микрометрической системой, связана с неподвижным основанием. Методика статической калибровки заключается в фиксировании амплитуды напряжения от блока емкостного датчика посредством аналогово-цифрового преобразователя (АЦП) при различных значениях смещений, задаваемых микрометрической системой. Результаты таких измерений представлены на рис. 1.

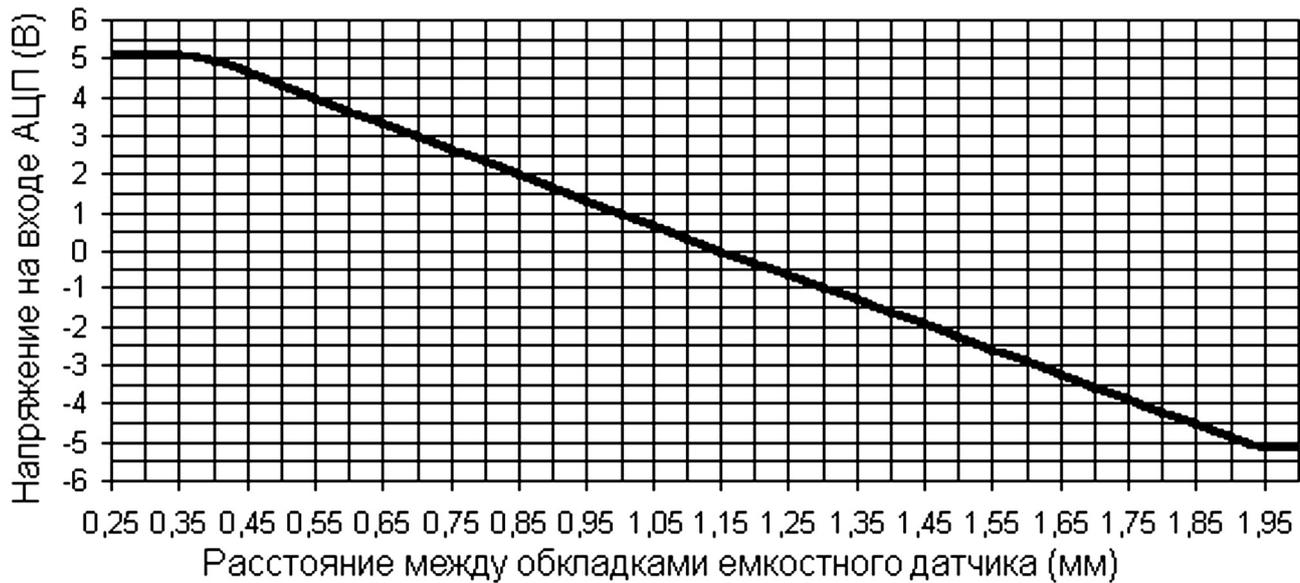


Рис.1 График статической калибровки.

Определим динамический диапазон смещений подвижной платформы стенда по данным статической калибровки:

$$D = \pm(d_{\max} - d_{\min})/2 \quad (\text{мм}),$$

где d_{\max} и d_{\min} – соответственно, максимальное и минимальное расстояния между пластинами емкостного датчика. Для стенда СПИКСА динамический диапазон смещений платформы:

$$D = \pm (1,90 - 0,40)/2 = \pm 0,75 \quad (\text{мм}).$$

После определения динамического диапазона микрометрической системой устанавливают расстояние между обкладками датчика:

$$R = d_{\min} + |D| \quad (\text{мм})$$

для установки нулевого напряжения с блока емкостного датчика и, как следствие, более полного использования динамического диапазона.

Для стенда СПИКСА это расстояние

$$R = 0,40 + 0,75 = 1,15 \quad (\text{мм})$$

Максимальная ошибка измерения амплитуды напряжения с выхода блока емкостного датчика $\Delta U_{\max} = 0,0315 \text{ (В)}$, что соответствует максимальной ошибке измерения смещения подвижной платформы калибровочного стенда $\Delta D_{\max} = 0,0046 \text{ (мм)}$ (0,6% максимального значения D).

Для получения амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) калибровочного стенда, анализировали амплитуды сигналов емкостного и индуктивного датчиков при различных частотах колебаний подвижной платформы. Механические колебания платформы, преобразованные в электрические сигналы и оцифрованные АЦП, записывали на жесткий диск ПК. Далее, полученную информацию анализировали программой цифровой обработки сигналов GeMis (Cool Edit Pro). В результате анализа получен набор значений амплитуд сигналов датчиков при различных частотах колебания платформы. Частоты колебаний платформы задавали прецизионным генератором низкочастотных сигналов. Значения частоты изменяли с шагом 0,05 Гц для диапазона 0,05-1 Гц, 0,5 Гц для диапазона 1-10 Гц и 5 Гц для диапазона 10-95 Гц. Полученная зависимость отражена на рис.2.

Затем, необходимо перевести значения напряжений сигналов от датчиков в значения механических смещений подвижной платформы с учетом данных, полученных при статической калибровке. Здесь и далее наличие точек перегиба графиков в районе 1 и 10 Гц является следствием изменения шага по оси частот при переходе из одного диапазона в другой.

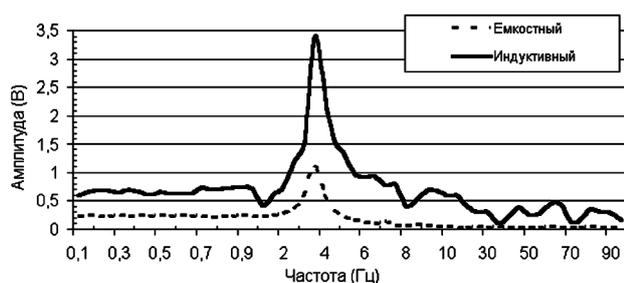


Рис.2 АЧХ стенда по зашумленным сигналам.

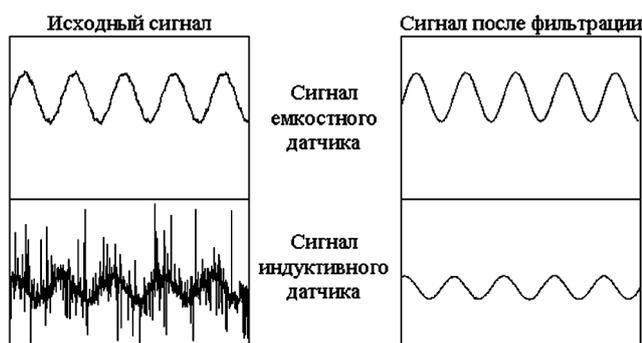


Рис.3 Вид сигналов до и после фильтрации.

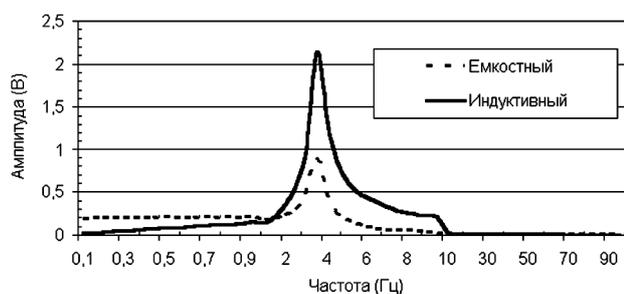


Рис.4 АЧХ стенда после фильтрации.

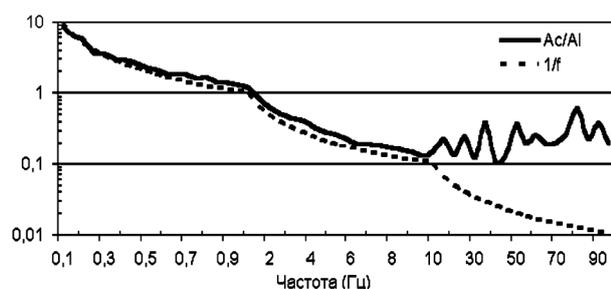


Рис.5 Функция перехода между показаниями датчиков.

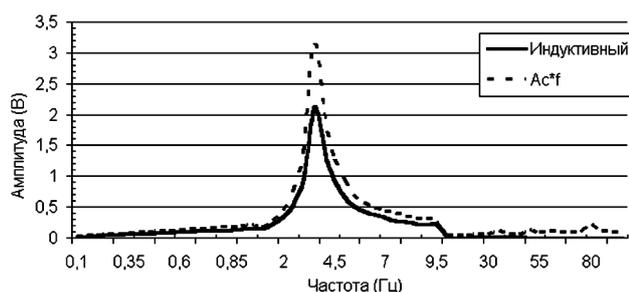


Рис.6 Реальная и восстановленная характеристики.

Визуальная оценка качества полученных записей показала, что при малых амплитудах колебаний подвижной платформы сигналы от датчиков зашумлены настолько, что в отдельных случаях амплитуда помехи превышает амплитуду полезного сигнала в два раза. Это делает невозможным автоматизацию процесса нахождения амплитуды полезного сигнала. Для решения этой проблемы понадобилось производить фильтрацию записанных сигналов; применена узкополосная цифровая фильтрация, основанная на алгоритме быстрого преобразования Фурье. Каждую запись обрабатывали отдельным полосовым фильтром, центральная частота которого совпадала с частотой колебания подвижной платформы, а ширину полосы пропускания выбирали равной ширине спектра синусоидального импульса данной частоты [3]. Вид сигналов до и после фильтрации представлен на рис.3.

АЧХ калибровочного стенда, построенная после фильтрации исходных сигналов, представлена на рис.4. Необходимо отметить, что процесс фильтрации влияет на амплитуду сигнала, причем с ростом частоты степень этого влияния увеличивается. Следовательно, процесс фильтрации влияет на амплитуду конечного сигнала, что без решения обратной задачи сейсмометрии делает невозможным переход от амплитуды электрических колебаний сигналов датчиков к амплитудам механических смещений подвижной платформы стенда. Таким образом, следует ограничить область применения фильтрации только теми областями частотного диапазона, в которых это влияние незначительно или задача выделения полезного сигнала ставится на первое место [2].

Для нахождения взаимосвязи между сигналами емкостного и индуктивного датчиков отнесем характеристику емкостного датчика к характеристике индуктивного рис.5.

Эта зависимость довольно хорошо аппроксимируется кривой $Y=1/f$. Получение переходной функции позволяет переходить от сигналов, пропорциональных скорости движения, к сигналам пропорциональным смещению и обратно. Для сравнения на рис.6 приведена АЧХ по индуктивному датчику и кривая, «восстановленная» из АЧХ по емкостному.

График, отражающий величину поправочного коэффициента, представлен на рис.7. Здесь есть необходимость в накоплении статистических данных.

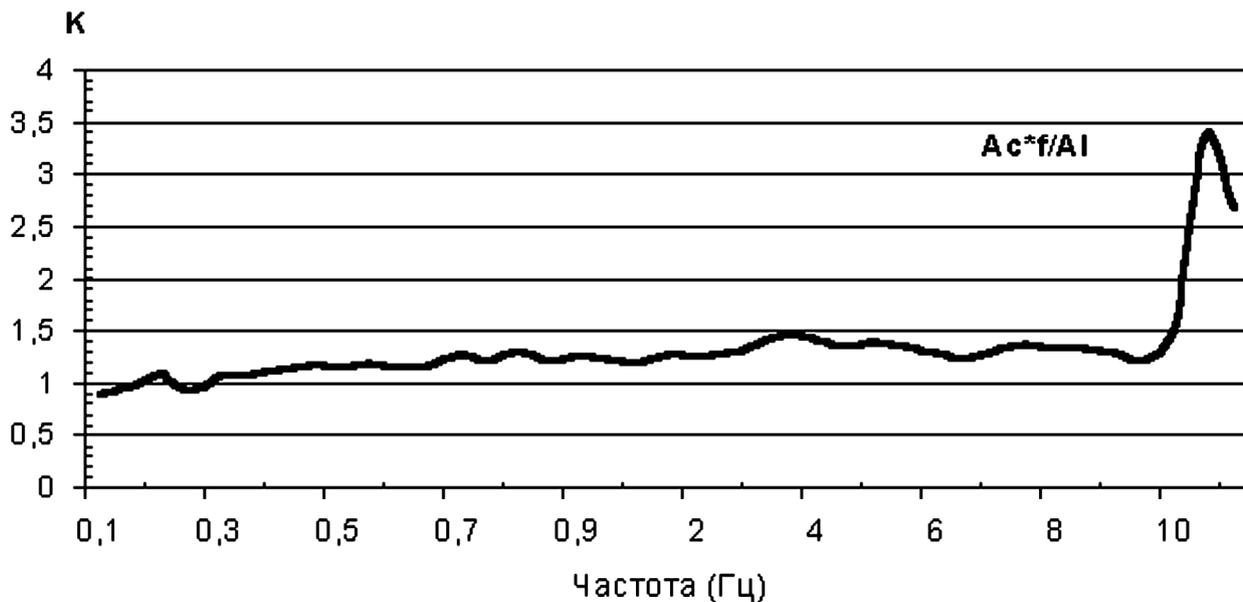


Рис.7 Зависимость поправочного коэффициента от частоты.

ВЫВОДЫ:

Таким образом, учет нелинейности АЧХ стенда при анализе сигналов, записанных сейсмоприемниками при их калибровке, является одним из важнейших вопросов. Путей решения этого вопроса два: математические преобразования полученных данных и обеспечение постоянной амплитуды колебаний платформы в процессе калибровки сейсмоканала. Последний из них представляется более рациональным, однако, требует внесения некоторых изменений в конструкцию стенда.

Полученная зависимость между характеристиками емкостного и индуктивного датчиков может сыграть важную роль при решении обратной задачи сейсмометрии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Бугаевский Г.Н., Степанюк А.Ю. Методика сейсмометрических исследований реакции зданий на механическое воздействие. Тр. научно-технической конференции «Строительство и проблемы экологии». Симферополь 1992 г.
2. Ландер А. В. О методике интерпретации результатов спектрально-временного анализа. Сб. «Машинный анализ цифровых сейсмических данных» (Вычислительная сейсмология, вып. 7). М., «Наука», 1974.
3. Молчан Г. М., Ратушный В. В. Методы фильтрации длиннопериодного сигнала на коротких интервалах времени. Сб. «Машинный анализ цифровых сейсмических данных» (Вычислительная сейсмология, вып. 7). М., Наука, 1974.

Раздел 3. Строительные материалы и изделия

УДК 691.55:620.193

Климюк В.И., инженер, Федоркин С.И., д.т.н., профессор

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Стойкость органических волокон в изделиях из дисперсно-армированного мелкозернистого бетона

Исследована стойкость полиамидных и полипропиленовых волокон в дисперсно-армированном мелкозернистом бетоне на карбонатных и кварцевых заполнителях. Показано, что среда твердения бетона не оказывает влияния на коррозионную стойкость органических волокон.

Волокна органические, стойкость, дисперсное армирование, бетон мелкозернистый, прочность, ударная вязкость.

В последние годы большое внимание уделяется применению органических волокон в производстве композиционных материалов различного назначения. Ввод органических волокон в материал приводит к существенному изменению его физико-механических свойств. Например, хрупкость, присущая цементному камню, может быть уменьшена добавлением в сырьевую смесь небольшого количества полиамидных или пропиленовых волокон [1, 2]. Специалисты единодушны в том, что органические волокна повышают ударную вязкость материала [3, 4]. Несмотря на противоречивость некоторых исследований в части влияния органических волокон на предел прочности материала при растяжении, а также в определении параметров дисперсного армирования, можно сделать вывод об эффективности их применения в современных строительных материалах. В то же время недостаточно информации о стойкости органических волокон в строительных материалах на основе минеральных вяжущих веществ. Результаты одного из немногих исследований, посвященных стойкости органических волокон в жидкой среде цементного камня и цементной матрице [5] свидетельствуют о возможности их использования в цементных бетонах. Однако расширение использования волокон в этих материалах требует дополнительных исследований.

Целью настоящей работы является исследование стойкости органических волокон в мелкозернистых бетонах.

В качестве сырьевых материалов нами использованы полиамидные и полипропиленовые волокна (табл.1), портландцемент М400 Бахчисарайского цементного завода, запорожский кварцевый песок и карбонатные отходы камнепиления Бештерекского месторождения (г. Симферополь).

Таблица 1

Физико-механические свойства волокон (по данным, приведенным в работе [12])

Вид волокна	Диаметр, мм	Длина, мм	Плотность, г/см ³	Прочность при растяжении, МПа	Модуль упругости, МПа	Удлинение, %	КТР, $10^{-6} \times 0^{\circ} C^{-1}$	Термостойкость, $^{\circ}C$
Полиамидное	0,01-0,2	10-65	1,14	600-900	400	8	-	80
Полипропиленовое	0,005-0,1	25-75	0,90	400-600	$4 - 8 \times 10^3$	15-20	90	150

Исследования проводили на образцах-балочках размером 4x4x16 см, изготовленных из мелкозернистого бетона состава Ц : П = 1 : 3 (по массе). Содержание органических волокон длиной 12 мм в цементно-песчаной массе составляло по массе 1,2 % (полиамидное волокно) и 1,8 % (полипропиленовое волокно).

При армировании дискретными волокнами мелкозернистого цементного бетона органические волокна подвергаются коррозионному воздействию жидкой фазы цементного теста, содержащей продукты его твердения. Кроме того, происходит изменение внутренних напряжений волокон из-за образования твердой фазы в результате физико-химических процессов, происходящих при твердении, что

способствует увеличению скорости коррозии.

При затворении цементно-песчаной смеси происходит взаимодействие портландцемента с водой, растворение минералов и переход в жидкую фазу продуктов растворения. Состав и свойства среды твердения влияют как на прочность цементно-песчаной матрицы, так и на свойства армирующего компонента [6, 7, 8].

По данным П.А. Ребиндера, на первой стадии структурообразования возникает коагуляционная структура исходных частиц цемента и гидратных новообразований. На второй стадии развивается сплошная рыхлая кристаллическая структура гидроалюмината, разрушающаяся при перемешивании раствора. Третья стадия - образование кристаллизационной структуры гидросиликатов.

Портландцементный клинкер, кроме основных составляющих - алита, белита, полиминеральной фазы, состоящей из алюминатов и алюмоферитов, клинкерного стекла, содержит щелочи K_2O и Na_2O в количестве 0,5- 1,3 %. В клинкере содержатся также оксиды кальция, магния, диоксид титана, сера.

В результате гидролиза и гидратации клинкерных минералов при твердении портландцемента жидкая фаза обогащается гидроксидом кальция и через 6-7 дней достигает максимума (рН=13-14). Такая высокая щелочность объясняется не только наличием насыщенного раствора гидроксида кальция (рН=12,6), но и присутствием щелочей, часть из которых остается в жидкой фазе в виде гидросиликатов или сульфатов, а другая часть образует комплексные соединения с гидросиликатами [9,10]. Щелочность среды зависит от минерального состава клинкера и содержания гипса, который снижает рН жидкой фазы, так как препятствует растворению щелочных сульфатов [11].

Экспериментальные исследования стойкости органических волокон в образцах из дисперсно-армированного мелкозернистого бетона проводили путем испытаний этих образцов на растяжение и ударную вязкость. Уровень разрушения поверхности волокон определяли с помощью электронного микроскопа.

В табл. 2 приведены результаты испытаний дисперсно-армированного мелкозернистого бетона на ударную вязкость и прочность при растяжении.

Таблица 2

Результаты испытаний образцов из дисперсно-армированного мелкозернистого бетона на ударную вязкость E (кДж / м²) и прочность при растяжении σ_p (МПа)

Вид волокна	Вид песка в бетоне	Время выдержки, сут.							
		30		90		180		360	
		E	σ_p	E	σ_p	E	σ_p	E	σ_p
Полиамидное	кварцевый	3,06	3,40	2,97	3,51	2,73	3,41	2,92	3,51
	карбонатный	3,52	3,75	3,47	3,70	3,14	3,36	3,40	3,40
Полипропиленовое	кварцевый	2,85	3,27	2,75	3,30	2,57	3,18	2,78	3,26
	карбонатный	3,33	3,54	3,15	3,50	3,10	3,32	3,17	3,48

Результаты исследований свидетельствуют о незначительном изменении ударной вязкости и прочности при растяжении образцов в указанный период испытаний (360 суток). Колебания этих показателей в период 90-180 суток связаны со структурными изменениями мелкозернистого бетона. Повышенные показатели мелкозернистого бетона на карбонатном песке объясняются более развитой поверхностью и шероховатостью частиц карбонатного песка по сравнению с кварцевым.

Электронномикроскопические исследования поверхности полиамидных и полипропиленовых волокон показали, что на их поверхности отсутствуют следы разрушений. Однако, на их поверхности обнаружена шероховатость, представляющая собой новообразования - продукты гидратации минералов портландцемента, которые прочно соединены с поверхностью волокон. Происхождение этих новообразований можно объяснить тем, что, по-видимому, в начале гидратации волокна являются центрами кристаллизации. В дальнейшем, с уменьшением количества свободной влаги, увеличивается число Ван-дер-Ваальсовых связей, что приводит к прочному соединению новообразований с поверхностью волокон.

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о высокой стойкости органических волокон в дисперсно-армированном мелкозернистом бетоне.

ВЫВОДЫ

Проведено исследование стойкости полиамидных и полипропиленовых волокон в дисперсно-армированном мелкозернистом бетоне на карбонатных и кварцевых заполнителях. Показано, что среда твердения не оказывает влияния на коррозионную стойкость органических волокон в мелкозернистом бетоне с использованием в качестве вяжущего портландцемента. Применение органических волокон в мелкозернистых бетонах даст возможность получать долговечные изделия с улучшенными прочностными и деформационными свойствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Goldfren S. Fibrous reinforcement for Portland cement. *Modern Plastics*, 1975, 42, №8, p. 156-160.
2. Харчевников В. И., Стадник Л. Н., Назаров С. В. Модификация составов стеклоцементных полимербетонов с целью увеличения их химической стойкости // Межв. сб. «Эффективные композиты и конструкции». - Воронеж: 1988. - с. 26-31.
3. Самойлович А. Г., Фиговский О. Л. Особенности защитного действия покрытий с добавками, взаимодействующего со средой // Межв. сб. «Эффективные композиты и конструкции». - Воронеж: 1988. - с. 61-65.
4. Michael E., David R. H. *Materiaux*. - Paris, Dunod., 1991. - p. 237-240.
5. Деревянко В. Н. Теоретические основы повышения стойкости и технология дисперсно-армированных покрытий: Дис. докт. техн. наук: 05. 23. 05. - Днепропетровск, 2001. - 335 с.
6. Пашенко А. А., Сербин В. П., Старчевская Е. А. Вяжущие материалы. - К.: Вища школа, 1985. - 440 с.
7. Юнг В. Н. Основы технологии вяжущих веществ. - М.: Госстройиздат, 1968. - 548с.
8. Волженский А. В., Стамбулко В. И. Структура и свойства цементного камня. М.: Стройиздат, 1978. - 154 с.
9. Армирование неорганических вяжущих веществ минеральными волокнами / Пашенко А. А., Сербин В. П., Паславская А. П. и др. - М.: Стройиздат, 1988. - 201 с.
10. Никифоров А. П. Тяжелые бетоны на шлакосодержащих вяжущих с комплексными модификаторами. - Дн-ск: Пороги, 1996. - 232 с.
11. Рояк С. М., Курбатова И. И., Абрамкина В. Г. Влияние минералогического состава клинкера на кинетику изменения состава жидкой фазы и кристаллизацию гидросульфоалюмината кальция в цементных пастах // ЖПХ. - 1974, Вып. 2. - с.267- 272.
12. Debicki G. L'etude du role de fibre dispersees anisotropiquement dans le mortier de ciment sur les lois de comportement les criteres de esistance et de fissuration du materiaux. - Lion: L'universite. Clode Bernard, 1988. - 349 p.

Лавринев П. Г., к.т.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Использование шламов гальванических производств в бетоне

Изучены физико-механические характеристики тяжелого бетона с включением в бетонную смесь 3% шламов гальванического производства от массы портландцемента.

При этом физико-механические свойства затвердевшего бетона не ухудшаются, а подвижность бетонной смеси увеличивается с 4—5 см до 7—8 см.

гальванические шламы, бетонная смесь, подвижность.

Цементные бетоны были, есть и будут основными конструкционными материалами в строительной практике. Повысить качество растворов и бетонов позволяют природные и искусственные химические модификаторы, улучшающие технологические свойства бетонных смесей, физико-механические показатели и долговечность бетона.

Более 70% бетонных и железобетонных конструкций в развитых странах изготавливают с различными модифицирующими добавками. В Украине уровень химизации бетона еще сравнительно невысок. Это связано с дефицитом дешевых эффективных добавок направленного действия и с недостаточным уровнем внедрения и использования передовых технологий в производстве бетонных и железобетонных конструкций.

В последние годы значительно возрастает интерес исследователей к использованию побочных продуктов промышленности. Это направление является актуальным, поскольку позволяет решать не только технико-экономические, но и острые экологические проблемы. Анализ технологических регламентов и химического состава побочных продуктов предприятий химической промышленности показал, что присутствие в них химических соединений, традиционно используемых в строительстве, позволяет широко применять жидкие пастообразные и твердые отходы в качестве сырьевой базы для разработки химических добавок различного функционального назначения. Объемы промышленных стоков таковы что при рациональной их переработке и распределении, возможно обеспечить большинство строительных предприятий дешевыми и эффективными добавками и наполнителями. Кроме того, стоимость традиционных твердых химических добавок, как правило, выше тех, которые производятся на основе вторичного сырья.

На территориях промышленных предприятий, имеющих гальванические производства, хранятся твердые или пастообразные отходы (шламы), образованные при реагентной очистке промывных и сточных вод процессов травления и основных гальванических процессов. Элементарный состав таких шламов разнообразен и определяется профилем основного гальванического производства, но общим для всех гальваношламов является высокая концентрация в них цветных и тяжелых металлов, которые при длительном хранении могут стать источником вторичного загрязнения почвы подземных вод.

Для обезвреживания гальванических отходов предлагаются в основном технологии иммобилизации их в строительных материалах или использовании как сырья в металлургических производствах [2-5]. Пирометаллургические методы позволяют разделить шлам на два полезных продукта: сплав металлов и шлак, практически свободный от токсичных элементов и пригодный для использования в строительной индустрии [2]. Технологии организации пирометаллургических процессов сложны, многостадийны, требуют большого расхода электроэнергии, поэтому наиболее привлекательным и на первый взгляд, наиболее простым выглядит метод непосредственного использования гальваношламов в производстве строительных изделий [6].

В работе [7] авторами Муминовой Д. Р., Мирахматовым М. М. и Ибрагимовым С. Т. на основании проведенных исследований установлено, что добавка гальванических отходов ОМЗ “Сигнал” (г. Ташкент) приводит к повышению коэффициента вспучиваемости глины при их обжиге и улучшению их качества, а также к снижению температуры обжига керамзита. Шламы

водоочистки гальванических производств могут быть использованы в качестве добавки при производстве керамзита, красящего компонента при нанесении глазури на поверхность изделий, а также могут применяться в качестве добавок к сырьевой массе строительного кирпича, придающим коричневый оттенок изделиям.

Под руководством Бондаря Е.И. [8] исследовано влияние общезаводского шлама гальванического производства ПО «Киевский радиозавод» и локальных потоков (медных и хромового) на процессы гидратации и структурообразования, а также физико-механические свойства цементно-песчаных композиций.

Анализ проведенных исследований показал, что введение 5% высушенного шлама медного или хромового потоков не снижает прочность цементно-песчаных композиций. Однако шлам медного потока нельзя рекомендовать к использованию в производстве строительных материалов на основе цемента в связи с выделением аммиака при затворении раствора и вследствие этого созданием вредных условий труда на рабочих местах. Шлам хромового потока до 5% можно использовать в бетонных и железобетонных изделиях.

Установлено, что обожженный при 800°C в течение 2 ч шлам гальванического производства (до 7% массы цемента) можно рекомендовать в производстве цементных растворов и бетонов. Показано, что вымывание тяжелых металлов в воде из затвердевших цементно-песчаных образцов с добавками хромового обожженного шлама гальванического производства практически не происходит.

Бондарь Е.И. со своими сотрудниками также установил, что в образцах с хромовым шламом образуется меньшее количество портландита, так как он частично использовался в системе на химическое взаимодействие с хромом, а также вошёл в структуру высокоосновных гидросиликатов, которых образовалось большое количество. Исходных компонентов хромового шлама на рентгенограмме образцов не обнаружено, что свидетельствует о вхождении их в состав гидросиликатов. В цементно-песчаных образцах с добавкой обожженного шлама увеличивается степень гидратации вяжущего, образуется большее количество гидросиликатов кальция и портландита. При этом незначительное количество оксидов остаётся в образце в свободном состоянии. Поэтому, несмотря на большую степень гидратации, прочность образцов была почти соизмерима с контрольными образцами.

Шламами гальваностоков завода «Ленинская кузня» (г. Киев) занимались исследователи под руководством Гасана Ю.Г. [30]. Для проведения исследований были отобраны средние пробы гидроксидного осадка гальваностоков.

Исследование влияния шламов гальваностоков на свойства бетонной смеси показало, что их введение пластифицирует бетонную смесь. Это дало возможность снизить водоцементное отношение в бетонной смеси.

Снижение содержания в бетонной смеси воды затворения в пределах от 5 до 10% не снизило удобоукладываемость бетонных смесей, сохранившей показатель $OK = 4$ см.

Проведенные исследования показали, что введение добавки в пределах 3% от массы сухих компонентов бетонной смеси повысило сырцовую прочность по сравнению с контрольным составом без добавки в 1,5 раза. Этот факт даёт основания считать, что улучшение удобоукладываемости бетонной смеси со снижением водоцементного отношения и является причиной повышения прочности бетона с добавкой осадка гальваностока.

Анализ результатов исследований показал, что использование в технологии мелкозернистого бетона отходов гальванического производства способствует улучшению формуемости, повышает удобоукладываемость бетонной смеси, что приводит к снижению производственного брака при изготовлении изделий, повышает прочность мелкозернистого бетона.

Как уже отмечалось выше, элементарный состав шламов, образованных при реагентной очистке промывных и сточных вод процессов травления и основных гальванических процессов, разнообразен, неоднороден их качественный и количественный состав. Поэтому руководство Симферопольского завода «Сантехпром» обратилось на кафедру «Технология строительных конструкций и строительных материалов» Национальной академии природоохранного и курортного строительства с предложением изучить возможность утилизации шламов водоочистки и гальванического производства.

По химическому составу осадки гальваностоков представлены оксидами тяжелых металлов. Ос-

новные фазовые составляющие – кальцит, кварц и аморфные вещества. Осадок отличается высокой дисперсностью, удельная поверхность осадка – 350 м²/кг.

Осадок сточных вод гальваники содержит примеси коллоидных соединений металлов, которые обволакивают прочной пленкой частицы материала, увеличивая их прочность и водостойкость. Кроме того, ионы металлов этого отхода, возможно, принимают участие в реакциях образования гидросиликатов кальция при твердении цемента, внедряясь в их решетку и уплотняя при этом структуру бетона.

Анализ существующей литературы по утилизации отходов подобного вида показал, что одним из самых эффективных способов «захоронения» шламов гальванического производства является использование их при производстве бетона и железобетона.

Для проведения экспериментальных исследований по изучению влияния шламов гальванического производства на свойства бетонной смеси и затвердевшего бетона автором были отобраны средние пробы гидроксидного осадка гальваностоков завода. При этом в исследованиях были использованы следующие материалы: крупный заполнитель – щебень из мраморовидного известняка Крымских карьеров фракции 5-20 мм, плотностью $\gamma = 2620 \text{ кг/м}^3$, насыпной плотностью $\gamma_n = 1520 \text{ кг/м}^3$; мелкий заполнитель – морской песок из Скадовска модулем крупности 1,8–2,1, плотностью $\gamma = 2590 \text{ кг/м}^3$, насыпной плотностью $\gamma_n = 1460 \text{ кг/м}^3$; вяжущее – портландцемент марки 400 (активность 424 кг/см²) Бахчисарайского цементного завода; вода – водопроводная питьевая. Состав бетонной смеси на 1 м³ бетона был принят следующим: портландцемента – 340 кг, песка – 780 кг, щебня – 1210 кг, воды – 160 л. Расход шламов гальванического производства, которые вводили в бетонную смесь вместе с водой затвердения, составил 1–5% от массы вяжущего. Бетонную смесь тщательно перемешивали вручную. Стандартные образцы – кубы размером 10x10x10 см формовали на лабораторной виброплощадке в течение 2 минут, затем подвергали тепловлажностной обработке в пропарочной камере по режиму 2+3+8+2 ч (выдержка, подъем температуры, изотермический прогрев при 80–85°C, охлаждение). Затвердевшие бетонные образцы-кубы, как контрольные, так и со шламом гальваники, испытывали на прочность при осевом сжатии после тепловлажностной обработки, после твердения во влажных условиях в 28-суточном возрасте на гидравлическом прессе П-125. Результаты проведенных экспериментальных исследований по влиянию шламов гальванопроизводства на подвижность бетонной смеси и прочностные свойства затвердевшего бетона представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты испытаний бетона с добавкой шламов гальванического производства

№п/п	Расход шламов, % от массы цемента	Осадка конуса, см	Прочность бетона на сжатие, МПа	
			После ТВО	В 28-суточном возрасте
1	2	3	4	5
1	0	4–5	18,4	26,8
2	1	4–5	17,9	26,2
3	2	5–6	17,2	25,8
4	3	7–8	16,7	24,7
5	4	8–9	15,3	22,3
6	5	9–10	14,1	20,1

Примечание: ТВО – тепловлажностная обработка бетона.

Анализ проведенных экспериментальных исследований, приведенных в таблице, показал, что шламы гальванического производства способствуют повышению подвижности бетонной смеси при одном и том же расходе воды ($V=160 \text{ л/м}^3$), но при этом снижается прочность бетона на осевое сжатие (контрольные образцы без шламов имели прочность в 28-суточном возрасте 26,8 МПа, а с 5% шламов – 20,1 МПа). Во второй серии опытов расход воды в бетонной смеси со шламами был уменьшен до 145 л/м³. При этом подвижность бетонной смеси со шламом гальванического производства и без шлама, где расход воды был равен 160 л/м³, была одинакова. Испытания образцов-кубов на осевое сжатие показали, что прочность контрольных образцов и образцов со шламами в количестве 3% от массы портландцемента оказалась примерно равной.

Таким образом, шламы гальванического производства Симферопольского завода «Сан-

техпром» можно добавлять в бетонную смесь в количестве 3% от массы портландцемента. При этом физико-механические свойства затвердевшего бетона не ухудшаются, а подвижность бетонной смеси увеличивается с 4–5 см до 7–8 см.

ВЫВОДЫ

1. Шламы гальванического производства Симферопольского завода «Сантехпром» можно добавлять в бетонную смесь в количестве 3% от массы вяжущего. При этом подвижность бетонной смеси увеличивается с 4-5 см до 7-8см, а физико-механические свойства не ухудшаются.
2. Шламы водоочистки гальванопроизводств могут быть использованы в качестве добавки при производстве керамзита, красящего компонента при нанесении глазури на поверхность изделий, а также могут применяться в качестве добавок к сырьевой массе строительного кирпича, придающих коричневый оттенок изделиям.
3. В результате использования отходов, образовавшихся при реагентной очистке промывных и сточных вод процессов травления и основных гальванических процессов в производстве строительных материалов, может быть решена проблема создания безотходных технологических процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тараканов О. В. Отходы в доходы // Сельскохозяйственное строительство.-2003.—№12.- с. 16-17.
2. Куприянов П. Ю. Производство тяжелых цветных металлов из лома и отходов.- Харьков.- 1992.- 399 с.
3. Баранов А. Н. , Тимофеев С. С. Пирометаллургическая технология утилизации осадков сточных вод гальванических производств // Химия и технология воды.-1966.-№4.- с.388-391.
4. Дятлова Е. М. , Левицкий И. А. , Тижовка В. В. Комплексная оценка отходов гальванического производства как источника вторичного сырья для силикатных материалов // Стекло и керамика.- 1992.- №2. – с. 2-4.
5. Тимофеева С. С. ,Баранов А. Н. ,Балаян А. Э. И. др. Комплексная оценка технологий утилизации осадков сточных вод гальванических производств //Химия и технология воды .-1991. – с. 68-71.
6. Клищенко П. Е. , Чеботарева Р.Д. , Пшинко Г.Н. и др. Использование шламов гальванических производств в керамике //Экотехнологии и ресурсосбережение.- 200.-№6.- с.26-29.
7. Муминова Д. Р. , Мирахматов М. М., Ибрагимов А. Т. Использование шламов водоочистки гальванических производств // Применение отходов производств-основной резерв строительства. – Севастополь. – 1990.- с. 142-143.
8. Бондарь Е. И. ,Запольский А. К. ,Пасечник Г. А. ,Надел Л. Г. Использование шламов гальванического производства в технологии цементных растворов и бетонов. // Промышленные отходы –резерв строительного производства. –Севастополь.- 1990 –с. 50-51.

Свищ И.С., к.т.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Влияние технологических факторов и вида песка на активность шлакощелочного вяжущего вещества

жидкое стекло, доменный гранулированный шлак, шлакощелочное вяжущее, вещество, начало схватывания, конец схватывания, тонкость помола, плотность раствора, растворошлаковое отношение, прочность

Разновидностью щелочно-щелочноземельных алюмосиликатных цементов являются шлакощелочные. Идея создания шлакощелочных цементов, а также строительных бетонов на их основе принадлежит В.Д. Глуховскому [1,2,3].

Шлакощелочные цементы – гидравлические вяжущие вещества, которые получают путем тонкого измельчения гранулированного шлака совместно с малогигроскопичными соединениями щелочных металлов (натрия и калия) или затворения молотого шлака растворами этих соединений. Для производства цемента используют самые разнообразные шлаки металлургического производства, а именно доменные, электротермофосфорные и др. Из щелочных соединений наиболее широко используются силикатные соли или растворимые стекла, которые относятся к разряду воздушных вяжущих веществ. Работами [1,3] было установлено, что способность растворимого стекла взаимодействовать с алюмосиликатным веществом шлаков в водных и гидротермальных условиях с образованием водостойкого цементного камня проявляется по мере уменьшения силикатного модуля стекла. В шлакощелочных цементах соединения щелочных металлов являются самостоятельными компонентами вяжущих, формирующими в продуктах их гидратации водостойкие щелочные гидратные алюмосиликатные новообразования.

Общеизвестно, что чем обширнее область исследованных параметров и свойств разнообразных вяжущих материалов, тем значительно расширяются области применения их в различных областях строительной индустрии. Не секрет, что шлакощелочной цемент (ШЩЦ) является конкурентом на рынке вяжущих материалов обычному портландцементу и его разновидностям. На ряду с конкуренцией, ШЩЦ одновременно дополняет, и расширяет возможности этого рынка, области его использования, дает возможность расширить базу выпуска самых разнообразных по назначению строительных материалов, изделий и конструкций. Тем самым усиливается строительный потенциал регионов и государства в целом. Если рассмотреть вопрос использования ШЩЦ и бетонов на их основе в плоскости экологической безопасности и охраны окружающей среды, то также видны значительные положительные факторы применения этого материала в строительной индустрии. Использование отходов промышленных производств актуальная проблема для любого государства. Широкое применение ШЩЦ дает возможность утилизации тысяч и тысяч тонн отходов металлургического производства, в частности разнообразных видов шлаков, которые выбрасываются в отвалы, зарываются в землю и т.д. По сути эти отходы являются уникальной сырьевой базой строительной индустрии, дающей получение конкурентоспособного по качеству и стоимости альтернативного вяжущего вещества. Рассматривая, актуальность этого вопроса для Южных и Юго-восточных регионов Украины, надо отметить, что в Крыму также существуют сырьевые отходы разнообразных промышленных производств. Так, например, при пилении строительного камня из горных осадочных пород известняков-ракушечников и его разновидностей во многих карьерах полуострова, в отвалах накопились немалые по количеству отходы камнепиления. Эти отходы лежат «мертвым» грузом, хотя по сути также являются ценным материалом для получения растворов, бетонов, которые можно применить при изготовлении разнообразных изделий и конструкций строительного назначения.

Из работ отечественных ученых, в частности В.Д. Глуховского, П.В. Кривенко, В.Л. Гера-

симчук, Г.В Румына, В.А. Пахомова, С.Ф. Крисанова, Т.Н. Романенко и др., широко известно применение ШЩЦ в разнообразных видах бетонов, в том числе легких бетонах, на пористых различных заполнителях искусственного и природного происхождения. В работах применяли ШЩЦ на разных видах шлаков и щелочных компонентов. При этом на данный момент времени накопилась обширная, бесценная база данных о составах, свойствах, характеристиках, технологиях производства бетонов, растворов, материалов, изделий и конструкций на основе ШЩЦ. Однако, наряду с хорошо изученными свойствами, характеристиками, технологиями, существует ряд малоизученных параметров, свойств, зависимостей, технологий производства и применения ШЩЦ. Одной недостаточно изученной тематикой, связанной с ШЩЦ, является изучение влияния силикатного модуля жидкого стекла, в частности $M_c = 1,5 \dots 1,7$, тонкости помола доменного шлака, плотности жидкого стекла, а также влияния вида мелкого заполнителя на прочность при сжатии и изгибе шлакощелочных цементно-песчаных растворов.

Для проведения экспериментальной части применяли следующие материалы: шлак доменный гранулированный Запорожского металлургического комбината удельной поверхностью $S_{уд} = 3100 \dots 3900 \text{ см}^2/\text{г}$, основной; жидкое стекло модифицированное едким натром при температуре кипения в течение 10 минут, силикатный модуль Днепродзержинского жидкого стекла $M_c = 1,58$, а Донецкого $M_c = 1,67$, плотность водного раствора модифицированного жидкого стекла в пределах $\rho = 1,14 \dots 1,18 \text{ г/см}^3$; песок стандартный плотный кварцевый, модуль крупности $M_k = 2,49$; песок пористый карбонатный, модуль крупности $M_k = 2,35$.

Цель исследований: определить влияние удельной поверхности, плотности жидкого стекла и растворошлакового отношения (Р/Ш) на предел прочности при сжатии и изгибе шлакощелочного цемента с использованием пористого карбонатного песка и разных пигментов в сравнении со стандартными песками. Исследования проводили по стандартной методике, регламентируемой ГОСТ 310.4 – 81. Изготавливали образцы-балочки стандартного размера (40x40x160 мм) из составов ШЩЦ на жидком стекле разного силикатного модуля, плотности, а также разных пигментов из цементно-песчаного раствора стандартной консистенции. Набор прочности образцов проходил как в воздушных влажных условиях, так и в водной среде в течение 28 суток. По истечении 28 суток образцы подвергали испытаниям разрушающим способом на прессе по стандартной методике.

По результатам испытаний были построены графики зависимости предела прочности при сжатии и изгибе ШЩЦ на жидких стеклах от удельной поверхности шлака, Р/Ш, плотности жидкого стекла, а также вида песка. Эти графики отображены на рис. 1.2.



Рис. 1 Зависимость предела прочности при сжатии шлакощелочных цементно песчаных растворов на жидком модифицированном стекле с силикатным модулем $M_c = 1,57 \dots 1,67$ от плотности жидкого стекла, удельной поверхности шлака и Р/Ш (растворошлакового отношения).

Анализируя данный график, следует отметить, что предел прочности на сжатие образцов балочек из карбонатного песка существенно зависит от Р/Ш и условий твердения. Это обусловлено пористостью карбонатного песка. Показание прочности на сжатие в воздушно-влажных условиях выше, чем в водной среде, при всех равных условиях. Это видно по прочности в точках 2,3,5 на плотных песках, чего нельзя сказать о прочности на сжатие на пористых песках. Хотя видны преимущества набора прочности в воздушно-влажных условиях по точкам 9,11. Резкое падение набора прочности на сжатие наблюдается, для всех равных условий, при Р/Ш = 0,83 для ШЩЦ на карбонатном песке.

Примерно такая же зависимость наблюдается при определении предела прочности на изгиб.



Рис. 2 Зависимость предела прочности при изгибе шлакощелочных цементно-песчаных растворов на жидком стекле с силикатным модулем $M_c = 1,5 \dots 1,7$ от удельной поверхности шлака, плотности жидкого стекла, Р/Ш.

На графиках более отчетливо прослеживается зависимость предела прочности при изгибе от тонкости помола шлака (точки 4,5,6,10,11,12), а также плотности жидкого стекла (точки 2, 3) и Р/Ш (точки 8, 9). Как и при определении предела прочности при сжатии, резкое падение прочности на изгиб для ШЩВ на карбонатном песке наблюдается при Р/Ш = 0,83. Оптимальные пределы Р/Ш для ШЩВ на карбонатном песке от 0,65 до 0,57. Как видно из графика при этих Р/Ш получены предельно высокие прочности на изгиб.

ВЫВОДЫ:

1. На активность шлакощелочного цемента (ШЩЦ) с применением жидкого натриевого стекла с силикатным модулем в пределах 1,5...1,7 и карбонатного песка влияет в первую очередь растворошлаковое отношение (Р/Ш).
2. Плотность жидкого натриевого стекла существенно влияет на активность ШЩЦ с применением стандартного песка.
3. Предел прочности при сжатии и изгибе ШЩЦ на стандартном плотном песке существенно превышает предел прочности при сжатии и изгибе ШЩЦ на карбонатном песке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глуховський В.Д. Грунтосілікатні вироби і конструкції. – К., Будівельник, 1967.
2. Глуховский В.Д. Грунтоцементы. – Доклад на XXI научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава КИСИ. Киев, 1960.
3. Глуховский В.Д. Грунтосиликаты. Киев, Госстройиздат, 1959.
4. П.В. Кривенко, Е.К. Пушкарева. Долговечность шлакощелочного бетона. – К., Будівельник, 1993, 224 с.
5. ДСТУ БВ.2.7 – 24 – 95. Будівельні матеріали. В'язуче шлаколузне. Технічні умови. (Строительные материалы. Вяжущее шлакощелочное. Технические условия).
6. Т 310.4-81. Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии.

Раздел 4. Технология промышленного и гражданского строительства

УДК 621.926.4 (088.8)

Корохов В.Г., к.т.н., профессор, Бутова И.В., ассистент
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Расчет продолжительности воздействия шнекового механизма на прессуемое сырье

Приводятся зависимости для проектного расчета продолжительности воздействия шнекового механизма пресса на перерабатываемое сырье, а также для определения требуемого продольного размера шнека, при котором будет обеспечено необходимое время прессования сырья для извлечения из него максимального количества жидкой фракции или удаления газообразных составляющих.

Производительность, скорость, продолжительность, шнек, длина, площадь, поперечное сечение, объем, объемная масса, прессование, сырье.

Шнековые механизмы, состоящие из шнека, вращающегося в замкнутой неподвижной оболочке или в желобе, применяются в машинах различного назначения. Впервые это устройство, названное архимедовым винтом, было использовано в третьем веке до нашей эры в водоподъемной машине. Помимо транспортирования жидкостей, сыпучих материалов, вязкопластичных сред, эти механизмы применяются в качестве нагнетающих рабочих органов машин для формообразования пластмасс при их экструзии, для нанесения электроизоляционного слоя на провода, при изготовлении кирпичей и различных железобетонных изделий.

Шнековые механизмы эффективно используются для разделения двухфазных систем, состоящих из твердой и жидкой фаз или твердой и газообразной, например при прессовании изделий из древесных опилок и стружки. Одним из важных технологических показателей этих прессов является необходимость извлечения из перерабатываемой массы максимального количества жидкой фракции, называемой выходом полезного продукта из весовой единицы сырья. Требуемый выход жидкой фракции из перерабатываемой массы достигается одновременным воздействием на сырье сочетания двух параметров процесса: нужного давления прессования сырья и необходимой продолжительности воздействия на сырье, чтобы жидкость, медленно вытекающая через поры уплотненной массы и преодолевающая большое гидравлическое сопротивление, успела покинуть прессуемый слой сырья. Понятно, что требуемое для этого время зависит от длины шнекового механизма, т.е. от того, как долго прессуемая масса будет находиться в межвитковых каналах шнека и достаточно ли будет этого времени, чтобы медленно вытекающая жидкость покинула уплотняемую массу. Нами разработано несколько марок шнековых прессов, выпускаемых серийно, в которых длина шнекового механизма, т.е. продолжительность прессования сырья, определялась экспериментально.

Для вывода зависимости, позволяющей расчетным путем на стадии проектирования машины определить продолжительность воздействия шнекового механизма на прессуемое сырье и определить продольный размер шнека, оказалось целесообразным воспользоваться данными, полученными при испытаниях пресса, показанного на рис. 1.

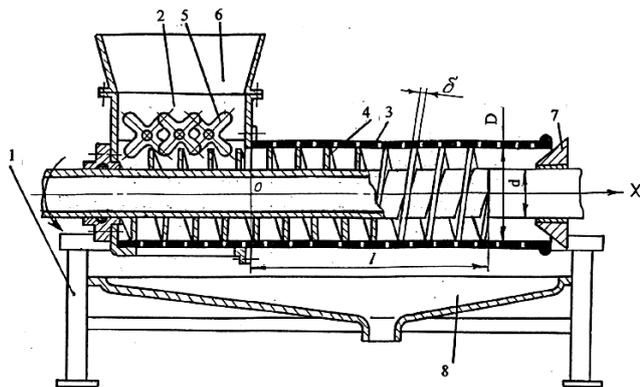


Рис.1. Шнековый пресс

На раме пресса 1 смонтирован корпус 2, к которому примыкает перфорированный цилиндр 3 с расположенным внутри него шнеком 4. На боковой стенке корпуса 2 смонтированы на осях лопастные колеса 5, лопасти которых расположены во впадинах между витками шнека 4. На корпусе 2 закреплен загрузочный бункер 6. Перфорированный цилиндр 3 перекрыт регулировочным клапаном 7, а под ним находится сборник 8 для извлеченной на прессе жидкости. При работающем прессе подлежащее отжиму сырье поступает в бункер 6 и из него в

корпус 2, заполняя межвитковые каналы вращающегося шнека 4, и при этом перемещается в перфорированный цилиндр 3 – в зону прессования. Лопастные колеса 5 приводятся во вращение витками шнека 4 и своими лопастями удерживают массу от вращения вместе со шнеком 4, что повышает производительность пресса. Прессуемая масса, находящаяся в межвитковых каналах шнека 4 на участке 1, испытывает давление со стороны витков и извлекаемая при этом жидкость через перфорацию цилиндра 3 стекает в сборник 8. Отжатая масса выводится через кольцевой зазор между цилиндром 3 и регулировочным клапаном 7. Более полное извлечение жидкости из прессуемой массы достигается не только развиваемым давлением ее прессования, но и достаточно длительной продолжительностью воздействия этого давления. Поэтому необходима определенная длина шнекового механизма, которую при проектировании машины нужно определять расчетным путем.

В качестве основных исходных данных для вывода расчетного уравнения, определяющего продолжительность прессования массы в шнековом механизме, приняты производительность пресса и площадь поперечного сечения рабочего пространства между внутренней поверхностью перфорированного цилиндра 3 и ступицей шнека 4. В этом случае, как показала практика, удалось получить более надежные результаты расчета, в отличие от традиционного подхода к решению этой задачи, когда в основу принимается межвитковый объем шнека и частота его вращения. Такой подход был бы справедлив для случая, когда движение массы по виткам шнека было бы подобно движению гайки по вращающемуся винту. А в прессе это поступательное движение массы во многом определяется силами трения ее о внутреннюю поверхность перфорированного цилиндра. Поскольку силы трения не постоянны и зависят от меняющихся коэффициентов трения различных партий сырья, то прессуемая масса частично проворачивается вместе со шнеком и ее поступательное движение неравномерно. Поэтому в основу вывода указанной зависимости приняты производительность пресса и площадь поперечного сечения канала шнекового механизма.

Для определения продолжительности прессования массы в шнековом механизме рассмотрим ее движение вдоль цилиндра пресса 1 на рис. 1. Введем прямоугольную систему координат, начало которой совпадет с началом перфорированного цилиндра. Ось X направим вдоль оси цилиндра в сторону движения массы. Так как шнек имеет постоянное поперечное сечение в направлении оси X , то рассматриваем шнековый механизм длиной l , вдоль которого масса движется в течение времени t . Масса, полностью заполняющая поперечное сечение F канала между цилиндром и ступицей шнека, за бесконечно малый промежуток времени dt продвинется на расстояние dx . Объем этой элементарной массы можем рассчитать так:

$$F \cdot v \cdot dt .$$

Будем считать, что на участке пути dx , скорость v движения массы постоянна.

С другой стороны, этот же объем массы можно представить в виде произведения $F \cdot dx$, тогда:

$$F \cdot v \cdot dt = F \cdot dx . \quad (1)$$

Скорость движения массы вдоль оси X представим в виде соотношения:

$$v = \frac{Q \cdot \varepsilon}{\rho \cdot F} , \quad (2)$$

где Q - номинальная производительность пресса по исходному сырью, кг/с;

v - скорость движения массы, м/с;

ε - текущее значение отношения объема массы при частично удаленной из нее влаги, проходящей через рассматриваемое поперечное сечение канала, к исходному количеству массы, поступившей в пресс;

ρ - объемная масса прессуемого материала, принимается постоянной в пределах всего участка прессования, кг/м³.

Подставим значение υ в уравнение (1) и, сделав необходимые преобразования, получим:

$$\frac{Q \cdot \varepsilon}{\rho} \cdot dt = F \cdot dx, \quad \text{отсюда}$$

$$dt = \frac{F \cdot \rho}{Q \cdot \varepsilon} \cdot dx. \quad (3)$$

Если проинтегрируем уравнение (3) в пределах длины рассматриваемого участка от нуля до l (рис. 1), то получим время прессования массы в технологическом тракте пресса:

$$t = \int_0^l \frac{F \cdot \rho}{Q \cdot \varepsilon} \cdot dx; \quad (4)$$

Иными словами, это уравнение определяет продолжительность воздействия шнекового механизма на прессуемое сырье. Из уравнения (4) имеем:

$$t = \frac{F \cdot \rho}{Q} \int_0^l \frac{1}{\varepsilon} dx; \quad (5)$$

Площадь поперечного сечения F канала между внутренним диаметром цилиндра D и ступицей d шнека определяется за вычетом толщины δ витка шнека в сечении, нормальном к оси шнека.

Для упрощения расчета принимаем толщину витка шнека в нормальном сечении к оси шнека, равной толщине витка в его нормальном сечении.

$$F = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) - \delta, \quad (6)$$

где: D – внутренний диаметр цилиндра, м;

d – диаметр ступицы шнека, м;

δ – толщина витка шнека в нормальном сечении, м.

Характер изменения коэффициента ε по длине перфорированного цилиндра установлен экспериментально и показан на рис. 2. Эта кривая описывается уравнением:

$$\varepsilon = ax^2 + bx + c, \quad (7)$$

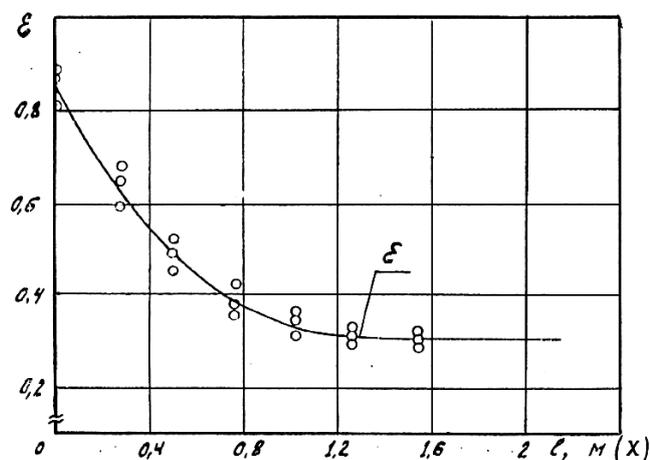


Рис.2. Коэффициент изменения ε объема исходной прессуемой массы в процессе извлечения жидкости при перемещении ее в шнековом механизме пресса.

где для серийно выпущенных образцов прессов марок ПНДЯ-4 и ВПШ-5:

$$a = 0,307; \quad b = -0,825; \quad c = 0,85.$$

x – длина шнека, м.

Подставив значения ε из уравнения (7) в выражение (5), получим:

$$t = \frac{F \cdot \rho}{Q} \int_0^l \frac{1}{ax^2 + bx + c} dx.$$

Вычислив интеграл, находим t :

$$t = \frac{2\rho \cdot F}{Q\sqrt{4ac - b^2}} \cdot \operatorname{arctg} \frac{2ax + b}{\sqrt{4ac - b^2}} \Big|_0^l.$$

После преобразований получаем расчетное уравнение, определяющее продолжительность

прессования массы на участке шнека:

$$t = \frac{2\rho \cdot F}{Q\sqrt{4ac - b^2}} \left[\operatorname{arctg} \frac{2al + b}{\sqrt{4ac - b^2}} - \operatorname{arctg} \frac{b}{\sqrt{4ac - b^2}} \right] \quad (8)$$

Обозначим $\sqrt{4ac - b^2} = K$, тогда после этого преобразования получим

$$t = \frac{2\rho \cdot F}{QK} \left[\operatorname{arctg} \frac{2al + b}{K} - \operatorname{arctg} \frac{b}{K} \right] \quad (9)$$

Из этого уравнения выразим l :

$$l = \frac{K}{2a} \cdot \frac{K \cdot N + b}{K - N \cdot b} - \frac{b}{2a}, \quad (10)$$

$$\text{где: } N = \operatorname{tg} \left(t \cdot \frac{Q \cdot K}{2\rho \cdot F} \right). \quad (11)$$

Для практических расчетов целесообразно использовать уравнения (9) и (10).

ВЫВОДЫ

1. Предлагаемые уравнения (9) и (10) позволяют выполнить проектный и проверочный расчеты продолжительности прессования сырья в шнековом механизме, а также определить требуемую длину шнекового механизма пресса для извлечения из сырья наибольшего количества жидкой фракции.
2. Отклонения расчетных показателей, определяемых с помощью указанных зависимостей (9) и (10), от фактических показателей созданных нами и испытанных машин, находятся в пределах $\pm 15 \dots 20\%$ в зависимости от различающихся физико-механических свойств сырья. Таким образом, использование этих зависимостей позволяет при проектировании прессов более обоснованно решать задачу создания машин с наиболее эффективными параметрами конструкции рабочих органов и режима работы.
3. Описанный пресс, благодаря применению в его корпусе лопастных колес, входящих в зацепление с витками шнека, отличается существенно большей удельной производительностью и меньшим энергопотреблением (на единицу перерабатываемого сырья), так как лопасти колес удерживают сырье от вращения вместе со шнеком и оно без проворачивания и сопутствующих энергопотерь попадает из корпуса в зону прессования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ковалев А.А., Морозов А.Д. Исследование энергетических характеристик пневмомеханической установки для сыпучих материалов – Симферополь: КАПКС, - 2004г.
2. Кавецкий Г.Д., Королев А.В. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: Агропромиздат, 1991г.
3. Авторское свидетельство СССР №1049263, В 30 В 9/14, 1983г. Бюл. № 39.
4. Патент Российской Федерации № 2059695, В 30 В 9/12, 1996 г., Бюл. № 13

Ковалев А.А., к.т.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Анализ и определение составляющих мощности пневмомеханической дорожной установки для сыпучих материалов

Рассмотрены основные расчетные соотношения для определения составляющих мощности машин для земляных работ с рабочими органами типа шнек, лопастной метатель, а также пневмомеханической дорожной установки с шнекоцентробежным напорным механизмом.

Шнек, диск, лопастной метатель, шнекоцентробежный напорный механизм, пневмомеханическая установка, грунт, сыпучий материал.

Создание и развитие машин для земляных, дорожных и общестроительных работ имеет более чем столетнюю историю.

Современный этап развития техники характеризуется зарождением экологического машиностроения. В научном плане закладываются теоретические основы выбора и расчета основных геометрических и режимных параметров рабочих механизмов машин, позволяющих ограничить негативное воздействие опасных и вредных производственных факторов (например, частиц пыли) на человека, природу, технологические процессы и оборудование, а также уточняются требования экологической безопасности к качеству машин и установок.

Анализ опубликованных в открытой печати научных работ Баловнева В.И., Баладинского В.Л., Васильева Б.А., Горячкина В.П., Домбровского Н.Г., Исрафилова Н.А., Кавалерова А.А., Михайлова Ю.И., Ничке В.В., Хмары Л.А., Холодова А.М., Федорова Д.И., и других исследователей свидетельствует о преимущественном использовании комбинированных грунтообрабатывающих рабочих органов в виде шнекороторных колес, шнекодисковых фрез, бульдозерных отвалов с газозвушной смазкой, лопастных метателей и пр.

Отметим, что в практике машиностроения, применение шнекоцентробежных колес или других шнекороторных рабочих органов в конструкции машин для земляных работ и в пневмомеханических дорожных установках для сыпучих материалов (например, песок, цемент, минеральный порошок, и пр.) позволяет нормализовать картину технологического процесса и ограничить выделения пыли в атмосферу.

Однако существует достаточно большое количество экологически небезопасной техники и технологических операций.

Так, представляет интерес, рассмотренный в работе [7] стр. 67 (представленный на рис.1.) авторами Б.А. Васильевым, В.Б. Гантманом, В.В. Комиссаровым, И.И. Мером каналочиститель с рабочим органом комбинированного типа (цилиндрический шнек в сочетании с лопастным метателем), который выбрасывает грунт в атмосферу.

В конструктивном отношении машина выполнена традиционно. Кожух шнека оставляет открытой часть шнека, которая взаимодействует с грунтом. Далее срезанный шнеком грунт направляется в лопастной метатель. Отметим, что корпус лопастного метателя расположен над шнеком и грунт поступает снизу вверх через разгрузочное окно.

В теоретическом плане представляет интерес расчет мощности привода метателя.

Согласно [7] стр. 276 мощность на привод метателя с торцевой подачей материала приближенно можно вычислить по формуле, кВт:

$$N_{мет} = \frac{P'_T \kappa_p \gamma_{\Gamma}}{3,6 \times 10^6} \left\{ \frac{V_e^2 - V_o^2}{2g} + \frac{(r_M - r_o) f}{\cos \alpha'_o} \left[\sin \alpha'_o + \frac{\omega_M^2 (r_M + r_o)}{g} \times \frac{1 - \sin \varphi}{\cos \varphi} \right] \right\},$$

где V_e, V_o - скорости выброса и осевой подачи грунта в метатель, $V_{окр}$ м/с; - окружная скорость на периферии лопасти метателя, м/с; r_M, r_o - радиус лопасти метателя и центра точки подачи грунта в метатель, м; κ_p - коэффициент разрыхления грунта; α'_o - центральный угол между радиусами в нижней точке метателя и в точке начала выброса; ω_M - угловая скорость лопастей метателя, 1/с; φ, f - угол и коэффициент трения грунта о лопасть; g - ускорение свободного падения, м/с²; γ_{Γ} - удельный вес грунта в Н/м²; P'_T - заданная производительность, м³/ч.

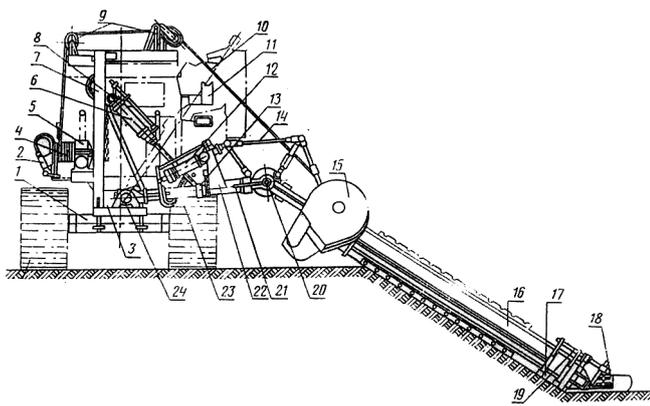


Рис.1. Каналоочиститель с рабочим органом комбинированного типа

1- крепление подрамника; 2 - гидромотор лебедки; 3 - коробка реверса; 4 - барабан лебедки; 5 - редуктор; 6, 12 - гидроцилиндр; 7 - задняя стойка рамы; 8, 13, 20 - шарнир; 9 - кронштейн с блоками; 10 - стальной канат; 11 - вилка для укладки в транспортное положение; 14 - рычаг установки шнека; 15 - кожух метателя; 16 - корпус шнека; 17 - уплотнительная плита; 18 - плужок-отвал; 19 - кронштейн; 21 - поворотная часть стойки; 23 - стойка; 24 - базовая машина.

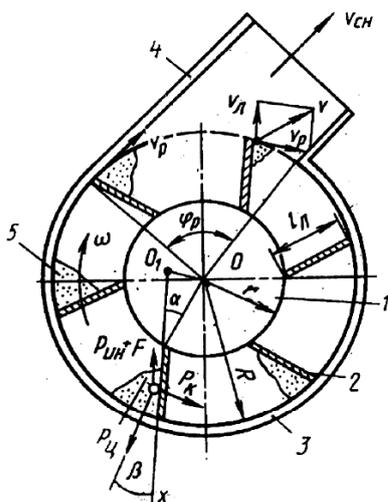


Рис.2. Схема рабочего процесса в метателе по Баловневу В.Л. [4] стр.317

1- ступица ротора; 2- лопасть; 3- кожух; 4- патрубок; 5- призма волочения материала перед лопастью; $P_{ин}, P_{ц}, P_{к}$ - силы инерции, центробежная, кориолисова, трения фрагмента материала; n, r, R, l - радиус ступицы, ротора, длина лопасти; φ_p - угол разгрузки ротора; β - текущий угол между лопастью и радиусом вращения, проходящим через фрагмент материала на лопасти; α - угол установки лопасти; ω - угловая скорость; V, V_p, V_l - абсолютная, окружная, радиальная скорости фрагмента материала на выходе метателя.

Следовательно, основными режимными параметрами формулы мощности метателя по работе [7] являются производительность, а также окружная, радиальная и угловая скорости метателя в квадрате. Геометрическими параметрами являются радиусы вала и диска ротора. Физико-механические характеристики грунта – удельный вес, коэффициент и угол трения.

Подробнее рассмотрим режимные и геометрические параметры составляющих мощности привода лопастного метателя N_p по работе Баловнева В.Л. [2] (схема расчетная приведена на рис 3 по работе [4] стр. 317).

$$N_p = (A'_v + A'_{fk} + A'_{fш} + A'_y) / 1000 \eta_1, \text{ кВт}$$

где: η_1 - КПД привода лопастного ротора метателя; A'_v - работа, затрачиваемая на сообщение материалу кинетической энергии; A'_{fk} - работа сил трения при движении материала по лопасти; $A'_{fш}$ - работа, расходуемая на трение материала о неподвижный кожух метательного аппарата; A'_y - работа, теряемая при ударе лопастей ротора о материал.

Мощность, затрачиваемая на сообщение материалу кинетической энергии и потерянная при ударе лопастей о материал $N_{кэ}$:

$$N_{кэ} = \frac{\omega^2 R^2 \Pi}{7200} \left[1 + \left(1 - \frac{1}{C_x^2} \right) / 2(1+f)^2 \right], \text{ кВт}$$

где Π – производительность машины, т/ч; ω - угловая скорость ротора, рад/сек; R - наружный радиус ротора, м; f - коэффициент трения материала о лопасть.

$$C_x = \sqrt{1 - k_3 \left(1 - \frac{1}{C^2} \right)},$$

где k_3 – коэффициент заполнения ротора материалом.

$$k_3 = \left[\frac{\Pi}{1800 \times b \times \omega \times R^2 \gamma_{сн} \left(1 - \frac{1}{C^2} \right)} \right]$$

где $\gamma_{сн}$ – объемная масса материала, т/м^3 ; b - ширина лопасти, м; $C = R/r$ - относительная величина; r - внутренний радиус лопасти, м.

Мощность, необходимая на преодоление сил трения при движении материала вдоль лопасти $N_{тр.л}$:

$$N_{тр.л} = \frac{f}{570(1+f)^2} \Pi \omega^2 R^2 \left(1 - \frac{1}{C_x^2} \right), \text{ кВт.}$$

Мощность, потребная на преодоление трения материала о кожух ротора (учитывая степень запол-

нения ротора материалом) $N_{mp.k}$:

$$N_{mp.k} = \frac{f}{980} \Pi \omega^2 R^2 \left(\frac{1 - \frac{1}{C_x^3}}{1 - \frac{1}{C_x^2}} \right), \text{ кВт.}$$

Суммарная мощность, потребляемая ротором лопастного метателя, определяется по формуле:

$$N_p = \frac{k}{7200} \Pi \omega^2 R^2, \text{ кВт.}$$

где k - коэффициент, определяемый по формуле:

$$k = 1 + \frac{\left(1 - \frac{1}{C_x^2}\right)}{2(1+f)^2} + 12,5 \frac{f}{(1+f^2)} (1 - C_x^2) + 7,4 \times f \times \frac{1 - \frac{1}{C_x^3}}{1 - \frac{1}{C_x^2}}.$$

В этой же работе определена скорость отбрасывания при радиальном расположении лопастей

$$V = \sqrt{V_{nep}^2 + V_x^2}.$$

где V_x - скорость перемещения частицы вдоль лопасти; $V_{nep} = V_p$ - окружная составляющая.

$$V_x = \frac{r \omega k_1 k_2}{k_1 + k_2} (e^{o k_1 t} - e^{-o k_2 t}),$$

где $k' = \frac{k_1 + k_2}{2}$, $k_1 = (\sqrt{f^2 + 1} - 1)$, $k_2 = (\sqrt{f^2 + 1} + 1)$ - коэффициенты.

В работе приводится функциональная $V_x = f(x)$ зависимость радиальной скорости от длины лопасти.

$$V_x^2 = \omega^2 \times k^2 (x^2 - r^2).$$

Используя работы в области центробежных насосов для жидкостей Боровского Б.И. [3] и Морозова А.Д [8] в области ПМУ для сыпучих материалов можно предложить уточненные соотношения для расчета потерь энергии в шнекоцентробежном напорном механизме (ШЦНМ) дорожной ПМУ.

Определим соотношение для составляющей мощности на снятие материала с лопастей центробежного колеса $N'_{оме}$ на выходном участке ШЦНМ ПМУ.

Основная особенность работы - герметизации рабочего процесса в ШЦНМ, то есть недопущения прорыва сжатого воздуха сквозь слой сыпучего материала и сводообразования на входе лопастного метателя.

Определим толщину слоя сыпучего материала на наружном диаметре центробежного колеса. Используем соотношения для удельного давления материала в выгрузном окне с позиции минимизации фильтрации воздуха из работы [8] и выше общеизвестные соотношения для абсолютной скорости потока материала на выходе центробежного колеса (см. рис. 3).

В общем виде окружная скорость на выходе центробежного колеса $C_{2u} = \pi \times D_2 \times n / 60$.

Радиальная скорость на выходе из центробежного колеса

$$C_{2r} = Q_{вых} / \pi \times D_2 \times b_1.$$

Осевая составляющая скорости потока на входе центробежного колеса.

$$C_{2z} = 4Q_{вых} / (\pi(D_{2u}^2 - d_6^2))$$

Определим объемную производительность до разгрузочного окна.

$$Q_{вых} = C_{2u} \times b_1 \times h_1,$$

где b_1 - ширина лопасти; h_1 - высота слоя сыпучего материала на выходе центробежного колеса.

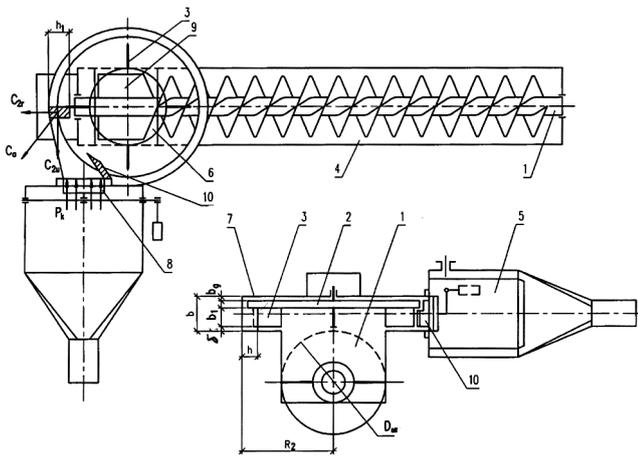


Рис.3. Пневмомеханическая дорожная установка сыпучего материала

1-шнек; 2- диск метателя; 3- лопасть метателя; 4- корпус шнека; 5- смесительная камера; 6- приемное окно; 7- корпус метателя; 8- обратный клапан с противовесом; 9 – отогнутый виток шнека; 10 – нож.

Принимаем толщину срезаемого слоя равной толщине потока. Тогда:

$$N'_{омв} = P_o \times R_2 \times \frac{(2,5...2,7)P_k b}{3fC_{2u}b_1} \times n \times z.$$

С определенной степенью надежности (с учетом работы [2], исследований в работах [1, 6, 8, 9]) удельное сопротивление грунтов резанию для грунтов первой категории в первом приближении можно принять $P_o = 0,07-0,08$ МПа, а при фрезеровании предварительно разрыхленного грунта эти значения уменьшают на 10–20%.

ВЫВОДЫ

1. В настоящее время одно из наиболее эффективных направлений создания экологического машиностроения заключается в уточнении требований экологической безопасности к машинам с рабочими органами комбинированного типа для земляных и дорожных работ;
2. Анализ составляющих мощности машин с роторным рабочим органом, традиционно используемых в дорожном строительстве, позволил математически учесть дополнительные затраты мощности дорожной ПМУ на преодоление избыточного давления сжатого воздуха в смесительной аэрокамере и определить теоретическое значение высоты слоя сыпучего материала на наружном диаметре диска центробежного колеса напорного механизма установки;
3. На основании проведенного исследования предложена усовершенствованная конструкция комбинированного рабочего органа (дискошнековый метатель), который может быть использован как в конструкции каналочистителя, так и в конструкции ПМУ для работы с сыпучими материалами в трюмах барж или на открытых приобъектных железнодорожных складах асфальтобетонных заводов дорожных организаций;
4. Направление дальнейших исследований связано с описанием силовой картины рабочего процесса в ШЦНМ, а также с уточнением влияния коэффициента формы разгрузочного окна, геометрии ножей и характеристик сыпучей среды на энергоемкость работы дорожной ПМУ.

Используем соотношение для определения расхода сыпучего материала из работы [5].

$$Q = \frac{b^2 T_o}{12 \times \delta \times \mu},$$

где $T_o = \Delta P \times F = (1,25...1,35)P_k \times F$ - давление на тарелку обратного клапана из условия исключения фильтрации сжатого воздуха; δ - толщина стенки корпуса в зоне разгрузочного окна; $\mu \equiv f_2$ - кинематическая вязкость.

Высота слоя сыпучего материала на выходе центробежного колеса.

$$h_1 = \frac{(2,5...2,7)P_k b}{3f_2 C_{2u} b_1}.$$

В общем виде мощность на снятие материала с лопастей зависит от удельного сопротивления материала резанию P_o , ширины лопасти, глубины резания R_2 , толщины снимаемого с лопастей слоя материала, частоты вращения колеса, числа лопастей z .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баладинский В.Л., Ливинский А.М., Кравец С.В., Яцкевич М.Ч. Техника разрушения и транспортирования рабочих сред. - К.: «МП Леся», 2001.-230 с.
2. Баловнев В.И. и др. Машины для содержания и ремонта автомо-бильных дорог и аэродромов.-М.: Машиностроение, 1964.-296 с.
3. Боровский Б.И. Энергетические параметры и характеристики высоко-оборотных лопастных насосов. – М.: Машиностроение, 1989.– 184 с.
4. Дорожно-строительные машины и комплексы: Учебник для вузов по спец. «Строительные и дорожные машины и оборудование»/В.И. Баловнев, А.В. Ермилов, А.Н. Новиков и др.; Под общ. ред. В.И.Баловнева. – М.: Машиностроение, 1988.- 384 с.
5. Ковалев А.А. Повышение эффективности работы загрузочной пневмовинтовой установки. Диссертация канд. техн. наук. 05.05.04.- Симферополь. 2001.-175 с.
6. Ковалев А.А., Морозов А.Д. Исследование энергетических характеристик пневмомеханической установки для сыпучих материалов. Симферополь.: Сборник научных трудов КАПКС. Строительство и техногенная безопасность. Выпуск №8. 2003.- 109-112с.
7. Мелиоративные машины/ Б.А. Васильев, В.Б. Гантман, В.В. Комиссаров и др.; Под ред. И.И. Мера.- М.: Колос, 1980.- 351 с.
8. Морозов А.Д. Создание нового оборудования разгрузочно-транспортных пневмокомплексов.- К.: НМК ВО, 1993. -128 с.
9. Хмара Л.А., Колесник Н.П, Станевский В.П. Модернизация и повышение производительности строительных машин. –К.: Будивельник, 1992. – 152 с.

Морозов А.Д. к.т.н., проф., Жидов С.Н., инженер, Чередниченко И.А. ассистент
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Методика повышения эффективности и экологической безопасности разгрузочно-транспортного оборудования для пылевидных грузов

Приводятся методика, описание стенда и результаты исследований новых конструкций пневморазгрузчиков цемента и минпорошка для предприятий стройиндустрии.

Пневморазгрузчик, заборное устройство, пылевидный груз, окружающая среда, экологическая безопасность, шнек.

Основным содержанием экологической проблемы промышленных предприятий, связанных с комплексной переработкой сырья в пылевидные строительные материалы и получение на их основе деталей строительных конструкций, является превращение материального производства из чисто технического и социального органа в биосоциальный, в средство планомерного преобразования биосферы.

Менее всего сейчас разработано и обобщено главное направление природоохранной работы инженеров, связанное с коренным совершенствованием важнейших технологий, в том числе с технологиями погрузо-разгрузочных и транспортных работ с пылевидными и порошкообразными грузами.

Анализ информационной обеспеченности технологических задач экологической проблемы показывает, что для всех вариантов пневмотранспортных технологических схем транспортирования пылевидных грузов необходимы дополнительные теоретические и экспериментальные исследования, которые позволяют разработать новое разгрузочно-транспортное пневмооборудование для сыпучих грузов, отличающееся более высокими экологическими и техническими характеристиками.

Объектами исследований являлись установки всасывающе-нагнетательного действия с автоматизированным заборным устройством, предназначенные для разгрузки пылевидных грузов из закрытых железнодорожных вагонов, морских и речных судов.

Экспериментальные исследования проводились с целью повышения эффективности и экологической безопасности пневморазгрузчиков для различных грузов на базе принципов физического моделирования рабочих процессов, позволяющих существенно снизить стоимость и сроки разработки новых машин, а также модернизации существующих. Новые конструктивные решения, направленные на обеспечение стабильной работы разгрузчиков, снижение удельных энергозатрат на транспортирование, существенное сокращение пылевидных выбросов в окружающую среду и соответствие полученных технических параметров расчетным, исследовались в лабораториях НАПКС, С.-Петербургском заводе строительных машин, предприятиях объединения «Укрдорстрой». Исследования параметров заборного устройства осуществлялись на стенде физического моделирования (рис. 1 и рис. 2) на двух геометрически подобных физических моделях с диаметрами дисков 0,195 и 0,496 м (заборное устройство с дисками диаметром 0,682 м было принято в качестве оригинала). Решение задачи оперативного установления рациональных конструкторских параметров рабочих органов пневморазгрузчиков методами физического моделирования рассмотрены нами в работе [1].

Регистрация основных параметров процесса пневмотранспортирования материалов базировалась на тензометрических измерениях методом синхронной непрерывной записи.

В процессе исследований измерялись давление в системе, расход воздуха, масса груза, потребляемая мощность, температура, время опыта, линейные размеры, частота вращения дисков, горизонтальные составляющие сопротивления перемещению груза дисками питателя. Эти замеры осуществлялись рычажными визуальными и групповыми регистрирующими манометрами, газовыми счетчиками, платформенными циферблатными весами, ваттметровыми самопишущими приборами, секундомерами, термометрами, тензорезисторами и др.

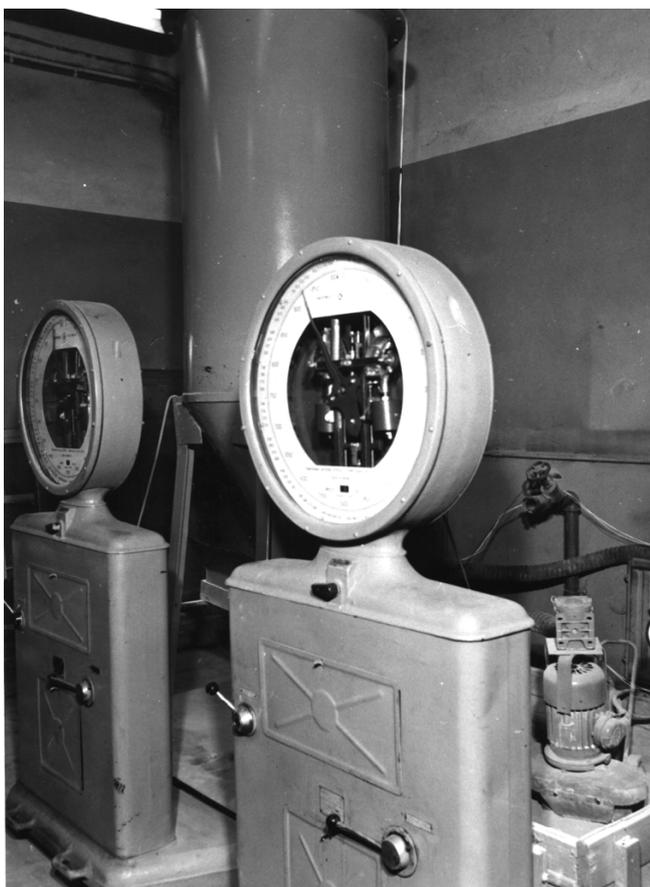


Рис.1. Стенд для исследований работы моделей пневморазгрузчиков

При экспериментальных исследованиях определялись:

по заборному устройству -

- производительность дискового питателя при различной частоте вращения дисков и различной высоте слоя груза на них, коэффициента перфорации, размеров дисков;
- плотность груза, находящегося на диске;
- коэффициент перфорации диска;
- сопротивление перемещению заборного устройства со стороны слоя груза;
- перепад давлений на начальном и конечном участках всасывающего сопла;
- геометрические размеры дисков питателя и заборного сопла.

по грузопроводу:

- перепад давлений на концах исследуемых участков;
- геометрические размеры и конфигурация грузопровода.

по осадительной камере:

- разрежение в конусной части осадительной камеры перед фильтрами и за фильтрами;
- положение обратного клапана во время выгрузки в смесительную камеру;
- давление в смесительной камере;

- оптимальные геометрические размеры фильтров в осадительной камере;
- время, необходимое для продувки фильтров и сопротивление фильтров после регенерации;
- наиболее приемлемые марки тканей для фильтров;
- количество и состав пыли, улавливаемой фильтрами за один час работы пневмоустановки.

Основным оборудованием стенда являлся пневморазгрузчик цемента малой производительности всасывающе-нагнетательного действия, в состав которого входит заборное устройство (физическая модель $K_L = 3.5$), осадительная камера с рукавными фильтрами, шнеком, электродвигателем, обратным клапаном и смесительной камерой. Заборное устройство соединено с осадительной камерой гибкими резиноканевыми рукавами.

Разрежение в системе разгрузчика создавалось газодувкой модели ТАП-80-А0, сжатый воздух подавался ротационным компрессором типа РК-4. Компрессор оборудован воздушным фильтром масляно-инерционного типа.

Заборное устройство осуществляет забор груза из лотка, установленного на платформенные циферблатные весы типа РП-2Ц13 (рис.2). Приемный бункер установлен на такие же весы. Из бункера в лоток с заборным устройством осуществляется засыпка груза по течке, оборудованной поворотным затвором.

В верхней части бункера смонтированы фильтры, расположенные в герметичном кожухе, соединенном трубопроводом с расходомером.

Для замера разрежения на различных участках всасывающей линии и избыточного давления на участках нагнетательной линии был применен групповой регистрирующий манометр марки ГРМ-2, контроль за показаниями которого осуществляется по U-образным ртутным манометрам. Замеры количества воздуха, отсасываемого из системы, подаваемого в смесительную камеру нагнетательной линии и выходящего из бункера, осуществлялся газовыми расходомерами марки РГ-100.

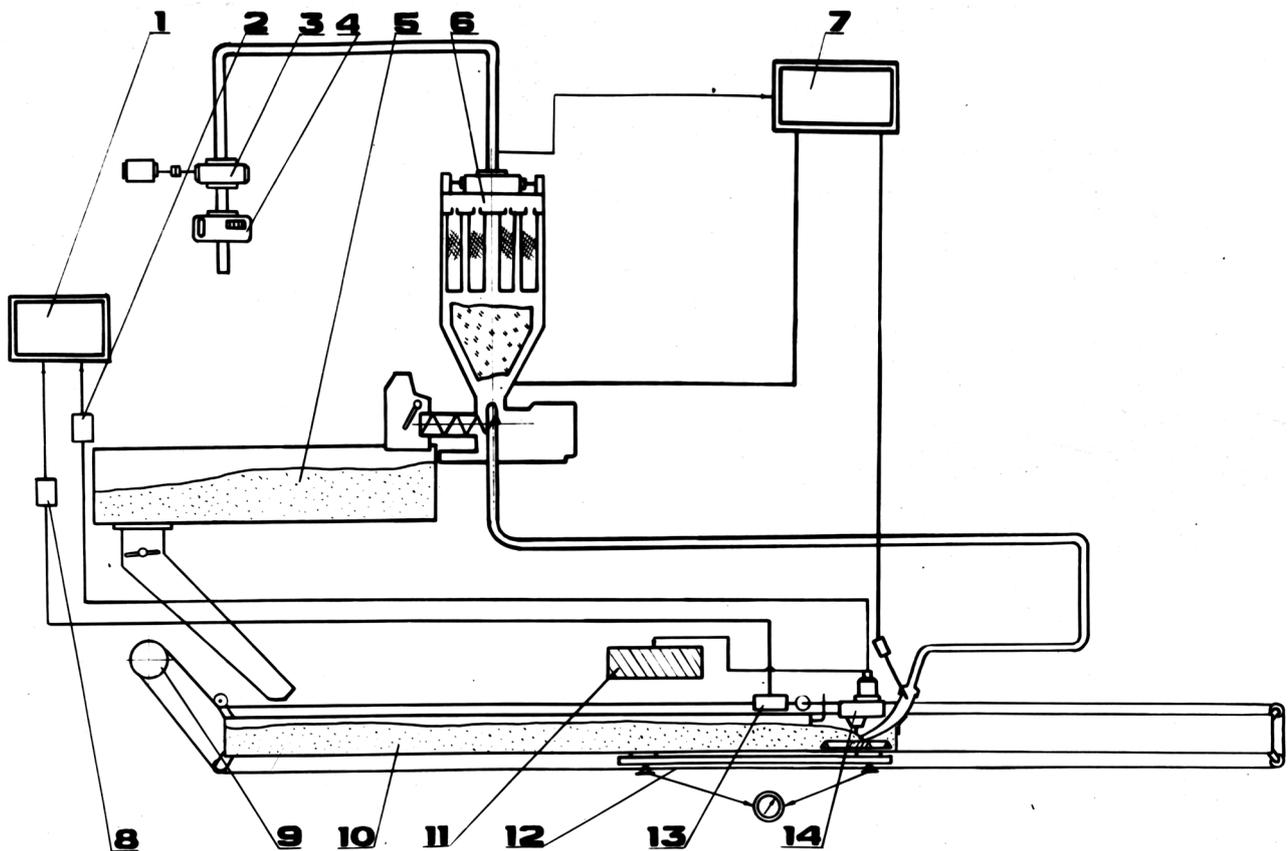


Рис. 2. Схема стенда для исследований моделей пневморазгрузчиков

Для визуального наблюдения за работой всасывающей и нагнетательной линий стенда использовались рабочие вакуумметры и манометры с трубчатой пружиной.

Показания газовых расходомеров, полученные с помощью потенциометров, и показания угла поворота обратного клапана записывались на ленте осциллографа модели Н-004 (рис. 2).

Осадительная камера 6 была оборудована выгрузочным патрубком, через который цемент, выгружаемый шнеком, поступал в приемный лоток 5. Заборное устройство (физическая модель $K_L = 3.5$) во время проведения исследований перемещалось по мерному лотку 10, установленному на платформенных циферблатных весах 12 типа РП-2Ц13.

Подача цемента в лоток 10 производилась по течке, оборудованной поворотным затвором.

Для равномерного перемещения заборного устройства с заданной скоростью вдоль лотка 10 было смонтировано приводное тяговое устройство с тензодатчиком 13 и регистрацией сигнала на ленту осциллографа 1.

Привод дискового питателя осуществлялся электродвигателем постоянного тока 14, частота вращения которого изменялась с помощью реостата 11.

Разрежение в осадительной камере создавалось газодувкой 3 и фиксировалось групповым регистрирующим манометром 7 марки ГРМ-2 и ртутным U-образным манометром.

При проведении исследований на лабораторных стендах, а также при проведении эксплуатационных испытаний опытных образцов пневморазгрузчиков цемента и минпорошка фиксировалась частота и общее количество срабатываний сигнальной лампы на пульте управления, электрически связанной с указателем уровня материала, установленным в конусной части осадительной камеры. Включение указателя уровня характеризует нарушение синхронности работы всасывающей и нагнетательной линий пневмосистемы пневморазгрузчика.

Количество нарушений синхронности работы пневмосистемы и время, необходимое для восстановления режима работы, фиксировались за период выгрузки всего количества цемента из железнодорожного вагона и заносились в журнал наблюдений, в котором производилась их математическая обработка. Время продувки фильтров фиксировалось при записи процесса разгрузки на ленте осциллографа.

Полученные числовые значения основных параметров времени, влажности и давления транспортирующего воздуха, массы перегруженного цемента, количества перетечек воздуха, количества пыли, улавливаемой фильтрами, потребляемой мощности и др. измерялись с помощью стандартных измерительных приборов, предельная ошибка которых была заранее известна. Ряд параметров определялся расчетным путем на основании полученных экспериментальных данных.

К таким параметрам относились:

- коэффициент, характеризующий зависимость частоты вращения слоя цемента на диске от частоты вращения перфорированного диска и связывающий зависимость эти параметры с производительностью дискового питателя;
- коэффициенты, компенсирующие нарушение критериев подобия при выполнении исследований методами приближенного физического моделирования;
- коэффициент, связывающий зависимости потери давления в сопле заборного устройства и производительности пневморазгрузчика;
- коэффициент, характеризующий потери давления во всасывающем цементопроводе в связи с изменением его конфигурации;
- зависимость величины перетечек воздуха через шнек механизма выгрузки от перепада давления между всасывающей и нагнетательной линиями пневмосистемы разгрузчика.

Испытание созданных опытных образцов пневморазгрузчиков сыпучих грузов всасывающе-нагнетательного действия проводились в эксплуатационных условиях на механизированных складах цемента и минпорошка заводов железобетонных изделий предприятий треста «Запорождорстрой».

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований переналаживаемых моделей и натуральных образцов пневморазгрузчиков цемента и минпорошка установлено:

1. Разработанная методика экспериментального исследования пневмотранспортного оборудования на базе принципов физического моделирования рабочих процессов позволяет сократить стоимость и сроки постановки новых машин на серийное производство в 2-3 раза.
2. Технология разгрузочных работ пылевидных грузов с применением новых пневмоустановок всасывающе-нагнетательного действия типа ТА-27А, ТА-33А, ТА-37М и ТА-33М производительностью 50 т/ч и 90 т/ч с автоматизированным заборно-подающим устройством, успешно сочетает преимущества установок всасывающего и нагнетательного типов: хорошие санитарно-гигиенические условия труда для обслуживающего персонала, высокую производительность, большую дальность подачи, широкий диапазон перемещаемых пылевидных и зернистых материалов, уменьшение потерь на распыл материалов в окружающую среду на 15-20 % по цементу и на 30-50 % по минпорошку, снижение загрязненности промышленной зоны предприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Морозов А.Д., Жидов С.Н., Чередниченко И.А. Исследование и создание нового пневмомеханического оборудования на основе методов физического моделирования. // Строительство и технологическая безопасность. - Сборник научных трудов – Симферополь: КАПКС. - Вып. 9. - с.113-118.
2. Морозов А.Д. Пневмомеханическое разгрузочно-транспортное оборудование предприятий строительной индустрии. Симферополь. Изд. КИПКС, 1997. - 222 с.
3. Морозов А.Д. Научные основы создания пневмомеханических разгрузочно-транспортных машин. Симферополь. Изд. КАПКС, 2002. - 256 с.
4. Морозов А.Д. Повышение эффективности пневмотранспорта в строительной индустрии. Севастополь: ин-т геотехнической механики АН УССР, 1990. – 60

Раздел 5. Техногенная безопасность

УДК 666.254.1

Ветрова Н.М., к.э.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Экологическая составляющая стратегии развития рекреационного региона

Исследованы современные подходы к разработке стратегии развития отдельных территорий, имеющих рекреационную специализацию в рамках экологического менеджмента на региональном уровне. экологическая безопасность, развитие, стабилизация, изменение специализации.

Процесс поддержания и корректирования физиологического состояния организма в процессе отдыха, оздоровления, всестороннего саморазвития – процесс рекреации [1] жизненно необходим для человека, который затрачивает в трудовой деятельности собственный физический и умственный потенциал. Роль рекреации человека повышается в условиях высокой интенсивности и напряженности труда, нарастания психологических перегрузок в современном производстве. Особое значение при организации эффективной рекреации человека имеет учет экологического состояния природных систем окружающей среды как определяющего фактора рекреации. Этот тезис основан на непосредственном участии в рекреационном процессе естественно-природных составляющих, таких как климат, гидроресурсы, бальнеогрязевые запасы, фитолечебные морские и пляжные ресурсы, ландшафтное многообразие [2, 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. Целью данного исследования является рассмотрение подходов к формированию стратегии развития рекреационного региона с учетом экологической составляющей.

Проблемы обеспечения экологической безопасности, состояния окружающей среды, его влияния на здоровье населения и на эффективность рекреационной деятельности широко изучались учеными-экологами [3], [4], [5], [8, с.239-246], [9], медиками [6, с.95], [10], [11, с.7-13], экономистами [1], [7], [9, с.267-274], [6, с.57-73]. Однако аспекты экологического менеджмента 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 [1]. 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 - 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 объе-

мах. При этом часто нарушаются пропорции процессов возобновления таких ресурсов: лесозаготовка ведется без учета сроков возобновления лесов; водозабор, превышает естественный уровень баланса гидроресурсов – для хозяйственно-бытовых нужд в целом в мире изымается до 10% речного стока (около 3,5 тыс. км³ воды); добыча полезных ископаемых осуществляется с нарушением массивов поверхности земли (создание пустот и другие виды нарушений) – суммарная добыча руды в мире составляет 600 млрд. т; распаивание и схема посевов нарушает естественный баланс восстановления характеристик почв – перемещается при пахоте до 3 тыс. км² почвы и другие виды воздействия [13]. 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 общественного 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 [2, с.31].

При этом для рекреационной территории экологический менеджмент в процессе формирования стратегического видения (перспектив) должен:

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

Данный подход к проблематике экологического менеджмента основан на учете следующих особенностей рекреационной деятельности в регионе:

- 1) миграционный сезонный рост численности населения в рекреационном регионе за счет рекреантов;
- 2) освоение особых зон (территорий) - курортных, в которых целесообразно создание ле-

чебных 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) [14, с.264].

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 [9, 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 [9, 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 [12, 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.

Одной из альтернатив стратегии развития для территориальных рекреационных зон, учитывая имеющиеся ресурсы и сложившуюся инфраструктуру, может быть признана «стратегия концентрированного роста». В ее рамках осуществляется ориентация на увеличение объемов оказываемых рекреационных услуг, что может позволить увеличить мощности на первом этапе и наращивать их в перспективе за счет получаемых средств. 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.

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).

Основой выбора «стратегии стабилизации» для территориального рекреационного комплекса является осознание экономической необходимости защиты позиций хозяйствующих субъектов на рекреационном рынке без роста объемов рекреационных услуг. 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 загрузка 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.

«Стратегия изменения специализации» для территорий, имеющих рекреационные ресурсы, но традиционно развивавших другие виды деятельности, реализует принцип структурных изменений территориального комплекса в меняющихся условиях функционирования. Так, 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 АПК 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.

Следует отметить, что существуют различные предложения о стратегии развития Крыма как региона, имеющего ряд отличий в системе разделения труда, производства, транспортных и денежных потоков, однако сегодня экологическая доминанта в современном обществе должна быть определяющей при выборе перспектив и мероприятий по их обеспечению.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований подтверждено, что стратегические перспективы как общее направление в развитии деятельности рекреационного региона не могут не отражать субъективные мнения и устремления их разработчиков и поэтому для преодоления возможных противоречий между хозяйствованием и состоянием внешней среды должна реализовываться система стратегических мероприятий экологической направленности, регламентирующая ведение рекреационно-экономической деятельности. В такой системе объединяются социально-организационные, оценочно-прогнозные и технические меры, которые позволят избежать рассогласования экологических параметров территории и рекреационно-экономической деятельности.

Сформулированные подходы к разработке стратегии функционирования рекреационной территории требуют дальнейшего уточнения и доработки с учетом анализа взаимодействия совокупности экологических факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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
2. Устойчивое развитие рекреационно-экономического комплекса Крыма /Коллектив авторов; Под ред. д.э.н., проф. А.В. Ефремова – Симферополь: «Таврия», 2002.- 400 с.
3. Реймерс Н.Ф. Экология (теория, законы, правила, принципы, гипотезы). – М.: Россия молодая, 1994. – 367 с.
4. 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.
5. Экология, охрана природы и экологическая безопасность / Под ред. В.И. Данилова -Данильяна. – М.: Изд. МНЭПУ, 1997. – 744 с.
6. Устойчивый Крым. План действий: научные труды КИПКС. Киев-Симферополь: СОНАТ, 1999. - 400 с., ил., 16 с. цв. вкл.
7. Данілішин Б.М. Природно-техногенні катастрофи: проблема економічного аналізу та управління.– К.: УІНСіР, 2002.– 153 с.
8. Устойчивый Крым. Общественно-экологическое движение. – Симферополь: Бизнес-Информ, 2002. – 368 с., ил.
9. 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.
10. Шибанов С.Э., Шибанов А.С. Анализ существующих запасов, перспектив освоения и экологического состояния гидроминеральных и грязевых курортных ресурсов Крыма //Вестник физиотерапии и курортологии. – 2001. –№1. – С.112-116.
11. 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.
12. Ветрова Н.М. О типах и иерархии стратегий //Экономика и управление. 2003.-№5-6. ? С.11-14.
13. Зубаков В.А. XX век. Сценарии будущего: анализ последствий глобального экологического кризиса // Зеленый мир. Российская экологическая газета. – 1996. -№ 215.
14. 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.

Дихтярь Т.В., инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Влияния дозы активного ила на продолжительность его регенерации в аэротенке при пневматической аэрации

Показана зависимость продолжительности регенерации активного ила от его дозы, установлено незначительное влияния дозы активного ила на эффект очистки сточных вод

аэротенк, активный ил, регенерация активного ила, пневматическая аэрация, скорость окисления, продолжительность окисления

Продолжительность регенерации активного ила определяется по формуле [1], ч:

$$t_r = t_o - t_{at}, \quad (1)$$

где: t_o – продолжительность окисления активным илом органических загрязнений; t_{at} – продолжительность аэрации.

Продолжительность окисления

$$t_o = (L_{en} - L_{ex}) / R_i \cdot a_i (1 - S) \rho_{ок}, \quad (2)$$

где: L_{en} – начальная концентрация загрязнений в сточной воде, мг/л; L_{ex} – концентрация загрязнений в очищенной воде, мг/л; R_i – степень рециркуляции активного ила: для вторичных отстойников с илососами (насосами) минимальная величина $R_i = 0,3$; a_i – доза ила в регенераторе, г/л; S – зольность ила: для городских сточных вод $S = 0,3$; $\rho_{ок}$ – удельная скорость окисления в аэротенке, мг/г·ч.

Доза ила в регенераторе определяется по следующей формуле:

$$a_i = a_i \left(\frac{1}{2R} + 1 \right), \text{ г/л} \quad (3)$$

где: a_i – доза ила в аэротенке, г/л.

Удельная скорость окисления в аэротенке

$$\rho_{ок} = \rho_{max} L_{ex} C_o / (L_{ex} C_o + K_1 C_o + K_o L_{ex}) \cdot (1 + \phi \cdot a_i), \quad (4)$$

где: ρ_{max} – максимальная скорость окисления: для городских сточных вод $\rho_{max} = 85$ мг/г·ч; $C_o = 2$ мг/л – концентрация растворённого кислорода в аэротенке; K_1 – константа, характеризующая свойства органических загрязнений: для городских сточных вод $K_1 = 33$ мг/л; K_o – константа, характеризующая влияние кислорода: для городских сточных вод $K_o = 0,625$ мг O_2 /л; ϕ – коэффициент ингибирования продуктами распада активного ила: для городских сточных вод $\phi = 0,07$ л/г.

Продолжительность аэрации

$$t_{at} = (2.5 / \sqrt{a_i}) \lg(L_{en} / L_{ex}), \quad (5)$$

По [1] продолжительность аэрации не должна быть меньше 2 ч.

Анализ формул (1) – (5) показывает, что продолжительность регенерации t_r зависит от дозы ила в аэротенке a_i . Результаты расчетов при расходе сточных вод от 900 до 1400 $m^3 / ч$, а также при начальной концентрации загрязнений (БПК) сточных вод от 200 до 500 мг/л показаны на рис.1.

Из рисунка видно, что с увеличением дозы ила уменьшается продолжительность регенерации t_r . Однако увеличение дозы ила a_i более 4 г/л слабо влияет на продолжительность регенерации.

Эффект очистки сточных вод рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E} = 100\% (L_{en} - L_{ex}) / L_{en} = (1 - \gamma) \cdot 100\%, \quad (6)$$

где $\gamma = L_{ex} / L_{en}$ – относительная остаточная концентрация загрязнений.

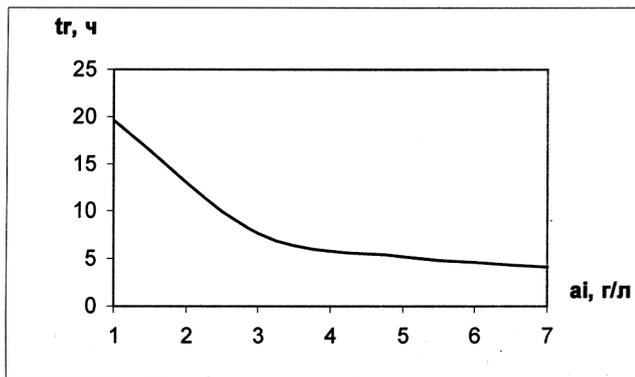


Рис.1. Зависимость продолжительности регенерации t_r от дозы ила a_i в аэротенке.

В работе [2] получено следующее соотношение:

$$\gamma = 1/(1 + K_{ок} \cdot t_{ат}), \quad (7)$$

где: $K_{ок}$ – константа скорости биоокисления загрязнений, c^{-1} ;

$$K_{ок} = \beta C_{no} / \alpha L_{en}, \quad (8)$$

здесь β – коэффициент массопередачи, м/с; C_{no} – начальная концентрация кислорода в пузырьке воздуха ($C_{no} = 0,3$ кг/м³); $\alpha = 0,4 - 0,6$ м – энергетический коэффициент, характеризующий энергетические затраты активного ила на окисление загрязнений.

Выражение для коэффициента β имеет вид:

при мелкопузырчатой аэрации, диаметры пузырьков $d \leq 1,4$ мм

$$\beta = 2\sqrt{D\nu} / \pi d; \quad (9)$$

где: $D = 2 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2 / \text{с}$ – коэффициент молекулярной диффузии; ν – скорость всплытия пузырьков, м/с; d в метрах.

Выражение для скорости всплытия пузырьков записывается в виде [3]:

$$\nu = 0,056d^2(1 - \rho_g / \rho) / \nu, \quad (10)$$

где ρ_g – плотность воздуха, кг/м³; ρ – плотность воды, кг/м³; ν – коэффициент кинематической вязкости воды.

Результаты расчетов по формулам (6) – (10) при указанных выше диапазонах изменения расхода сточных вод и их загрязненности показывают, что, так как продолжительность аэрации $t_{ат} \geq 2$ ч, то эффект очистки не зависит от дозы ила и составляет около 98 %.

ВЫВОДЫ

Продолжительность регенерации уменьшается при увеличении дозы ила, однако увеличение дозы ила более 4 г/л слабо влияет на продолжительность регенерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.: Госстрой, 1986. – 74с.
2. Брагинский Л.Н., Евилевич М.А., Бегачев В.И. и др. Моделирование аэрационных сооружений для очистки сточных вод. – Л.: Химия, 1980. – 144 с.
3. Боровский Б.И. Скорость всплытия пузырьков воздуха в аэротенке при очистке сточных вод. – Строительство и техногенная безопасность / Сборник научных трудов КАПКС, вып.7. – Симферополь: 2002. – с.265-268.

Марюшин П.А., к.т.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства.

Разработка технических средств регулирования водно-солевого режима почв при мелиорации чернозёмов

Рассмотрены конструкции оросительно-дренажных систем с двусторонним регулированием уровней грунтовых вод, в том числе: регулируемый дренаж; системы двустороннего регулирования УГВ. Обе системы работают в сочетании с поверхностным орошением и могут осуществлять двустороннее регулирование УГВ и водно-солевого режима почв, что позволяет поддерживать высокое плодородие чернозёмов при орошении.

Дренаж, двустороннее регулирование УГВ, регулятор напора, дренажный затвор, регулирующие трубы-дрены.

1. Типы дренажей и условия их применения.

В связи с различным влиянием солевого состава почвогрунтов на урожаи сельскохозяйственных культур и плодородие почв, предлагается три типа дренажных устройств для регулирования глубин залегания грунтовых вод и водно-солевого режима почв, работающих в совокупности с орошением:

а) Дренаж обычный (нерегулируемый) работает только в режиме дренирования, причём ни интенсивность, ни объём отводимых вод, ни время дренирования не регулируются; в совокупности с орошением обуславливает промывной водный и рассоляющий солевой режимы почв, что создаёт проблемы сохранения плодородия почв; можно применять для земель с наиболее токсичными видами засоления почвогрунтов (хлоридный, содовый), где влияние засоления на развитие растений характеризуется кривой первого типа (чем меньше засоление, тем выше урожай).

В этом случае как и принято сейчас везде, все оросительные и дренажные мероприятия будут осуществлять “борьбу с засолением”. Задача сохранения почв при этом должна решаться с помощью химических мелиораций, главным образом, путём внесения гипса. Это позволит не допустить обессоливания почв. Кроме гипса надо постоянно компенсировать потери гумуса, питательных веществ и микроэлементов путём внесения органических и химических удобрений.

б) Дренаж регулируемый – работает в двух режимах: 1) дренирования (как обычный) и 2) в режиме поддержания уровней грунтовых вод на определённых глубинах для использования их во влажнонабжении растений. В этом случае возможно регулирование объёмов и сроков отведения дренажных вод. Этот дренаж в совокупности с орошением, обладает способностью двустороннего регулирования солевого режима почв. Рекомендуется для земель с хлоридно-сульфатными и сульфатным засолением почв с характеристиками влияния засоления на растения второго типа (с порогом токсичности), возможно также третьего типа.

в) Системы двустороннего регулирования уровней грунтовых вод работают в трех режимах: 1) дренирования (как обычный дренаж), 2) режим поддержания уровней грунтовых вод на необходимых глубинах, 3) подпитывания грунтовых вод и подъёма их уровней на необходимые глубины, с целью использования их для влажнонабжения корнеобитаемого слоя. Регулируемый дренаж и системы двустороннего регулирования УГВ являются наиболее совершенными системами, в совокупности с орошением, обладают способностью двустороннего регулирования водно-солевого режима почв. Рекомендуются для земель с сульфатным и хлоридно-сульфатным типами солевого состава почвогрунтов, характеризующимися кривыми зависимости урожая растений от степени засоления почв второго и третьего типов.

По ряду литературных источников, земли с характеристиками солевого состава почв первого типа занимают в зоне черноземов, примерно, 15% площади, остальные земли (примерно 85%) характеризуются кривыми второго и третьего типов. Исходя из этого можно считать, что на подавляющем количестве орошаемых земель Украины целесообразно применять системы регулируемого дренажа и двустороннего регулирования УГВ.

Примечание. Типы кривых зависимости величины урожая от количества солей в почвах приводятся в статье: Марюшин П.А. «Разработка схемы регулирования водно-солевого режима почв при орошении черноземов», помещенной в предыдущем номере сборника.

Обычный дренаж на Украине к настоящему времени достаточно изучен, имеются все нормативные документы для проектирования, строительства и эксплуатации таких сетей, поэтому эти вопросы здесь не рассматриваются.

2. Разработка конструкций регулируемого дренажа

Попытки регулирования процесса дренирования на орошаемых землях путем шлюзования обычного дренажа, в целях использования грунтовых вод растениями, предпринимались давно – как в старых, так и в новых районах орошения. Осуществлялись они путем закрытия устьев дрен подручными средствами (деревянные щиты, шандоры, пробки и т.п.). Этот вопрос и в настоящее время интересует производственные организации. Однако, все попытки регулировать процесс дренирования на обычных дренажных системах, несмотря на очевидную целесообразность этого мероприятия, успеха, а следовательно, и широкого распространения не получили. Дело в том, что при закрытии устья дрены, дренажная вода, в связи с наличием уклона дрены, продолжает поступать от истока к устью. Кроме того, опять же в связи с наличием уклона, вода движется и по обратной засыпке над дренаем, в результате чего в приустьевых частях дренируемой площади происходит подтопление. Закрытие устьев современных дрен различными подручными средствами, не решая задачу, требует значительных трудозатрат и часто способствует ухудшению технического состояния дренажа.

Опыт показал, что необходима разработка специальных устройств для эффективного регулирования процесса дренирования, при небольших трудозатратах.

Задача создания регулируемого дренажа разветвляется на два направления: а) реконструкция обычного дренажа в регулируемый; б) проектирование регулируемого дренажа заново, на новых площадях.

3. Реконструкция обычного дренажа в регулируемый

Реконструкция обычного дренажа в регулируемый заключается в установке на дренах и коллекторах промежуточных и устьевых дренажных затворов, рис. 1.

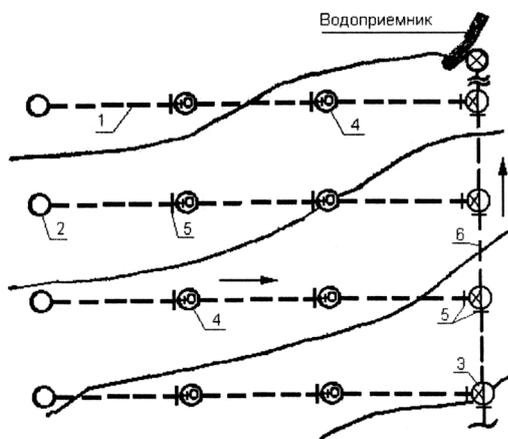


Рис.1. План сети регулируемого дренажа:

1 – регулируемая дрена; 2 – колодец; 3 – устьевой дренажный затвор; 4 – промежуточный затвор; 5 – диафрагма; 6 – коллектор.

При подъёме штанги 4, клапан открывает нижнее сливное отверстие 3 и дренажная вода уходит в коллектор 6. В этом случае осуществляется обычный режим дренирования.

При опускании штанги 4 и закрытии сливного отверстия, дренажная вода поднимается внутри корпуса затвора до ближайшего открытого бокового отверстия 5, через которое, затем, сливается также в коллектор. В этом случае осуществляется ограничение интенсивности дренирования.

При закрытии всех сливных отверстий дренаж выключается из работы полностью.

Задачей устьевых дренажных затворов является частичное или полное выключение дрены из работы.

Промежуточные затворы устанавливаются в колодцах по длине дрены и их задачей является частичное или полное выключение отдельных участков дрен между колодцами, в целях поддержания одинаковой глубины грунтовых вод по длине дрены при закрытии на них устьевых затворов.

Схема устьевых дренажных затворов показана на рис.2. Затвор состоит из корпуса 1 устанавливаемого на дренаю 2. В нижней части корпуса предусмотрено сливное отверстие 3, закрываемое клапаном на штанге 4; выше предусмотрены боковые сливные отверстия 5.

При подъёме штанги 4, клапан открывает нижнее сливное отверстие 3 и дренажная вода уходит в коллектор 6. В этом случае осуществляется обычный режим дренирования.

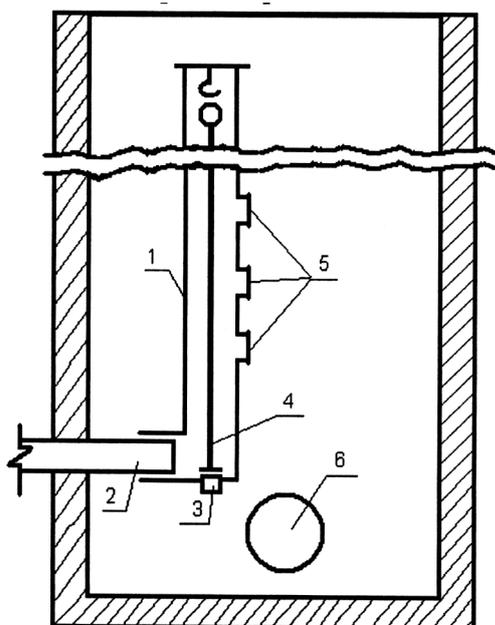


Рис. 2. Устьевой дренажный затвор.

го, т.е. $\Delta h_{\text{факт}} \leq \Delta h_{\text{зад}}$. Величина $\Delta h_{\text{зад}}$ принимается равной 0,3...0,5 м и может устанавливаться путем изменения длины рычага или объема поплавка. Как только фактический перепад уровней $\Delta h_{\text{факт}}$ станет больше $\Delta h_{\text{зад}}$, клапан приоткрывается и сбрасывает часть воды до тех пор, пока разница уровней до и после затвора не станет равной $\Delta h_{\text{зад}}$.

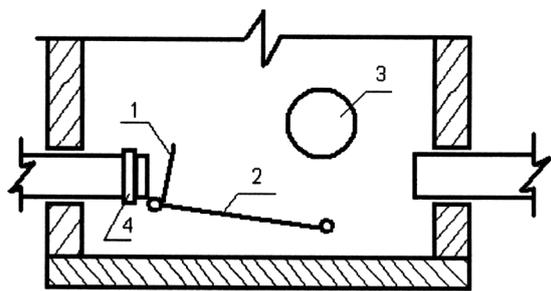


Рис. 3. Промежуточный затвор.

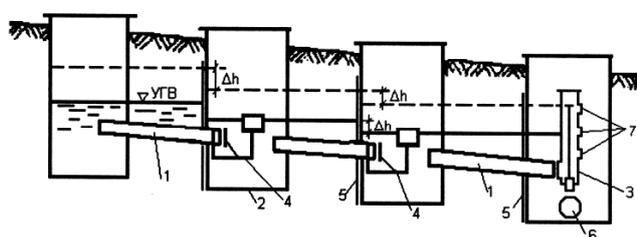


Рис.4. Разрез по регулируемой дрени:

1 – регулируемая дрена; 2 – колодец; 3 – устьевой дренажный затвор; 4 – промежуточный затвор; 5 – диафрагма; 6 – коллектор; 7 – сливные отверстия дренажного затвора.

Схема промежуточного затвора показана на рис. 3.

Промежуточный затвор состоит из закрывающего дрена клапана 1, рычага 2 и поплавка 3, шарнирно закрепленных на хомуте 4, с помощью которого устройство крепится на выступающем конце дрена; работает промежуточный затвор следующим образом: по мере повышения уровня воды в колодце поплавков 3 всплывает и, действуя через рычаг 2, прижимает клапан 1 к торцу дрена закрывая ее. Путем изменения объема поплавка и длины рычага можно изменять силу с которой клапан 1 прижимается к торцу дрена, а следовательно изменять возможный перепад напоров Δh на затворе.

Размеры элементов промежуточного затвора рассчитывают таким образом, чтобы полное закрытие дрена осуществлялось при перепаде уровней на затворе, меньшем заранее заданного.

При оснащении устьевым и промежуточными затворами указанных конструкций регулируемая дрена работает следующим образом (рис.4): при закрытии устьевого затвора 3 вода заполняет дрена, уровень в ближайшем промежуточном колодце поднимается и поплавковый клапан 4 прикрывает дрена на следующем участке. Так последовательно отключаются все участки дрена. Для изменения режима работы дренажа оператору необходимо пройти вдоль коллектора и переключить устьевые затворы на дренах.

Дальнейшим развитием этой схемы является вариант, когда коллектор в промежуточных колодцах также оснащается промежуточными затворами аналогичных конструкций и принципа действия (только в более крупных модификациях в соответствии с диаметрами участков коллектора). Устьевым затвором оснащается только устье коллектора, при закрытии которого последовательно отключаются вышележащие участки коллектора, а также дрена. Далее интенсивность и режим дренирования определяются открытием того или иного отверстия на устьевом затворе в устье коллектора и, таким образом,

управление процессом дренирования площади, обслуживаемой коллектором, становится возможным из одной точки и сводится к переключениям устьевого затвора на коллекторе.

4. Проектирование регулируемого дренажа на новых площадях

При устройстве регулируемых дренажей на новых площадях более целесообразны схемы, разработанные с некоторым изменением некоторых принципов и параметров проектирования обычных дренажей.

В целях предотвращения стекания дренажной воды к устью и подтопления земли в этом месте дрена (рис.6 и б) трассируется таким образом, чтобы поверхность по трассе ее была близка к горизонтальной, а уклон дрены обеспечивался за счет увеличения глубины ее закладки в направлении от истока к устью. Длина дрен в этом случае ограничивается 500...700 м.

Устье дрены оборудуется устьевым дренажным затвором, изображенным на рис.2, в этом случае управление дренированием будет осуществляться переключением затворов в устье каждой дрены; можно также в устьях дрен установить промежуточные затворы, показанные на рис.3; также промежуточные затворы устанавливаются по длине коллектора.

В этом случае при закрытии устьевого дренажного затвора 3 на коллекторе 6 рис.5-6 уровень воды в нем поднимается и закрывает промежуточный затвор 4 в ближайшем колодце, отключая вышележащий участок. Таким образом, последовательно отключается весь коллектор. Одновременно закрываются промежуточные затворы в устьях дрен, выключая их из работы. Процесс дренирования управляется из одной точки затвором 3 в устье коллектора. Проектирование дрен с уклоном, создаваемым за счет ее заглубления в сторону устья иногда практикуется и сейчас как вынужденное решение на безуклонных площадях, поэтому при проектировании регулируемого дренажа упомянутое решение можно сделать правилом.

Вариантом 3б рис.5 предусматривается укладка дрены без уклона. В процессе дренирования она работает в напорном режиме. Длина ее ограничивается также 500...700 м. Работа дрены и управление процессом дренирования осуществляются так же, как и в варианте 3а. Испытания безуклонных дренажей в зоне избыточного увлажнения с диаметром керамических труб 10 см и длиной дрен 400 м показали достаточно надежную работу и хороший осушительный эффект (Л.С. Котельчук, В.Н. Максименко, 1984; М.А. Солонко и др., 1984; С.Г. Снежно, В.И. Щевель, 1985). Поэтому применение безуклонных дрен на орошаемых землях с диаметром их 10...15 см и длиной 500...700 м также должно дать положительные результаты, тем более, что здесь удельные дренажные расходы значительно меньше. Применение схем по варианту 3 делает регулируемый дренаж конструктивно вполне совершенным; в то же время оно отвечает требованиям поддержания плодородия почв. При длине дрен 400...700 м колодцы в истоках дрен и в устьях могут располагаться по границам полей, вдоль дорог, лесополос, при этом внутри поля не будет никаких помех для сельскохозяйственной техники.

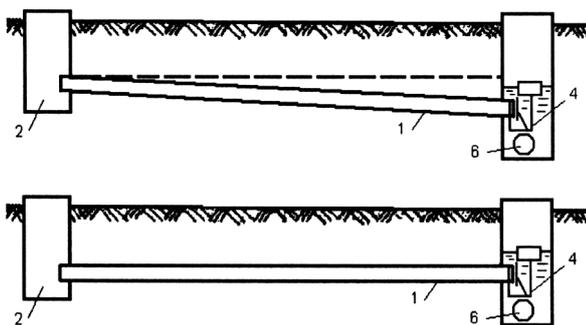


Рис.5. Разрез по регулируемой дрине:

а – вариант а (уклон дрены за счет заглубления);
вариант б (безуклонная дрена).

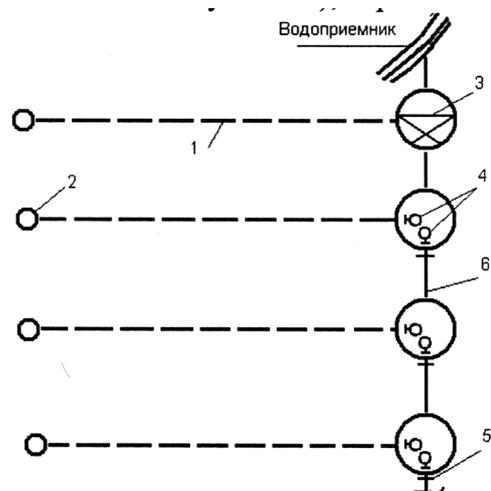


Рис.6. План сети регулируемого дренажа:

1 – регулируемая дрена; 2 – колодец; 3 – устьевой дренажный затвор; 4 – промежуточный затвор; 5 – диафрагмы в траншее коллектора; 6 – коллектор.

5. Разработка системы с двустороннего регулирования УГВ

Оросительно-дренажная система с двусторонним регулированием УГВ является наиболее совершенной системой для управления грунтовыми водами; работает в трех режимах: 1) дренирования – как обычный дренаж; 2) поддержания УГВ; 3) подпитывания грунтовых вод для подъема их уровней, в этом случае система работает как аппарат подпочвенного увлажнения.

Система (рис.7-8) состоит из следующих элементов: 1 – сеть трубопроводов (каналов) для подачи оросительной воды; 2 – регулирующие трубы-дрены, являющиеся основным элементом сети двустороннего регулирования УГВ и предназначенные для отвода дренажных вод или подачи в почвогрунты оросительной воды и подпитывания грунтовых вод; 3 – колодцы регуляторов напора; 4 – дренажные затворы; 5 – дренажные коллекторы; 6 – гидрант для подключения машины; 7 – дождевальная машина.

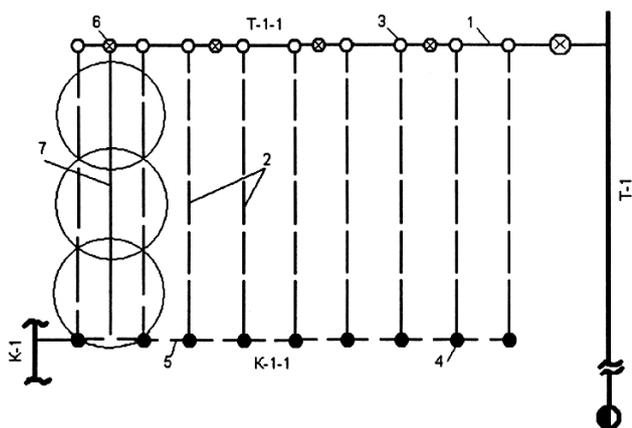


Рис.7. Принципиальная схема оросительной сети с двусторонним регулированием УГВ:

1 – поливной трубопровод; 2 – регулирующая труба-дрена; 3 – колодец регулятора напора; 4 – дренажный затвор; 5 – дренажный коллектор; 6 – гидрант для подключения машины; 7 – дождевальная машина

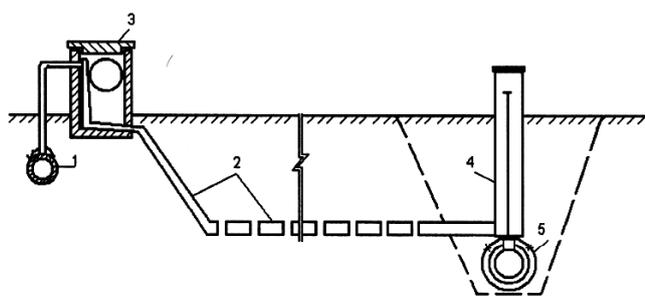


Рис.8. Продольный разрез по трубе-дрене (обозначения те же, что и на рис.7).

а) поверхностного полива (на Украине дождеванием); б) подпочвенного полива способом регулирования УГВ; в) дренирования. Наличие регуляторов напора и дренажных затворов по концам каждой РТД делает возможным управление режимом работы не только группой труб-дрен, но и каждой в отдельности.

Применение описанной схемы сети двустороннего регулирования УГВ возможно также при подаче оросительной воды с помощью открытых каналов. В этом случае оголовок регулирующей трубы-дрены выходит в участковый канал и оснащается сеткой – для предотвращения попадания в нее плавающего мусора – и простейшим закрывающим устройством (можно типа обычной «хлопушки») для закрытия ее в тех случаях, когда из канала осуществляется полив дождевальной машиной или поверхностный полив.

Участковый канал на таких системах должен проектироваться отдельными горизонтальными

Система работает таким образом: когда осуществляется поверхностный полив, вода поступает в поливной трубопровод 1 и далее через гидранты 6 в дождевальную машину 7; регуляторы 3 в это время закрыты; в подземную сеть вода не поступает. При подпочвенном орошении гидранты 6 закрываются, а регуляторы напора 3 открываются, вода из оросительного трубопровода (канала) поступает в РТД, из них через перфорации дренажных трубок или стыки между трубками в почвогрунты, осуществляя таким образом подпитывание грунтовых вод. Дренажные затворы 4 в устьях РТД во время подпитывания закрыты. В случае дренирования почвогрунтов открываются дренажные затворы 4, грунтовая вода поступает в РТД и затем – через сеть дренажных коллекторов – отводится за пределы участка.

Водоподача при подпитывании грунтовых вод управляется одной задвижкой, расположенной в голове поливного трубопровода. С открытием задвижки в режим подпитывания автоматически включаются сразу все регулирующие трубы-дрены, с закрытием – выключаются. Дренажные затворы открываются вручную, каждый отдельно.

Итак, переключением задвижек в голове поливного трубопровода и устьевых дренажных затворов система запускается в работу в режимах:

бьефами и оснащаться в конце каждого бьефа регуляторами уровня с тем, чтобы регулирование уровней воды в канале осуществлялось по нижнему бьефу; при этом открытием головного сооружения на участковом канале можно производить подачу оросительной воды сразу во все трубы-дрены при одинаковых напорах воды над оголовками дрен.

Данная система чрезвычайно гибка и применима при любом, даже крайне сложном рельефе. Кроме того, при соблюдении определённых параметров проектирования она хорошо совмещается с оросительной сетью для основных дождевальными машин.

6. Конструкции регулирующих труб-дрен

Назначение регулирующих труб-дрен на сетях двухстороннего регулирования УГВ: 1) приём грунтовой воды из почвогрунтов в процессе дренирования их и отведения дренажных вод в ближайший дренажный коллектор; 2) приём оросительной воды из оросительного трубопровода (канала) и равномерное распределение в грунтах по длине РТД для подъёма УГВ при работе сети в режиме подпитывания грунтовых вод. Таким образом, при двустороннем режиме работы (в режимах дренирования и подпитывания) РТД должна обладать достаточной водоприёмной, транспортирующей и водораспределяющей способностью с тем, чтобы своевременно осуществлять снижения УГВ в целях недопущения заболачивания и засоления почв при подъёме их, а также увлажнения корнеобитаемого слоя почв.

Регулирующие трубы-дрены предусматриваются из гончарных трубок диаметром 5 – 10 см с обмоткой их двумя слоями стеклохолста и обсыпкой их грунтом растительного слоя толщиной около 15 см. В испытаниях проверены РТД такой конструкции диаметром 5 см при длине до 200 м и диаметром 10 при длине до 400 м.

7. Конструкции регуляторов напора

Регуляторы напора предназначены для приведения величины напора, существующего в поливных трубопроводах оросительной сети, к допустимому напору при подаче оросительной воды в РТД.

Регулятор напора состоит из колодца (см. рис.9) и помещённого в него механизма регулятора 4, вода к которому поступает при открытом вентиле 5 от поливного трубопровода 7. Из колодца в регулируемую трубу-дрену вода поступает по трубе 8.

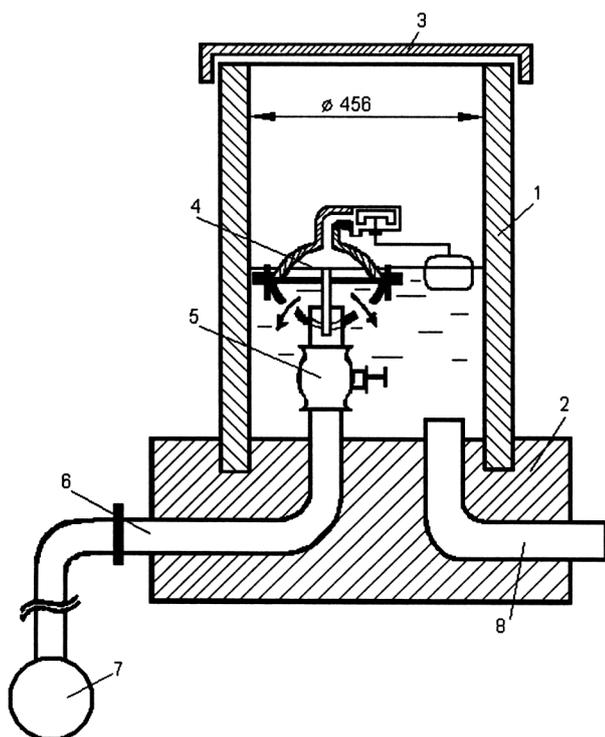


Рис.9. Колодец регулятора напора

Диафрагменный регулятор напора (рис.10) состоит из верхней 1 и нижней 2 крышек корпуса, разделённых резиновой диафрагмой 3. В верхней крышке корпуса есть отверстие, запираемое поплавковым клапаном 4, поплавок которого 5 устанавливается так, чтобы обеспечивалось необходимое положение уровня воды в колодце. Нижняя крышка корпуса имеет окна для выхода воды и крепится к подводящей оросительную воду трубе 6. Пространство между верхней крышкой и диафрагмой сообщается с внутренним пространством трубы 6 с помощью трубки 7. При подаче оросительной воды по трубе 6 она доходит до диафрагмы, изменяет направление и выливается через отверстия в нижней крышке в колодец и далее в РТД. Одновременно по трубке 7 вода поступает в полость между верхней крышкой и диафрагмой, а затем через отверстие в верхней крышке и открытый клапан 4 сливается тоже в колодец. При подъёме уровня воды в колодце поплавок 5 поднимается и закрывает отверстие клапана 4. В

полости между верхней крышкой и диафрагмой создаётся давление воды, которое прижимает диафрагму к торцу подводящей трубы 6 и, таким образом, закрывает его. Закрытие трубы 6 приводит к тому, что уровень в колодце снижается, поплавков 5, опускаясь, открывает клапан 4, вода из верхней полости вытекает, диафрагма поднимается, открывая трубу 6. Таким образом в колодце постоянно поддерживается постоянный уровень воды.

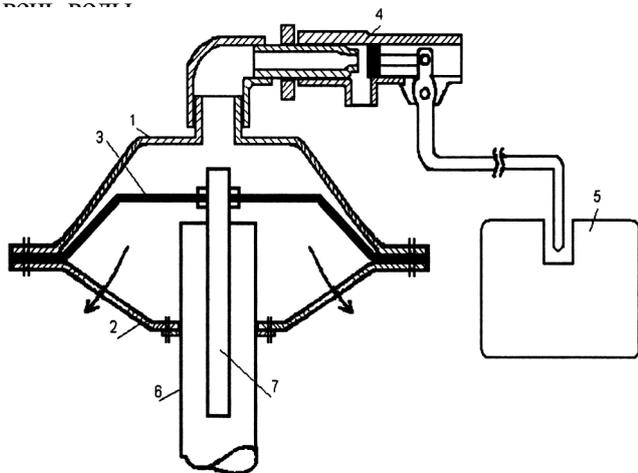


Рис.10. Регулятор напора

осуществляют с помощью штанги 7, шарнирно соединённой с клапаном. Клапан затвора в открытом положении фиксируют путём подвески его на крюк, сделанный в крышке затвора.

Шарнирное соединение закрывающего клапана со штангой предназначена для более плотного прилегания клапана к патрубку 3, поскольку при жёстком соединении возможен перекосяк клапана и неплотная его посадка на патрубок. Для предотвращения наезда сельскохозяйственных машин на выступающую часть затвора можно предусмотреть установку одного железобетонного кольца диаметром 0,5 – 1 м.

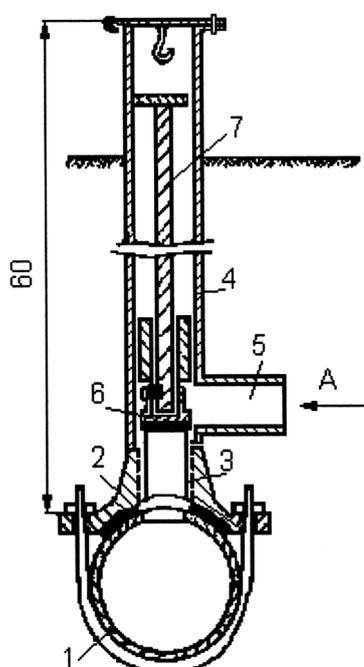


Рис.11. Бесколодцевый дренажный затвор.

9. Конструкция дренажных затворов.

Дренажный затвор (ДЗ) открытого типа изображен на рис.11. На асбестоцементный дренажный коллектор 1 с помощью хомутов крепиться седелка 2. Металлический корпус 4 дренажного затвора из трубы 120-150 мм ввинчивается в седелку патрубком 3 и снабжается патрубком 5 для подсоединения к нему РТД. Закрытие ДЗ осуществляется опусканием клапана 6 на выступающую часть патрубка 3. Для более плотного прижатия клапан 6 снабжён снизу резиновой прокладкой.

Подъём клапана в целях открытия ДЗ осуществляют с помощью штанги 7, шарнирно соединённой с клапаном.

Клапан затвора в открытом положении фиксируют путём подвески его на крюк, сделанный в крышке затвора.

ВЫВОДЫ:

Регулируемый дренаж и система двустороннего регулирования УГВ, опробованы в условиях опытно-производственных участков, лучше отвечают природным условиям орошаемой зоны Украины, с их помощью, в совокупности с орошением, возможно чередование нисходящих и восходящих токов влаги в корнеобитаемом слое, осуществление двустороннего регулирования водносолевого режима почв, поддержание свойственного чернозёмам кругооборотного почвообразовательного процесса и высокого плодородия почв.

ЛИТЕРАТУРА

1. Котельчук Л.С., Максименко В.Н. Применение безуклонного и малоуклонного дренажа при мелиорации земель с развитым рельефом. Сб. трудов УкрНИИГиМ. Конструкции осушительно-увлажнительных систем и методы их расчётов. К., 1984.
2. Марюшин П.А., кн. Орошение чернозёмов, ч. 2, Киев – 1993
3. Снежко С.Г., Щевель В.И. Эффективность осушительно-увлажнительных систем с безуклонным дренажем. М. Наука, 1966.

Пашенцев А. И., к.т.н., доцент.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Прогнозирование экологической устойчивости Крыма от загрязнения атмосферного воздуха на основании матричного моделирования

Обоснована двухфакторная матричная модель экологической устойчивости от загрязнения атмосферного воздуха стационарными источниками

Матричная модель, стационарный источник загрязнения, алгоритм расчёта, коэффициент технологичности, коэффициент финансовой зависимости, оценка адекватности модели.

Современный тип эколого – экономического развития экономики можно определить как техногенный тип экономического развития. Этот тип является природоразрушающим, так как базируется на использовании искусственных средств производства, созданных, как правило, без учёта экологических ограничений [1, с.82; 3, с. 111; 4, с. 36; 5, с. 221]. Для него свойственно быстрое и истощающее использование невозобновимых видов природных ресурсов и сверхэксплуатация возобновимых ресурсов, но со скоростью, которая превышает возможности их воспроизводства и восстановления, а это в конечном итоге приводит к деградации природных ресурсов.

Эколого – экономические проблемы развития Украины рассматривались в работах Барановского В. К. [1], Данилишина Б. М. [2], проблемы экологической безопасности исследовались в работах Бокова В. А., Лущика А. В. Олейникова Е. А., [3,4,5], проблемам устойчивого развития Крыма посвящены работы Багрова Н. В., Багровой Л. А., Бокова В. А. [6,7], методы изучения состояния окружающей среды Крыма рассмотрены в работах Лычак А. И., Карпенко С. А., Позаченюк Е. А. [6]. Однако в них не достаточно внимания уделялось построению моделей экологической устойчивости Крыма. Цель настоящей работы заключается в обосновании матричной модели экологической устойчивости Крыма от загрязнения атмосферного воздуха стационарными источниками.

Экологические проблемы поставили Украину и Крым перед выбором: или безграничный рост производства с использованием природных ресурсов, или согласование роста с реальными возможностями природной среды [2, с. 89]

В техногенных потоках ключевое место занимает транспортирующая среда, а именно воздух. Загрязнение атмосферного воздуха воздействует на окружающую среду различными способами: от прямой и немедленной угрозы до медленного и постепенного разрушения различных природных систем. Во многих случаях загрязнение воздушной среды нарушает структурные компоненты экосистемы до такой степени, что регуляторные процессы не в состоянии вернуть их в первоначальное состояние. В Крыму за период 1989 – 2003 гг. осуществлён выброс вредных веществ стационарными источниками в количестве 905,788 тыс. т./год. (табл. 1) [10, с.45].

Таблица 1.

Выбросы вредных веществ в атмосферный воздух в Крыму стационарными источниками загрязнения, тыс. т/год

Года	1989 г.	1990 г.	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.
Кол-во, тыс. т./г	120,04	116,52	117,14	83,90	64,73	52,28	50,12	61,65	37,80	32,01	29,65	33,47	32,62	31,66	42,19

Однако, начиная с 1992 г. наблюдается резкое снижение объёма выбросов с 83,9 тыс. т./год в 1992г. до 32, 62 тыс. т./год в 2000 г. и постепенный их рост до 42, 19 тыс. т./год в 2003 г. Это можно объяснить развитием кризисных явлений в экономике Украины [7, с. 256]. Период 1991-

2000 гг. характеризуется резким снижением объёма производства не только в Украине (в промышленности в 2 раза, а в сельском хозяйстве в 3 раза), но и в Крыму соответственно: в 3,0 и 3,7 раза. [8, с. 53]. Только, начиная с 2001 г. в Украине в целом и в Крыму в частности наблюдается рост ВВП (2001г.- 9,2%; 2002г. – 5,2%; 2003г. – 9,3%) [9]. Подобная ситуация не могла не сказаться на постепенном росте выброса вредных веществ в атмосферу.

Не смотря на то, что в последние годы явно прослеживается тенденция к уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, оно оказалось непропорциональным сокращению промышленного производства: на каждую тонну продукции выбросов стало больше в 1,54 – 1,86 раз в зависимости от отрасли экономики. Снижение объёмов выброса за период 1989 – 2003 гг. составило 3,78 раза, что объясняется не улучшением и проведением природоохранных мероприятий на предприятиях, а сокращением объёма выпускаемой продукции, что в свою очередь подтверждается реальной кризисной ситуацией в экономике Украины.[6, с. 110]

Воздействие промышленности на природу Крыма неоднозначно. С одной стороны, создавая новые конструктивные материалы, промышленность сохраняет природные ресурсы, а с другой - оказывает отрицательное воздействие на природную среду. Концентрация большей части промышленных предприятий и соответственно, связанных с ними нежелательных экологических ситуаций происходит в городах. И хотя в целом на территории Крыма населённые пункты занимают всего 3 – 4 % его площади, именно здесь сосредоточена основная масса населения и производства. В табл. 2 представлены данные о выбросах вредных веществ в атмосферный воздух в городах Крыма [10, с.34].

Таблица 2

Выбросы вредных веществ в атмосферный воздух в городах Крыма стационарными источниками загрязнения, тыс. т/год

Город	1990 г.	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.
Алушта	1,04	1,05	0,75	0,58	0,46	0,44	0,33	0,32	0,26	0,33	0,27	0,27	0,27	0,35
Армянск	17,15	17,24	12,35	9,53	7,69	7,37	4,84	5,62	5,11	3,64	6,05	4,58	5,12	6,21
Джанкой	1,27	1,28	0,92	0,71	0,57	0,54	0,41	0,50	0,54	0,42	0,41	0,34	0,33	0,42
Евпатория	1,32	1,34	0,97	0,74	0,60	0,57	0,60	0,47	0,36	0,32	0,30	0,35	0,34	0,45
Керчь	45,63	45,87	32,86	25,35	20,47	19,63	36,42	13,95	9,60	8,66	10,44	1,95	1,90	2,47
Красноперекоск	27,27	27,41	19,64	15,15	12,24	11,73	8,79	7,19	7,84	7,83	8,57	7,28	7,06	9,17
Саки	0,29	0,30	0,21	0,16	0,13	0,13	0,48	0,50	0,10	0,12	0,08	0,08	0,08	0,01
Симферополь	7,33	7,37	5,28	4,07	3,29	3,15	3,14	2,44	1,94	1,80	1,96	1,95	1,90	2,48
Судак	0,61	0,60	0,43	0,34	0,27	0,26	0,24	0,25	0,15	0,12	0,17	0,16	0,15	0,20
Феодосия	3,90	3,92	2,81	2,17	1,75	1,67	1,81	1,28	1,17	1,09	0,77	1,04	1,01	1,31
Ялта	2,84	2,86	2,05	1,58	1,27	1,22	1,00	0,81	0,83	0,77	0,84	0,76	0,74	0,96
Итого	108,6	109,2	78,27	60,38	48,74	46,71	58,06	33,33	27,9	25,1	29,86	18,76	18,9	24,03

За период 1989 – 2003 гг. наибольший объём выбросов вредных веществ допущен в следующих городах: Керчь- 355,29 тыс. т., Красноперекоск – 204,99 тыс.т., Армянск – 130,23 тыс. т., Симферополь – 55,75. тыс.т. Более наглядно различные части Крыма представлены по выбросам вредных веществ в атмосферный воздух в зависимости от уровня индустриализации, а именно: восточная часть Крыма (Керчь, Феодосия, Судак) – 389,63 тыс.т. (46,88%), северная часть (Армянск, Красноперекоск, Джанкой) – 345,12 тыс.т. (41,53%), центральная часть (Симферополь) – 55,75 тыс.т. (6,47%), западная часть (Евпатория, Саки) – 13,27 тыс. т. (1,59%), южная часть (Ялта, Алушка) – 29,34 тыс. т (3,53%).

Проведённые наблюдения за уровнем загрязнения воздуха показали, что основной объём загрязнений в атмосферном воздухе повсеместно приходится на пыль, диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода (табл. 3) [10, с. 17].

Динамика выбросов в атмосферный воздух наиболее распространённых вредных веществ в разрезе населённых пунктов Крыма, тыс. т.

Вещество	1990 г.	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.
Керчь														
А	11,60	11,66	8,35	6,44	5,20	4,99	9,26	3,55	2,44	2,20	2,66	3,10	1,90	1,65
Б	14,04	14,12	10,11	7,70	6,30	6,04	11,21	4,30	2,96	2,66	3,22	3,75	2,20	2,11
В	2,22	2,23	1,60	1,23	0,99	0,95	1,77	0,68	0,47	0,42	0,51	0,59	0,30	0,38
Г	4,72	4,75	3,40	2,62	2,12	2,03	3,77	1,45	0,99	0,90	1,08	1,26	0,50	0,96
Красноперекоск														
А	0,54	0,54	0,39	0,30	0,24	0,23	0,17	0,14	0,15	0,15	0,17	0,14	0,20	0,24
Б	0,11	0,12	0,08	0,06	0,09	0,09	0,04	0	0,03	0	0,04	0,03	0,008	0,09
В	1,4	1,41	1,00	0,78	0,63	0,60	0,45	0,37	0,40	0,40	0,44	0,37	0,60	0,57
Г	17,42	17,50	12,55	9,68	7,82	7,49	5,62	4,59	5,02	5,01	5,47	4,66	6,90	7,50
Армянск														
А	1,18	1,19	0,85	0,65	0,53	0,51	0,33	0,38	0,35	0,25	0,41	0,31	0,80	0,72
Б	9,69	9,74	6,97	5,38	4,35	4,17	2,74	3,17	2,89	2,06	3,42	2,55	3,60	4,87
В	0,5	0,51	0,36	0,28	0,23	0,2	0,14	0,16	0,15	0,11	0,18	0,13	0,20	0,24
Г	0,88	0,87	0,64	0,49	0,39	0,37	0,25	0,30	0,26	0,18	0,31	0,23	0,05	0,22

За период 1989 – 2003 гг. общий объём выбросов выше названных веществ составил 553,45 тыс.т., в том числе пыль – 118,51 тыс. т. (21,42%), диоксид серы – 193,89 тыс. т. (35,03%), диоксид азота – 48,05 тыс. т. (8,68%), оксид углерода – 193,0 тыс. т (34,87%). Наибольшие выбросы зафиксированы в следующих городах: Керчь – 244,28 тыс. т. (44,13% от общего объёма выбросов), Красноперекоск – 151,06 тыс. т. (27,36%), Армянск – 95,53 тыс. т. (17,26%). При этом наибольшие объёмы выбросов пыли зафиксированы в г. Керчь – 86,95 тыс. т. (15,72.%), диоксида серы в гг. Керчь – 105,29 тыс. т. (19,09%) и Армянск – 75,58 тыс. т. (13,66%), диоксида азота в г. Керчь – 16,62 тыс. т (3,00%), оксида углерода в г. Красноперекоск – 135,17 тыс. т (24,40%).

В последние годы в Крыму произошло изменение структуры промышленности, что выразилось в увеличении отраслей максимально загрязняющих среду: химическая промышленность- 47%, добывающая – 4%, строительство – 3,5%, энергетика – 32%, транспорт – 3%, прочие отрасли промышленности – 11,50%. Наибольшие выбросы от стационарных источников дают химическая промышленность, чёрная металлургия, добыча полезных ископаемых. Предприятия химической промышленности (ГАК «Титан», Сивашский анилинокрасочный, Перекопский бромный, Крымский содовый заводы) имеют устаревшую технологию производства, а сильная зависимость от привозного сырья, топливно – энергетических ресурсов способствуют нецелесообразности расширения этих производств. Чёрная металлургия представлена добычей железной руды, её обогащением и приготовлением агломерата, используемого в дальнейшем на комбинате «Азовсталь» г. Мариуполь. Открытые разработки железной руды способствуют тому, что содержащиеся в ней мышьяк, фосфор, сера уже на ранних стадиях обогащения выделяются в атмосферу. Из – за низкой эффективности, ограниченности сырьевых ресурсов чёрная металлургия в Крыму не имеет долгосрочной перспективы. Открытая добыча строительных

материалов уничтожает плодородные почвы, нарушает гидрологический режим питания рек, а взрывная технология добычи и открытая транспортировка приводят к запылению атмосферного воздуха. Сегодня рекультивация земель осуществляется медленнее, чем разработка полезных ископаемых.

В условиях постоянного роста выбросов вредных загрязняющих веществ в атмосферный воздух целесообразно предложить двухфакторную модель экологической устойчивости Крыма от загрязнения атмосферного воздуха стационарными источниками. Модель построена на использовании показателей экономико – технического характера:

1. Коэффициент технологичности K (X).
2. Коэффициент финансовой зависимости N , (Y).

Алгоритм определения модели

1. Обозначим для матриц входных данных X и Y оценки векторов средних значений \bar{x} и \bar{y} и ковариационных матриц S и D .
2. Рассчитаем несмещенную оценку суммарной ковариационной матрицы.
3. Вычисляем обратную матрицу.
4. Вычисляем вектор оценки коэффициентов дискриминантной функции.
5. Найдем оценку дискриминантной функции.
6. Вычисляем средние значения.
7. Найдем границу дискриминации.
8. Записываем дискриминантную функцию (модель).

Модель прогнозирования экологической устойчивости Крыма от загрязнения атмосферного воздуха стационарными источниками имеет вид:

$$Z_R = -3,43 K + 0,11 N - 3,78 ; \quad (1)$$

Оценка адекватности полученной модели может быть осуществлена с использованием доверительных интервалов, позволяющих с заданной доверительной вероятностью определить искомое значение оцениваемого параметра. Сущность такой проверки заключается в сопоставлении полученной теоретической функции с фактическими результатами. Одним из таких критериев является критерий Фишера, применяемый для определения адекватности малых выборок (до 25 данных) [11, с.310]. Установление адекватности – это определение ошибки аппроксимации полученных данных. Для этого необходимо рассчитать экспериментальное значение критерия Фишера $K_{фэ}$ и сравнить его с теоретическим, принимаемым при требуемой доверительной вероятности ($p_d = 0,95$). Если $K_{фэ}$ меньше $K_{фт}$, то предлагаемая модель адекватна. Опытный критерий Фишера можно вычислить по формуле:

$$K_{фэ} = D_a / D_{cp}; \quad (2)$$

где D_a – дисперсия адекватности;

D_{cp} – средняя дисперсия всего эквивалента.

$$D_a = \sum (y_{jt} - y_{jэcp})^2 / (n - d); \quad (3)$$

$$D_{cp} = \sum (y_{jt} - y_{jэ})^2 / mn; \quad (4)$$

где y_{jt} – теоретическое значение функции для каждого измерения;

$y_{jэ}$ – экспериментальное значение функции;

$y_{jэcp}$ – среднее экспериментальное значение функции их m измерений;

n – количество данных;

d – число коэффициентов уравнения теоретической регрессии.

Проведенные расчёты показали, что так как экспериментальное значение критерия Фишера $K_{фэ} = 0,15$ меньше теоретического значения $K_{фт} = 3,75$, то выполняется условие адекватности предложенной модели.

ВЫВОДЫ

В случае, если коэффициент технологичности больше 34,3%, а коэффициент финансовой зависимости больше 11,0%, то вероятность нарушения экологической устойчивости от загрязнения атмосферного воздуха стационарными источниками составляет 0,95.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Барановский В. К. Концепции перехода Украины на модель устойчивого развития // Экономика Украины. – 2001. - № 4. – С 78 – 83.
2. Данилишин Б. М. Природноресурсний потенціал сталого розвитку України.- СОАС України НАН України, 1999. – 716с.
3. Боков В. А., Луцтик А. В. Основы экологической безопасности. – Симферополь, Крымучпедгиз, 1998. – 321с.
4. Боков В. А., Позаченюк Е. А. Экологическая составляющая экономического развития // Бизнес Информ. - № 19 (215). – 1997. С. 34-38
5. Основы экономической безопасности. // Под ред. Олейникова Е. А. – М.: ЗАО Бизнес – школа «Интел - Синтез», 1997. – 228с.
6. Экология Крыма // Под ред. Багрова Н. В. и Бокова В. А. Симферополь, Крым учпедгиз, 2003. – 360 с.
7. Багров Н. В. Региональная геополитика устойчивого развития. – К.: Либідь, 2002. – 254с.
8. Пашенцев А. И. Причины кризиса экономики Украины // Культура народов Причерноморья. – №24.- Симферополь, 2001.-С. 52-54
9. Степанов П. А. В украинской экономике роста нет. Ждать ли его в будущем? // Товарищ. – К.: № 53, 2004
10. Национальный доклад Республиканского комитета по экологическим ресурсам Крыма за 2003г.
11. Крутов В. И. Основы научных исследований. – М.: Высшая школа, 1989. – 397.

Муровский С.П., инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Особенности загрязнения атмосферы выбросами автотранспорта в условиях предгорного рельефа

Проведен расчет рассеивания примесей в пограничном слое атмосферы по существующим методикам в условиях предгорного рельефа. Проведен анализ полученных результатов, показывающий несовершенство данных методик в условиях предгорного и горного рельефа, не учитывающих микроклиматические условия: обратную температурную инверсию, градиент температуры атмосферного воздуха, геоморфологические особенности рельефа, антропогенный ландшафт и др.

Атмосфера, автотранспорт, загрязняющие вещества, микроклимат территорий

Архитектурно-планировочная организация пространства, размещение объектов жилой застройки, промышленности, транспорта, рекреационных зон в условиях горного и предгорного рельефа требует учета микроклиматических особенностей для обеспечения нормативов качества атмосферного воздуха.

Объяснение явления микроклимата необычайно сложный вопрос, так как речь идет о закономерностях многокомпонентной системы с очень большим числом степеней свободы, включающих параметры земной поверхности, океана, атмосферы и биосферы.

Атмосферный воздух находится в непрерывном движении, система ветров и распределение давления постоянно меняются. Анализ атмосферных движений позволяет выделять их характерные масштабы глобального, синоптического, мезо- и микрометеорологического уровня.

Циркуляция воздуха в умеренных широтах обуславливается температурой, влажностью, местоположением относительно арктических (антарктических) и тропических фронтов и фронтальных зон. Многолетние средние положения главных фронтов в разные сезоны называют климатологическими фронтами.

Циркуляция воздуха в конкретных географических районах определяется местными ветрами, которые возникают в системе общих воздушных течений различного масштаба при различиях по температуре поверхности в течение суток, в направлении суши и воды днем и ночью, а также изменениях общей циркуляции атмосферы под влиянием рельефа (ветры горных проходов, ущелий, склонов и долин). Рельеф местности может создавать также усиление ветров в некоторых районах до скоростей, значительно превышающих скорости в соседних районах [1].

Ветровой режим во многом определяет рассеивание пылевых и газовых выбросов в атмосферу. Отсутствие ветра часто способствует накоплению или длительному нахождению загрязняющих веществ в воздухе на определенной территории. Одним из самых загрязненных городов на Земле называют город Анкару (Турция), который расположен на Анатолийском плоскогорье (900-1500 м над уровнем моря) с бессточными впадинами (оз. Туз), окруженном параллельными широтными хребтами высотой до 2500 м.

Количество источников выбросов на единицу площади в данном районе не больше чем в условиях равнины. Морфология и абсолютные превышения бортов над котловиной определяют накопление и концентрацию загрязняющих веществ имеющихся выбросов.

В горных и предгорных условиях вечернее и ночное охлаждение в пониженных частях рельефа происходит всегда интенсивнее, чем на склонах и в низинах в связи с вертикальной зональностью распределения температуры при перепаде высот > 500-1000 м в осеннее-весенний период. В котловинах практически всегда ослаблены скорости ветра [2]. С вершины и со склонов воздух стекает вниз под влиянием силы тяжести и получает еще дополнительное ускорение за счет горизонтальной термической неоднородности вершина – склон – атмосфера. Для склона характерна термическая неоднородность – температура убывает от вершины и верхних частей склона вниз. По мере уменьшения крутизны склона условия для стока охлаждающегося воздуха ухудшаются. Для условий горного Крыма характерно смешение вечерних бризов и охлажденного ночного воздуха на яйлах главной гряды, где в ве-

сеннее-осенний период характерны низкие ночные или отрицательные температуры.

Расчеты рассеивания примесей в пограничном слое атмосферы с учетом метеорологических данных проведены преимущественно для равнинного или слабо выраженного рельефа [3,4]. Точность и обеспеченность расчетов зависит от характера подстилающей поверхности. Крупные неоднородности (холмы, долины рек, овраги, здания) искажают результаты расчетов рассеивания, а в условиях горного рельефа они не применимы.

Целью работы является экспериментальное и расчетное определение основных параметров рассеивания выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта и их зависимость от метеоусловий, морфологии рельефа, границы вода - суша, разницы температуры в ограниченном пространстве геоморфологических особенностей рельефа и т.д.

Экспериментальные исследования и расчеты проведены для условий предгорного рельефа Крымских гор (на примере выбросов и рассеивания загрязняющих веществ от автотранспорта в г. Симферополь).

Город Симферополь расположен на второй (II) и третьей гряде (III) Крымских гор - в продольной долине между ними, по долинам рек Большой и Малый Салгир, расположенных субперпендикулярно простиранию куэст (II и III гряды). Для куэст характерны крутые южные и полого падающие северные склоны. Абсолютная высота второй (Внутренней) гряды в городской черте 220 – 300 м, обрывистые южные склоны возвышаются над продольной долиной всего на 50 – 80 м. Долина р. Б. Салгир делит город на две части – восточную, более низкую (здесь гряда поворачивает несколько к югу), и западную, более возвышенную. Городская застройка разместилась не только в долинах, на северных склонах Внутренней гряды, но и на поверхности гряд.

Формы рельефа и их пространственная ориентировка оказывают большое воздействие на климат, создавая достаточно контрастные микроклиматические зоны по температуре (суточные колебания до 20° С), направлению и скорости ветра, что создает особые условия для рассеивания загрязняющих веществ.

Котловиноподобный рельеф Крымского предгорья характеризуется обратной температурной инверсией, когда холодный атмосферный воздух ночью спускается с гор по долинам рек и остается в поперечных долинах II и III гряд Крымских гор до 9 - 10 часов утра. Утреннее солнце быстро прогревает поверхность гряд, в то время как в долине температура на 8 -12° С ниже. Обмен воздушных масс не происходит до тех пор, пока воздух не прогреется в долине и температура не выровняется. Указанные условия температурного режима характерны при условии штиля. При наличии скорости ветра ≥ 4 м/с местная циркуляция стока воздуха нарушается.

В условиях предгорного рельефа автомобильные трассы расположены в долинах рек, на склонах, в котловине между Внешней и Внутренней грядами. В связи с обратной температурной инверсией в ночные и утренние часы в долинах накапливаются все промышленные и автотранспортные выбросы.

У подножий склонов, особенно в Салгирской котловине, в долинах Б. и М. Салгира, их истоков, рек Ангара, Аян происходит скопление холодного воздуха. Согласно работы [5] в зависимости от направления основного потока на склонах различной экспозиции создаются условия, благоприятные или препятствующие стоку.

В Симферополе организована сеть наблюдений за состоянием атмосферного воздуха по содержанию CO, NO_x, SO₂, C_mH_n в 14 пунктах. Наблюдения проводятся 1 раз в месяц.

Обработка результатов режимных наблюдений ГорСЭС в 1998-1999 г.г., 2001-2002 г.г. показывает большие вариации содержания оксидов углерода и азота в различных районах города. Плотная жилищная застройка, ширина улиц 8-16 м, тротуаров 1-3 м, густая сеть автодорог, расположение промзоны в пониженных участках рельефа создают напряженную экологическую ситуацию по качеству атмосферного воздуха. Превышение нормальных среднесуточных значений (ПДКс.с.) зафиксировано в 2-10 раз в долинах при плотной застройке и не всегда зависит от количества автотранспорта.

Термическая неоднородность атмосферного воздуха приводит к возникновению склоновых потоков, температура убывает от вершины вниз по склону: у подножий склонов в узких частях долины (ул. Киевская, Луговая, Титова) образуются в утренние часы «озера холода». В северном направлении при расширении долины, выполаживании рельефа, снижения абсолютных отметок и перепада высот до

25-30 м на малых расстояниях, при отсутствии ветров на склонах, разности температур на вершинах, склонах и подножиях малы, редко превышают 0,5-3°С.

Исследования инверсии в г. Симферополе проведены в мае 2002 г.г. в штилевую безоблачную и малооблачную погоду на антициклонической стадии.

Измерение температуры проводили на ЮЗ склоне правого берега р.Б.Салгир в районе Битакских высот (ул. Мате Залки) с 6.00 до 11.00 часов утра на отметке 160, 180, 182, 204 м в течение недели (рис.1)

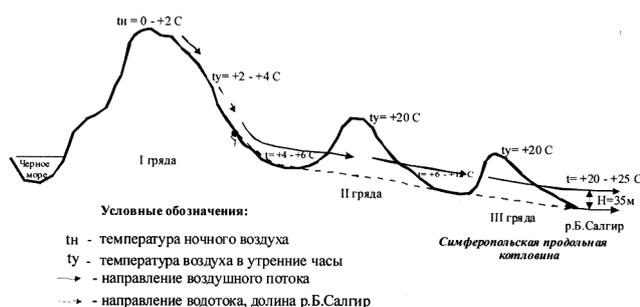


Рис.1. Морфология гряд Крымских гор и основные направления потоков воздуха в ночное и утреннее время

Для г. Симферополя проведены расчеты рассеивания примесей от автотранспорта для долины реки Б. Салгир в месте ее поперечного сечения в районе II гряды. Ширина долины 800-1800 м, угол наклона СЗ склона - 15° - 45° (правый берег), СВ склона - 60° - 85° (левый берег).

В долине с С на Ю проходит две магистральные улицы по обеим берегам Салгира – Киевская и Воробьевского. В период после 21.00 ч (ночное время) и до 9.00 ч (утренние часы) по отрезку от пл. Куйбышева и пл. Советской до района Автовокзала проезжает значительное количество автотранспорта. Данные по пространственно-временному и количественному составу автотранспорта, качественному составу газовых выбросов загрязняющих веществ приведены в табл. 1.1., 1.2..

Оценка количества вредных веществ, выбрасываемых автомобилями, проведена по методике [6]. Масса выброса ЗВ за период с 21-00 до 9-00 рассчитана исходя из затрат топлива по формуле:

$$M = m * G * \Pi$$

где, M – масса выброшенного за расчетный период вещества (г)

m – удельный выброс вредного вещества автомобилем данной группы (г/кг) (для городских условий),

G – расход топлива (кг), Π – коэф. уровня технического состояния.

Зная расходы топлива B (кг/км) для каждой группы автомобилей, находим массу выбрасываемого вредного вещества за 1 сек на автомагистрали длиной 1 км

$$M = \frac{1}{3600} \sum^n B * m * N * \Pi$$

Концентрация оксидов углерода и азота определена с учетом объема долины реки Б. Салгир (рис. 2)

Таблица. 1.1

Интенсивность движения автотранспорта и масса выбросов CO в интервале с 21.00 до 9.00

Временной интервал движения, ч	Количество автотранспорта, авт/ч	Масса выбросов CO, мг	Концентрация CO, мг/м ³	ПДК _{с.с.} (CO), мг/м ³	Доли ПДК _{с.с.} суммарной концентрации выбросов CO, $n = \frac{C_{CO}}{ПДК}$
21.00-23.00	1000	5,36·10 ⁷		3,0	
23.00-4.00	600	5,29·10 ⁷			
4.00-6.00	1500	6,23·10 ⁷			
6.00-9.00	2600	13,0·10 ⁷			
		29,88·10 ⁷	16,60		5,53

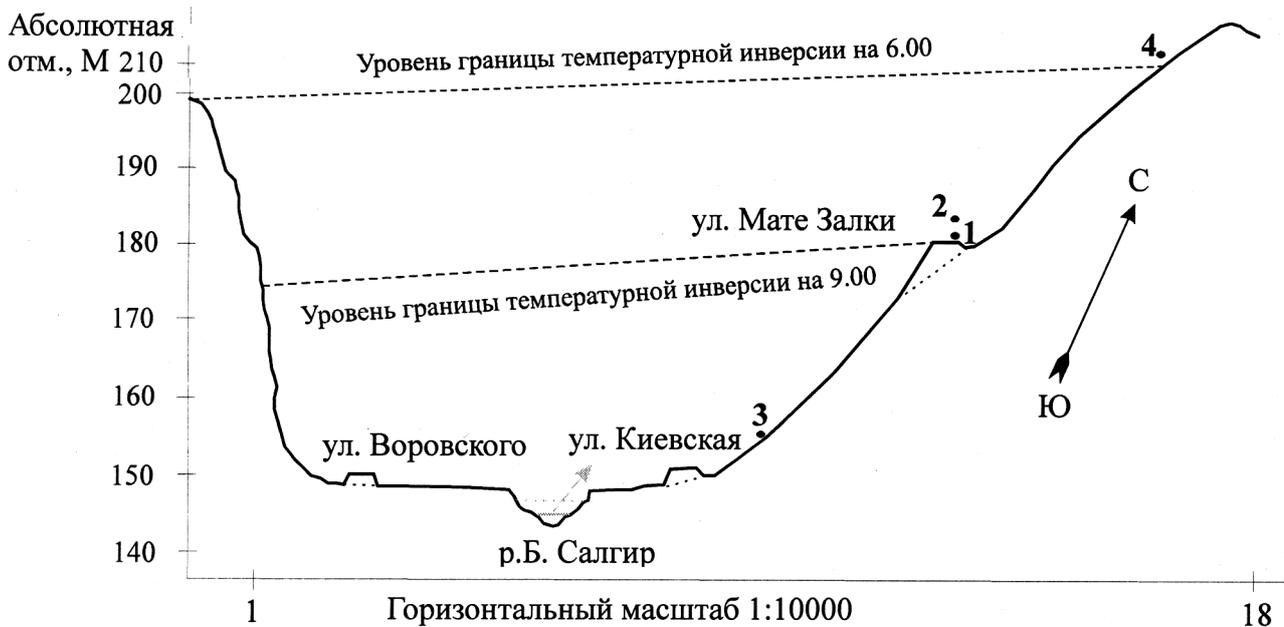


Рис.2. Поперечный разрез долины реки Б. Салгир в районе Петровские скалы- ул. Мате Залки

Таблица. 1.2.

Интенсивность движения автотранспорта и масса выбросов NO_x в интервале с 21.00 до 9.00

Временной интервал движения, ч	Количество автотранспорта, авт/ч	Масса выбросов NO_x , мг	Концентрация NO_x , мг/м ³	ПДК _{с.с.} (NO_x), мг/м ³	Доли ПДК _{с.с.} суммарной концентрации выбросов NO_x $n = \frac{C_{\text{NO}_x}}{\text{ПДК}}$
21.00-23.00	1000	$2,66 \cdot 10^6$		0,085	
23.00-4.00	600	$3,42 \cdot 10^6$			
4.00-6.00	1500	$3,96 \cdot 10^6$			
6.00-9.00	2600	$7,24 \cdot 10^6$			
		$17,28 \cdot 10^6$	0,96		11,29

В основу методики расчета рассеивания примесей в приземном слое положена формула Лайхтмана:

$$q(x, y) = \frac{e^{-\frac{y^2}{2\sigma^2(x)}}}{\sqrt{2\pi}\sigma(x)} q'(x),$$

где $q(x, y)$ – концентрация примеси на уровне земли в точке (x, y) . Начало координат расположено в точке проекции источника на поверхность земли, ось x направлена вдоль среднего направления ветра, при его отсутствии – вдоль направления движения, ось y – нормально к среднему ветру или направлению движения. Величина $q'(x)$ определяется на основе решения полуэмперического уравнения диффузии оседающей или невесомой примеси из линейного источника бесконечной длины, направленного вдоль оси y , для стационарного случая.

Для проведения расчета $q(x)$ автором была использована модифицированная формула Бызовой Н.Л. [4] для определения:

$$q(x) = \frac{Qe^{-\frac{R}{x}}}{\Gamma(1 + \rho)UH} \left(\frac{R}{x}\right)^\rho$$

Для невесомой примеси предполагается, что подстилающая поверхность не поглощает примеси и не взаимодействует с ней.

Линейный источник предполагается достаточно длинным. Для линейного источника считаются следующие параметры поля плотности осадка или концентрации: для невесомой примеси (q_0, x_0) -

$$q_{0r} = D_1 \frac{Q}{UH^2}, \quad x_{0r} = A_1 \frac{H}{B}, \quad \text{для оседающей примеси } (q_0, p_0, x_0, l) - q_{0pb} = \frac{Q}{UH^2} \Phi(v), \quad p_0 = \frac{Q\omega}{UH^2} \Phi(v)$$

при $v > 0,1$,

$$x_{0pb} = \frac{HU}{\omega} \cdot \frac{v}{1+v}, \quad \text{при } v > 1, \quad \lambda = x_0 \varphi_\lambda(v).$$

Для расчета необходимо определить параметры источника, примеси и метеоданные, характер подстилающей поверхности. Расчетные параметры приведены в табл. 2. Показатели параметров рассчитаны согласно [4], метеопараметры определены автором экспериментально для предгорных условий.

Таблица 2.

Параметры для рассеивания примеси в приземном слое от выбросов автотранспорта

Символ	Содержание	Формулы	Параметр	
			Параметр	Ед. изм.
1. Метеорологические параметры				
<i>1.1. Скорость ветра</i>				
V_1, V_2	Скорость ветра на уровне 1 и 2 м		0,5 1,0	м/с
U	Скорость ветра, средняя в слое от 0 до H	$U = \frac{u_H}{1+m} = \left(\frac{H}{z_1}\right)^m \frac{u_1}{1+m}$	0,37 0,76	м/с
z_0	Шероховатость подстилающей поверхности			80
m	Показатель степени закона для определения скорости ветра		0,32	
<i>1.2. Температура, параметры устойчивости</i>				
Δt_1	Разность температур воздуха на уровне 0,5 и 2 м	$\Delta t_1 = t_2 - t_{0,5}$	1-2	$^{\circ}\text{C}$
h_1	Высота верхней границы инверсии		50	м
h_0	Высота нижней границы приподнятой инверсии		20	м
B_1	Приземный параметр устойчивости, рассчитанный в слое 0,5-1-2 м	$B_1 = 0,033 \frac{\Delta t_1}{v_1^2}$	0,033	
n	Класс устойчивости		7	
2. Параметры источника				
H	Высота источника		2	м
T	а. Время действия источника (для газовой примеси) б. Время забора проб или осреднения концентрации (для постоянно действующего источника (ПДИ))		2 60	мин
Q	а. Количество выпущенной примеси (ИКВ)		Табл.3	г/с
3. Параметры оседающей примеси				
ω	Скорость гравитационного оседания частиц примеси	$\omega = 1,3 \cdot 10^{-6} \rho_0 r_0^2$	0,132	м/с
r_0	Радиус частиц примеси		10^{-6}	м
ρ_0	Плотность частиц примеси		11	г/см ³
г	Параметр неоднородности примеси		5	

Масса выбросов химических веществ в ОГ автотранспорта в зависимости от интенсивности транспортных потоков

Интенсивность автотранспортного потока, авт/час	M_{CO}	M_{NOx}	M_{Pb}
	г/км·с		
600	2,94	0,19	0,002
1000	7,44	0,37	0,004
1500	8,66	0,55	0,007
2600	12,07	0,67	0,019

Таблица. 4.1.

Расчет параметров невесомой примеси (газов) на примере CO

Символ	Содержание	Формулы	Параметр	
			Показатель	Ед. изм.
<i>1. Основные параметры</i>				
B	B - основной параметр вертикального рассеивания, зависящий от параметра устойчивости и H и поправочного коэффициента при $z_0=80$		0,01	
\tilde{B}	Модификация B для расчета оседающей примеси	$\tilde{B} = 2B$	0,02	
$b(H,T)=b$	Основной параметр горизонтального рассеивания, зависящий от H , T и параметра устойчивости	$b = b_0 \left(\frac{T}{20} \right)^{0,2}$	0,15	
b_0	Значение b при $T=20$ мин		0,1	
<i>5.2. Легкая примесь</i>				
R	Безразмерные вспомогательные параметры для расчета вертикального рассеивания.	$R = \frac{CH}{B}$	54	м
ρ			0,73	
C			0,27	
A_1	Безразмерные параметры для расчета x_0 и q_0		0,37	
D_1			0,41	
x_0	Для q_0, ρ_0 (линейный источник)	$x_0 = A_1 \frac{H}{B}$	74	м
q_0	Максимальное значение $q(x)$, при различных автотранспортных потоках, $U=0,38$ м/с	$q_0 = D_1 \frac{Q}{UH^2}$	3,26	г/м ³
			2,34	
			2,0	
			0,79	
q_0	Максимальное значение $q(x)$, при различных автотранспортных потоках, $U=0,76$ м/с	$q_0 = D_1 \frac{Q}{UH^2}$	1,57	г/м ³
			1,13	
			0,97	
			0,38	

Расчет параметров невесомой примеси (газов) на примере NO

Символ	Содержание	Формулы	Параметр	
			Показатель	Ед. изм.
<i>1. Основные параметры</i>				
B	B - основной параметр вертикального рассеивания, зависящий от параметра устойчивости и H и поправочного коэффициента при z ₀ =80		0,01	
\tilde{B}	Модификация B для расчета оседающей примеси	$\tilde{B} = 2B$	0,02	
b(H,T)=b	Основной параметр горизонтального рассеивания, зависящий от H, T и параметра устойчивости	$b = b_0 \left(\frac{T}{20} \right)^{0,2}$	0,15	
b ₀	Значение b при T=20 мин		0,1	
<i>5.2. Легкая примесь</i>				
R	Безразмерные вспомогательные параметры для расчета вертикального рассеивания.	$R = \frac{CH}{B}$	54	м
ρ			0,73	
C			0,27	
A ₁	Безразмерные параметры для расчета x ₀ и q ₀		0,37	
D ₁			0,41	
x ₀	Для q ₀ , p ₀ (линейный источник)	$x_0 = A_1 \frac{H}{B}$	74	м
q ₀	Максимальное значение q(x), при различных автотранспортных потоках, U=0,38м/с	$q_0 = D_1 \frac{Q}{UH^2}$	0,16	г/м ³
			0,13	
			0,09	
			0,05	
q ₀	Максимальное значение q(x), при различных автотранспортных потоках, U=0,76м/с	$q_0 = D_1 \frac{Q}{UH^2}$	0,08	г/м ³
			0,07	
			0,04	
			0,02	

Согласно расчетам рассеивания примесей по утвержденной Методике [4] табл. 4.1., 4.2. максимальная концентрация оксидов углерода и азота наблюдается по оси x на расстоянии 74 м, по высоте R - 54 м.

Экспериментальные замеры температуры и концентрации CO на ЮЗ склоне долины в мае 2002 г. (рис. 2., точки 1, 2, 3, 4) показали следующие результаты:

Таблица 5.

ВЫВОДЫ:**Результаты экспериментальных замеров температуры и концентрации СО на ЮЗ склоне долины реки Б. Салгир (май 2002 г.)**

№ точки замера	Абс. отм.	Время замера, ч	Температура воздуха, °С	Концентрация СО, мг/м ³
1	180	6	4	8,10
		9	6	7,97
		11	18	2,30
2	182	6	15	2,17
		9	20	1,57
		11	24	1,63
3	160	6	4	9,63
		9	6	9,48
		11	17	8,39
4	204	6	18	1,53
		9	24	0,90
		11	26	1,15

Проведенные расчеты рассеивания невесомой примеси (газов) согласно утвержденной Методике [4] не совпадают с экспериментальными замерами концентрации СО. Рассеивание выбросов газообразных веществ от автотранспорта в условиях предгорного и горного рельефа должны учитывать микроклиматические условия: обратную температурную инверсию, градиент температуры атмосферного воздуха, геоморфологические особенности рельефа, антропогенный ландшафт и др.

Общепринятые расчеты границ санитарно-защитных зон, максимальной концентрации ЗВ, рассеивание примесей перпендикулярно направлению движения автотранспорта (линейный источник) и по высоте подъема искажают результаты распространения выбросов в

условиях горного и предгорного рельефа. Данные выводы объясняют наличие смога в г. Симферополе при неблагоприятных метеоусловиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хромов С.П., Петросьянц М.А. Метеорология и климатология. М.: МГУ, 2001.
2. Романова Е.Н., Мосолова А.С., Береснева Н.И. Картирование ветровых характеристик в сложном рельефе. // Труды ГГО, 1982, вып. 228.
3. Берлянд М.Е., Генрихович В.К., Оникул Р.И. Некоторые актуальные вопросы исследования атмосферной диффузии. // Труды ГГО, 1965, вып. 172.
4. Бызова Н.Л. Методическое пособие по расчету рассеяния примесей в пограничном слое атмосферы. М.: «Гидрометеиздат», 1973.
5. Поляков Б.В. Гидрометеорологический анализ и расчеты. Л.: «Гидрометеиздат», 1986.
6. Методика расчета выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта // Министерство охраны окружающей среды и ядерной безопасности Украины.: К, 1995.

Суббота И.Л., к.т.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Савчук Л.П., д.с.-х.н., профессор

Крымский государственный агротехнологический университет

Строительная климатология: перспективы развития актуального направления исследований в строительстве

Рассмотрено перспективное направление исследований с учётом метеорологических причин техногенных катастроф. На примере разрушения теплицы в климатических условиях Предгорья Крыма предложены необходимые подходы к обоснованию проектов (с целью предупреждения возможных потерь) на базе методов строительной климатологии и вероятностной характеристики неблагоприятных явлений погоды. Приведены методические подходы климатического районирования территории Крыма с учетом экологической безопасности строительства.

Метеорологический мониторинг, строительная климатология, техногенная безопасность

Изучение климатической составляющей техногенной безопасности получило признание в науке сравнительно недавно. Это связано с активизацией неблагоприятных явлений, обусловленных антропогенной неустойчивостью экологических систем и изменениями климата, приведшими к усилению оползневой и сейсмической активности территорий, а затем и к разрушению строительных объектов.

Неадекватность этим явлениям строительных конструкций объясняется отсутствием систематического анализа результатов метеорологического мониторинга разрушающих факторов, их районирования и вероятностной характеристики. Обращение к этой информации носит стихийный и неорганизованный характер. Необходим целенаправленный переход от случайных объяснений происходящего к выявлению закономерностей и тенденций, которые можно прогнозировать с тем, чтобы избежать материальных, людских потерь и разрушений.

Факторы климата, влияющие на выбор места, конструкций и обоснования затрат на строительство, многочисленны. Выбор комплекса факторов зависит от характера строительства. Так, для ветро- и метеостанций важен анализ ветрового режима и баланса солнечной радиации, для жилых зданий важно поддержание стабильного уровня температуры и влажности воздуха. Эти элементы в свою очередь зависят от солнечной радиации, поступающей на поверхность кровли и стен в разные часы светлого времени суток. В таком случае играет роль ориентация здания с учетом освещённости и преобладающего направления ветра (роза ветров), особенно в холодную половину года. Регулировать тепловой режим возможно также путём выбора строительных элементов с учётом их теплопроводности. Известно, что регистрация нужных показателей осуществляется непрерывно с помощью электролитического интегратора в паре с альбедометром [1].

Наиболее высокая в Украине инсоляция приходится на Крымский полуостров, что позволяет эффективно использовать солнечную и экономить электрическую энергию в тепломелиоративных сооружениях – теплицах, парниках [2]. Однако, недостаточно проработанное обоснование проектов этих сооружений привело к их почти повсеместной утрате. Характерным примером является опытное хозяйство Института эфиромасличных и лекарственных растений (ИЭЛР УААН) Белогорского района Крыма (п. Крымская Роза), где теплицы для выращивания посадочного материала розы эфиромасличной, лаванды, полыни лимонной и др. ценных растений рухнули под тяжестью снега. Сейчас она частично восстановлена. Полная реставрация исключена. При проектировании была неправильно рассчитана снеговая нагрузка и не учтены особенности климата зимнего периода восточного Крыма, хотя и в названном посёлке, и в г. Белогорск имеются метеорологические станции (МС). Так, по данным МС Крымская роза (восточнее п. Зуя) за 35 лет наблюдений (табл. 1) максимальная высота снежного покрова колеблется по годам от 18 до 27 см, а дней со снежным покровом бывает от 56 дней (в холодную зиму 1985 г.), до 25 (в тёплую зиму 1981г).

Климатическая характеристика зимнего периода Предгорья Крыма

Показатели	Величины показателей		
	Средние	В холодную зиму	В теплую зиму
Годы	1966	1985	1981
Абсолютная минимальная температура, среднееголетняя, °С воздуха	-18.1	-22.7	-14.2
почвы на глуб. 3м	-5.2	-7.6	-1.5
Высота снежного покрова в день с абсолютным минимумом температуры почвы, см	6	11	1
Число дней со снежным покровом за зиму	37	56	25
Наибольшая высота снежного покрова, см	20	18	27
Наибольшая глубина промерзания почвы по мерзлотомеру, см	19	37	0
Число дней с оттепелью на зиму	69	61	74
Максимальная температура при оттепелях, °С	17.6	16.3	18.1
количество дней со среднесуточной температурой ≤ 0°С	43	61	28
Сумма отрицательных температур за зимние месяцы	-200	-399	-74

В среднем продолжительность покрова в указанном регионе составляет 61-74 (в среднем 69 дней), а максимальная температура зимой может достичь +16, +18 °С, в отдельные годы повышенного давления снега не бывает. Но стоит учесть, что продолжительность погоды с отрицательной температурой в среднем составляет 43 дня, сумма отрицательных среднесуточных температур равна – 200 °С, и в последние годы XX-го и первые 4 года XXI-го столетий эта сумма была значительно (иногда в 2 раза) ниже указанной среднееголетней (табл.1). Кроме того, значительно увеличилась годовая норма осадков: с 454 мм в середине XX века она выросла до 550 мм за последние 35 лет. Причём вероятность обильных осадков (более 600 мм за год) увеличилась до 30 % или до 3 раз выпадения за 10 лет (табл. 2) [3].

Таблица 2

Статистическая оценка рядов наблюдений и основных климатических показателей за 35 лет.

Климатический показатель	M	δ	V	Вероятность (P) наступления, % и менее									
				5	20	30	40	50	60	70	80	90	95
Сумма осадков за год мм	550	131	24	700	650	610	560	570	530	540	470	400	300
Средний из абсолютных годовых минимумов, °С	-18.2	4	20	-23.6	-21.8	-20.4	-19.3	-18.2	-17	-15.8	-14.6	-12.4	-9.6

Обозначения: M - среднееголетняя величина показателя
 d - среднеквадратическое отклонение от средней
 V - коэффициент вариации, %
 P - повторяемость (%) в многолетнем разрезе.

Примечания: вероятность элементов климата различного уровня рассчитана по формуле Г. Алексеева [3]:

$$P=(n-0,3)/(m+0,4), \text{ где}$$

n— объём выборки,

m— порядковый номер величины ранжированного ряда (от наибольшей к наименьшей)

Здесь учтено количество твёрдых осадков зимних месяцев. Как следует из табл.2 вариация годовой суммы осадков достигла 24 %, а уровня морозов 20 %. Рост неустойчивости погодных условий увеличивает риск разрушения строений, прочность которых снижается со временем [4]. В приведённом примере разрушение теплиц произошло вскоре после сдачи их в эксплуатацию в связи с нарушением норм строительной климатологии.

ВЫВОДЫ

Этот и многие другие примеры свидетельствуют о необходимости проведения анализа результатов метеорологического мониторинга и оценки повторяемости опасных метеорологических явлений на территории Крымского полуострова с их градацией по степени риска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беер В. Техническая метеорология. Пер. с нем. - Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 120с.
2. Справочник по климату СССР. Вып. 10, ч. I, II, III, IV, V. - Л.: Гидрометеиздат, 1964 - 67с.
3. Савчук Л.П. Годовые обзоры погодных условий экспериментальной базы ИЭЛР УААН в Белогорском районе Крыма. 1965-2004 гг. – Симферополь: ИЭЛР, 1965 – 2004 – 360с.
4. Суббота И.Л. Инженерно-геологическая оценка возможности размещения рекреационной застройки в п. Нижняя Ореанда // Строительство и техногенная безопасность: Сб. научн. тр. – Симферополь: КАПКС, 1999.- № 1 – С.160 – 162.

Трошеновский А.П., профессор.

Член президиума академии строительства Украины.

Заслуженный работник Народного образования Украины.

Концепция экологического оздоровления Крыма.

Всемирно известный поэт и общественный деятель Пабло Неруда назвал Крым орденом на груди планеты Земля. Этим он подчеркивал уникальность природы полуострова, особенность географического положения, необходимость бережного отношения к флоре и фауне.

Экологическая обстановка в Крыму и прилегающих приморских территориях в последние годы существенно ухудшилась. Продолжается интенсивное загрязнение всех компонентов природной среды предприятиями Минхимпрома, Минчермета, стройиндустрии, коммунально-бытового хозяйства. А в скором времени возможно инетеперерабатывающая промышленность со всеми своими негативами обоснуется на озере Донузлав. Ежегодно в атмосферу полуострова выбрасывается около 800 тыс. т. загрязняющих веществ, среди которых пыль, окись углерода, двуокись азота, сернистый газ, а также такие канцерогены как фтористый и хлористый водород, аммиак, бензопирен, серная кислота и формальдегид. Концентрация отдельных загрязнителей превышает предельно допустимую концентрацию (ПДК) в среднем в 1,5 раза, а их максимальные значения в 1 и более раз. Около 90% загрязнений приходится на долю автотранспорта.

Особенно следует остановиться на загрязнении природной среды радионуклидами. Крым оказался в полосе южного следа аварии на Чернобыльской АЭС. Искусственные радионуклиды цезия-137 и цезия 134 установлены в почвах городов Симферополя, Севастополя, Сак и Керчи. Удельная плотность загрязнения изученных в своё время территорий (по данным института минеральных ресурсов) колеблется от 0,05 до 0,36 кюри на м², достигая в местах совмещения искусственных и естественных (радионуклиды радия -226, радия -228, калия 40) аномалий 1-1,2 кюри на км².

Радионуклидное загрязнение по стронцию - 90 обнаружено в воде Северо – Крымского канала, используемой для орошения и питающей Межгорное водохранилище питьевого назначения. Все это не может не вызывать тревогу.

Вследствие интенсивного технического воздействия активизировались многие геологические процессы, такие как карст, оползни, сели, подтопление, что усложнило и без того достаточно напряженную инженерно-геологическую обстановку, особенно на южном берегу Крыма.

Наносится ощутимый урон Крымским ландшафтам многочисленными карьерами по добыче строительных материалов, многие из которых невозможно рекультивировать. Уже невозможно вернуть природную красоту изуродованным районам Альмы и Бедрана, Шархи и Балаклавы, Инкермана и Агармышы. Не украшают ландшафт и городские свалки, куда ежегодно поступает более 9 млн. м³ неутилизированных отходов, в том числе таких токсичных, как шламы гальванических цехов, ртутные лампы и т.д., что создает дополнительную угрозу загрязнению почв, подземных и поверхностных вод, а следовательно и здоровью населения. Утилизация отходов составляет всего лишь 12%, тогда как в технически развитых странах она достигает 95%. Особенно остро стоит проблема утилизации огромных запасов отходов нарботанных химической, металлургической и горнодобывающей промышленностями.

Современное состояние окружающей среды Крыма вызывает серьезную тревогу за судьбу «Всесоюзной здравницы» и требует принятия экстренных мер по её оздоровлению. Каковы причины создавшегося положения? Останавливаюсь лишь на тех, которые непосредственно связаны со строительством. Строители внесли и продолжают вносить существенный вклад в процесс ухудшения экологической обстановки Крыма, как путем непосредственного изъятия из сельскохозяйственного оборота пахотных земель и использования при сооружении объек-

тов невозобновляемых ресурсов, так и путем загрязнения всех компонентов природной среды твердыми, жидкими и газообразными отходами производства

Одной из причин негативного воздействия строительства на природную среду является отсутствие разработанной концепции и программы урбанизированного освоения территории Крыма с учетом экологических требований, включающих, прежде всего его демографические и рекреационные возможности.

Предлагаемая концепция экологического оздоровления Крыма основана на выборе приоритетного развития региона как здравницы и курорта международного значения. Данный приоритет требует с одной стороны: структурного изменения всего народнохозяйственного комплекса с ориентацией его на преимущественное развитие рекреации и индустрии туризма, пищевой и перерабатывающей промышленности; с другой - соблюдение международных норм медико-экологической безопасности среды обитания и продуктов. Именно с этих позиций должны решаться задачи по оценке и прогнозу состояния окружающей среды и источников её загрязнения; осуществляться контроль и управление природопользованием.

Структурное изменение народнохозяйственного комплекса требует безотлагательного обоснования демографической и рекреационной ёмкости полуострова, доведение её до международных стандартов. Оно требует прекращения строительства новых и расширения действующих производств, закрытие и конверсию экологически вредных объектов, особенно Армянско-Краснопереконского, Керчинского и других промузлов; изменение структуры и технологии земледелия в сторону производства экологически чистой продукции. И, конечно, никакого строительства нефтеперерабатывающих комплексов на озере Донузлав.

Соблюдение медико-экологической безопасности среды обитания вызывает необходимость срочной оценки состояния окружающей среды на картографической основе масштаба 1:200000 для Крыма в целом и масштаба 1:25000 -1:10000 для урбанизированных территорий с проведением районирования по степени экологической опасности.

Необходимо решить вопрос целесообразности присутствия в Крыму военных полигонов, занимающих, как правило, уникальные территории.

Выполнение этих задач - дело времени, поэтому сегодня необходимо задействовать все меры стабилизации экологической обстановки и прежде всего экономические рычаги защиты природы, для чего необходимо:

- определить стоимость природных ресурсов Крыма с учётом сложившегося и перспективного использования территорий;
- ввести плату за пользование природными ресурсами и за загрязнение природной среды;
- предусмотреть при формировании цен экономические стимулы для хозяйств, производящих экологически чистую продукцию.

Для реализации этого положения необходимо ускорить составление экологических паспортов предприятий и городских территорий. К участию в этой работе необходимо шире привлекать учёных и студентов Крымских ВУЗов.

Должно быть безусловным проведение обязательной комплексной экспертизы всех проектов строительства новых и реконструкции действующих предприятий. Только таким образом можно поставить заслон стремлению ведомств экономить траты на природоохранные мероприятия. Только так можно добиться внедрения природосберегающих технологий. Очевидно, настало время перейти от экспертизы отдельных объектов к экспертизе и паспортизации отдельных промышленных зон и городов, для того, чтобы надежнее обосновать нормативы выбросов и сбросов. Экологическая защита Крыма требует научно-технического потенциала Крыма. Она немыслима без международного сотрудничества.

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

УДК 662.53

Анисимов С.Н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Расчет параметров и тепло гидравлических характеристик потока газов в тракте камеры пульсирующего горения гармонического типа.

Разработан метод определения параметров пульсирующего газового потока и получены критериальные зависимости для расчета теплоотдачи и гидравлического сопротивления в тракте КПП.

Камера пульсирующего горения, аэродинамический клапан, камера воспламенения, резонансная труба.

Пульсирующее горение – одно из новых направлений повышения эффективности ряда энергетических и химико-технологических процессов, позволяющее интенсифицировать процессы сжигания топлива и конвективный теплообмен в поверхностях нагрева, уменьшить время пребывания продуктов сгорания в зоне высоких температур и концентрацию окислов азота в уходящих газах.

Схема простейшей КПП гармонического типа представлена на рис.1. Принцип работы детально рассмотрен в [1].

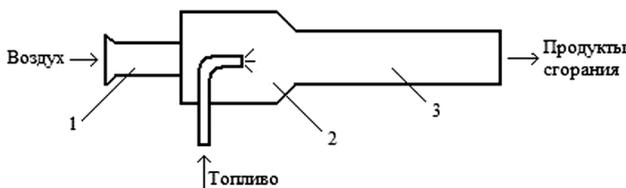


Рис.1. Камера пульсирующего горения гармонического типа

1- аэродинамический клапан; 2- камера воспламенения; 3- резонансная труба.

Задачей настоящей работы является определение параметров пульсирующего потока продуктов сгорания – температуры, средней скорости и частоты пульсаций, а также установление вида критериальных уравнений теплообмена и гидравлического сопротивления в тракте КПП.

Средняя скорость потока газов в тракте КПП при условии установившегося движения и неизменности средних параметров определяется из уравнения неразрывности для потока:

$$w_2 = \frac{V_2 G}{f_{pm}} = V_2^0 \frac{T_2}{273} \frac{G}{f_{pm}} \quad (1)$$

где V_2 - объем дымовых газов при температуре T_2 , отнесенный к 1 кг топлива; V_2^0 - теоретический объем дымовых газов, образующихся при сгорании 1 кг топлива; G - секундный расход топлива; f_{pm} - площадь живого сечения резонансной трубы КПП.

Средняя скорость воздуха, поступающего в камеру воспламенения (КВ) КПП через аэродинамический клапан (АК), определяется по аналогичному выражению:

$$w_8 = \frac{V_8^0 G}{f_{ак}} \frac{T_8}{273}, \quad (2)$$

где V_8^0 – теоретический объем воздуха, необходимый для сгорания 1 кг топлива; T_8 – средняя абсолютная температура воздуха в АК; $f_{ак}$ – площадь живого сечения АК.

Время, за которое отдельная порция продуктов сгорания покинет резонансную трубу (РТ) КПП:

$$\tau = \frac{l_{pm}}{w_2}, \quad (3)$$

где l_{pm} – длина резонансной трубы.

За это же время τ через входное сечение АК поступит новая порция воздуха:

$$V'_g = w_g \cdot \tau \cdot f_{ак}. \quad (4)$$

Однако в процессе сгорания будет участвовать только та часть воздуха, которая поступила в КВ через выходное сечение АК, т.е.

$$V'_g = (w_g \tau - l_{ак}) \cdot f_{ак}, \quad (5)$$

где V'_g – объем воздуха, поступившего в КВ за одно колебание; $l_{ак}$ – длина аэродинамического клапана.

Тогда частоту колебаний можно выразить формулой:

$$v = \frac{V_g^0 G}{(w_g \tau - l_{ак}) f_{ак}}. \quad (6)$$

или с учетом (2) и (3) получим

$$v = \frac{G}{\frac{1}{\Psi_0} \frac{\Theta_g}{\Theta_z} \frac{1}{\Phi_0}}, \quad (7)$$

где $\Phi_0 = V_g^0 / V_{ак}$; $\Psi_0 = V_z^0 / V_{рм}$; $\Theta_g = T_g / 273$; $\Theta_z = T_z / 273$; $V_{ак}$ – объем АК; $V_{рм}$ – объем РТ.

С другой стороны, согласно [2], частота колебаний потока газов в четверть волновой трубе с одним закрытым и другим открытым концом описывается уравнением:

$$v = (1 - M^2) \frac{a}{4L}, \quad (8)$$

где M – число Маха; a – скорость распространения звука в потоке газа; $L = l_{ак} + l_{рм}$ – акустическая длина КПП.

Для технических расчетов скорость звука можно определять по уравнению

$$a = \sqrt{\kappa RT}, \quad (9)$$

где κ – показатель адиабаты; R – газовая постоянная.

Тогда с учетом (9) уравнение (8) можно представить в таком виде:

$$v = (1 - M^2) \frac{\sqrt{\kappa RT}}{4L}, \quad (10)$$

Приравняв правые части (7) и (10), и сделав замену переменных ($X = \sqrt{\Theta_z}$), получим уравнение для определения средней температуры газового потока в тракте КПП в форме

$$M_0^2 X^4 - \left(\frac{\Phi_0}{\Psi_0} \Theta_g M_0^2 + 1 \right) X^2 - \frac{\Phi_0}{v_0} GX + \frac{\Phi_0}{\Psi_0} \Theta_g = 0, \quad (11)$$

где M_0 – число Маха для потока газа при нормальных условиях; v_0 – частота пульсаций потока при нормальных условиях.

Для потока газов, средняя скорость которого невелика и, соответственно, $M^2 \ll 1$ выражение (10) упростится и сведется к уравнению частоты колебаний неподвижного столба газа в трубе с одним закрытым и другим открытым концом.

$$v = \frac{a}{4L} = \frac{\sqrt{\kappa RT}}{4L}. \quad (12)$$

Решая совместно (7) и (12) или полагая в (11) $M_0^2 = 0$ получим уравнение для определения средней температуры газового потока:

$$X^2 + \frac{\Phi_0}{v_0} GX - \frac{\Phi_0}{\Psi_0} \Theta_g = 0, \quad (13)$$

откуда

$$T = 273 \left[\frac{\Phi_0}{2\nu_0} \left(\sqrt{G^2 + \frac{4\nu_0^2}{\Phi_0\Psi_0} \Theta_6} - G \right) \right]^2, \quad (14)$$

Далее, используя полученное значение T , можно определить значение средней скорости газового потока на выходе из КПП по формуле (1) и частоту колебаний по формулам (8) или (12) в зависимости от способа вычисления температуры.

Как показано в [3], существует возможность представления критериальных уравнений конвективного теплообмена в форме:

$$Nu = \frac{1}{4} \left(A_j \frac{d}{l} + B_j \right) \text{Re Pr}^{1/3}, \quad (15)$$

$$Eu = \frac{1}{2} \left(A_f \frac{d}{l} + B_f \right), \quad (16)$$

где Nu – критерий Нуссельта; A_j, B_j, A_f, B_f – коэффициенты, зависящие от режима течения теплоносителя; d – эквивалентный диаметр; l – длина потока между соседними возмущениями; Re – число Рейнольдса; Pr – число Прандтля; Eu – число Эйлера.

Уравнения (15) и (16) можно использовать при описании теплообмена и гидравлического сопротивления в пульсирующем потоке газов. При этом очевидно, что пульсации будут усиливать значимость симплекса d/l .

Процесс перемещения газов по тракту КПП происходит отдельными порциями. При каждой пульсации происходит новое формирование динамического и теплового пограничных слоев. Таким образом, в уравнениях (15) и (16) под симплексом d/l , следует понимать отношение соответствующих величин для отдельной порции газа, которое для данного случая можно представить выражением:

$$\frac{d}{l} = \frac{fd_{PT}}{w_T} = \frac{Pu}{\text{Re}}, \quad (17)$$

где $Pu = fd_{pm}^2/\nu$ – безразмерное число пульсирующего потока.

Подставив в уравнения (15) и (16) вместо d/l его значение для пульсирующего потока в форме (17), получим критериальные уравнения, описывающие теплообмен и гидравлическое сопротивление в пульсирующем потоке газов:

$$Nu = \frac{1}{4} \left(A_j \frac{Pu}{\text{Re}} + B_j \right) \text{Re Pr}^{1/3}; \quad (18)$$

$$Eu = \frac{1}{2} \left(A_f \frac{Pu}{\text{Re}} + B_f \right). \quad (19)$$

Результаты расчетов средних параметров пульсирующего газового потока, а также теплообмена и гидравлического сопротивления по выше полученным зависимостям хорошо согласуются с экспериментальными данными, [4].

ВЫВОДЫ:

1. Получены зависимости для определения параметров пульсирующего потока газов в тракте КПП с учетом вида и расхода сжигаемого топлива, а также размеров элементов КПП.
2. Получены критериальные зависимости для расчета теплообмена и гидравлического сопротивления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Подымов В.Н., Северянин В.С., Щелоков Я.М. Прикладные исследования вибрационного горения. Изд-во Казанского университета, Казань, 1978.
2. Раушенбах Б.Б. Вибрационное горение. М.Физматгиз, 1961.
3. Анисимов С.Н. Обобщенное критериальное уравнение теплообмена при вынужденном канальном течении теплоносителя. Деп. в Укр. НИИНТИ 20.11.89 №2658-Ук 89.
4. Северянин В.С., Смоленский В.Г., Кацевич В.К. Экспериментальные исследования пульсационной горелки для сжигания дизельного топлива / Известия ВУЗов, сер. Энергетика, 1984, №10.

Анисимов С.Н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Расчет теплообмена в топках двухходовых котлов типа КСВ.

Рассматриваются особенности теплообмена в топках котлов типа КСВ с учетом обратного хода дымовых газов.

Прямой и обратный ход дымовых газов, адиабатная температура горения, лучистый теплообмен, конвективный теплообмен, тепловой баланс, невязка теплового баланса.

В настоящее время наметилась тенденция отхода от традиционных централизованных схем систем теплоснабжения путем использования мини котельных для теплоснабжения отдельных зданий или небольших групп зданий. Это обусловлено повсеместным развитием газоснабжения и переводом котельных на газовое топливо, а также стремлением избежать дополнительных потерь тепла в магистральных теплопроводах и повышением надежности систем теплоснабжения и, наконец, самое главное – избежать ценового диктата монополистов-теплопоставщиков.

В последнее время появилось множество различных типов и типоразмеров малометражных автоматизированных водогрейных котлов самой разнообразной конструкции, способных работать при невысоких давлениях газа, сохраняя высокие значения коэффициентов полезного действия. К одному из таких типов котлов относятся котлы серии КСВа (котел стальной, водогрейный, автоматизированный).

Особенностью котлов данной серии является организация топочного процесса, а именно – реализуется сложная схема движения продуктов сгорания в топочной камере. Схематично этот процесс представлен на рис.1.

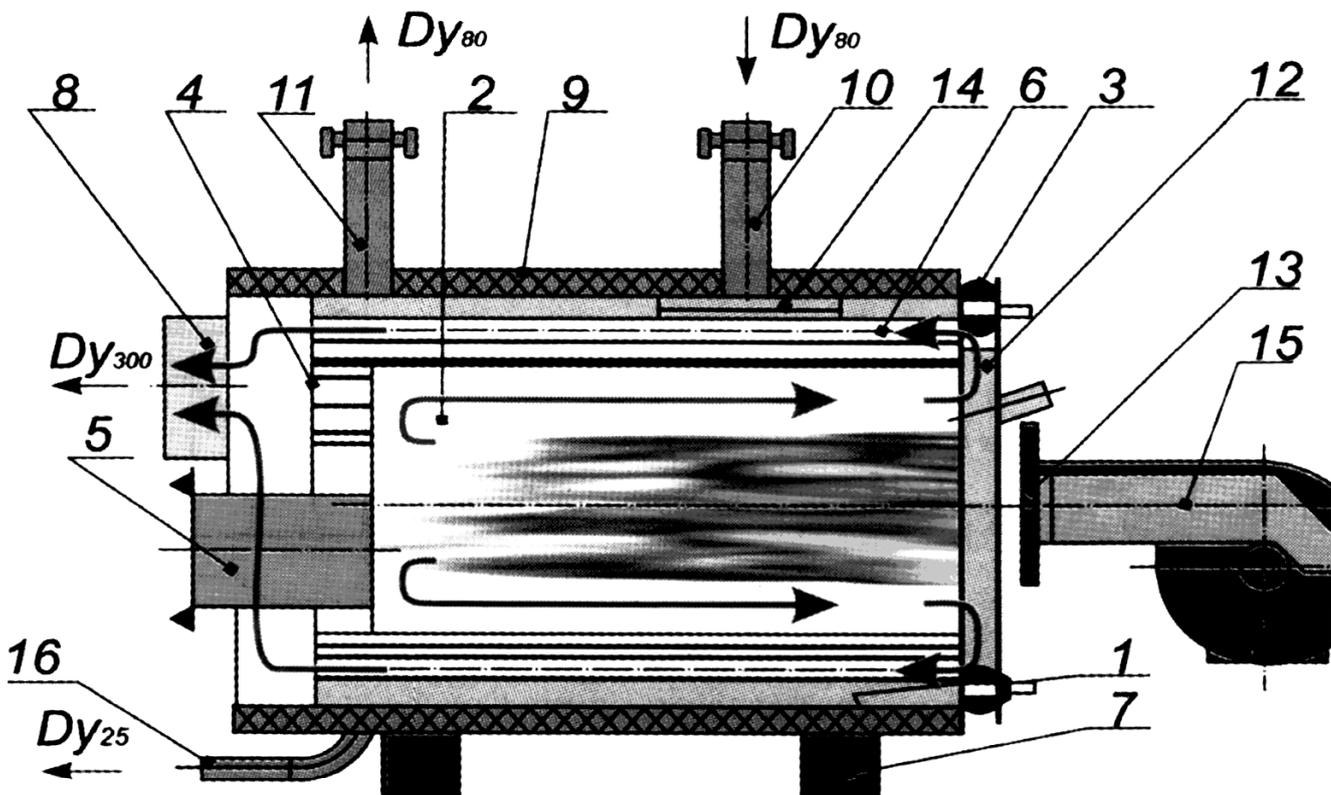


Рис. 1 Устройство двухходового котла серии КСВ.

1 – корпус котла; 2 – топочная камера; 3 – передняя трубная доска; 4 – задняя трубная доска; 5 – взрывной клапан; 6 – конвективный газосход; 7 – основание; 8 – задняя крышка; 9 – наружная обечайка; 10 – подводящий патрубок обратной воды; 11 – отводящий патрубок прямой воды; 12 – полость между передней крышкой и передней трубной доской; 13 – передняя крышка; 14 – рассеивающая пластина; 15 – горелка; 16 – выходной патрубок.

Факел горелки расположен горизонтально в центре топки. Дымовые газы, достигнув дна топки, поворачивают на 180° и по периферии топки направляются к фронту котла. В полости между передней крышкой и передней трубной доской газы поворачивают на 180° и входят в конвективный газоход, проходят его и через сборный короб поступают в дымовую трубу котельной.

Таким образом, в объеме топочной камеры имеет место прямой и обратный ход дымовых газов.

Тепловой расчет котельного агрегата по существующей стандартной методике [1] дает невязку теплового баланса порядка 20%.

Анализ тепловых и газодинамических процессов, протекающих в топке котла наводит на мысль о необходимости учета в расчетах обратного хода топочных газов, т.е. к необходимости учета конвективного и лучистого теплообмена в периферийном течении. Дополнительный учет лучистого теплообмена вызван увеличением времени (на время обратного хода) нахождения газов высокой температуры в топке, а учет конвективного теплообмена – интенсивным омыванием экранированных стен топки периферийным потоком.

Сложность решения задачи для учета лучистого теплообмена при обратном ходе газов заключается в определении эффективной толщины излучающего слоя газа, а для конвективного теплообмена – в определении скорости периферийного потока.

К решению поставленной задачи можно подойти следующим образом.

Давление в топке не слишком велико (примерно равно атмосферному давлению), а температура намного превышает критическую, поэтому с позиций термодинамики [2], в первом приближении, топочные газы можно рассматривать как идеальный газ. Тогда, используя уравнения состояния идеального газа, для ядра потока можно записать

$$PV_{я} = GR_{см}T_{я}, \quad (1)$$

где P – давление в топочной камере; $V_{я}$ – объемный расход топочных газов в ядре потока; G – массовый расход топочных газов; $R_{см}$ – газовая постоянная смеси дымовых газов; $T_{я}$ – средняя абсолютная температура в ядре потока.

Температура $T_{я}$ в ядре потока определяется как средняя из температур адиабатного горения T_a и температуры потока у заднего фронта топки T'_m

$$T_{я} = 0,5(T_a + T'_m). \quad (2)$$

Температуры T_a и T'_m определяются по методике [1].

Тогда массовый расход газов в ядре потока составит

$$G = \frac{pV_{я}}{R_{см}T_{я}}. \quad (3)$$

В соответствии с законом сохранения массы, такой же массовый расход газов будет иметь место и в потоке обратного хода:

$$G = \frac{pV_n}{R_{см}T_n}, \quad (3a)$$

где V_n – объемный расход газов в потоке обратного хода; T_n – средняя абсолютная температура обратного потока газов.

Средняя температура в обратном потоке определяется по формуле

$$T_n = \frac{T'_m + T''_m}{2}, \quad (4)$$

где T''_m – температура дымовых газов на выходе из топки.

Приравнивая правые части (3) и (3a), получим

$$\frac{V_n}{V_{я}} = \frac{T_{я}}{T_n} \quad (5)$$

Соотношение (5) справедливо не только для объемных расходов дымовых газов, но и для все-

го топочного объема в данный момент времени.

Объем топочного пространства V_m можно представить как сумму объемов ядра потока $V_я$ и периферийного потока

$$V_m = V_я + V_n. \quad (6)$$

Учитывая, что объемы, входящие в (6) можно представить как

$$V_m = f_m \cdot l; V_я = f_я \cdot l; V_n = f_n \cdot l, \quad (7)$$

где l - длина или глубина топки; $f_m, f_я$ и f_n площади поперечных сечений топки, ядра и периферийного потока, соответственно.

Тогда (6) можно представить в следующем виде

$$f_m = f_я + f_n = \frac{V_я}{l} + \frac{V_n}{l},$$

откуда

$$\frac{f_m}{f_n} = \frac{V_я}{V_n} + 1,$$

или с учетом (5), вводя обозначение $\beta = V_я/V_n = T_я/T_n$ окончательно получим

$$f_n = \frac{f_m}{1 + \beta}. \quad (8)$$

Зная величину f_n , можно определить эффективную толщину излучающего слоя и скорость дымовых газов для обратного хода и провести расчет конвективного и лучистого теплообмена.

Таким образом, расчет теплообмена при наличии прямого и обратного хода дымовых газов в топках котлов сводится к следующему:

1. по обычной методике [1] рассчитывается температура газов в конце топки для прямого хода;
2. задавшись двумя значениями температур на выходе из топки для обратного хода рассчитывают конвективный и лучистый теплообмен с учетом (8) и определяют действительную температуру дымовых газов на выходе из топки по методике [1], как для газоходов.

ВЫВОДЫ

1. Расчет котлов типа КСВа с обратным ходом дымовых газов в топке по обычной методике дает невязку теплового баланса порядка 20%.
2. Расчет по изложенной методике показал полное соответствие предложенной модели расчета действительным характеристикам котла.
3. Дополнительный «вклад» обратного хода в общий теплообмен в топке составляет примерно 30%.
4. Конвективная и лучистая составляющие теплообмена для обратного хода примерно одинаковы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод) под ред. И.В. Кузнецова и др. – М.: Энергия, 1973 г. – 296 с.
2. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика. – М.: Наука, 1979 г. – 512 с.

Бакулина М.В., старший преподаватель.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Обеспечение безопасности персонала химически опасных объектов.

В статье рассматриваются проблемы обеспечения безопасности персонала при защите от поражающих факторов ЧС на химически опасных объектах.

опасные химические вещества, комплекс мероприятий, химически – опасные объекты, модернизация, системы жизнеобеспечения, поражающие факторы, адсорбция, сорбенты, цеолиты, фильтровентиляционные установки.

Проблема промышленной безопасности значительно обострилась с появлением крупномасштабных химических производств в первой половине нашего века. В настоящий момент на территории Украины функционирует около 1,5 тыс. объектов промышленности, на которых собирается или используется в производственной деятельности более 300 тыс. тонн опасных химических веществ, в т. ч. более 9 тыс. тонн хлора, 200 тыс. тонн аммиака и около 100 тыс. тонн других опасных химических веществ.

Основу химической промышленности составили производства непрерывного цикла, производительность которых не имеет ограничений. Постоянный рост производительности обусловлен значительным экономическим преимуществом крупных установок. Как следствие, возрастает содержание опасных веществ в технологических аппаратах, что сопровождается возникновением опасностей катастрофических пожаров, взрывов, токсических выбросов и других разрушительных явлений.

Безопасность функционирования химически опасных объектов (ХОО) зависит от многих факторов: физико-химических свойств сырья, полупродуктов и продуктов, от характера технологического процесса, от конструкции и надежности оборудования, условий хранения и транспортирования химических веществ, состояния контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации и т. д. Кроме того, безопасность производства, использования, хранения и перевозки сильнодействующего ядовитого вещества (СДЯВ) в значительной степени зависит от уровня организации профилактической работы, своевременности и качества планово-предупредительных ремонтных, подготовленности и практических навыков персонала, системы надзора за состоянием технических средств противоаварийной защиты.

Наличие такого количества факторов, от которых зависит безопасность функционирования ХОО, делает эту проблему крайне сложной. Как показывает анализ причин крупных аварий, сопровождаемых выбросом (утечкой) СДЯВ, на сегодня нельзя исключить возможность возникновения аварий, приводящих к поражению производственного персонала.

Анализ структуры предприятий, производящих СДЯВ, показывает, что в их технологических линиях обращается, как правило, незначительное количество токсических химических продуктов. Значительно большее по объёму количество СДЯВ содержится на складах предприятий. Это приводит к тому, что при авариях в цехах предприятия в большинстве случаев имеет место локальное заражение воздуха, оборудования цехов, территории предприятий. При этом поражение в таких случаях может получить в основном производственный персонал.

Необходимо отметить, что на промышленных объектах обычно сосредоточено значительное количество различных легковоспламеняющихся веществ, в том числе СДЯВ. Кроме того, многие СДЯВ взрывоопасны, а некоторые хотя и негорючие, но представляют значительную опасность в пожарном отношении. Это обстоятельство следует учитывать при возникновении пожаров на предприятиях. Более того, сам пожар на предприятиях может способствовать выделению различных ядовитых веществ.

Для любой аварийной ситуации характерны стадии возникновения, развития и спада опасности. На ХОО в разгар аварии могут действовать, как правило, несколько поражающих факторов – пожар, взрывы, химическое заражение местности и воздуха, и другие. Действие СДЯВ через орга-

ны дыхания чаще, чем через другие пути воздействия, приводит к поражению людей.

Из этих особенностей химически опасных аварий следует: защитные мероприятия и, прежде всего, прогнозирование, выявление и периодический контроль за изменением химической обстановки, оповещение персонала предприятия должны проводиться с чрезвычайно высокой оперативностью. Локализация источника поступления СДЯВ в окружающую среду, имеет решающую роль в предупреждении массового поражения людей. Быстрое осуществление этой задачи может направить аварийную ситуацию в контролируемое русло, уменьшить выброс СДЯВ и существенно снизить ущерб.

Особенностью химически опасных аварий является высокая скорость формирования и действия поражающих факторов, что вызывает необходимость принятия оперативных мер защиты.

В связи с этим защита от СДЯВ организуется по возможности заблаговременно, а при возникновении аварий проводится в минимально возможные сроки.

Защита от СДЯВ представляет собой комплекс мероприятий, осуществляемых в целях исключения или максимального ослабления поражения персонала и сохранения его трудоспособности.

Комплекс мероприятий по защите от СДЯВ включает:

- инженерно - технические мероприятия по хранению и использованию СДЯВ;
- подготовку сил и средств для ликвидации последствий химически опасных аварий;
- обучение персонала порядку и правилам поведения в условиях возникновения аварий;
- обеспечение безопасности людей и использование ими средств индивидуальной и коллективной защиты;
- повседневный химический контроль;
- предупреждение (оповещение) о непосредственной угрозе поражения СДЯВ;
- временную эвакуацию из угрожаемых районов;
- химическую разведку района аварии;
- поиск и оказание медицинской помощи пострадавшим;
- локализацию и ликвидацию последствий аварии.

Разработка вышеуказанного комплекса мероприятий особенно актуальна в условиях, когда порядка 140 тыс. единиц технологического оборудования и транспортных средств не отвечает требованиям безопасности, 16,2 тыс. единиц оборудования химического комплекса исчерпали установленный ресурс эксплуатации, около 900 зданий и сооружений не ремонтировалось, 125 – не отвечают требованиям СНиП, 40- в аварийном состоянии, 80% аммиачно-холодильных установок находятся в неудовлетворительном состоянии т. к. отсутствует производство комплектующих и т. д.

Одним из основных мероприятий по обеспечению безопасности персонала является укрытие в защитных сооружениях. Особенно в условиях, когда ликвидация последствий ЧС требует организации посменной работы в очаге химического поражения или прерывание технологического процесса, даже в условиях ЧС, может повлечь за собой значительное увеличение материального ущерба и количества пострадавших.

Проведенные на кафедре ГО и ВП исследования состояния защитных сооружений, предназначенных для укрытия персонала потенциально опасных объектов и населения, позволили сделать следующие выводы:

- системы, отвечающие за поддержание нормальных условий жизнедеятельности, физически и морально устарели;
- существующие защитные сооружения эффективно могут использоваться для защиты от поражающих факторов ядерного взрыва, аварии на радиационно-опасном объекте или в случае утечки (выброса) хлора, а для защиты от сильнодействующих промышленных веществ, таких как аммиак, фосген, сернистый ангидрид, сероводород, не пригодны;
- фильтровентиляционное оборудование оснащено фильтрами-поглотителями (ФПУ-200, ФПТ-100Б, 200Б, ФП-300 и др.), изготовленными 30-40 лет назад (в настоящее время на территории Украины не производятся), срок хранения которых составляет 10 лет (8 лет консервации в

- смонтированном виде), кроме того, они боятся влаги и механических деформаций;
- только малый процент защитных сооружений оснащен регенеративными установками, которые сами по себе пожаро - взрывоопасны и требуют специальных условий хранения и эксплуатации.

Таким образом, применение коллективных средств защиты для укрытия в случае химического заражения является проблематичным. Переоборудование защитных сооружений или строительство новых требует значительных денежных затрат, что в современных условиях практически невозможно. Одним из решений данной проблемы является модернизация уже существующих систем обеспечения условий жизнедеятельности укрываемых. Например, замена сорбента в фильтрах-поглотителях. Используемый в настоящий момент, активированный уголь отличается нерегулярной пористой структурой. Размеры макро- и микропор в нем могут отличаться на несколько порядков, поэтому он не обладает избирательной адсорбцией – это недостаток указанного сорбента. Избирательно адсорбировать одинаковые по размеру молекулы могут адсорбенты со строго регулярной пористой структурой, имеющие одинаковые по размеру поры. Этим требованиям в значительной мере отвечают природные минералы- сидерит, фожазит, эрионит, шабазит, морденит, клиноптилолит и цеолиты. Путем термической обработки природных минералов могут быть получены цеолиты, обладающие высокой пористостью, большой поверхностью и одинаковыми размерами пор, заранее заданными, в пределах от 3А до 13А. С помощью цеолитов из газовых смесей можно извлекать аммиак, диоксид серы, сероводород, ацетилен и др.

Перспективным является исследование адсорбционных возможностей лигнинных сорбентов, изготовленных из отходов пищевой промышленности.

ВЫВОДЫ

1. Защита персонала и населения от поражающих факторов, возникающих при авариях на ХОО, представляет собой комплекс мероприятий, одним из которых является укрытие в защитных сооружениях.
2. Необходимо технически переоснащать системы жизнеобеспечения, в частности фильтровентиляционные установки, с целью приспособления их к современным условиям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стоянов В. У. Автономные источники энергии для обеспечения живучести объектов – укрытий. НТС, Симферополь, КАПКС, 2003.
2. Каммерер Ю.Ю., Кутырев А.К., Харкевич А.Е. Защитные сооружения гражданской обороны.-М.: Энергоатомиздат, 1985.
3. Кузнецов И.Е. и др. Оборудование для санитарной очистки газов.- К.: Техника, 1989.
4. Рева Г.В., Поляков С.В., Патон Б.Е. Национальный доклад про состояние техногенной и природной безопасности в Украине. – К.: 2004 г.

Бекиров Э.А., к.ф.-м.н., доцент

Крымская академия природоохранного и курортного строительства.

Анализ солнечного радиационного режима Крыма с целью создания солнечной энергоустановки для обеспечения электроэнергией локального потребителя.

Проведен анализ солнечного радиационного режима различных районов Крыма. Представлены результаты расчета валового и технического потенциала солнечной энергии в Ялте, Феодосии по месяцам.

Рассчитаны требуемые площади модулей фотоэлектрических преобразователей для обеспечения электроэнергией локального потребителя.

Солнечная радиация, солнечная энергия, технический потенциал солнечной энергии, фотоэлектрическая установка.

Территория юга Украины, Крыма представляет удобные в климатическом отношении районы для широкого использования солнечной энергии.

Ежегодно на территорию Украины поступает 720 млрд. МВт·ч солнечной энергии, которое приравнивается к 88400 млн. тонн. Это значительно превышает современное потребление в нашей стране. Потенциал солнечной энергии в Украине достаточно высок для широкого внедрения как теплоэнергетического, так и фотоэнергетического оборудования практически во всех регионах Украины.

Климатические условия на Украине и особенно в Крыму благоприятны для использования энергии Солнца. Здесь энергия солнечной радиации за один среднегодовой солнечный день составляет 4 кВт·ч на 1 м², а в летние дни – по 6-6,5кВт·ч, то есть 1,5 МВт·ч за год на каждый квадратный метр. Учитывая, что солнечных дней в Крыму более 300, то это представляет неограниченные возможности для развития гелиоэнергетической отрасли в Украине [1].

Среднегодовое количество солнечного излучения, которое поступает на 1 м² поверхности, на территории Украины колеблется от 1070 кВт·ч/м² в северной части Украины до 1400 кВт·ч/м² и выше – в Крыму [1].

По оценкам [1], экономически обоснованный потенциал солнечного излучения составляет: для производства электрической энергии – около 2 млрд. кВт·ч/год, для теплоснабжения – около 26 млрд. кВт·ч/год.

В климатологических условиях Украины для солнечного теплоснабжения можно эффективно использовать как плоские солнечные коллекторы, так и вакуумные концентрические, которые аккумулируют и прямое, и рассеянное солнечное излучение. Фотоэнергетическое оборудование может достаточно эффективно эксплуатироваться круглогодично.

Энергетический выход солнечного элемента определяется спектром поглощения в активной области полупроводника и глубиной р-п перехода, отсчитываемой от поверхности элемента, обращенной к Солнцу. Элемент на кристаллическом кремнии чувствителен к свету в диапазоне длин волн от 0,35 до 1 мм, перекрывающем часть ультрафиолетовой, видимой и почти всю ближнюю инфракрасную область солнечного спектра. Вследствие потерь, обусловленных такими факторами, как нагрев элемента и отражение света, и тем, что некоторые фотоны не поглощаются полупроводником, теоретический предел для КПД солнечного элемента на кремнии составляет около 28%. Дополнительные потери внутри элемента приводят к тому, что реальный КПД значительно ниже теоретического.

Для повышения КПД солнечных элементов применяются просветляющие покрытия лицевой стороны солнечного элемента с целью увеличения доли проходящего света и тем самым числа фотонов, достигающий перехода. У элементов без покрытия потери на отражение могут достигать 30%.

В настоящее время наиболее широко используют кремниевые солнечные элементы, на которые действуют как направленные, так и рассеянные солнечные лучи. Они могут успешно рабо-

тать зимой и летом. Зимой снижение светового потока компенсируется увеличением КПД за счет снижения температуры.

Предположим, что в точке А планируется создание солнечной фотоэлектрической установки для обеспечения электроэнергией локального потребителя, расположенного вблизи солнечной установки, когда практически отсутствуют потери в линиях электропередач низкого напряжения.

Предполагается, что солнечная фотоэлектрическая установка (СФЭУ) будет работать параллельно с мощной энергосистемой и все изменения суточной нагрузки локального потребителя в периоды, когда приход солнечной энергии равен нулю или он меньше требований потребителя, обеспечивается этой энергосистемой. Избыточная мощность, получаемая от СФЭУ, полностью потребляется энергосистемой. Необходимость в аккумуляции избыточной энергии СФЭУ во времени отсутствует.

Основные показатели используемой СФЭУ:

- нет концентратора солнечного излучения;
- используются плоские модули солнечных батарей с прямоугольными элементами из монокристаллического кремния с коэффициентом полезного действия солнечных элементов, равным $\eta_{с.э.} = 12\%$ (17%);
- коэффициент заполнения поверхности модулей СФЭУ $K_{зап.} = 0,97$;
- коэффициент полезного действия при преобразовании в инверторе и передачи энергии потребителю $\eta_{преобр.}$ равен 0,9;
- коэффициент передачи энергии при последовательной коммутации элементов в СФЭУ $\eta_{ком.}$ составляет 0,95;
- модули СФЭУ расположены строго по меридиану под постоянным углом $\beta = 40^\circ$ к горизонту.

Пересчет солнечной радиации с горизонтальной площадки на наклонную производят с помощью коэффициента пересчета $K=1,3$.

Солнечный радиационный режим территории Украины, особенно южных районов, в целом является благоприятным для практического использования солнечной энергии. Высокий уровень солнечной инсоляции, повышенные требования к экологии в связи с наличием обширных курорто-рекреационных зон обуславливают стратегически оправданное развитие фотоэлектроэнергетики на юге Украины и, в первую очередь, в Крыму.

Концентрация развития фотоэлектроэнергетики Украины, основанная на производстве отечественных фотоэлектропреобразований (ФЭП), главным образом на основе кристаллического кремния, предполагает существенное снижение их стоимости по сравнению с зарубежными аналогами.

На территории Украины расположена разветвленная сеть метеорологических станций, которые ведут актинометрические наблюдения. Многолетние данные о солнечной радиации (прямой, косвенной и суммарной), о месячных и годовых суммах радиации при ясном небе и в условиях средней облачности, о продолжительности часов солнечного сияния и другие сведения, связанные с деятельностью Солнца, приводятся в специальных справочниках. Публикуемые величины по приходящей солнечной радиации практически могут быть распространены на близлежащие окрестности в радиусе 50-100 км примерно при тех же условиях прозрачности атмосферы и на любые горизонтальные поверхности, находящиеся в данном пункте в первом полукилометровом слое атмосферы. С высотой прямая и суммарная радиации увеличивается [24]. Следует учитывать, что фактические данные могут отличаться от средних многолетних (при периоде осреднения 30 лет и более): для месячных сумм суммарной радиации на 10-13%, для прямой солнечной радиации – на 20% (иногда и более).

Используя результаты актинометрических измерений, можно рассчитать валовый потенциал солнечной энергии, т.е. энергию солнечного излучения, приходящуюся на 1 м^2 площадки, расположенной горизонтально. Эти расчеты проводятся для каждого месяца года и затем суммируются.

Постановка задачи: Рассчитать требуемую площадь поверхности модулей солнечной установки для обеспечения электроэнергией локального потребителя с заданным годовым потребле-

нием энергии $\mathcal{E}_{\text{треб.}} = 1500 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{год}}$.

I. Определение валового потенциала солнечной энергии $\mathcal{E}_{\text{вал.}}$ производится с помощью эмпирической формулы Ангстрема [3,4], которая включает минимальные сведения, полученные в результате обычных актинометрических наблюдений и измерений.

Формула Ангстрема предназначена для расчета суммарной солнечной радиации, поступающей на горизонтальную площадку в течение месяца, т.е.

$$\mathcal{E}_{\text{вал.}i}^{\text{гор.}} = \left(\frac{\text{МДж}}{\text{м}^2 \cdot \text{месяц}} \right); i = 1, 2 \dots 12$$

Формула Ангстрема имеет следующий вид:

$$\mathcal{E}_{\text{вал.}i}^{\text{гор.}} = \mathcal{E}_{\text{oi}} \cdot (a_i + v_i \cdot c_i),$$

где \mathcal{E}_{oi} – суммарная солнечная радиация при абсолютно прозрачном (ясном) небе в i -м месяце

$$\left(\frac{\text{ккал}}{\text{см}^2} \text{ или } \frac{\text{МДж}}{\text{м}^2} \right);$$

a_i – доля солнечной радиации, пропущенной облаками за i -й месяц;

v_i – доля солнечной радиации, задержанной облаками за i -й месяц.

$$v_i = (1 - a_i).$$

c_i – отношение наблюдавшейся продолжительности солнечного сияния к возможной

$$c_i = \frac{I_{\text{факт.}i}}{I_{\text{макс.}i}}$$

Значение валового потенциала солнечной энергии за год равно

$$\mathcal{E}_{\text{вал.}} = \sum_{i=1}^{12} \mathcal{E}_{\text{вал.}i}^{\text{гор.}} \left(\frac{\text{МДж}}{\text{м}^2 \cdot \text{ГОД}} \text{ или } \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{м}^2 \cdot \text{ГОД}} \right)$$

Средняя валовая мощность солнечной энергии, приходящейся на площадь 1 м^2 , можно определить по формуле

$$\bar{P}_{\text{вал.}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{вал.}}}{8760} \left(\frac{\text{кВт}}{\text{м}^2} \right)$$

Величины, стоящие в правой части формулы Ангстрема, можно получить, пользуясь данными из справочников [2] или [5].

Предположим, что точка А, в которой планируется создание солнечной фотоэлектрической установки, находится на территории пос. Никита недалеко от г. Ялта. Ближайшая метеостанция, которая ведет актинометрические наблюдения, находится на высоте 207 м над уровнем моря; ее координаты – $44^{\circ} 31' \text{ с.ш.}$, $34^{\circ} 15' \text{ в.д.}$ Название этой станции – Никитский сад.

Валовый потенциал солнечной энергии \mathcal{E}_{oi} , равный суммарной солнечной радиации Q за данный месяц при абсолютно прозрачном (ясном) небе, находим по табл. 6 [2] в $\frac{\text{ккал}}{\text{см}^2}$ или в

табл. 1.6 [27] в $\frac{\text{МДж}}{\text{м}^2}$.

$$\text{Учитывая, что } 1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 3,6 \text{ МДж, } 1 \frac{\text{ккал}}{\text{см}^2} = 41,9 \frac{\text{МДж}}{\text{м}^2} = 11,63 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{м}^2}.$$

$$\text{Так, за январь } \mathcal{E}_{\text{oi}} = 6,5 \frac{\text{ккал}}{\text{см}^2} \text{ или } 272 \frac{\text{МДж}}{\text{м}^2}. \text{ За июль } \mathcal{E}_{\text{oi}} = 21,1 \frac{\text{ккал}}{\text{см}^2} \text{ или } 884 \frac{\text{МДж}}{\text{м}^2}.$$

Коэффициент a_i находим как отношение прямой солнечной радиации на горизонтальную по-

верхность S' в условиях средней облачности к прямой солнечной радиации при ясном небе $S'_я$:

$$a = \frac{S'}{S'_я}. \quad (1)$$

Значения S' и $S'_я$ приведены в таблицах 1 [2], 2 [2] и 3 [5]

Так, за январь $a_1 = \frac{1,4}{5,2} = 0,27$; За июль $a_7 = \frac{11,3}{17,2} = 0,66$. Доля солнечной радиации, задержанной облаками, характеризуется коэффициентом $v_i = (1 - a_i)$, поэтому за январь $v_1 = 0,73$, за июль $v_7 = 0,34$.

Коэффициент c_i , равный отношению наблюдавшейся продолжительности солнечного сияния к возможной, находим из таблицы 1 [2].

Таблица 1

Отношение наблюдавшейся продолжительности солнечного сияния к возможной (в %).

№ станции	Станция	месяцы года												Год
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ХЕРСОНСКАЯ ОБЛАСТЬ														
51.	Херсон, агрометстанция	25	32	42	53	64	70	78	80	70	48	29	24	55
52.	Аскания-Нова	25	33	42	55	64	71	78	79	72	54	29	22	56
53.	Геничск, порт	27	28	41	56	64	69	78	81	75	56	27	21	56
54.	Скадовск	21	32	44	54	68	73	82	81	75	53	36	19	57
КРЫМСКАЯ ОБЛАСТЬ														
55.	Стерегущий	25	28	41	58	66	72	81	82	75	58	32	24	58
56.	Клепинино	24	28	41	54	65	70	80	81	71	55	32	23	56
57.	Чистополье	21	27	40	53	64	72	81	81	69	54	36	24	56
58.	Керчь, порт	21	29	40	50	62	69	78	80	73	57	36	22	56
59.	Евпатория, порт	28	29	41	56	64	72	82	82	76	61	37	26	58
60.	Саки, парк	31	38	43	55	66	75	82	83	78	64	48	29	61
61.	Симферополь, Ботанический сад и АМСГ	31	33	45	56	65	72	80	82	72	59	43	31	59
62.	Феодосия	23	28	40	52	64	70	78	79	72	59	35	22	56
63.	Симферополь, Салгирка	36	38	49	58	64	66	78	80	73	61	46	34	60
		32	33	42	50	58	61	70	70	64	54	41	29	53
64.	Кучук-Тотайкой	35	38	45	52	59	66	73	76	70	59	44	30	56
		31	34	40	47	54	60	67	69	63	52	39	27	51
66.	Караби-Яйла	35	37	43	56	62	69	76	78	71	59	43	32	58
67.	Алушта	31	31	44	50	60	71	80	80	76	60	42	30	58
68.	Севастополь	25	30	44	56	63	74	82	81	75	57	39	27	58
69.	Голубинка	31	36	44	53	61	66	76	77	70	56	43	32	57
		26	31	41	50	56	60	69	72	64	51	38	27	51
70.	Никитский сад	31	32	42	52	58	69	78	80	72	60	40	31	56
		29	29	38	48	52	62	70	73	66	55	38	29	51
71.	Магарач	31	35	44	54	61	70	79	80	73	62	41	29	57
72.	Ялта, порт	31	33	43	53	60	71	79	80	72	59	41	31	58
73.	Ай-Петри	32	32	43	52	62	65	75	77	67	55	43	32	56

Так, за январь $c_1 = 0,30$, за июль $c_7 = 0,74$.

Месячные и годовые суммы радиации S' $\left(\frac{\text{ккал}}{\text{см}^2}\right)$

Радиация	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Херсонская область													
51. Херсон													
S	2.8	4.3	7.5	9.6	13.2	15	15.9	15.6	12.1	7.8	3.5	2.6	
S'	0.9	1.6	3.7	5.7	8.8	10.2	10.8	9.9	6.6	3.4	1.1	0.8	
D	1.8	2.7	4.7	5.6	6.8	6.6	6.7	5.4	4.3	3.3	1.9	1.5	
Q	2.7	4.3	8.4	11.3	15.6	16.8	17.5	15.3	10.9	6.7	3	2.3	
R	0.9	1.3	1.6	1.9	2.8	3	3.3	2.9	2.2	1.3	0.6	0.6	
B _k	1.8	3	6.8	9.4	12.8	13.8	14.2	12.4	8.7	5.4	2.4	1.7	
B	-0.2	0.6	3.6	5.7	8.3	9.1	9.4	8	5.1	2.5	0.4	-0.2	
B ₊	0.7	1.5	4.7	6.6	9.1	9.8	10.2	9.2	6.3	4.5	1.4	0.7	
B ₋	0.9	0.9	1.1	0.9	0.8	0.7	9.8	1.2	1.2	2	1	0.9	
A	35	31	19	17	18	18	19	19	20	20	19	27	
52. Аскания-Нова													
S	3	4.2	7.7	9.7	13.6	14.9	16.8	15.3	12.6	8.6	4.1	2.5	
Радиация	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
S'	1	1.6	3.8	5.8	9	10.2	11.4	9.7	6.9	3.7	1.3	0.7	
D	2	2.9	4.4	5.8	6.9	6.7	6.1	5.5	4.2	2.9	1.8	1.5	
Q	3	4.5	8.2	11.6	15.9	16.9	17.5	15.2	11.1	6.6	3.1	2.2	
R	1.2	1.8	1.9	2	3	3	3.2	2.7	2.1	1.2	0.6	0.6	
B _k	1.8	2.7	6.3	9.6	12.9	13.9	14.3	12.5	9	5.4	2.5	1.6	
B	0.1	0.8	3.1	6.1	8.4	9.3	9.6	8.2	5.3	2.2	0.6	0.1	
B ₊	0.9	1.6	4.3	6.8	9.1	9.9	10.2	9.3	6.4	3.3	1.3	0.9	
B ₋	0.8	0.8	1.2	0.7	0.7	0.6	0.6	1.1	1.1	1.1	0.7	0.8	
A	39	39	23	17	19	18	18	18	19	18	19	26	
Крымская область													
59. Евпатория													
S	3.7	4.3	7.6	10.8	12.2	15.2	18.2	16.1	13.3	10.6	4.8	2.8	
S'	1.3	1.8	4.1	6.7	8.3	10.6	12.5	10.6	7.5	5.1	1.9	1	
D	2.1	2.7	4.4	5.1	6.3	6	5.7	4.9	4.2	3.3	2.4	1.8	
Q	3.4	4.5	8.5	11.8	14.6	16.6	18.2	15.5	11.7	8.4	4.3	2.8	
h ₀ , °	20.6	24.7	32.6	38.3	42.9	44.2	43.4	41.2	34.3	28.8	23.3		
65. Карадаг													
S	4.1	4.3	7.3	10.5	14.1	17	18.7	17.4	14.6	9.4	5.1	3.3	
S'	1.4	1.8	3.8	6.4	9.5	11.6	12.5	10.8	8.2	4.4	1.8	1	
D	2.4	3	4.6	5.6	6.5	6.1	5.7	5	3.9	3.4	2.2	1.8	
Q	3.8	4.8	8.4	12	16	17.7	18.2	15.8	12.1	7.8	4	2.8	123
R	0.7	0.9	1.4	1.9	2.6	3.2	3.1	2.7	2.1	1.3	0.7	0.5	21.1
B _k	3.1	3.9	7	10.1	13.4	14.5	15.1	13.1	10	6.5	3.3	2.3	102
B	0.4	1.2	3.4	5.4	7.6	8.3	8.6	7.5	5.3	3	0.7	0.1	51.5
B ₊	1.4	2.1	4.4	6.3	8.4	8.9	9.6	8.8	6.7	4.6	1.9	1.1	64.2
B ₋	1	0.9	1	0.9	0.8	0.6	1	1.3	1.4	1.6	1.2	1	12.7
A	19	18	17	17	16	18	17	17	17	17	17	18	17.3
70. Никитский сад													
S	3.9	4.8	8	10.3	12.6	14.6	16.5	16.3	12.9	9.7	5.8	3.5	119
S'	1.4	1.9	4.1	6.3	8.5	10.1	11.3	10.5	7.2	4.4	1.9	1.2	68.8
D	1.7	2.4	3.9	5.3	6.2	6	5.9	4.9	4	3.3	2.2	1.5	47.3
Q	3.1	4.3	8	11.6	14.7	16.1	17.2	15.4	11.2	7.7	4.1	2.7	116
R	0.8	1.1	1.7	2.3	3.1	3.1	3.3	3.1	2.2	1.6	0.9	0.6	23.8
B _k	2.3	3.2	6.3	9.3	11.6	13	13.9	12.3	9	6.1	3.2	2.1	92.3
B	0	1.1	3.3	5.5	7.3	8.4	9.1	7.8	5.3	3	0.6	0	51.4
B ₊	1.2	2.1	4.6	6.5	8	9.2	10	9.1	6.8	4.7	1.9	1.2	65.3
B ₋	1.2	1	1.3	1	0.7	0.8	9.9	1.3	1.5	1.7	1.3	1.2	22.9
A	26	26	21	20	21	19	19	20	20	21	21	21	21.3

Месячные и годовые суммы радиации при ясном небе $S'_я \left(\frac{\text{ккал}}{\text{см}^2} \right)$

Радиация	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
ХЕРСОНСКАЯ ОБЛАСТЬ													
51. Херсон													
S	12	13.8	20.8	22.9	26.1	25.9	25.6	24.1	20.4	19.2	14.1	12.4	237
S'	2.6	4.7	9.7	12.8	16.4	17.1	16.8	14.4	11	7.8	4.6	3.4	121
D	1.4	2.1	2.8	3.4	3.9	4.1	4.3	3.7	2.9	2.4	1.9	1.3	34.2
Q	4	6.8	12.5	16.2	20.3	21.2	21.1	18.1	13.9	10.2	6.5	4.7	156
52. Аскания-Нова													
S	15	15.2	21.3	22.9	26.4	25.7	25.6	23.3	20.5	19.3	14.8	13.4	243
S'	4.1	6.2	11	14.1	17.6	17.8	17	14.7	11.3	8.5	5.2	3.8	131
D	1.7	2.4	2.7	3.4	3.8	4.1	4	3.5	3	2	1.5	1.2	33.3
Q	5.8	8.6	13.7	17.5	21.4	21.9	21	18.2	14.3	10.5	6.7	5	165
КРЫМСКАЯ ОБЛАСТЬ													
65. Карадаг													
S	15	16.5	20.1	21.8	26.1	25.6	24.7	23	20.9	19.2	15.1	14	242
S'	4.6	7.2	10.5	13.6	17.6	18	17.4	14.9	12.1	8.9	5.5	4.2	135
D	1.4	1.6	2.9	3.5	3.6	3.9	4.1	3.9	2.7	1.9	1.7	1.2	32.4
Q	6	8.8	13.4	17.1	21.2	21.9	21.5	18.8	14.8	10.8	7.2	5.4	167
hO _o	18	25.9	31.5	38.6	42.4	44.7	44.8	40.4	35.4	27.6	21.4	17.5	
70. Никитский сад													
S	16	16.9	17.1	19.9	28.4	27.6	25.6	23.9	21.8	20.1	16.3	15.1	249
S'	5.2	7	11.7	14.1	17.6	17.8	17.2	15.3	12.3	9.3	5.7	4.5	138
D	1.3	1.7	2.3	3.2	3.7	3.8	3.9	3.4	2.5	1.8	1.6	1.2	30.4
Q	6.5	8.7	14	17.3	21.3	21.6	21.1	18.7	14.8	11.1	7.3	5.7	168

В соответствии с формулой Ангстрема валовый потенциал солнечной энергии, падающей на 1 м² горизонтальной площадки за январь месяц равен

$$\mathcal{E}_{\text{вал.1}}^{\text{гор.}} = 272,4 * (0,27 + 0,73 * 0,30) = 133,2 \left(\frac{\text{МДж}}{\text{м}^2} \right) \quad (2)$$

За июль месяц

$$\mathcal{E}_{\text{вал.7}}^{\text{гор.}} = 884,1 * (0,66 + 0,34 * 0,74) = 805,9 \left(\frac{\text{МДж}}{\text{м}^2} \right) \quad (3)$$

Численные значения \mathcal{E}_{oi} , а также результаты расчетов a_p , v_p , c_1 и $\mathcal{E}_{\text{вал.i}}^{\text{гор.}}$ сведены в таблицу 4.

Как видно из таблицы 4, суммарная солнечная радиация при ясном небе в год составляет

7043 $\left(\frac{\text{МДж}}{\text{м}^2} \right)$. Фактическое же значение суммарной солнечной радиации равно в год

5380 $\left(\frac{\text{МДж}}{\text{м}^2} \right)$, что составляет около 76% от возможного значения. При этом средняя валовая мощность, приходящейся на площадь СФЭУ, равна

$$\bar{P}_{\text{вал}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{вал}}}{8760} = \frac{5380}{3,6 * 8760} = \frac{1494}{8760} = 0,17 \left(\frac{\text{кВт}}{\text{м}^2} \right) = 170 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \quad (4)$$

II. Определение в указанной точке А технического потенциала солнечной энергетики производится при условии использования и преобразования солнечной энергии с помощью электрической установки с заданными основными техническими показателями, указанными ранее.

Значения технического потенциала солнечной энергии, приходящего на горизонтальную площадку в течение месяца, рассчитываются по формуле [3, 4]:

$$\mathcal{E}_{\text{тех.}i}^{\text{гор.}} = \mathcal{E}_{\text{вал.}i}^{\text{гор.}} * S * \tau * \eta_{\text{сэ}} * \eta_0$$

Здесь S – площадь элементов солнечной установки. $S=1\text{м}^2$, так как рассчитываются удельные значения потенциала;

τ – коэффициент светопропускания защитного покрытия модулей СФЭУ $\tau = 0,85$; $\eta_{\text{сэ}} = 12\%$ - КПД солнечных элементов;

η_0 - суммарный КПД преобразования и передачи энергии СФЭУ к потребителю, определяемый по формуле:

$$\eta_0 = K_{\text{зап}} * \eta_{\text{преобр}} * \eta_{\text{ком}}$$

$$\eta_0 = 0,97 * 0,9 * 0,95 = 0,83$$

Тогда

$$\mathcal{E}_{\text{тех.}i}^{\text{гор.}} = \mathcal{E}_{\text{вал.}i}^{\text{гор.}} * 1 * 0,85 * 0,12 * 0,83 = 0,085 \mathcal{E}_{\text{вал.}i}^{\text{гор.}}$$

Так, за январь месяц

$$\mathcal{E}_{\text{тех.}1}^{\text{гор.}} = 0,085 * 132,2 = 11,2 \left(\frac{\text{МДж}}{\text{м}^2} \right) \quad (5)$$

За июль месяц

$$\mathcal{E}_{\text{тех.}7}^{\text{гор.}} = 0,085 * 805,9 = 68,5 \left(\frac{\text{МДж}}{\text{м}^2} \right) \quad (6)$$

Технический потенциал солнечной энергии, приходящей на наклонную площадку, определяют с учетом коэффициента пересчета данных по солнечной радиации с горизонтальной площадки на наклонную. В нашем случае $K=1,3$ (солнечные модули наклонены к горизонту под постоянным углом $\beta=40^\circ$)

$$\mathcal{E}_{\text{тех}} = K * \mathcal{E}_{\text{тех}}^{\text{гор.}} \quad (7)$$

Так, за январь месяц

$$\mathcal{E}_{\text{тех.}1} = 1,3 * 11,2 = 14,6 \left(\frac{\text{МДж}}{\text{м}^2} \right) \quad (8)$$

За июль

$$\mathcal{E}_{\text{тех.}7} = 1,3 * 68,5 = 89,0 \left(\frac{\text{МДж}}{\text{м}^2} \right) \quad (9)$$

За год технический потенциал солнечной энергии составляет $594 \left(\frac{\text{МДж}}{\text{м}^2} \right)$. В переводе в киловатт-час

$$\mathcal{E}_{\text{тех.}} = \frac{594}{3,6} = 165 \left(\frac{\text{кВт} * \text{ч}}{\text{м}^2} \right) \quad (10)$$

Средняя техническая мощность солнечной электроустановки за месяц и за год равна соответственно:

$$P_{\text{тех.}i} = \frac{\mathcal{E}_{\text{тех.}i}}{t_i} \text{ и } \bar{P}_{\text{тех.}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{тех.}}}{8760}$$

при t_i , продолжительность – i -го месяца в часах.

Данные по расчету $\mathcal{E}_{\text{тех.}}^{\text{гор.}}$, и $\mathcal{E}_{\text{тех.}}$ и $\bar{P}_{\text{тех.}}$ сведены в таблице 4.

Для заданного типа фотоэлектрической установки (СФЭУ) имеем:

$$\mathcal{E}_{\text{тех.}} = 594 \frac{\text{МДж}}{\text{м}^2} = 165 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{м}^2} \text{ и } \bar{P}_{\text{тех.}} = 18,8 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \quad (11)$$

Из табл. 4 следует, что при значительных колебаниях солнечной радиации по месяцам года заметно изменяется и техническая мощность солнечной установки (от $5,6 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$ в январе до $34,3 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$ в июле).

III. Требуемая площадь модулей солнечной установки для обеспечения электроэнергией потребителя с заданным числом годового расхода энергии вычисляются по формуле:

$$S = \frac{\mathcal{E}_{\text{треб.}}}{\mathcal{E}_{\text{тех.}}} \quad (12)$$

В нашем случае

$$S = \frac{1500 \text{кВт} \cdot \text{ч}}{165 \text{кВт}} * \text{м}^2 = 9,1 \text{м}^2 \quad (13)$$

Если в СФЭУ применить элементы с более высоким КПД, можно значительно уменьшить габариты установки. Так, если увеличить КПД фотоэлементов с 12% до 17%, то площадь модулей солнечной установки при прочих равных условиях уменьшится в 1,4 раза и составит $6,4 \text{ м}^2$.

Второй метеостанцией, которая проводит актинометрические измерения и чьи данные опубликованы в названных ранее справочниках [2,3], является станция Карадаг. Эта станция находится на 42 м выше уровня моря, ее координаты $44^{\circ}54'$ с.ш. и $35^{\circ}12'$ в.д. Поскольку публикуемые значения солнечной радиации могут быть распространены на близлежащие окрестности в радиусе 50-100 км [24], предположим, что солнечная фотоэлектрическая установка (СФЭУ) с прежними техническими характеристиками и с той же задачей создается в районе г. Феодосия.

Результаты расчетов с применением формулы Ангстрема, значения валового и технического потенциала солнечной энергии, а также значения мощности по месяцам года и средняя годовая мощность солнечной установки сведены в таблицу 5.

Как следует из таблицы В, удельный валовый потенциал солнечной энергии составляет

$$606 \frac{\text{МДж}}{\text{м}^2}, \text{ что соответствует } 168 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{м}^2}. \text{ Средняя годовая мощность установки равна } 19,2 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}.$$

Площадь модулей солнечной установки, способной обеспечить электроэнергией потребителя с заданным расходом $1500 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{год}}$ будет равна

$$S = \frac{\mathcal{E}_{\text{треб.}}}{\mathcal{E}_{\text{тех.}}} = \frac{1500 \text{ кВт} \cdot \text{ч}}{168 \text{ кВт} \cdot \text{ч}} * \text{м}^2 = 8,9 \text{м}^2$$

Сравнивая этот результат с результатом, полученным для пункта А (пос. Никита), приходим к выводу, что заметной разницы в размерах площади модулей СФЭУ не наблюдается.

**Результаты расчета валового и технического потенциала солнечной энергии в точке А
(пос. Никита, г. Ялта) для заданного типа СФЭУ**

Параметр	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Θ_{o_i} $\frac{\text{ккал}}{\text{см}^2}$ $\frac{\text{МДж}}{\text{м}^2}$	6.5	8.7	14	17.3	21.3	21.6	21.1	18.7	14.8	11.1	7.3	5.7	186.1
	272.4	364.3	586.6	729.4	892.5	905	884.1	783.5	620.1	465.1	305.9	238.8	7043
a_i	0.27	0.27	0.35	0.45	0.48	0.57	0.66	0.69	0.58	0.47	0.33	0.27	
b_i	0.73	0.73	0.65	0.55	0.52	0.43	0.34	0.31	0.42	0.53	0.67	0.73	
c_i	0.3	0.31	0.4	0.5	0.55	0.66	0.74	0.76	0.69	0.58	0.39	0.3	
$\Theta_{\text{гор. вал. } i}$ $\frac{\text{МДж}}{\text{м}^2}$	132.2	181	357.8	523.8	683	771	805.9	724.9	540.5	360.3	181	117.3	5380
$\Theta_{\text{гор. тех. } i}$ $\frac{\text{МДж}}{\text{м}^2}$	11.2	15.4	30.4	44.5	58	65.5	68.5	61.6	45.9	30.6	15.4	10	457
$\Theta_{\text{тех.}}$ $\frac{\text{МДж}}{\text{м}^2}$	14.6	20	39.5	57.8	75.4	85.2	89	80.1	59.7	39.8	20	13	594
$\bar{P}_{\text{тех.}}$ $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$	5.6	7.7	15.2	22.3	29.1	32.8	34.3	30.9	23	15.3	7.7	5	18,8-19

Таблица 5

**Результаты расчета валового и технического потенциала солнечной энергии в точке В
(г. Феодосия) для заданного типа СФЭУ**

Параметр	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Θ_{o_i} $\frac{\text{ккал}}{\text{см}^2}$ $\frac{\text{МДж}}{\text{м}^2}$	6	8.8	13.4	17.1	21.2	21.9	21.5	18.8	14.8	10.8	7.2	5.4	166.9
	251.4	368.7	561.5	716.5	888.3	917.6	900.8	780.2	620.1	452.5	301.7	226.3	6986
a_i	0.3	0.25	0.36	0.47	0.54	0.64	0.72	0.72	0.68	0.49	0.33	0.24	
b_i	0.7	0.75	0.64	0.53	0.46	0.36	0.28	0.28	0.32	0.51	0.67	0.76	
c_i	0.23	0.28	0.4	0.52	0.64	0.7	0.78	0.79	0.72	0.56	0.35	0.22	
$\Theta_{\text{гор. вал. } i}$ $\frac{\text{МДж}}{\text{м}^2}$	116.1	169.7	345.7	534.2	741.2	818.3	845.5	741.2	564.3	351.1	170.1	92.2	5490
$\Theta_{\text{гор. тех. } i}$ $\frac{\text{МДж}}{\text{м}^2}$	9.9	14.4	29.4	45.4	63	69.6	71.9	63	48	29.8	14.4	7.8	467
$\Theta_{\text{тех.}}$ $\frac{\text{МДж}}{\text{м}^2}$	12.9	18.7	38.2	59	81.9	90.5	93.5	81.9	62.4	38.7	18.7	10.1	606
$\bar{P}_{\text{тех.}}$ $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$	4.8	7.7	14.3	17.5	23.5	34.9	34.9	30.5	24.1	14.4	5.5	3.8	19.2

ВЫВОДЫ

На основе анализа солнечной радиации Крыма произведены расчеты необходимой площади солнечных фотоэлектрических преобразователей, необходимых для электропитания локальных автономных потребителей. При соответствующем увеличении площадей фотоэлектрических преобразователей, устанавливаемых на непригодных площадях для сельскохозяйственного использования, возможна выработка электроэнергии с целью подключения в единую питающую энергосистему

ЛИТЕРАТУРА.

1. Устойчивый Крым. Энергетическая стратегия XXI века. «Экология и мир». Симферополь, 2001г, 400с. с ил.
2. Справочник по климату ССР. Выпуск 10. Украинская ССР., ч.1; Солнечная радиация, радиационный баланс и солнечное сияние. Л., Гидрометеоцентр, 1966г.
3. Обрезков В. И. Возобновляемые нетрадиционные источники энергии. М., МЭИ, 1987г.
4. Лабораторно-практическая работа по курсу «Нетрадиционные источники энергии» Солнечная энергетика: методы расчета основных категорий потенциала солнечной энергетика. Г. Ф. Дерюгина, В. А. Кузнецова, О. Г. Лушников, Н. К. Малинин. М., Изд. МЭИ, 1997г.
5. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3: многолетние данные. Вып. 10. Украинская ССР, книга 1, Л., Гидрометеоцентр, 1990г.

Боровский Б. И., д.т.н., профессор, Тимченко З.В., к.г.н., доцент
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Гидроэнергетический потенциал крымских рек

С использованием новейших данных по среднемноголетним расходам воды проведен расчёт гидроэнергетических потенциалов 43-х крымских рек. Это реки ЮБК, северо-западных и северо-восточных склонов Крымских гор и Салгира с притоками. Установлены реки с повышенным гидроэнергетическим потенциалом, перспективные для развития нетрадиционной энергетики, строительства малых ГЭС.

Нетрадиционная энергетика, гидроэнергетический потенциал, малые ГЭС, среднемноголетний расход воды, падение реки (участка реки), гидропост

С целью экономии невозобновляемых традиционных источников энергии многие страны уделяют большое внимание развитию энергетики на нетрадиционных источниках энергии. Определённая работа в этом направлении ведётся в Крыму, особенно интенсивно развивается ветроэнергетика. Вместе с тем проведенные оценки [1] позволяют утверждать, что Крым обладает гидроэнергетическим потенциалом, равным 756 МВт. В ближайшие годы предполагается освоить 18 МВт с суммарной годовой выработкой электроэнергии 63 млн. кВт·ч. Из этой энергии на долю рек придётся 30%, водохранилища дадут 53% электроэнергии, а оставшиеся 17% - малые ГЭС, устанавливаемые на напорных трубопроводах систем водоснабжения и канализации.

Первой работой по использованию гидроэнергетического потенциала крымских рек является публикация Д.И. Кочерина [2]. В ней рассчитаны энергетические потенциалы 18-ти крымских рек с использованием имевшихся в то время результатов измерения расходов на этих реках. Была установлена возможность строительства малых речных ГЭС суммарной мощностью 5 тыс. л.с. в зимнее время, а в летнее время - 3,4 тыс. л.с. при регулировании расхода воды прудами и 1 тыс. л.с. - без регулирования. В упомянутой работе [1] также приведены оценки гидроэнергетического потенциала некоторых крымских рек (В.И. Морозов, А.Н. Олиферов).

В этом году опубликован справочник Рескомводхоза АРК по поверхностным водам Крыма [3], в котором содержится новейшая информация, позволяющая уточнить гидроэнергетический потенциал ряда крымских рек.

Гидроэнергетический потенциал реки (кВт) определяется соотношением

$$N = 9,81 \cdot \sum Q_i \cdot \Delta H_i \quad (1)$$

где: Q_i - средняя величина среднемноголетнего расхода воды на i -том участке реки, м³/с; ΔH_i - падение i -того участка реки, м.

Формулу (1) используют в том случае, когда известны среднемноголетние расходы воды на двух и более гидропостах реки. В этом случае принимают, что от истока до первого гидропоста расход равен расходу на первом гидропосту, от последнего гидропоста до устья реки расход равен расходу на последнем гидропосту.

При известном значении среднемноголетнего расхода (Q) всего на одном гидропосту гидроэнергетический потенциал оценивают приближённо по формуле

$$N = 9.81 \cdot Q \cdot \Delta H \quad (2)$$

где ΔH - падение всей реки от истока до устья.

В работе [3] приведены эмпирические соотношения, которые в некоторых случаях использовались для расчёта среднемноголетних расходов воды.

На основе изложенных подходов выполнены расчёты гидроэнергетических потенциалов 43-х крымских рек. Это реки ЮБК, северо-западных и северо-восточных склонов Крымских гор и реки Салгир с притоками. При расчётах использовали данные [3,4]. Результаты расчётов приведены в табл. 1.

Гидроэнергетические потенциалы крымских рек

№ пп	Река	Куда впадает	Гидропост	Q, м ³ /с	L, км	i _{ср} м/км	ΔH , м	N, МВт
Реки ЮБК								
1	Учан-Су	Чёрное море	пгт Чехово г. Ялта устье	0,281 0,384 0,151	2,9 6,8 7,0	183 92,6 94,3	530 630 660	1,86
2	Дерекойка	Чёрное море	Первые ворота ущ. Уч-Кош г. Ялта устье	0,154 0,577 0,510	- 8,6 9,6	- 152 138	959* 1307 1325	2,79
3	Гува	Дерекойка	с. Васильевка устье	0,208 -	1,3 1,5	163 145	211 218	0,45
4	Путамица	Дерекойка	г. Ялта устье	0,225 -	0,6 0,8	23,1 23,1	13,9 18,5	0,04
5	Авунда	Чёрное море	пгт Гурзуф устье	0,115 -	7,2 7,6	193 187	1390 1421	1,6
6	Улу-Узень	Чёрное море	г. Алушта устье	0,394 -	11 12	59,8 56	658 672	2,6
7	Демерджи	Чёрное море	г. Алушта устье	0,217 -	12 13	73,4 70,8	881 920	1,96
8	Куру-Узень	Чёрное море	с. Солнечно- горское (площ. 12,2 км ²) устье	0,017 -	7,9 9	128 116	1011 1044	0,17
9	Восточный Улу-Узень	Чёрное море	с. Солнечно- горское устье	0,382 -	11 12	80,6 75	887 900	3,37
10	Ускут	Чёрное море	с. Приветное устье	0,11 0,09	7,8 11	55,1 45,5	430 500	0,49
11	Арпат	Ускут	с. Зеленогорье устье	0,03 0,04	1,3 10	123 48,3	160 483	0,17
12	Шелен	Чёрное море	с. Громовка устье	0,042 0,05	3 10	63,3 35	190 350	0,16
13	Ворон	Чёрное море	с. Ворон устье	0,028 0,06	7,6 16	69,7 46,9	530 750	0,32
14	Ай-Серез	Ворон	с. Междуречье устье	0,015 0,04	6,5 9,4	30,8 29,8	200 280	0,08
15	Таракташ	Чёрное море	г. Судак устье	0,112 -	20 22	38,2 35,5	764 781	0,86
16	Отуз	Чёрное море	пгт Щебетовка устье	0,069 0,093	0 4,4	37,6 11,8	0 52	0,04
17	руч. Кизилташ	Отуз	устье (пгт Щебетовка)	0,046	12	37,6	451	0,20
18	руч. Кабакташ	Отуз	Устье (пгт Щебетовка)	0,02	8,3	38	315	0,062
Реки северо-западных склонов Крымских гор								
19	Западный Булганак	Чёрное море	с. Трёхпрудное устье	0,02 0,05		8 49	20,6 7,5	
20	Альма	Чёрное море	Крымзаповед. выше в-ща с. Кизилровка с. Почтовое с. Песчаное устье	0,649 1,20 1,33 0,711 0,85 -		9 24 31 41 78 79	21 14,6 12,5 11,5 14,55 14,55	
21	Бодрак	Альма	с. Трудюлюбовка устье	0,08 0,099		10 16	14,6 20,7	

22	Кача	Чёрное море	с. Загорское с. Баштановка с. Суворово устье	0,904 1,18 1,24 -	13 28 54 69	23,8 16,4 10,9 8,6	
23	Стиля	Кача	с. Лесниково устье	0,064 0,10	7,6 17,2	111 64,5	
24	Марта	Кача	с. Верхоречье устье	0,157 -	19 21	20,8 18,8	
25	Бельбек	Чёрное море	с. Счастливое с. Куйбышево с. Фруктовое устье	0,437 2,07 2,08 2,61	0,5 20 49 63	32 11,9 7,3 6	
26	Бюк-Узенбаш	Бельбек	с. Счастливое устье	0,234 0,15	0,5 2,4	78 55,8	
27	Кучук-Узенбаш	Бельбек	с. Многогоречье устье	0,203 0,18	1,8 4,6	72,2 52,2	
28	Манаготора	Бельбек	с. Счастливое устье	0,037 0,04	1,6 4,1	56,2 40	
29	Коккозка	Бельбек	с. Аромат устье	1,09 -	17 19	- 52,3	
30	Чёрная	Чёрное море	с. Родниковское у г. Кизил-Кая с. Хмельницкое устье	1,56 2,01 1,79 -	2 9 24 35	20 12,5 11,4 8,57	
31	Узунджа	Чёрная	с. Колхозное устье	0,125 -	7,3 10	59,6 50	
32	Байдарка	Чёрная	с. Орлиное устье	0,025 -	2 11	110 27,8	
Салгир и его притоки							
33	Салгир	Сиваш, Азовское море	с. Сорокино с. Пионерское г. Симферополь с. Гвардейское с. Лиственное устье	0,509 1,29 1,65 1,09 1,71 -	1 9 21 48 168 204	19 11,1 7,48 5,3 2,24 1,93	
34	Ангара	Салгир	с. Перевальное устье	0,279 0,47	5,8 13	32,6 23,1	
35	Кизил-Коба	Салгир	Краснопещерное устье	0,179 0,11	2 5	105 48	
36	Малый Салгир	Салгир	г. Симферополь устье	0,272 -	21 22	21,8 21,1	
37	Зуя	Салгир	с. Баланово устье	0,133 0,302	12 49	33,8 15,4	
38	Бештерек	Зуя	с. Мазанка устье	0,063 0,06	15 42,2	26,3 16,4	
39	Бурульча	Салгир	с. Межгорье устье	0,461 0,1	18 80	33,8 13,1	
40	Бюк-Карасу	Салгир	с. Карасевка г. Белогорск с. Зыбины с. Калиновка с. Заречье устье	1,59 1,89 1,41 1,33 0,726 1,05	2 11 41 62 63 86	56,2 15,5 5,34 4,22 4,22 3,15	

41	Тонас	Биюк-Карасу	г. Белогорск устье	0,367 -	- 27	- 33,2	
42	Кучук-Карасу	Биюк-Карасу	с.Красн.Слобода с. Богатое устье	0,149 0,258 0,17	- 18 77,6	- 22,1 9,1	
Река северо-восточных склонов Крымских гор							
43	Индол (Су-Индол)	Мокрый Индол	с. Тополёвка устье	0,224 0,26	14 22	25 18,8	

Примечание: N – гидроэнергетический потенциал реки; Q – среднегодовой расход воды на гидропосту; L – расстояние от истока до гидропоста; i_{cp} – средний уклон реки от истока до гидропоста; ΔH – падение участка реки от истока до гидропоста: $\Delta H = L i_{cp}$; косым шрифтом отмечены расходы воды, определённые по эмпирическим формулам [3]; * отмечено значение, взятое из [1]. Гидроэнергетический потенциал реки Кучук-Карасу рассчитан по среднему расходу.

Из табл. 1 следует, что наибольшие перспективные гидроэнергетические потенциалы соответствуют рекам северо-западных склонов Крымских гор: Коккозка – 10,6 МВт, Альма – 9,19 МВт, Кача – 5,83 МВт, Чёрная – 5,34 МВт, Бельбек – 4,27 МВт. Самый высокий энергетический потенциал соответствует реке Коккозка. Однако, необходимо отметить, что потенциал этой реки рассчитывали только по одному имеющемуся значению среднегодового расхода воды вблизи устья. В связи с перспективностью Коккозки следует для уточнения энергетического потенциала провести измерения расходов в нескольких створах реки. Отметим, что высокий энергетический потенциал Коккозки отмечал А.Н. Олиферов [1].

В работе [5] утверждается, что наибольший гидроэнергетический потенциал соответствует реке Чёрная. При этом Чёрная (падение 300 м) рассматривается вместе с притоком Узунджа (падение 500 м), а в качестве расхода на всё падение 800 м принимается расход Чёрной (примерно 2 м³/с). Расход же Узунджи на порядок меньше (0,125 м³/с), и собственный её потенциал, не смотря на значительное падение, весьма мал – 0,61 МВт.

Из рек ЮБК значительным гидроэнергетическим потенциалом обладают реки Восточный Улу-Узень – 3,37 МВт, Дерекойка – 2,79 МВт, Улу-Узень – 2,6 МВт и Демерджи – 1,96 МВт. Самому Салгиру соответствует потенциал 4,87 МВт, а его притокам Биюк-Карасу, Бурульча и Тонас, соответственно, 4,19; 3,95 и 3,23 МВт. Распределение суммарного гидроэнергетического потенциала по группам рек приведено в табл. 2.

Таблица 2

Гидроэнергетический потенциал групп рек

Группа рек	Количество рек	$N_{\text{сум.}}$, МВт	Удельный процент	N_1 , МВт
ЮБК	18	17,22	22	0,96
Северо-западные склоны	14	38,45	49	2,75
Салгир с притоками	10	21,85	27,8	2,18
Северо-восточные склоны, Су-Индол (Индол)	1	0,92	1,2	0,92

Примечание: N_1 – усреднённая мощность одной реки.

Из табл. 2 следует, что суммарный гидроэнергетический потенциал всех рассмотренных рек составляет 78,44 МВт. Наибольший потенциал соответствует 14-ти рекам северо-западных склонов Крымских гор – 38,45 МВт, что составляет 49% от суммарного гидроэнергетического потенциала. Эта группа рек характеризуется наибольшим усреднённым потенциалом одной реки, что свидетельствует о том, что в группе есть реки с высоким потенциалом. Гидроэнергетический потенциал Салгира с притоками (10 рек) больше потенциала 18-ти рек ЮБК в 1,27 раз. При этом

Салгиру с притоками соответствует большее значение усреднённого потенциала, т.е. в этой группе рек больше рек с повышенным гидроэнергетическим потенциалом, чем в группе рек ЮБК. Суммарный потенциал рек ЮБК и Салгира с притоками (28 рек) такой же, как рек северо-западных склонов (14 рек).

Необходимо отметить, что рассмотренные 43 реки составляют менее 3% от 1657 водотоков Крыма. К сожалению, для остальных водотоков нет значений измеренных расходов или измерения недостоверны (для нескольких гидропостов). За время существования гидрологической сети Крыма в разное время действовал 191 гидропост. В конце 80-х годов прошлого века произошло сокращение гидропостов. Сейчас действуют только 34 гидропоста на 26-ти реках и одной балке. Только на одной реке северо-восточных склонов Крымских гор (Су-Индол) действует гидропост. Для изучения гидроэнергетического потенциала крымских рек необходимо расширение сети гидропостов.

ВЫВОДЫ:

1. С использованием новейших данных по среднемноголетним расходам воды проведен расчёт гидроэнергетических потенциалов 43-х крымских рек (реки ЮБК, северо-западных и северо-восточных склонов Крымских гор, Салгир с притоками).
2. Наибольший гидроэнергетический потенциал соответствует рекам: Коккозка – 10,6 МВт, Альма – 9,19 МВт, Кача – 5,83 МВт, Чёрная 5,34 МВт.
3. Суммарный гидроэнергетический потенциал исследованных рек составляет 78,44 МВт. Наибольший суммарный гидроэнергетический потенциал соответствует 14-ти рекам северо-западных склонов Крымских гор – 38,45 МВт, 49% от суммарного потенциала всех рек. Суммарный потенциал рек ЮБК и Салгира с притоками (28 рек) такой же, как 14-ти рек северо-западных склонов Крымских гор.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Устойчивый Крым. Энергетическая стратегия XXI века // Под ред. В.С. Тарасенко. – Симферополь: «Экология и мир», 2001. – 400 с.
2. Кочерин Д.И. Белый уголь в Крыму // Производительные силы Крыма. – Т. 3. - Воды подземные и проточные. – 9. - Белый уголь. - Симферополь: Комиссия по изучению производительных сил Крыма при Крымсовнархозе, 1921. – С. 3-13.
3. Поверхностные водные объекты Крыма. Справочник. - Симферополь: Рескомводхоз АРК, 2004. – 113 с.
4. Государственный водный кадастр. Основные гидрологические характеристики. – Т. 6. Украина и Молдавия. – Вып. 4. – Крым // Под ред. М.И. Цукановой. – Ленинград:ГМИ, 1980 – 120 с.
5. Крым: Книга рекордов // Авт.-сост. А.А. Прусаков, Е.Д. Козлов. – Симферополь: Сонат, 1999. – 288с.

Гироль Н.Н., д.т.н., профессор.

Украинский государственный университет водного хозяйства и природопользования

Бойчук С.Д., инженер

Директор Симферопольского производственного предприятия водопроводно-канализационного хозяйства

Мякишев В.А., к.т.н., доцент, Копачевский А.М., инженер, Котовская Е.Е. студентка.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Экономичные технологии обезвреживания производственных отходов городских водоочистных станций

Представлены типовые технологии обработки отходов водоочистных станций, их характеристика, разработанные и внедренные системы обезвреживания технологических стоков

Отходы водоподготовки, методы и схемы очистки осадков, показатели загрязнённости

На городских сооружениях очистки поверхностных вод ежедневно образуется грязных технологических сточных вод от 4,5 до 16 % от количества забираемой из источника. На трех симферопольских водоочистных станциях ежегодно сбрасывают в водоёмы или городскую канализацию более 6 млн. м³ необработанных осадков отстойников и грязных промывных вод. В Крыму отсутствуют фактически действующие комплексы по обезвреживанию технологических стоков после обработки поверхностных вод, загрязненность которых зависит не только от сезонных изменений состава примесей в исходной воде, но и от технологии производства питьевой воды (технология реагентной обработки и обеззараживания, эффективность очистки, процент повторно использованной грязной промывной воды и т. д.). На большинстве водоочистных комплексов страны нарушают водоохранное законодательство и технологические отходы без очистки сбрасывают в водные объекты или временные накопители.

В типовых проектах для обработки промывных вод и осадков водопроводных очистных сооружений (ВОС) предусмотрены следующие основные сооружения: резервуары приема воды технологических стоков, отстойники, сгустители, накопители или площадки замораживания и подсушивания осадка, насосные станции повторного использования. Анализ их показал, что типовые технологии и построенные в полном объеме или частично сооружения по обработке осадков и грязных промывных вод можно представить в виде трёх технологических схем:

1. По первой схеме промывную воду после контактных осветлителей грязную направляют в песколовки и отстойники, затем осветленную воду перекачивают в смесители ВОС, накопленный песок и осадок направляют на песковую площадку или на площадку подсушивания, а затем на полигон отходов, (рис. 1);

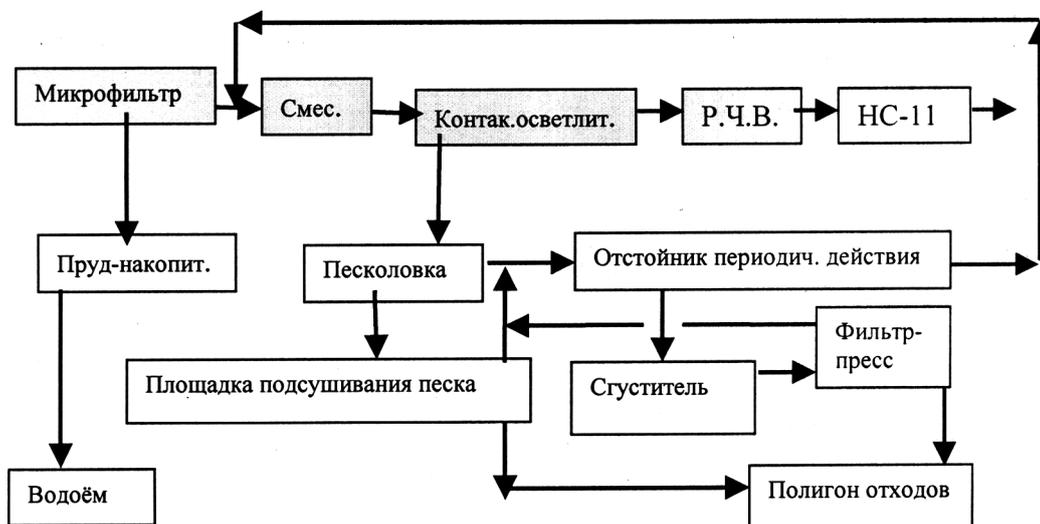


Рис. 1. Схема обработки осадков микрофильтров и промывных вод контактных осветлителей (типовое решение)

2. По второй схеме (с двухступенчатой очисткой воды в осветлителях со слоем взвешенного осадка и скорых фильтрах) осадок из сооружения первой ступени направляют в сгустители, затем на фильтр-пресс, площадки подсушивания и на полигон отходов. Осветленную воду из сгустителя перекачивают в смеситель или в пруды-накопители. Грязная промывная вода после резервуара-усреднителя поступает в смеситель ВОС (рис. 2);

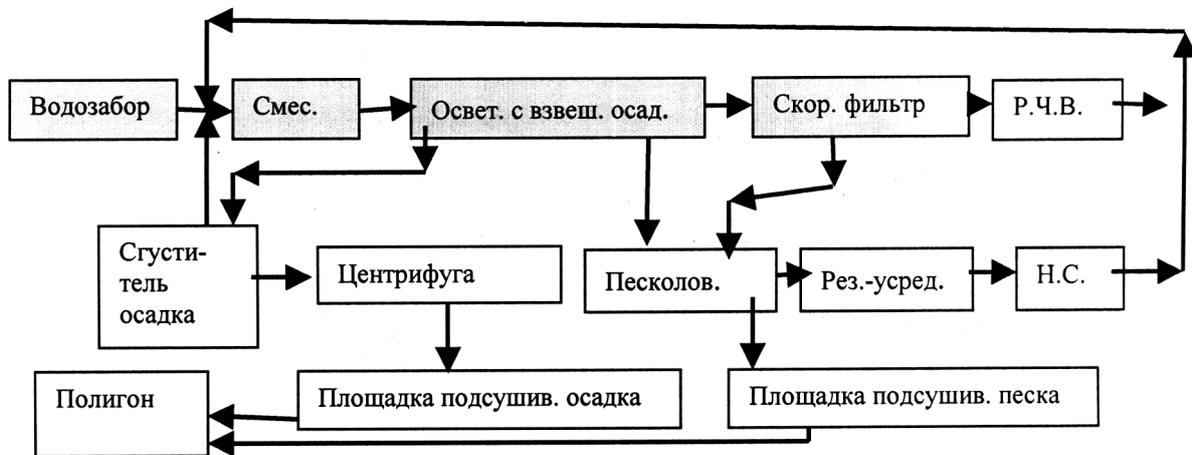


Рис. 2. Схема обработки осадков из осветлителей с взвешенным осадком и грязных промывных вод фильтров

3. По третьей схеме осадок после горизонтальных отстойников первоначально сгущают, а затем проводят обезвоживание, отделенную воду сбрасывают водоем или подают на повторное использование. Промывную воду после зернистых фильтров сбрасывают в резервуары-усреднители, затем направляют в смесители ВОС для дальнейшей очистки в основной технологической схеме, (рис. 3).

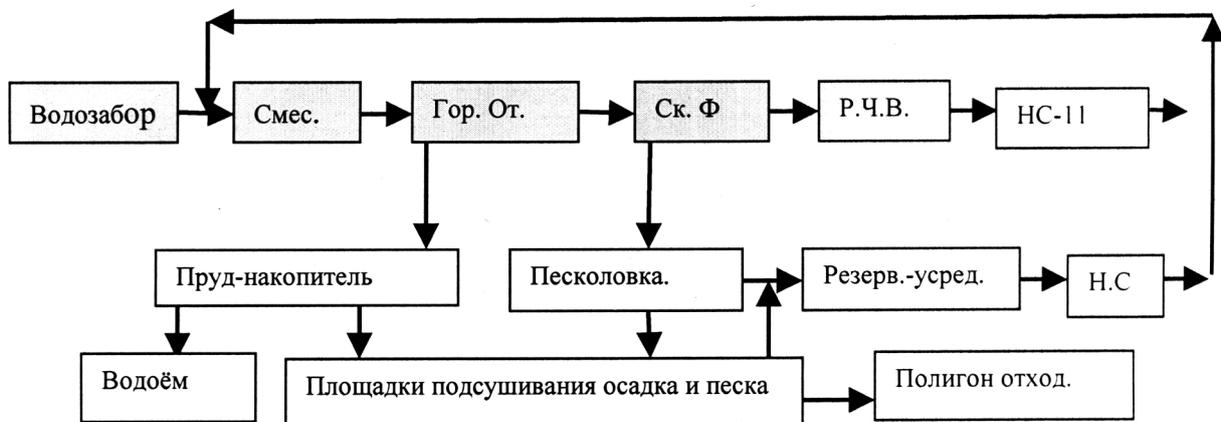


Рис. 3. Схема обработки осадков горизонтальных отстойников, грязных промывных вод фильтров и их повторного использования (типовое решение)

К недостаткам перечисленных типовых технологических схем следует отнести проблематичность возврата недостаточно очищенных промывных вод в основную технологию подготовки питьевых вод по причине их токсичности, что приводит к огромным потерям воды или к экологическому ущербу от сброса загрязнений в природные водоемы. Проектируемые сооружения обработки отходов громоздки, с большой строительной стоимостью, а эксплуатационные затраты на них почти равны затратам на подготовку питьевой воды. Зарубежный опыт применения высокоэффективного оборудования для обезвоживания осадков пока не используется у нас из-за экономических проблем. Поэтому в практике водоканалов технологические стоки ВОС направляют в естественные или искусственные накопители-отстойники, иногда после соответствующего гигиеничного обоснования их перекачивают в смесители для повторного использования.

Одним из примеров частичного прекращения сброса осадков в природные водоемы следует отметить опыт водоочистной станции «Межгорное» Симферопольского Водоканала. Качество

днепровской воды, поступающей из Северо-Крымского канала в водохранилище этого гидроузла, можно оценить по следующим показателям:

- цветность, град	20...70	- мутность, мг/л	1,0...47
- запах, балл	1...4	- жесткость, мг-экв/л	2,4... 4,6
- нитраты, мг/л	1...7	- щелочность, мг-экв/л	1,8...4,7
- фосфаты, мг/л	0,2...0,3	- железо, мг/л	0...1,0
- аммиак, мг/л	0...2	- медь, мг/л	0,00...0,01
- ХПК, мгО/л	11,8...36,0	- сульфаты, мг/л	5,5...37,5
- нефтепродукты, мг/л	0,05...0,16	- окисляемость, мгО ₂ /л	2,2...9,9
- ПАВ, мг/л	0,013...0,02	- солесодержание, мг/л	186...450

Органические вещества характеризуются высокой окисляемостью 2,2...8,9 мгО₂/л и состоят из антропогенных примесей, а также на 53 % из гуминовых и фульвокислот, которые после усиленного хлорирования превращаются в побочные продукты хлорирования, которые частично осаждаются и отфильтровываются в процессе реагентной водоочистки. Гуминовые кислоты составляют примерно 21 % от общего содержания органики. Планктон представлен в основном диатомовыми, протококковыми, и синезелеными водорослями, численность которых осенью достигает 0,9 млн. кл/л. Микробное число находится в пределах 3000... 13000 кл/мл. В воде из водохранилища обнаружены яйца токсокарид и энтерококки (в первой пробе), а также колифаги, свидетельствующие о ее вирусном загрязнении. Осадок отстойников характеризуется мелкодисперсным составом (65...70 % частиц с диаметром меньше 0,05 мм), высокой влажностью (более 99 %) и умеренными влагоотдающими свойствами (280...590 x 10⁻¹⁰ см/г).

В целях ускоренного выбора оптимальной дозы реагента интенсифицирующего выделение осадка из промывной воды предложено определять её по изменению водородного показателя в обработанной реагентом воде и в осажденном осадке. Пересечение кривых рН осветленной жидкости рН скоагулированного осадка отражает изоэлектрическую точку в дисперсной среде после добавления оптимальной дозы коагулянта (рис. 4.).

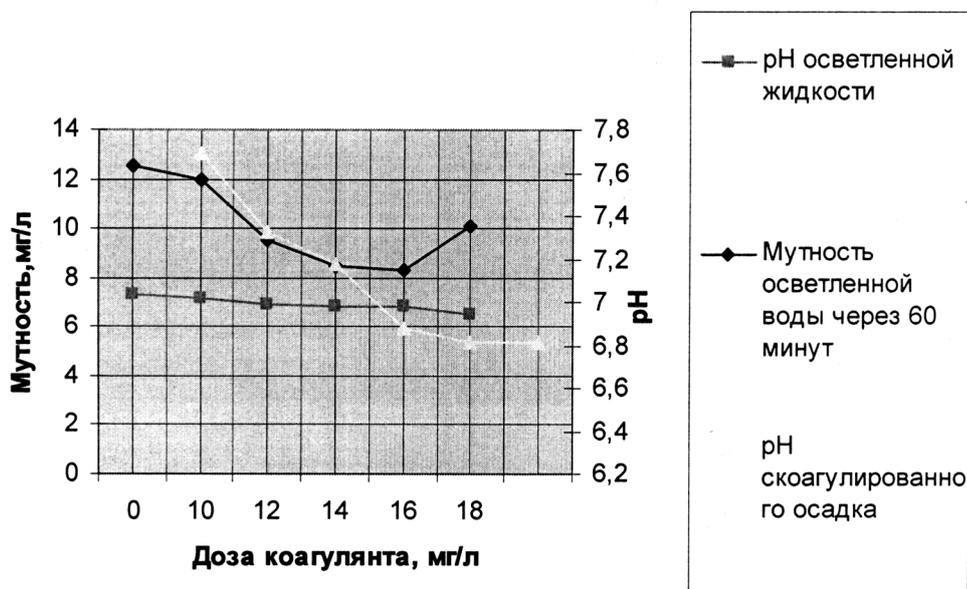


Рис. 4. Изменение значений pH осветляемой воды и pH скоагулированного осадка при различных дозах сернокислого алюминия (исходная мутность – 21 мг/л)

Всего на водопроводной станции «Межгорное» за год образуется до 420 тонн загрязнений по сухому веществу, которые сбрасываются в пруды-накопители с осадками отстойников и промывными водами фильтров. Смесь этих вод имеет мутность 450...970 мг/л. Наибольшее количество сбрасываемых взвешенных веществ относятся к периоду заполнения водохранилища водой из Северо-Крымского канала в апреле-мае месяцах и в периоды повышения загрязнённости водо-

хранилища из-за взмучивания его донных отложений ветрами. Лабораторный анализ состава грязных промывных вод скорых фильтров показал, что содержание взвешенных веществ в них составляет 197...536 мг/л.

Предусмотренный проектом возврат грязных промывных вод из резервуара-усреднителя в смеситель водоочистной станции связан с залповыми увеличениями загрязненности исходной воды взвешенными, органическими веществами, хлорорганическими соединениями, ионами тяжелых металлов и другими опасными для здоровья человека ингредиентами. Поэтому повторное использование промывных вод долгое время не применяли.

После промывки 12-ти работающих скорых фильтров на ВОС образуется 113... 155 тыс. м³ в месяц грязных промывных вод, которые после реконструкции системы по решению специалистов водоканала, отводятся в резервуар-усреднитель, а затем попадают в искусственные пруды-накопители (рис. 5). Эффективность очистки воды в прудах-накопителях при продолжительности отстаивания 4...7 суток достигает 99 % по взвешенным веществам. После отстаивания в них эти воды с мутностью менее 4...6 мг/л периодически перекачиваются насосом в смесители ВОС. При этом не наблюдается повышение мутности, остаточного алюминия и перманганатной окисляемости в питьевой воде.

Соотношение возвращаемой из пруда-накопителя отстоянной воды и исходной воды из водохранилища составляет примерно 1:11, что позволяет существенно сократить забор природной воды из водохранилища.

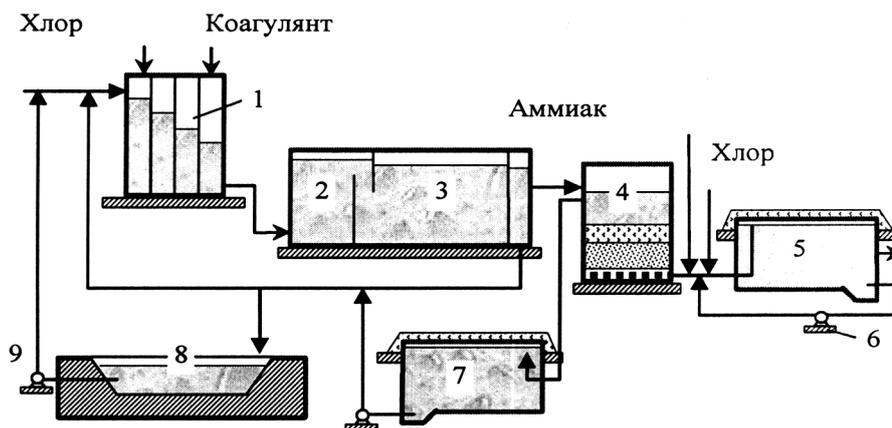


Рис. 5. Технологическая схема обработки осадка на ВОС «Межгорное»

1 - контактная камера и смеситель; 2 - камера хлопьеобразования; 3 - горизонтальный отстойник; 4 - скорый фильтр; 5 - резервуар чистой воды; 6 - насосная станция второго подъема; 7 - сооружения повторного использования промывных вод; 8 - пруд-накопитель; 9 - насосы возврата осветленной воды на водоочистную станцию.

Недостатками аналогичных систем обработки осадков ВОС являются следующие проблемы: отсутствие участков земли, пригодных для строительства прудов-накопителей (органы природоохраны настаивают на их ликвидации по причинам невозможности создания зон санитарной охраны и ряду других обстоятельств); повышение уровня грунтовых вод, подтопление сельскохозяйственных угодий и населенных пунктов из-за проникновения воды из накопителей в земные породы; отказ санитарно-эпидемиологических служб согласовывать подобные проекты. Подобные проблемы существуют на других водоочистных станциях и относятся к разряду «нерешаемых» в течение многих лет. Поэтому на многих ВОС реально существует техническая задача разработки и реализации технологии кондиционирования отходов до показателей качества, позволяющих их повторное использование или сброс в природный водоём.

На другой водоочистной станции Симферополя «Петровские скалы» абсолютно отсутствует территория для строительства сооружений по обработке осадков (особенно площадок подсушивания). При фактической её суточной производительности 40...50 тыс. м. куб. сброс в водоём грязных промывных вод составлял более 2,6 тыс.м. куб.

По результатам нейтронно-активационного анализа воды Симферопольского водохранилища содержание веществ группы токсичных металлов и неметаллов составляет ($\text{мг/л} \cdot 10^{-3}$): медь-6, марганец - 1,8, уран - 5, хром - 0,2, никель - 60, железо – 2600, цинк – 1,4, свинец – 1050, фтор – 400. Изменение количества загрязнений, поступающих на ВОС «Петровские скалы» с водой из Симферопольского водохранилища по месяцам 2001 г, показано на рис. 6.

Сооружения повторного использования грязных промывных вод запроектированы по ТП 901-3-88 и состоят из двух резервуаров объёмом 290 куб. м, сблокированных с заглубленным зданием насосного отделения. В насосном отделении расположены два насоса 8К-18, подающие промывную воду в смесители ВОС, дренажный насос. На подводящем трубопроводе перед резервуаром повторного использования промывных вод предусмотрена камера с щитовыми затворами для распределения промывной воды по резервуарам. Осадок из резервуаров должен откачиваться гидроэлеваторами на песковые площадки размером 6х12 м.

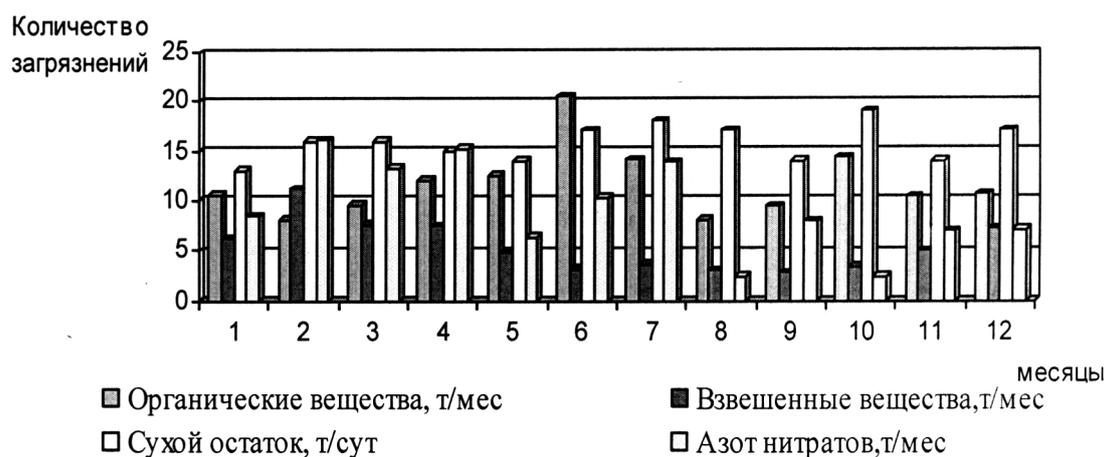


Рис.6. Количество загрязнений, поступающих на ВОС «Петровские скалы», с водой из Симферопольского водохранилища.

Напор водопроводной воды перед гидроэлеваторами равен 58 м. Промывка фильтра с размерами 11,55 x 4,55 м, площадью 52 м², двумя насосами Д 550-22 в течение 8...10 мин. Объем промывных вод при промывке одного фильтра составляет 480...610 м³, а шести фильтров в сутки – 2880...3660 м³. При режиме промывки один раз в 36 часов образуется 2010...2320 м³ грязных промывных вод, один раз в 48 часов – 1510...1740 куб.м. В проект водоочистой станции не включены сооружения для уплотнения и обезвоживания грязных промывных вод. Состав усредненных промывных вод характеризуется показателями: взвешенные вещества – 89...268 мг/л; железо - 0...0,3 мг/л; солесодержание - 476...980 мг/л; перманганатная окисляемость- 2,5...8,8 $\text{мгO}_2/\text{л}$; остаточный алюминий - 0,4...5,7 мг/л.

Вода после промывки фильтров содержат большие количества загрязнений, которые недопустимо возвращать в смеситель ВОС. Возврат необработанных промывных вод фильтров в смесители очистных сооружений увеличивает содержание не только взвешенных веществ и алюминия, но также ухудшаются следующие показатели смешенной воды: концентрация железа увеличивается на 40 %; аммиака – на 20...35 %; нитритов – на 27...30 %; пестицидов - на 16 %. Основным и наиболее токсичным загрязняющими веществами промывных вод является остаточный алюминий, концентрация которого в отдельные периоды достигает 70 мг/л.

Подготовленная авторами структурная модель и математическое моделирование процесса очистки воды с помощью компьютерной программы, а также опыт эксплуатации позволили установить, что сверхнормативное накопление соединений алюминия в очищенной воде происходит уже на пятые сутки возврата грязных промывных вод в смеситель ВОС, (при дозах вводимого в воду сернокислого алюминия в пределах 12...25 мг/л).

По этим причинам существующие на ВОС «Петровские скалы» сооружения повторного использования промывных вод (без отстаивания) бездействовали более 12 лет. Только по данной станции из-за отсутствия сооружений по обезвреживанию технологических сточных вод водо-

проводно-канализационное предприятие несет непроизводительные финансовые затраты, которые можно подразделить по статьям следующим образом (тыс. грн. в год):

- платежи за забор из природного источника объёма воды, сбрасываемой с осадками, составляют 265;
- платежи за сброс загрязняющих веществ в водоём с осадками ВОС – 2,5;
- эксплуатационные затраты, связанные с очисткой объёма воды, который в последствии сбрасывается с осадками отстойников и промывными водами – более 5,5.

Разработанная и внедренная при участии авторов на ВОС «Петровские скалы» технологическая схема предусматривает разделение всего объёма грязных промывных вод на две части. По этой схеме первая часть, с основной массой загрязнений, направляется для обезвреживания на городские канализационные сооружения, вторую часть, наиболее чистую, сбрасывают в водоём. Внедрение технологии раздельной обработки грязных промывных вод с использованием существующих сооружений позволило в 30 и более раз сократить сброс в водный объект загрязняющих веществ с технологическими стоками ВОС. Работы по внедрению разработанной технологической схемы выполнены при незначительных капитальных затратах, а дополнительные эксплуатационные расходы компенсируются сокращением платы за загрязнение реки промывными водами фильтров.

В настоящее время разработана и изготовлена полупромышленная установка для многоступенчатой обработки грязных промывных вод скорых фильтров ВОС, совмещающей процессы рециркуляции, флокуляции загрязнений, фильтрования и отстаивания. При испытании комбинированной установки на реальной промывной воде «Петровские скалы» достигнута необходимая эффективность очистки по лимитируемым показателям, а также определены конструктивные показатели комбинированной установки и режимные параметры процесса.

ВЫВОДЫ.

1. Внедренное на водоочистной станции «Межгорное» повторное использование грязных промывных вод, прошедших стадии отстаивания в прудах-накопителях, позволило сократить забор природной воды из водохранилища.
2. Промышленное использование на водоочистной станции «Петровские скалы» метода разделения потока грязной промывной воды во время промывки скорого фильтра, с последующим выпуском более чистой его части в водоём, свидетельствует об экологической целесообразности поиска экономичных вариантов реконструкции существующих сооружений для обезвреживания осадков водоочистных станций.
3. Результаты испытаний полупромышленной установки с рециркулятором, крупнозернистым флокулятором и отстойником позволяют рекомендовать её для промышленного внедрения на одной из водоочистных станций

Гироль Н.Н., д.т.н., профессор.

Национальный университет водного хозяйства и природопользования

Бойчук С.Д., инженер

Директор Симферопольского производственного предприятия водопроводно-канализационного хозяйства

Мякишев В.А., к.т.н., доцент, Копачевский А.М., инженер, Богуцкий П.Л.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Технология обработки грязных промывных вод водоочистой станции

Реагентная очистка, коагуляция, фильтрование, процесс осветление, комбинированная установка, факторы влияния, эффект, моделирование, затраты.

Задачами настоящего исследования по обезвреживанию грязных промывных вод на станциях очистки поверхностных вод являются:

- оценка эффективности традиционных технологий обработки грязных промывных вод и обобщение современного опыта работы сооружений по их обезвреживанию;
- теоретическое обоснование и разработка нового технологического процесса и сооружения обработки и утилизации грязных промывных вод на станциях очистки поверхностных вод;
- подбор реагента, способного эффективно коагулировать характерные для данных промывных вод загрязнения;
- разработка технического решения и конструкции сооружений, обеспечивающих удаление осадков из промывных вод при значительной концентрации взвешенных веществ;
- выполнение технико-экономического обоснования и подготовка проектного решения для внедрения предлагаемых технологий и конструкций сооружений по обработке грязных промывных вод на станциях очистки поверхностных вод;
- разработка рекомендаций по новым технологиям и сооружениям для обработки грязных промывных вод на станциях очистки поверхностных вод;
- создание структурной и математической модели, разработка программы оптимизации процесса обработки грязных промывных вод и их утилизации для реального объекта.

Применение типового решения по усреднению и повторному использованию промывных вод скорых фильтров на практике затруднено, поскольку приводит к накоплению загрязнений в системе водоочистных сооружений и ухудшению качества очищенной воды [1]. Проведенные, различными авторами, исследования по применению более интенсивных методов обработки промывных вод скорых фильтров, позволили выделить несколько эффективных методов [2] и дать рекомендации по параметрам процесса обработки промывных вод.

При осветлении в тонкослойном отстойнике с применением реагентов, со скоростью движения воды в ячейках 1,2-1,6 мм/с, достигается эффект осветления 82-90%, концентрация взвеси в воде составляет 20-35 мг/л [3].

Осветление промывной воды в осветлителе-рециркуляторе основано на непрерывной циркуляции в его рабочих камерах наиболее тяжелых хлопьев из слоя взвешенного осадка. Добавление осадка к обрабатываемой воде приводит к образованию дополнительных центров кристаллизации, увеличению плотности частиц. Концентрация взвешенного слоя составляет 4500-5000 мг/л, против 400-600 мг/л в осветлителях обычного типа. Осветлитель достаточно стабилен в работе, обеспечивает снижение концентрации взвешенных веществ в осветленной воде до 5-6 мг/л [4].

Фильтрование промывной воды через пенополистирольную загрузку с добавлением ПАА от 0,5 до 2,0 мг/л позволяет уменьшить содержание взвешенных веществ в фильтрате до 5,5-7,0 мг/л. Предварительное добавление коагулянта (сернокислого алюминия) с дозой 3 мг/л совместно позволяет уменьшить количество взвеси до 1,2 мг/л [5], т.е. до требований ГОСТа «Вода питье-

вая» по взвешенным веществам. Наибольшей задерживающей способностью обладают фракции крупностью 0,5-2,0 мм. При скорости фильтрования 8 м/ч продолжительность фильтроцикла около 6 ч. При уменьшении крупности загрузки возрастает продолжительность фильтроцикла. Количество вторичной промывной воды составляет 2-3% от первичной обрабатываемой, концентрация загрязнений во вторичной промывной воде – 1,45-1,55 г/л.

Однако, тонкослойное отстаивание имеет ряд недостатков: неравномерное распределение потока по полочным блокам, что приводит к выносу загрязнений и зашламлению зон с низкой гидравлической нагрузкой; неточности при выполнении угла наклона полочных или трубчатых блоков, обеспечивающего непрерывное удаление шлама; отсутствие серийно выпускаемых полочных блоков рациональных конструкций [6]. Следует отметить, что эффективность очистки любыми методами зависит от специфических особенностей очищаемой воды.

В соответствии задачами работы, с учетом выбранной ранее технологией обработки промывных вод, и учитывая результаты пробного коагулирования, была разработана конструкция полупромышленной установки - комплексного сооружения для обработки грязных промывных вод скорых фильтров водоочистной станции.

Конструкция установки представлена на рисунке 1. Установка работает следующим образом, грязная промывная вода подается в нижнюю часть установки по трубопроводу 1, поток воды направлен в рециркулятор 2. Поток воды увлекает за собой часть осадка из осадочной части установки 9, благодаря чему интенсифицируется процесс коагуляции и происходит более полное осветление обрабатываемой воды. Очищенная вода далее фильтруется через слой пенополистирольной загрузки 4, диаметр зерен загрузки 2-5 мм. Для контроля потерь напора по высоте загрузки в фильтр врезаны штуцера 5. Загрузка удерживается от всплытия сеткой 6. Сверху загрузки расположен бак 7 объемом. Промывка фильтра осуществляется очищенной водой из надфильтрового пространства.

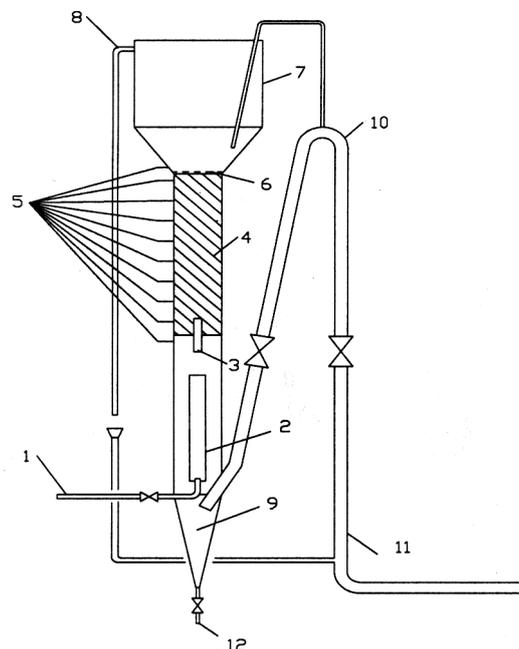


Рис. 1. Конструкция опытной полупромышленной установки

1 – подача грязной промывной воды; 2 – рециркулятор осадка; 3 – смотровое окно; 4 – пенополистирольная загрузка; 5 – штуцера для пьезометров; 6 – сетка; 7 – бак; 8 – отвод чистой воды; 9 – осадочная часть; 10 – сифон; 11 – отвод промывной воды; 12 – выпуск осадка.

На установке было проведено несколько пробных экспериментов с применением различных реагентов: сульфата алюминия, хлорного железа, «Полвак» и полиакриламида. Результаты, полученные в ходе данных циклов очистки представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели процессов очистки воды в комбинированной установке с применением различных реагентов

Реагент	Длительность цикла очистки	V фильтрования	Доза товарного реагента	C _{исх} взв. веществ	C _{очищ} взв. веществ	Потери напора
	ч	м/ч	мг/л	мг/л	мг/л	см
Fe ₂ (SO ₄) ₃	4	7,0	84,6	130	7	4
Fe ₂ (SO ₄) ₃	3	8,5	44,0	82	7	4
Fe ₂ (SO ₄) ₃	13	4,4	108,1	135	4,2	8
Fe ₂ (SO ₄) ₃	22	4,7	146,4	75	5,1	5,5
Fe ₂ (SO ₄) ₃	14	5,1	141,5	60	3,2	9
Fe ₂ (SO ₄) ₃	15	5,5	210,0	40	2,7	5
Полвак	47	5,5	55,6	123	3,4	25
Полвак	20	7,6	60,3	80	4,7	13
FeCl ₃	106	4,6	28,1	87	3,3	142
FeCl ₃	63	7,6	31,4	112	5,5	190
FeCl ₃	66	7,7	15,8	105	5	116
FeCl ₃ и Fe ₂ (SO ₄) ₃	65	7,7	14,7	40	4,5	22
ПАА	48	7,8	17,3	160	8	20

Работу фильтроцикла прекращали при увеличении мутности фильтрата до 6-10 мг/л, либо при потерях напора в загрузке более 1,5-2 м.

По данным, представленным в таблице 1 видно, что наименьшая продолжительность фильтроцикла получена при использовании в качестве коагулянта сернокислого алюминия, от 3-4 часов при скорости фильтрования 7-8,5 м/ч, до 22 часов при скорости 4,7 м/ч. Образовывались рыхлые легкие хлопья, которые плохо задерживались в фильтре и легко выносились из бака надфильтрового пространства установки.

При использовании коагулянта «Полвак», продолжительность фильтроцикла, при тех же скоростях, увеличилась и составляла 20 часов при скорости фильтрования 7,6 м/ч и 47 часов при скорости 5,5 м/ч. Концентрация взвешенных веществ составляла 3,4 и 4,7 мг/л соответственно при меньшей и большей скорости фильтрования.

Применение полиакриламида без добавления коагулянтов показало, что образующиеся хлопья взвеси быстро проходят фильтр и выносятся с обработанной водой. Концентрация взвешенных веществ в осветленной воде составляла 8 мг/л.

Наилучший результат наблюдался при использовании в качестве коагулянта хлорного железа. Так при скорости фильтрования 7,6 м/ч цикл очистки продлился 20 часов, концентрация взвешенных веществ составила 4,7 мг/л. При снижении скорости фильтрования до 5,5 м/ч цикл продлился 47 часов, а концентрация взвешенных веществ в очищенной воде была равна 3,4 мг/л. Самый продолжительный цикл очистки длился 106 часов, в котором скорость фильтрования составляла 4,6 м/ч, концентрация взвешенных веществ в очищенной воде равнялась 4,3 мг/л. Потери напора составляли 120-190 см.

Пуско-наладочные работы на экспериментальной установке показали, что при диаметре гранул пенополистирола 2-5 мм, установка работает как отстойник-флокулятор-осветлитель только в течение небольшого времени. Даже при использовании хлорного железа, вынос хлопьев осадка в надфильтровое пространство замечался через 24-48 часов после начала работы установки (в зависимости от скорости фильтрования). Однако при использовании хлорного железа выносимые хлопья были плотными и тяжелыми, поэтому скапливались над поверхностью пенополистирольной загрузки, в результате чего образовывался слой взвешенного осад-

ка, через который фильтровалась очищаемая вода. В таких условиях пенополистирольная загрузка работала не как фильтр, а как флокулятор, в котором на поверхности зерен загрузки происходило образование и укрупнение хлопьев загрязнений и коагулянта. Бак для хранения воды на промывку работал как со слоем взвешенного осадка.

Наилучшее качество очищенной воды и самая большая длительность фильтроцикла была получена при использовании в качестве коагулянта хлорного железа. Основываясь на сделанных выводах по результатам пробных фильтроциклов, в первую очередь проводили исследование процесса обработки грязных промывных вод на предлагаемой комбинированной установке с применением в качестве коагулянта хлорного железа. Результаты представлены в таблице 2.

На рисунке 2. представлены сравнительные характеристики режимов работы установки. Сравняются различные режимы работы установки. Каждый режим представлен четырьмя гистограммными столбцами.

Таблица 2

Сводные данные о работы комбинированной установки при обработке промывной воды хлорным железом

№ пп	Номер фильтроцикла	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Скорость фильтрования, м/ч	3,65	4,10	3,70	6,55	3,86	7,67	4,60	7,60	7,70
2	Средняя доза товарного реагента, г/м ³	0,00	15,21	14,94	15,96	44,08	44,9	28,1	31,4	15,8
3	Среднее за цикл очистки значение исходной концентрации взвешенных веществ, г/м ³	29,60	47,07	40,66	49,91	62,57	51,6	87,0	112	105
4	Среднее за цикл очистки значение остаточной концентрации взвешенных веществ, г/м ³	6,57	3,61	2,93	4,92	4,78	6,26	3,30	5,50	5,00
5	Продолжительность цикла очистки, ч	83	201	98	80	93	80	106	63	66
6	Потери напора в установке в конце цикла очистки, см	29,60	151,0	55,00	178,4	179	169	142	179	116
7	Эффект очистки по взвешенным веществам, %	77,80	92,34	92,79	90,15	92,35	87,8	96,2	95,0	95,2
8	Количество загрязнений задержанных на установке в течение цикла очистки, кг/цикл	0,49	2,52	0,98	1,83	1,45	1,97	2,88	3,60	3,59
9	Объём очищенной воды в течение цикла очистки, м ³ /цикл	21,4	58,1	25,6	37,0	25,3	43,3	34,4	33,8	35,9
10	Удельный объём промывной воды на 1 м ³ очищенной воды, л/м ³	37,4	13,7	31,2	21,6	31,6	18,5	23,2	23,6	22,3
11	Примечание: (причина окончания фильтроцикла)	кач-во воды	кач-во воды	кач-во воды	потери напора	потери напора	потери напора	кач-во воды	потери напора	кач-во воды
12	Объём промывной воды на промывку, % объёма очищенной воды	3,7	1,4	3,1	2,2	3,2	1,8	2,3	2,4	2,2

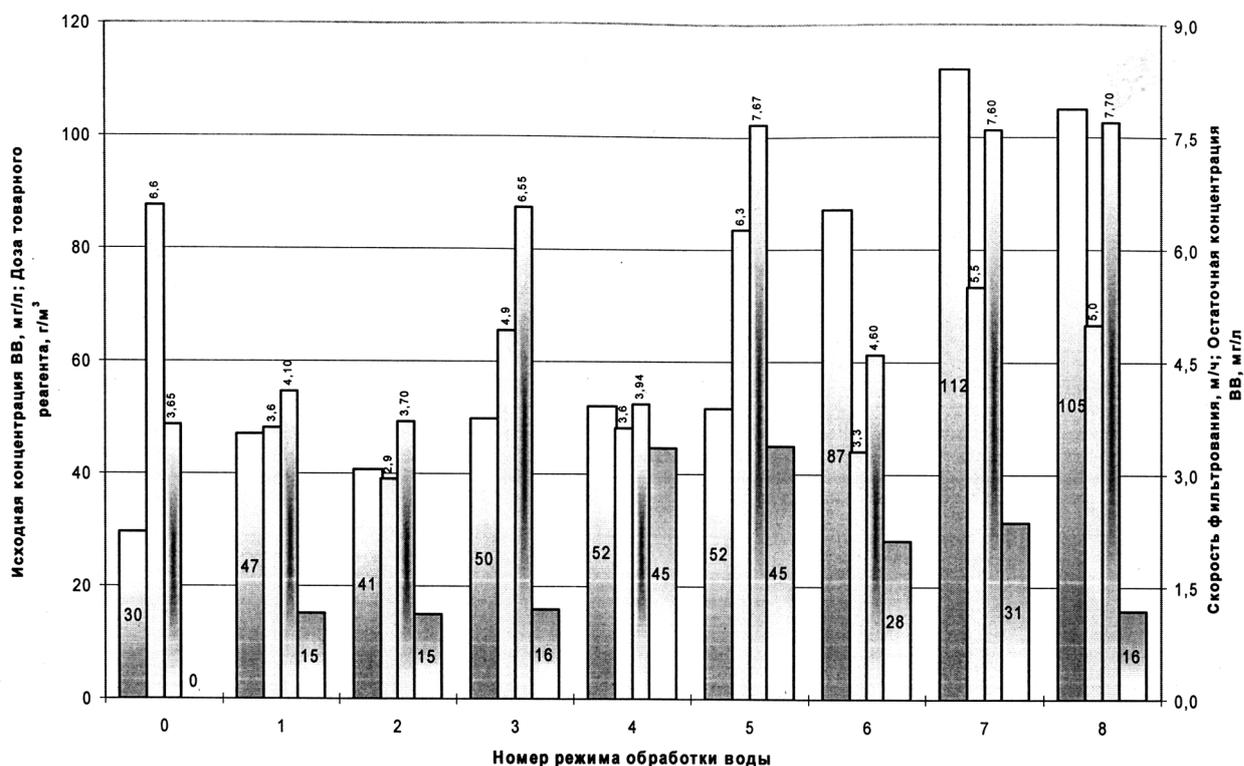


Рис. 2. Сравнительные характеристики режимов работы установки по очистке грязных промывных вод.

Условные обозначения столбцов: 1 - остаточная концентрация взвешенных веществ, мг/л; 2 - исходная концентрация взвешенных веществ, мг/л; 3 - доза товарного реагента (хлорного железа), мг/л; 4 - скорость движения воды в фильтрующей части установки, м/ч.

Анализ работы комбинированной установки позволил сделать следующие выводы о ее работе:

1. Незначительные изменения исходной концентрации взвешенных веществ в промывной воде (40-50 мг/л) имеют незначительное влияние на качество очищенной воды;
2. Скорость фильтрования влияет на качество очистки грязных промывных вод, (увеличение скорости фильтрования в 1,6 раза увеличивает концентрацию взвешенных веществ в очищенной воде в 1,36 раза);
3. Увеличение дозы хлорного железа (с 0 мг/л до 15 мг/л) приводит к значительному снижению концентрации взвешенных веществ в очищенной воде – в 2,25 раза, дальнейшее увеличение дозы хлорного железа (с 15 мг/л до 45 мг/л) не приводит к значительному увеличению степени очистки. Таким образом, напрашивается вывод о том, что хлорное железо оказывает значительное влияние на качество очистки грязных промывных вод; оптимальная доза хлорного железа находится в интервале свыше 5 и менее 20 мг/л по товарному продукту.

При работе установки проводился контроль степени очистки грязных промывных вод скорых фильтров по галогенорганическим соединениям. По сумме четырех галогенорганических соединений эффективность очистки в установке составила 61 %. Их концентрация в очищенной воде не превышала концентрацию в исходной воде из водохранилища.

По результатам проведенных исследований даны рекомендации по технологическим показателям работы комбинированной установки для обработки грязных промывных вод ВОС (табл.3).

Рекомендуемые технологические показатели работы комбинированной установки для обработки грязных промывных вод ВОС

Наименование показателя	Значение показателей качества воды			
Исходная концентрация взвешенных вещ., мг/л	30 – 70		70 – 110	
Концентрация взвешен. веществ на выходе, мг/л	4	6	4	6
Доза реагента (FeCl ₃ по товарн. продукту), мг/л	15-20		25-30	
Эффект снижения окисляемости перм., %	31	29	25	20
Скорость воды, м/ч	4	7	4,6	7
Расход воды на собств. нужды, % расхода в сут.	1,4	2	2,3	2,4
Продолжитель. цикла, ч.	140-200	80	100	60
Потери напора в флокуляторе за фильтроцикл, м	1,5	1,7	1,4	1,8
Высота слоя загрузки, м	1,2			
Крупность загрузки, мм	2 – 5			
Тип загрузки	Вспененный полистирол			
Интенсив. пром., л*с/м ²	42			
Время промывки, мин	2,5			
Вид промывки	Нисходящий поток воды			

ВЫВОДЫ

1. Разработана и изготовлена полупромышленная комбинированная установка для обработки грязных промывных вод фильтров, совмещающей методы коагуляции и флокуляции загрязнений, фильтрования и отстаивания.
2. При испытании комбинированной установки на реальной промывной воде ВОС «Петровские скалы» достигнута необходимая эффективность очистки по лимитируемым показателям, позволяющая возвращать очищенные промывные воды в смеситель ВОС или сбрасывать их без экологического ущерба в природный водоём.
3. Определены конструктивные показатели комбинированной установки для обработки грязных промывных вод и режимные параметры процесса флокуляция-фильтрование-отстаивание, которые позволяют подготовить и рекомендовать её для внедрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. М.: Стройиздат. 1985.
2. Современное состояние и перспективные технические решения технологии обработки промывных вод и осадков очистных сооружений коммунальных водопроводов. Москва, 1987.
3. Использование принципа осветления воды в слоях с малой высотой осаждения для интенсификации работы станции по очистке питьевых и сточных вод. Параметры осаждения разных типов взвеси в слоях малой высоты на основании исследований на экспериментальных установках: Отчет о НИР/ЛНИИ ЛКХ им. К.Д. Памфилова; Руководитель Л.Л. Самойленко.- № ГР 74038360.-Л., 1975.
4. А.с. 1125207 СССР. Способ очистки промывных вод фильтровальных сооружений/ М.Г. Новиков, Я.Б. Лазовский, В.Н. Лушков // Открытия. Изобретения.-1984.-№43.
5. Проведение исследований и разработка рекомендаций по проектированию сооружений для очистки промывных вод методом фильтрования на СВС Ленинграда: Отчет о НИР/АКХ им. К.Л.Памфилова; Руководитель Н.Г. Иванова.- Л., Г984.
6. Найденко В.В. Механическая и физико-химическая очистка сточных вод // Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. «Основные направления развития водоснабжения, водоотведения, очистки природных, сточных вод и обработки осадков».- Харьков, 1986.-С. 814-829 с.

Корбан Д.В., инженер

Одесский государственный экологический университет

Информативность поляризационных параметров электромагнитной волны при радиолокационном обнаружении радиоактивного аэрозоля в атмосфере

В статье анализируется возможность использования поляризационных параметров Стокса в качестве информативных параметров электромагнитной волны при радиолокационном обнаружении радиоактивного аэрозоля в районе функционирования АЭС.

атомная электростанция, метеорологическая станция, атмосфера, радиоактивный аэрозоль, диэлектрическая проницаемость, разность фаз

Сетевые метеорологические станции (МРЛС), используемые для обнаружения радиоактивных облаков и осадков, используют в качестве информативного параметра лишь амплитуду отраженного сигнала [1, 2, 3]. В то же время такая наиболее информативная характеристика электромагнитной волны, как поляризация, до настоящего времени не используется. Поэтому представляет значительный интерес исследовать возможность использования поляризационных параметров электромагнитной волны при идентификации радиоактивных выбросов из вентиляционных труб АЭС.

Рассмотрим методику радиолокационного обнаружения радиоактивных веществ в атмосфере с помощью поляризационной МРЛС. Электромагнитную волну на излучение и прием зададим с помощью энергетических параметров Стокса, которые записываются в виде [4]:

$$I = E_x^2 + E_y^2; Q = E_x^2 - E_y^2; U = 2E_x E_y \cos \Phi_{XY}; V = 2E_x E_y \sin \Phi_{XY}, \quad (1)$$

где E_x и E_y - ортогональные амплитуды волны; Φ_{XY} - разность фаз между ними (дифференциальная фаза).

В соответствии с [4] излучаемую и отраженную волну представим в виде матрицы S , коэффициентами которой являются параметры Стокса

$$[S_{изл}] = \begin{bmatrix} I_{изл} \\ Q_{изл} \\ U_{изл} \\ V_{изл} \end{bmatrix}; [S_{пр}] = \begin{bmatrix} I_{отп} \\ Q_{отп} \\ U_{отп} \\ V_{отп} \end{bmatrix}, \quad (2)$$

а отражающие свойства турбулентного радиоактивного объема представим в виде матрицы Мюллера T , состоящей из 16 коэффициентов:

$$[T] = \begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & T_{13} & T_{14} \\ T_{21} & T_{22} & T_{23} & T_{24} \\ T_{31} & T_{32} & T_{33} & T_{34} \\ T_{41} & T_{42} & T_{43} & T_{44} \end{bmatrix}. \quad (3)$$

Тогда связь между излученной и отраженной волной и характеристиками объекта запишется в виде произведения приведенных матриц

$$[S_{пр}] = [T] \cdot [S_{изл}] \quad (4)$$

или в развернутом виде:

$$\begin{bmatrix} I_{omr} \\ Q_{omr} \\ U_{omr} \\ V_{omr} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & T_{13} & T_{14} \\ T_{21} & T_{22} & T_{23} & T_{24} \\ T_{31} & T_{32} & T_{33} & T_{34} \\ T_{41} & T_{42} & T_{43} & T_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{изл} \\ Q_{изл} \\ U_{изл} \\ V_{изл} \end{bmatrix}. \quad (5)$$

Проведя процедуру перемножения матриц получим 4 линейные уравнения

$$\begin{aligned} I_{omr} &= T_{11} I_{изл} + T_{12} Q_{изл} + T_{13} U_{изл} + T_{14} V_{изл}; \\ Q_{omr} &= T_{21} I_{изл} + T_{22} Q_{изл} + T_{23} U_{изл} + T_{24} V_{изл}; \\ U_{omr} &= T_{31} I_{изл} + T_{32} Q_{изл} + T_{33} U_{изл} + T_{34} V_{изл}; \\ V_{omr} &= T_{41} I_{изл} + T_{42} Q_{изл} + T_{43} U_{изл} + T_{44} V_{изл}. \end{aligned} \quad (6)$$

Для получения 16 коэффициентов матрицы необходимо провести 4 измерения параметров Стокса отраженной волны, а радиоактивный объем облучить последовательно электромагнитными волнами линейной горизонтальной, линейной вертикальной, линейной с наклоном вектора под углом 45° и круговой поляризациями (возможны и другие комбинации). Тогда матрица рассеяния турбулентного радиоактивного объема запишется в виде

$$[T] = \begin{bmatrix} \frac{I^{90^\circ} + I^{0^\circ}}{2} & \frac{I^{90^\circ} - I^{0^\circ}}{2} & I^{45^\circ} - T_{11} & I^{kn} - T_{11} \\ \frac{Q^{90^\circ} + Q^{0^\circ}}{2} & \frac{Q^{90^\circ} - Q^{0^\circ}}{2} & Q^{45^\circ} - T_{21} & Q^{kn} - T_{21} \\ \frac{U^{90^\circ} + U^{0^\circ}}{2} & \frac{U^{90^\circ} - U^{0^\circ}}{2} & U^{45^\circ} - T_{31} & U^{kn} - T_{31} \\ \frac{V^{90^\circ} + V^{0^\circ}}{2} & \frac{V^{90^\circ} - V^{0^\circ}}{2} & V^{45^\circ} - T_{41} & V^{kn} - T_{41} \end{bmatrix}. \quad (7)$$

Наблюдения проводились в безоблачной атмосфере за радиоактивными выбросами Южно-Украинской АЭС 8 и 15 июля 1990 года. Температура приземного слоя атмосферы составляла $25-35^\circ\text{C}$. Выброс ^{41}Ar и ^{131}I осуществлялся из труб 1-3, а ^{131}I только из четвертой трубы (в соответствии с техническими условиями эксплуатации АЭС). Расстояние между 1 и 2 трубами 200 м, между 2 и 3, 3 и 4 - 1 км. Господствующее направление ветра ЗЮЗ, среднегодовая скорость - 2,8 м/с. Высота 1, 2, 3 труб - 100 м, 4-ой - 80 м. Диаметр устья труб - 4 м. В соответствии с [5] среднегодовая концентрация выброса ^{41}Ar составляет $4 \cdot 10^{-9}$ Ку/м³ для труб 1, 2 и $5 \cdot 10^{-9}$ Ку/м³ из 3-ей трубы, а радиоактивного йода ^{131}I - $15,2 \cdot 10^{-2}$ Ку/м³ для 1-3 труб и $3,5 \cdot 10^{-2}$ Ку/м³ для 4-ой трубы для технологического режима работы АЭС.

Регистрировались усредненные параметры Стокса на индикаторах ИКО и ИДВ, нормированные к первому параметру, их мгновенные значения с помощью аппаратуры поимпульсной регистрации и разность фаз как усредненную, так и мгновенную между каждыми импульсами. По значениям дифференциальной фазы на экране монитора ПЭВМ определялась концентрация радиоактивного аэрозоля, выбрасываемого из вентиляционных труб АЭС. По полученным значениям параметров Стокса вычислялись коэффициенты матрицы Мюллера для каждой реализации.

Анализ матриц рассеяния турбулентного объема над трубами АЭС показал, что 15.07.90 г. Южно-Украинская АЭС, по всей видимости, работала аварийном режиме, т.к. значения коэффициентов матриц рассеяния при неизменных метеорологических условиях существенно отличаются от значений, полученных 8.07.90 г.

ВЫВОДЫ.

Полученные экспериментальным путем поляризационные коэффициенты матрицы Мюллера показали их высокую информативность при радиолокационном распознавании технологического и аварийного режимов работы атомных электростанций.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Степаненко В.Д. Радиолокация в метеорологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 350 с.
2. Павлов Н.Ф. Аэрология, радиометеорология и техника безопасности. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 431 с.
3. Руководство по применению радиолокаторов МРЛ-4, МРЛ-5 и МРЛ-6 в системе градозащиты. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 230 с.
4. Корбан В.Х. Поляризаційна селекція хмар і опадів. Монографія. – Одеса.: Зовнішпрекламасервіс, 2004. – 248 с.
5. Волошанюк И.Я. Расчет гранично-допустимых выбросов радиоактивных веществ для Южно-Украинской АЭС. – ДП, 2001. – 92 с.

Коваленко Н.А., инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Эффективность использования ветроустановок мощностью более 100 кВт для непосредственного энергоснабжения хозяйственных объектов.

В статье предлагается использовать ветроэнергетические установки (ВЭУ) мощностью более 100 кВт для непосредственного энергоснабжения хозяйственных объектов. Показано, что подобное использование таких ветроустановок является целесообразным, экономически эффективным и позволяет за 20 лет эксплуатации получить чистый доход в сумме 1,27 млн. дол. при сроке окупаемости 3,1 года.

нетрадиционные источники энергии, ветроэнергетическая установка, энергоснабжение, хозяйственный объект, стоимость, эксплуатационные издержки, срок окупаемости, чистый доход, экологическая обстановка

К числу важнейших проблем в нашей стране относятся проблемы экономии энергетических ресурсов и обеспечения экологической безопасности. В связи с этим актуальными являются вопросы, связанные с использованием нетрадиционных источников энергии (НИЭ), в том числе энергии ветра.

В Украине развитие ветроэнергетики является важным направлением экономического развития страны. Перспектива развития ветроэнергетики в стране определена Указом Президента Украины № 159/96 от 02.03.1996 г., Комплексной программой строительства ветровых электростанций, утвержденной постановлением Кабинета Министров Украины № 137 от 03.02.1997 г., а также рядом других нормативных актов. Развитие ветроэнергетики в стране проходит в соответствии с Комплексной программой строительства ветровых электростанций, выступающей в роли важного государственного инвестиционного проекта.

Вопросы развития ветроэнергетики в Украине освещают своих работах С.А. Кудря, В.С. Подгуренко [1], В. Будзяк [2] и многие другие авторы. В своих трудах они отмечают, что в Украине имеется значительный потенциал для развития ветроэнергетики, однако для дальнейшего успешного развития необходим поиск дополнительных резервов и возможностей повышения эффективности использования ветроэнергетических установок (ВЭУ).

Сейчас в Крыму действует 328 ВЭУ. Они выработали более 18 млн. кВт ч электроэнергии [3]. Продолжается строительство новых ВЭУ. Однако нельзя утверждать, что это дает значительный вклад в энергоснабжение Крыма. Представляется, что использование ВЭУ для непосредственного энергоснабжения хозяйственных объектов сравнительно быстро даст экономический эффект.

В настоящее время достаточно успешно применяются ВЭУ малой и средней мощности (до 100 кВт) для энергоснабжения небольших предприятий, фермерских и домашних хозяйств. Ниже рассматривается возможность применения ВЭУ мощностью более 100 кВт для энергоснабжения хозяйственных объектов, находящихся в районах со значительным ветропотенциалом, со средней скоростью ветра около 7 м/с.

Принимается, что суммарная потребляемая мощность электрооборудования хозяйственного объекта составляет 1 МВт, при этом годовое потребление энергии составит 8760 МВт ч. Для экономии затрат на электроэнергию предлагается установить 10 ВЭУ лицензионной модели USW-56-100 отечественного производства единичной мощностью 107,5 кВт. Таким образом, общая мощность ветрокомплекса составит 1075 кВт, то есть около 1 МВт. Стоимость ВЭУ USW-56-100 с монтажом составляет 23,62 тыс. дол. США [2]. Стоимость всего ветрокомплекса составит около 237 тыс. дол. Годовые эксплуатационные издержки по ВЭУ в различных источниках принимаются равными примерно от 1,3 % до 2,5 % стоимости ВЭУ [1]. Поэтому в данном случае они принимаются равными среднему округленному значению – 2 %, что составляет 4,7 тыс. дол. Годовая производительность ВЭУ USW-56-100 при средней скорости ветра 7 м/с, согласно ее техническим характеристикам [4], составляет 175,2 МВт ч. Соответственно, годовая производительность всего ветрокомплекса составит 1752 МВт ч. Эта величина составляет 18,6 % годовой потребности в электроэнергии, так как учитывается период стояния ВЭУ, во время которого энергоснабжение объекта осуществляется только от общей электросети. В 2004 г. цена электроэнергии для промышленности составляла 4,56 цента за 1 кВт ч, то есть 45,6 дол. за 1 МВт ч. Таким образом, использование ветрокомплекса позволяет экономить на электроэнергии 80 тыс. дол. в год. За вычетом эксплуатационных издержек (4,7 тыс. дол.) экономия на электроэнергии составит 75,3 тыс. дол. в год. Снижение издержек на эту сумму приведет к соответствующему

увеличению прибыли. Теперь можно рассчитать срок окупаемости как отношение стоимости ветрокомплекса (237 тыс. дол.) к годовой экономии (75,3 тыс. дол.).

Рассчитанный таким образом срок окупаемости ветрокомплекса составляет 3,1 года. Через 20 лет работы экономия составит 1273 тыс. дол.

Характерным примером использования ВЭУ мощностью более 100 кВт для непосредственного энергообеспечения хозяйственных объектов может служить рассмотренная автором возможность использования ВЭУ при перекачке воды в ходе осушения Мамайского месторождения строительных известняков и понижения уровня северной части озера Сасык-Сиваш [5]. Для экономии затрат на электроэнергию было предложено установить две ветроэнергоустановки. В результате проведенных расчетов выяснено, что использование ветроустановок в таком случае позволяет окупить затраты на приобретение, монтаж и эксплуатацию установок за 7,4 года. В пределах срока службы ВЭУ (20 лет) чистый доход составит 1,55 млн. дол. (более 8 млн. грн.). Указанное мероприятие получило положительную оценку института «Крымгипропроводхоз».

Необходимо отметить, что использование ВЭУ не сопровождается выбросами промышленных газов в атмосферу. Это способствует улучшению экологической обстановки в регионе [6] и снижению экологических издержек предприятия за счет возможности снижения мощности котельной и уменьшения выбросов в атмосферу.

Использование ВЭУ также способствует значительной экономии топлива: на каждый мегаватт-час электроэнергии ВЭУ экономия топлива составляет около 300 кг угля.

Необходимо учесть, что для внедрения вышеизложенной идеи может потребоваться некоторая конструкторская доработка сооружений и оборудования для использования их с целью непосредственного энергообеспечения объектов. Но, учитывая значительные преимущества такого использования ВЭУ и большой потенциал отечественных научных учреждений и конструкторских бюро, такая доработка представляется весьма целесообразной.

Таким образом, использование ВЭУ мощностью более 100 кВт для непосредственного энергообеспечения хозяйственных объектов весьма выгодно экономически, а также может принести значительный экологический эффект. Все это будет способствовать улучшению социально-экономической и экологической ситуации в регионе.

ВЫВОДЫ

Использование ветроэнергетических установок (ВЭУ) мощностью более 100 кВт для непосредственного энергообеспечения хозяйственных объектов является целесообразным и экономически эффективным. Подобное использование таких ветроустановок позволяет за 20 лет эксплуатации получить чистый доход в сумме 1,27 млн. дол. при сроке окупаемости 3,1 года. Использование ветроустановок способствует улучшению экологической обстановки и снижению экологических издержек предприятия.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Устойчивый Крым. Энергетическая стратегия XXI века. – Симферополь: «Экология и мир», 2001. – 400 с.
2. Будзяк В. Становление ветроэнергетики в Украине // Экономика Украины, 1999, № 3. – С. 84–86.
3. Бабенко Г.А. Ветроэнергетическая отрасль Автономной Республики Крым // Кто есть кто в экономике, науке, культуре Крыма. – К.: Украинський видавничий консорціум, 2003. – С. 58–63.
4. Выполнение Государственной программы Украины по ветроэнергетике предприятиями Госводхоза Украины в Автономной Республике Крым (за период с XII.1995 г. по IV.2002 г.). - Симферополь: 2002. – 74 с.
5. Коваленко Н.А. Эффективность использования ветроустановок при перекачке воды // Строительство и техногенная безопасность. Сборник научных трудов. Выпуск 9. – Симферополь: КАПКС, 2004. – С. 146–147.
6. Коваленко Н.А. Развитие ветроэнергетики как фактор экологизации экономики Крыма // Екологічні проблеми регіонів України. Матеріали VI Всеукраїнської наукової конференції студентів і аспірантів. – Одеса: ОДЕКУ. – 2004. – С. 110–111.

Лисовский А.А., инженер

Управление комплексного использования водных ресурсов Рескомводхоза АРК

Тимченко Т.В., инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Проблемы использования водных ресурсов прудов Крыма

Приведены результаты инвентаризации в АРК прудов, наполняемых местными источниками и водами Северо-Крымского канала. Отмечена необходимость проведения экологической паспортизации прудов и изложены предложения по составу «Водохозяйственного паспорта пруда».

Пруды, инвентаризация, паспортизация, арендная плата, экологический паспорт

Согласно Водному кодексу Украины [1], «пруд – это искусственно созданный водоём ёмкостью не более 1 млн. м³». Массовое строительство прудов в Крыму пришлось на 60-е – 80-е годы прошлого века. Источниками наполнения прудов являлись речные и подземные воды, а позже - воды Северо-Крымского канала. Пруды часто строились хозспособом. Поэтому не только характеристики, но и количество прудов часто было неопределённым. Результаты инвентаризации 1985 г. к настоящему времени значительно устарели. К тому же реформирование агропромышленного комплекса привело к изменению собственников и пользователей гидротехнических сооружений, изменилось целевое назначение некоторых прудов. Водные ресурсы, аккумулируемые в прудах, стали использоваться стихийно и бессистемно. Нарастание антропогенной нагрузки в их водосборах создало неблагоприятную санитарно-эпидемиологическую ситуацию. Не выполнялись положения Водного кодекса Украины о создании вокруг прудов прибрежных защитных полос с установлением водоохранных знаков.

Поэтому в 2003 - 2004 гг., согласно Постановлению Совета Министров Автономной Республики Крым от 29 мая 2003 г. «Об инвентаризации прудов и водоемов в Автономной Республике Крым», была проведена инвентаризация прудов специально созданными в Управлениях оросительных систем инвентаризационными комиссиями с привлечением специалистов гидрогеолого-мелиоративных партий и Государственных инспекций по охране окружающей среды. Каждому пруду был присвоен инвентарный номер, а в акте инвентаризации - отражены морфометрические характеристики и техническое состояние на дату обследования. Все пруды были нанесены на районные планы землепользования.

Согласно инвентаризации, в АРК в настоящее время имеется 1554 пруда (см. табл.)

Таблица

Общие сведения о прудах Крыма

№ пп	Район, город	Количество прудов							
		Всего	в том числе, для целей:						
			1	2	3	4	5	6	7
1	Бахчисарайский	144	115			18	5	4	2
2	Белогорский	178	39	16	2	14	20	68	19
3	Джанкойский	59		9	18	9	18		5
4	Кировский	102	17	20			45		20
5	Красногвардейский	107	51		3	20	22		11
6	Красноперекопский	140	1	106		3	28		2
7	Ленинский	80	2	4		6	61		7

8	Нижнегорский	48	6	5	8	19	3		7
9	Первомайский	28	13			10	3		2
10	Раздольненский	85	6	70		6	2		1
11	Сакский	62	21	4		17	17		3
12	Симферопольский	240	75	30	19	22	59	3	32
13	Советский	56	21	23	2	2	4		4
14	Черноморский	9	4	4	1				
15	Алушта	64	37	1	3	1	22		
16	Джанкой	1			1				
17	Керчь	4				1	3		
18	Симферополь	26		1	10		15		
19	Судак	41	34				7		
20	Феодосия	41	12	7		4	18		
21	Ялта	39	32					2	5
Итого, АРК		1554	486	300	67	152	352	77	120
22	Севастополь	41	8	4	20	1	8		
Всего, Крым		1595	494	304	87	153	360	77	120

В таблице: 1- для орошения; 2 – для рыборазведения; 3 – для рекреации; 4 – пруды-накопители; 5 - комплексного назначения; 6 – противозерозионные; 7 – цели прудов не определены.

Из всех 1595 прудов Крыма: русловые составляют 760 и копани - 835. Среди всех прудов 144 заполняются днепровскими водами, поэтому являются водными объектами общегосударственного значения, 1451 – местными водами. Используются пруды Крыма следующим образом: 494 - для орошения, 304 – для рыборазведения, 87– для рекреации, 153 – пруды-накопители стоков, 360 - комплексного назначения, 77 – противозерозионные, 120 – цели которых не определены. Инвентаризация позволила установить 12 прудов, представляющих угрозу для населения, поэтому подлежащих опорожнению и ликвидации. При инвентаризации были выявлены пруды, включенные в реестр имущества, подлежащего приватизации, что противоречит действующему Водному законодательству Украины.

На основе материалов инвентаризации Постановлением Совета Министров АРК от 27.04.04 г. «О мерах по обеспечению целевого и безопасного использования прудов и водоёмов в Автономной Республике Крым» районным государственным администрациям, исполнительным комитетам районных, городских, поселковых и сельских советов было поручено привести решение о предоставлении права пользования прудами в соответствие с действующим законодательством, а также заключить договора на их аренду. В результате того, что в АРК не урегулированы вопросы передачи водных объектов в аренду, районные государственные администрации, городские, поселковые, сельские советы передают земли под прудами в пользование без оформления соответствующей технической документации на пруды. При отсутствии у водопользователей необходимой технической документации невозможна безопасная эксплуатация прудов. В настоящее время более семидесяти юридических и физических лиц, получив в пользование земли водного фонда, не оформили договора аренды водных объектов, в результате чего в автономии не обеспечивается поступление платежей в Государственный и местный бюджеты. Эти средства необходимо было бы, в первую очередь, направить на выполнение водоохранных мероприятий по защите от подтопления и паводков, по созданию прибрежных защитных полос и водоохранных зон вдоль рек и вокруг прудов и водохранилищ. В этом должны быть заинтересованы головы городских, поселковых и сельских советов. Тем более, что в Украине был подписан Указ Президента от 13.11.02 г. «О персональной ответственности руководителей центральных и местных органов исполнительной власти», а Рескомводхоз подготовил проект Постановления «О порядке передачи водных объектов местного значения в аренду». При заключении договоров аренды

водных объектов необходимо заключать договора с арендаторами земель водного фонда.

Однако проверками, которые проводятся Управлением комплексного использования водных ресурсов Рескомводхоза, выявлено, что органы местного самоуправления мало уделяют внимания вопросам охраны водных ресурсов, в том числе аккумулируемых в прудах. Мотивы всё те же – отсутствие средств в бюджете. В то же время за аренду водных объектов, как уже отмечалось, должны поступать платежи (бюджетная классификация «Плата за предоставление водных объектов государственного значения» и «Плата за предоставление в аренду водных объектов местного значения»).

Следует отметить, что в 2000 г., по заданию Управления водного хозяйства Севастопольской госадминистрации, проектно-изыскательским институтом «Крымгипроводхоз» был выполнен проект паспортизации прудов и водохранилищ сельхоззоны города Севастополя. Был выявлен 41 пруд, из которых 20 с объёмом более 50 тыс. м³ и площадью водного зеркала более 1 га. Для последних были составлены паспорта, содержащие сведения о природных условиях в водосборах, морфометрические характеристики прудов, водохозяйственный баланс, состояние гидроузла, мероприятия по улучшению санитарно-эпидемиологического и экологического состояния, по рациональному использованию водных ресурсов с расчётом их экономической эффективности [2].

Общий объём 1595-ти прудов Крыма равен 196,73 млн. м³, что составляет 49% от общего объёма 23-х крымских водохранилищ. Следовательно, резерв водных ресурсов, сосредоточенный в прудах, а также разнообразные цели их использования, обязывают не сбрасывать со счетов эти, на первый взгляд, незначительные водные объекты.

Первоочередным мероприятием по оптимизации использования водных ресурсов прудов должна стать разработка макета «Водохозяйственный паспорт пруда», согласно которому в дальнейшем необходимо провести паспортизацию крымских прудов. В паспорте должна содержаться следующая информация:

- физико-географическая характеристика водосборного бассейна пруда (общие черты климата, рельеф, геологическое строение, гидрогеологические условия, гидрографическая сеть, почвенный и растительный покров, ландшафты);
- гидрографические и гидрологические характеристики реки (количество, режим и качество воды);
- морфометрические характеристики пруда;
- водохозяйственный баланс пруда;
- техническое состояние гидроузла;
- воздействие пруда на окружающую природную среду;
- рекомендации по улучшению водопользования, технического состояния сооружений гидроузла;
- рекомендации по улучшению экологического состояния пруда;
- экономическая оценка предлагаемых мероприятий.

ВЫВОДЫ:

1. Общий объём 1595-ти прудов Крыма (вместе с сельскохозяйственной зоной Севастополя) равен 196,73 млн.м³, что составляет 49% от объёма 23-х крымских водохранилищ.
2. Законодательством предусмотрена арендная плата за использование прудов, которая не поступает в государственный и местный бюджеты. Арендная плата должна взиматься и поступать в фонд выполнения водоохраных мероприятий по защите населения от паводков, по созданию прибрежных защитных полос и водоохраных зон вдоль рек, прудов и водохранилищ.
3. С целью оптимизации использования водных ресурсов прудов необходимо проводить их паспортизацию. Изложены предложения по содержанию «Водохозяйственного паспорта пруда».

ЛИТЕРАТУРА:

1. Водный кодекс Украины, 1995. – 60 с.
2. Кравчук И.В. Экологическая паспортизация водоёмов зоны города Севастополя // Сб. научных трудов КАПКС. – Вып. 7. – Симферополь: КАПКС, 2002. – С. 242 – 244.

Мякишев В.А., к.т.н., доцент, Котовская Е.Е., студентка
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Бойчук С.Д., инженер
Симферопольский «Водоканал», директор

Факторы риска в системе «водоём – водопровод – потребитель» и их минимизация при помощи индикаторных показателей загрязнённости воды

Рассматриваются методы выявления и оценки факторов риска, связанных с санитарным состоянием водоисточника, с технологией подготовки воды, с условиями её транспортирования.

Вода питьевая, показатели загрязнённости, система водопровода, риск.

Действующие водопроводные сооружения по подготовке и транспортированию питьевой воды уже на стадии их проектирования не были предназначены для очистки воды реальных поверхностных источников до европейских нормативов по некоторым микробиологическим, токсикологическим, органолептическим и радиологическим показателям. А повсеместное применение технологии обеззараживания неочищенных поверхностных вод самым распространенным реагентом хлором приводит к образованию дополнительных побочных продуктов хлорирования, которые в гигиеническом отношении более опасны, чем многие органические загрязнения природной воды до её хлорирования.

Вводимые в воду на очистных сооружениях реагенты на основе алюминия отрицательно влияют на её качество, даже при концентрации последнего в пределах действующих норм. При содержании алюминия в питьевой воде менее 0.15 мг/л индекс Аверьянова (критерий токсикологической безопасности питьевой воды, по элементам 2 класса опасности) может превысить «1» при появлении в воде других металлов, т.е. такую концентрацию алюминия в питьевой воде следует отнести к фактору риска. К факторам риска также следует отнести взаимосвязь показателей загрязнённости очищенной воды органическими веществами с показателями характеризующими мутность, эпидемическую опасность, содержание тригалогенметанов, ионов тяжелых металлов и некоторых пестицидов.

В общей системе охраны вод, подготовки и транспортирования питьевой воды существует ряд барьеров и служб контроля её качества, например, государственная служба по проверке изменения показателей качества воды в источниках, система санкций к нарушителям водного законодательства, муниципальные водоочистные комплексы с ведомственными химико-бактериологическими лабораториями, государственная санитарно-эпидемиологическая служба [1]. Структурная схема формирования качества воды, прогнозирования барьерной функции водоочистой станции, системы выявления тенденций изменения качества воды в источнике на ранней стадии, а также у потребителей показана на рис. 1.

Наибольшее загрязнение источников воды происходит стоками с сельскохозяйственных полей, ливневыми водами, недостаточно очищенными сточными водами промышленных предприятий и городов. Процессы самоочищения воды в водохранилищах происходят одновременно с трансформацией загрязнений в донных отложениях водоёмов и вторичным увеличением концентрации азотсодержащих веществ. На водоочистных сооружениях с типовой технологией ряд загрязнений источника не только остаются в очищенной питьевой воде, но в процессе обработки природной воды хлором превращаются в токсичные соединения. Действующая в настоящее время схема формирования качества питьевой воды «водоём – водопровод - потребитель» с системой проверки гигиенических показателей, показанной на рис. 1, не соответствует общепринятым требованиям потребителей и они все чаще отказываются считать водопроводную воду питьевой.

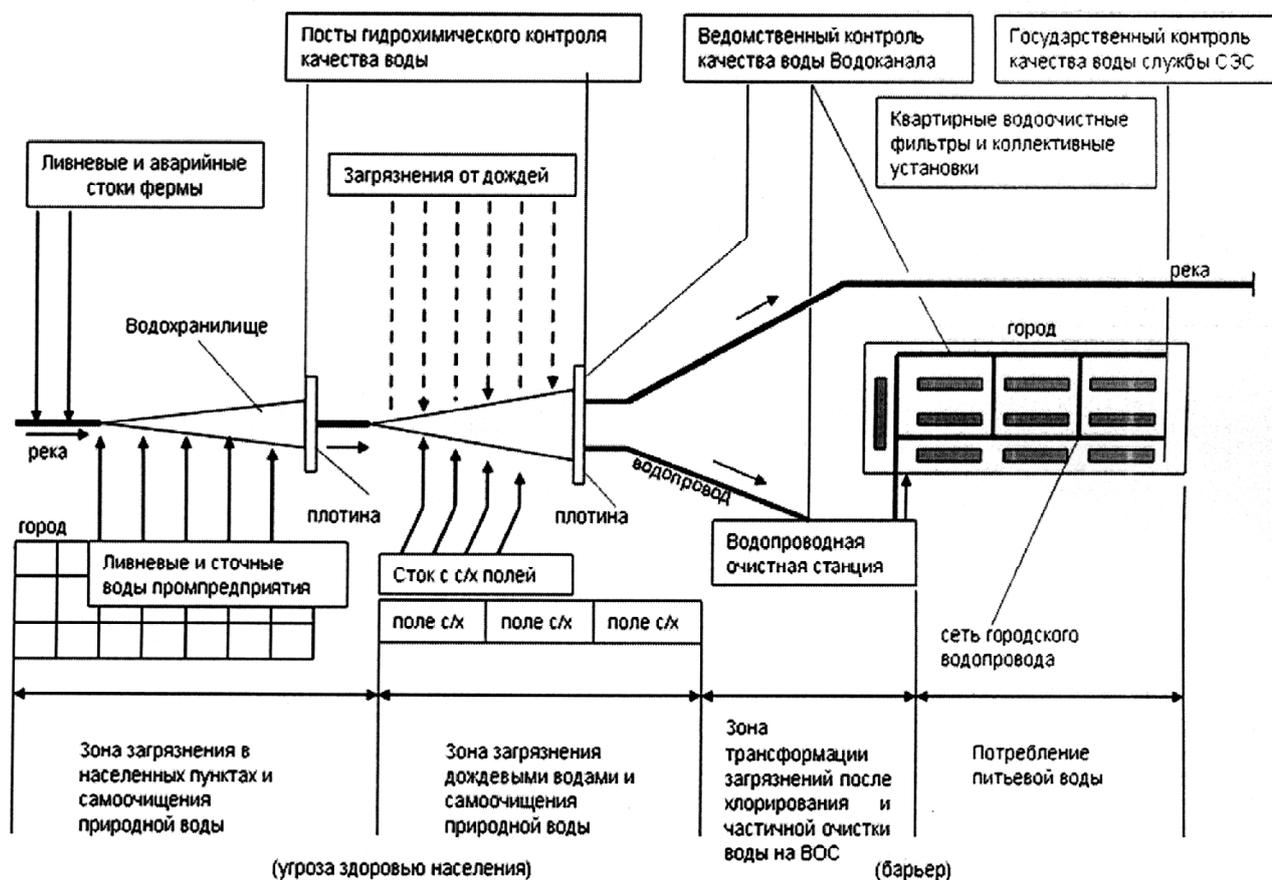


Рис. 1. Структурная схема формирования качества природной и питьевой воды в системе «водоём – водопровод – потребитель»

Большое заблуждение обнаруживается в утверждениях, что в обозримом будущем радикально улучшится экологическая ситуация в водном хозяйстве, появятся универсальные технологии подготовки питьевой воды для населения, обнаружатся инвестиции или реальная государственная инициатива для решения проблем обеспечения населения водой. Хаотичные попытки применения квартирных водоочистных установок, монтаж станций глубокой очистки водопроводной воды в многоквартирных домах, потребление бутылкированной воды являются недостаточно технологически отработанными и чрезвычайно дорогостоящими направлениями, не решающими проблему качества питьевой воды.

В сложившейся ситуации с обеспечением требуемого качества питьевой воды наиболее реален комплексный подход, который реализован в европейских странах и состоит из двух составляющих направлений большой работы. Во-первых, действует государственная система по предупреждению и предотвращению угрозы риска для здоровья человека уже на стадии обнаружения тенденции загрязнения источников питьевой воды. Такая тактика предотвращения загрязнения источников питьевой воды по своей сути принципиально отличается от практикуемой у нас «охраны природы» с констатацией свершившихся фактов сверхнормативного загрязнения водоемов и «гуманных» экономических санкций к нарушителям в пользу абстрактного экологического бюджета. Вторая составляющая практической деятельности охватывает реконструкцию и адаптацию к реальным условиям водоочистных комплексов городов, которая, уместно отметить, уже более десятилетия реализуется во многих странах СНГ с позитивными практическими результатами.

Для претворения в практику концепции предупреждения угрозы риска для здоровья населения и негативного влияния загрязнения водоемов на качество питьевой воды необходимо разработать инструмент обнаружения на ранней стадии тенденции увеличения загрязненности воды источника, а также в законодательном порядке установить эффективный порядок предупреждения и ликвидации источников загрязнения водоемов.

Действующие критерии качества воды в источнике (показатель химического загрязнения; массовая нагрузка по химическим веществам на водную среду; индекс загрязненности воды; кратность превышения фактических показателей установленного нормативными документами уровня ПДК; показатели общесани-

тарного состояния водоемов – перманганатная или бихроматная окисляемость, растворенный кислород; микробиологическая загрязненность; продолжительность периода загрязнения водного объекта; относительный объем загрязняющих сточных вод и масса загрязнений) не позволяют комплексно оценивать гидрoхимическую и санитарно-гигиеническую ситуацию в конкретный момент или за длительный период, а также прогнозировать вероятность риска для здоровья человека по динамике увеличения индикаторных показателей загрязненности водоёма.

В НИИ ВОДГЕО предложен интегральный показатель качества воды – индекс качества воды источника по лимитируемым ингредиентам, который в сочетании с показателями риска здоровью человека при разных уровнях загрязненности питьевой воды, с потенциальной суммарной эффективностью водоочистной станции, позволяет установить верхнюю границу загрязненности воды в источнике и не допускать отклонения качества питьевой воды от требований стандарта. Индекс качества воды водоисточника (ИКВ) представляет собой комбинацию кратности превышения концентрации ингредиента C_i над предельно допустимой концентрацией этого вещества (ПДК_i) и относительной продолжительности периода этого превышения [2]:

$$\text{ИКВ} = t^* C_i / \text{ПДК}_i,$$

где: t^* - период относительной продолжительности превышения ПДК, ч/ч;

C_i – превышение ПДК концентрации, мг/л;

I – порядковый номер величины C_i в каждый промежуток времени.

Относительная продолжительность периода загрязнения воды X_i -ым ингредиентом определяется по формуле:

$$t^* = (T_1 + T_2 + T_3 + \dots + T_n) / T_0.$$

где:

T_0 – общее количество суток наблюдения;

T_1, T_2, T_3 – общее количество суток за наблюдаемый период, когда значение показателя i -го ингредиента превышает ПДК;

n – число ингредиентов.

Обобщение динамики многолетнего изменения ИКВ математическими методами позволяет определить необходимую продолжительность ряда наблюдений за показателями качества воды в источнике. При незначительных превышениях максимальных значений концентраций $C_{i \max}$ одного из ингредиентов в воде над его средним за период наблюдений значением $C_{i \text{cp}}$, технологическую схему ее очистки, как правило, назначают по $C_{i \max}$ (рис. 2,а). Значимость определения расчетных концентраций загрязняющих веществ с ростом превышения $C_{i \max} / C_{i \text{cp}}$ показана на рис. 2,б.

После обоснования и назначения технологической схемы очистных сооружений по максимальным значениям концентрации ингредиента в исходной воде, производят расчет прогнозной эффективности выбранной технологии по каждому из лимитируемых показателей.

Математическая модель определения значений ингредиентов на выходе из водоочистной станции может быть представлена в виде:

$$C_{1(k)} = f(C_{1\text{cp}}, p_1, p_2, \dots, p_n); C_{2(k)} = f(C_{2\text{cp}}, p_1, p_2, \dots, p_n); C_{n(k)} = f(C_{n\text{cp}}, p_1, p_2, \dots, p_n),$$

где: $C_{1(k)}$ и $C_{1\text{cp}}$ – концентрации ингредиента после и до очистных сооружений;

p_1, p_2, \dots, p_n – основные технологические параметры работы очистных сооружений, определяющие эффективность их работы.

Применив понятие риска и методику оптимизации водоочистной технологии, можно уменьшить приведенные затраты и эксплуатационные расходы для конкретного комплекса с учетом допустимого риска для здоровья человека [3].

Гигиенические критерии микробиологической и радиологической безвредности, а также химического состава и оценки органолептических свойств питьевой воды подразделяются на обобщенные и индикаторные, с выделением специфических химических веществ и патогенных микроорганизмов.

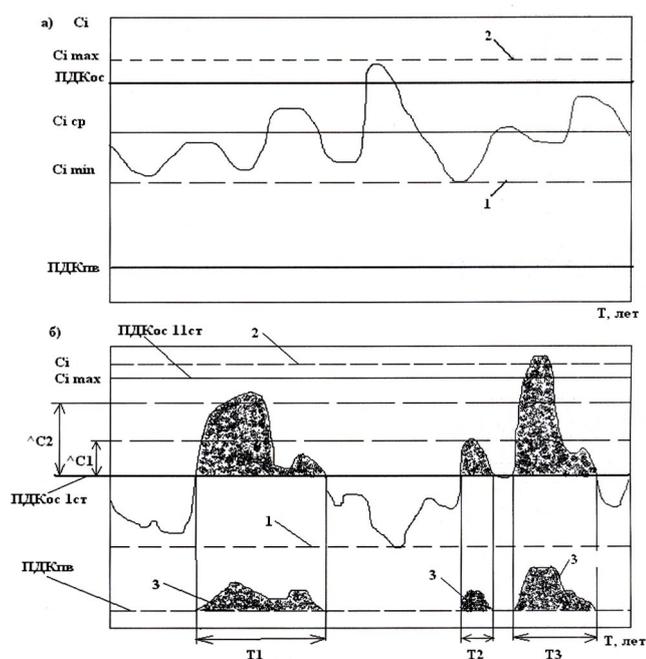


Рис. 2. Границы концентраций лимитирующих ингредиентов C_i и продолжительности их превышения T_i над ПДКос очистных сооружений.

а), б) – варранты; ПДКпв – предельно-допустимая концентрация нормируемых ингредиентов в питьевой воде; ПДКос - предельно-допустимая концентрация загрязняющих ингредиентов в исходной воде очистных сооружений; 1, 2 – соответственно границы минимальных и максимальных концентраций извлекаемых ингредиентов; 3 кратковременные превышения концентраций i -го ингредиента над ПДК в очищенной воде.

времени концентраций специфических и высокотоксичных загрязнений на уровнях, не превышающих гигиенических нормативов;

- определение на основе оценки реальной ситуации на характерных участках водоисточника наиболее значимых специфических показателей качества воды;
- выявление устойчивых динамических тенденций изменения интегральных и индикаторных показателей и сравнение их с фоновыми показателями;
- выбор и обоснование наиболее эффективных технологий водоподготовки, транспортировки воды;
- прогнозирование уровней загрязнения воды в пространственно-временных координатах;
- оперативное реагирование на факты нарушения функционирования защитных барьеров в системе «водоём – водопровод – потребитель».

Не допуская подмены действующих требований по охране природы, в качестве индикаторных показателей рекомендуются: запах, перманганатная окисляемость, азот аммиака и санитарно показательные микроорганизмы. Данный метод позволяет выявить угрозу риска для здоровья человека на самых ранних стадиях процесса загрязнения водоисточника. Учет динамических тенденций показателей качества воды в источнике на ранней стадии может, во-первых, служить предупреждением возможного сверхнормативного загрязнения источника питьевой воды, во-вторых,

Индикаторные показатели не характеризуют уровень загрязненности воды отдельными веществами, но служат предупреждающими факторами, отражающими угрозу риска для здоровья человека и возможность появления сопутствующих более вредных загрязнений. Индикаторные показатели также могут свидетельствовать о недостаточной эффективности барьера – сооружений подготовки питьевой воды, в том числе в отношении патогенных микроорганизмов. Например, увеличение цветности или перманганатной окисляемости воды в источнике является предупреждением о возможности образования канцерогенных хлорорганических соединений в процессе обработки воды хлорсодержащими реагентами. Появление запахов косвенно характеризует вероятность появления в воде токсичных соединений и динамику её загрязненности во времени и конкретных местах отбора проб.

Учитывая многообразие критериальных оценок качества природной воды, предложен метод учета тенденций изменения загрязненности воды по индикаторным показателям, обеспечивающий выявление начальных стадий процесса и предупреждение о возможной угрозе здоровью человека. Основные составные части данного метода заключаются в следующем: [2,4]

- разделение по объёму и характерным признакам показателей качества воды в источниках на специфические, интегральные и индикаторные;
- определение с использованием индикаторных показателей тенденций увеличения во

позволяет своевременно изменить технологию реагентной обработки воды на водоочистной станции и предотвратить угрозу вредного влияния загрязнений питьевой воды на человека.

ВЫВОДЫ.

1. Изложенный метод обнаружения на ранней стадии тенденции увеличения загрязненности воды источника позволяет минимизировать угрозу риска для здоровья человека, снизить затраты на проведение большого количества химико-бактериологических анализов воды источников, делая его доступным в условиях водоочистной станции.
2. Метод учета тенденций загрязненности воды по индикаторным показателям направлен на определение на ранней стадии качественного состояния воды источника, усиление барьерной функции и повышение эффективности работы водоочистных комплексов. Основным результатом его применения - предупреждение вредных для здоровья населения антропогенных воздействий, а не констатация эпидемических ситуаций.
3. Применяя математическую модель определения значений ингредиентов на выходе из водоочистной станции можно оптимизировать технологические процессы очистки воды, а также уменьшить приведенные затраты и эксплуатационные расходы для конкретного комплекса с учетом допустимого риска для здоровья населения

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Санитарно-эпидемиологическая ситуация в водоснабжении. Центральная санитарно-эпидемиологическая станция МОЗ Украины. Вода и водоочистные технологии № 1. Киев, 2001. –С. 10-15.
2. Говорова Ж.М. Выбор и оптимизация водоочистных технологий. – Вологда – М.: изд. ВоГТУ, 2003. – С. 111.
3. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Учебное пособие в трёх томах. Научно-методическое руководство и общая редакция д.т.н., проф. Журбы М.Г. Т. 2, Очистка и кондиционирование природных вод. – Вологда: ГНЦ НИИ ВОДГЕО, ВоГТУ, 2001. – С. 324.
4. Мякишев В.А. Совершенствование технологии подготовки питьевой воды и внедрение СанПиНа. Учебное пособие. КАПКС, Симферополь, 2003.-с.203.

Рутенко В.С., к.т.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Износостойкие полимерные покрытия для рабочих поверхностей гидромелиоративных машин

Рассмотрены покрытия из высокополимеров с различными физико-механическими свойствами для защиты рабочих поверхностей гидромелиоративных машин, подверженных гидроабразивному изнашиванию. Приведены результаты лабораторных исследований износостойкости покрытий

детали гидромелиоративных машин, полимерное покрытие, гидроабразивное изнашивание, износостойкость

Рабочие поверхности металлических деталей гидромелиоративных машин и оборудования, те которые подвергаются динамическому воздействию водного потока содержащего твердые минеральные частицы, весьма интенсивно изнашиваются. Это приводит гидромелиоративную машину в неработоспособное состояние, что может быть причиной негативных экологических последствий, а также требует затрат на ремонт и восстановление работоспособности.

Применение износостойких покрытий из высокополимерных материалов для защиты металлических поверхностей от изнашивания является прогрессивным и экономически целесообразным методом повышения долговечности гидромелиоративного оборудования.

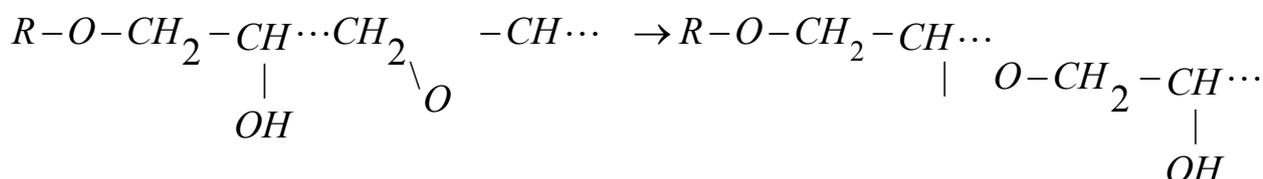
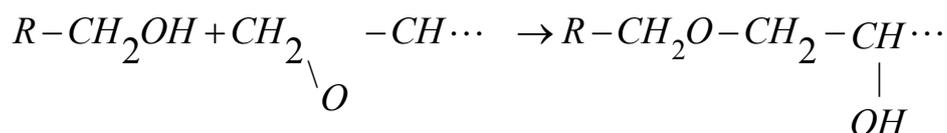
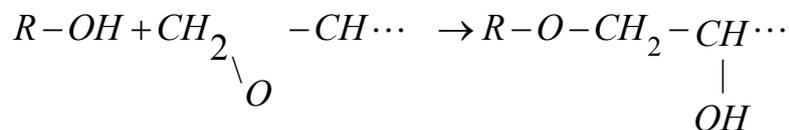
При выборе полимера для нанесения защитного покрытия наиболее важными оказываются два фактора: износостойкость будущего покрытия и технологичность полимер-материала.

Качественные и количественные зависимости процессов изнашивания некоторых технологичных полимеров в монолитном состоянии рассмотрены в работах [1,2]. Однако очевидно, что кинетика процесса изнашивания полимера в состоянии покрытия на металле будет отличаться. В связи с этим проведены экспериментальные исследования износостойкости покрытий из твердых (термореактивных, термопластичных) полимеров и эластомеров.

В качестве пространственно сшитого (термореактивного полимера) для покрытия была использована композиция из органических смол: эпоксидной ЭД-6 и резольной феноло-формальдегидной РФН-60.

Смолы совмещали при температуре 85-90 °С тщательным перемешиванием. Покрытие наносили на очищенные стальные пластины-образцы методом окунания или наливом.

Отверждение данной композиции происходит в следствие взаимодействия метилольных групп фенольно-формальдегидной смолы с эпоксидными и гидроксильными группами эпоксидной смолы по схеме:



Физико-механические свойства исследуемых покрытий приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Физико-механические свойства защитных покрытий.

Показатели	Полимер покрытия					
	Тиокол НВБ-2	Наирит НТ	СКУ ПФЛ	Полиамид П 68	Полиэтилен НД	ЭД-6 + РФН-60
Плотность пленки, г/см ³	1,25	1,2	1,1	1,12	2,5	1,3
Предел прочности при разрыве, н/см ²	30	100	280	470	250	430
Относительное удлинение, %	170	250	430	100	600...800	1...2
Адгезия к стали Ст. 3 на отрыв, н/см ²	30...32	35	35...37	95...10	45...50	270
Набухаемость в воде за 50 суток, при 200С, % вес	1,5	1,6	0,9	1,9	0,07	0,09

Испытуемые покрытия наносились на стальные пластины (Ст.3) с размерами 40x30x2 мм. Начальная толщина слоя покрытий в экспериментах составляла 2...2,3 мм. Общий вид образцов покрытия показан на рисунке 1. Испытания износостойкости покрытий проводились по специально разработанной методике на лабораторной установке, воспроизводившей динамическое воздействие гидроабразивного потока на образец [3]. Природа, гранулометрический состав и концентрация твердых частиц в воде во всех экспериментах для всех покрытий были одинаковыми (песок морской; общая концентрация твердых частиц – 200 г/л; гранулометрический состав: 1,5..1 мм - 50 %, 0,7...0,5 - 30%, песчаная пыль – 20 %).

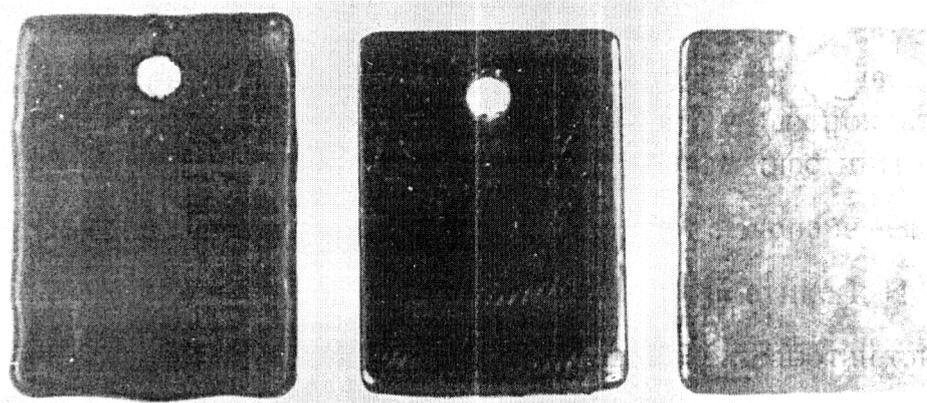


Рис. 1 Образцы исследуемых покрытий

Оценка износоустойчивых качеств исследуемых покрытий выполнялась методом сравнения с износостойкостью металла (сталь Ст.3), в экспериментах принятой за этанол.

Результат сравнения выражается коэффициентом относительной износостойкости «К», [4].

$$K = \frac{\Delta P_{\text{э}} \cdot \rho_u}{\Delta P_u \cdot \rho_{\text{э}}}$$

где $\Delta P_{\text{э}}$ и ΔP_u - весовой износ эталонного и исследуемого образца в граммах; $\rho_{\text{э}}$ и ρ_u - удельный вес

материала эталонного и исследуемого образца в $г/см^3$.

Весовой износ образца определяется путем взвешивания на аналитических весах. Перед взвешиванием, с целью удаления из покрытия воды, образец подвергался вакуумированию в термощкафу 1,5...2 часов при повышенной температуре.

Т.к. скорость движения гидроабразивного потока существенно влияет на изнашивание [2], относительная износостойкость исследуемых покрытий определялась в диапазоне скоростей потока 1...20 м/сек.

Результаты лабораторных испытаний полимерных покрытий, в виде графиков зависимости коэффициента относительной износостойкости от скорости движения гидроабразивного потока, приведены на рисунках 2 и 3.

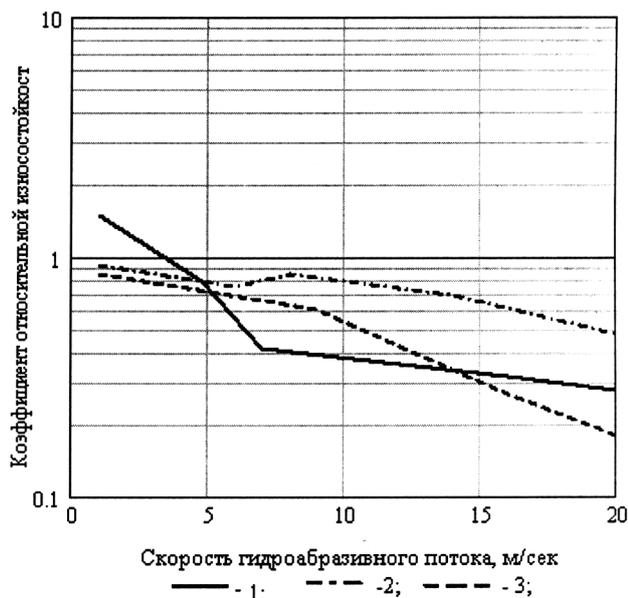


Рис. 2 Относительная износостойкость жестких покрытий в зависимости от скорости гидроабразивного потока.

1-Терморезистивная композиция (соотношение ЭД-6 и РФН-50-1:1); 2- Покрытие из полиамида П-68; 3-Покрытие из полиэтилена НД.

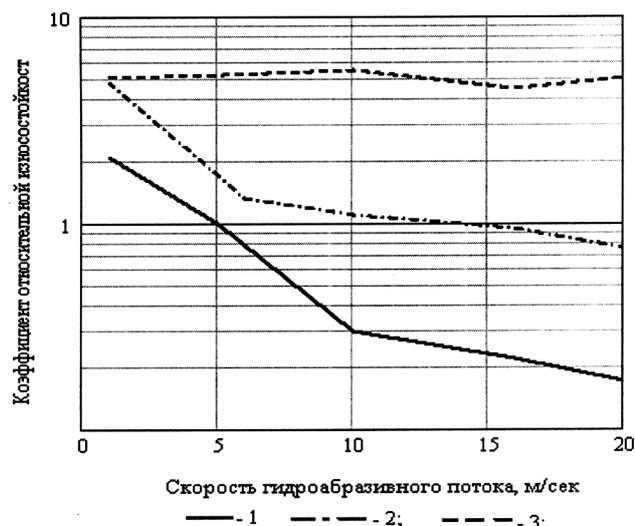


Рис. 3. Относительная износостойкость эластичных покрытий в зависимости от скорости гидроабразивного потока.

1-покрытие на основе жидкого тиокола НВБ-2 (П); 2-покрытие на основе наирита НТ; 3-покрытие на основе полиуретанового каучука СКУ ПФЛ.

Как видно (рис. 2, кривая 1), покрытие на основе терморезистивной композиции обладает наихудшими показателями. Из термопластовых покрытий при малых скоростях потока значение «К» больше единицы имеет покрытие на основе полиамида П-68, однако с увеличением скорости значение коэффициента быстро уменьшается (рис. 2, кривая 3)

Значительно лучшие показатели наблюдаются у эластичных покрытий (рис. 3). Среди них выделяется покрытие на основе полиуретанового каучука СКУ ПФЛ. Во всем диапазоне скоростей гидроабразивного потока в экспериментах износостойкость этого покрытия превышает износостойкость стального образца. С увеличением скорости потока коэффициент относительной износостойкости этого покрытия изменяется медленно (рис. 3, кривая 3)

ВЫВОДЫ.

Приведенные экспериментальные исследования изнашивания полимерных покрытий с различными физико-механическими свойствами показали, что они могут эффективно служить для защиты от гидроабразивного изнашивания деталей гидромелиоративных машин и оборудования. Наибольшую износостойкость в (3,5...5 раз), в исследованном диапазоне скоростей гидроабразивного потока (1...20 м/сек), по сравнению со сталью Ст. 3 имеет эластичное покрытие на основе полиуретанового каучука СКУ ПФЛ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г.А. Гороховский Поверхностное диспергирование динамически контактирующих полимеров и металлов. Киев, Наукова думка», 1972 г.
2. В.С. Рутенко О механизме изнашивания полимеров при динамическом воздействии водноабразивной пульпой. // Строительство и техногенная безопасность. Вып. 9.- Симферополь: КАПКС.- 2004.-С. 80-84.
3. Рутенко В.С. Методика лабораторных исследований изнашивания материалов деталей технологического оборудования углеобогатительных фабрик. Сборник трудов Новочеркасского политехнического института «Прикладная механика», т319. Новочеркасск, 1979г.
4. ГОСТ 16429-70. Трение и изнашивание в машинах.

Стоянов В.У., к.т.н., доцент, Бакулина М.В., ст. преподаватель

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Методика оценки обстановки и выработки решения по спасению людей в условиях ЧС.

В статье рассматривается методика оценки обстановки сложившейся в условиях ЧС для выработки оптимального решения по спасению людей.

ЗАЩИТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ, ЧРЕЗВЫЧАЙНАЯ СИТУАЦИЯ (ЧС), АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫЕ И ДРУГИЕ НЕОТЛОЖНЫЕ РАБОТЫ (АСиДНР), МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА, ЭНДОГЕННАЯ ПРОЕКЦИЯ, ЭКЗОГЕННАЯ ПРОЕКЦИЯ, АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ СПОСОБЫ, СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ, ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ СИНТЕЗ.

Принятие решения по спасению населения в случае возникновения ЧС должно опираться на математические методы, позволяющие спрогнозировать ожидаемые негативные последствия процессов в социальной, производственной и экологической средах. Только на такой основе возможно принятие правильных решений и выработка научно обоснованных рекомендаций Кабинетом Министров Украины, Советом Министров АРК, центральными и местными органами государственной власти, руководством предприятий по действиям в условиях ЧС.

Выработка решения в общем случае должна происходить по следующей схеме: уяснение цели действий, оценка обстановки, выработка замысла на проведение аварийно-спасательных работ, выбор математической модели и выполнение с ее помощью расчетов, качественная оценка факторов, не учтенных математической моделью, анализ и синтез результатов количественной и качественной оценок и, наконец, принятие решения на проведение аварийно-спасательных операций.

В общем виде порядок выработки решения на проведение аварийно-спасательных работ представлен на рис. 1.

Проведение аварийно-спасательных работ, и в частности, операций, связанных со спасением населения в условиях ЧС могут производиться тремя способами: эвакуацией, укрытием и использованием индивидуальных средств защиты. Защита населения в условиях чрезвычайных ситуаций достигается осуществлением комплекса защитных мероприятий. При этом основным способом защиты при внезапном возникновении угрозы жизни больших масс людей является укрытие в специальных или приспособляемых защитных сооружениях ЗС.

В настоящее время в Украине наблюдается весьма характерное явление: с одной стороны объекты для укрытия людей представляют собой практически единственное надежное средство сохранения жизни больших масс населения в случае внезапного возникновения угрозы; с другой стороны продолжается их уничтожение, передача и приспособление под различные виды производственной деятельности, что приводит к потере ими защитных свойств. Подобное положение сложилось в силу ряда причин. Это и отсутствие эффективного механизма принятия решения их строительства и реконструкции и недостаточная увязка правового аспекта, регламентирующего ответственность руководителей предприятий и организаций за создание условий безопасного пребывания людей в этих сооружениях и отсутствие экологических стимулов за правильную эксплуатацию защитных сооружений.

В Законе Украины «О правовых основах гражданской защиты» от 24.07.2004 г. указано, что фонд защитных сооружений в регионах должен создаваться путем комплексного освоения подземного пространства населенных пунктов и оборудования помещений социально-бытового, производственного и хозяйственного назначения с учетом возможности их использования для укрытия населения в условиях чрезвычайных ситуаций; взятие на учет подземных и наземных сооружений горных выработок и пустот, отвечающих требованиям защитных сооружений; дооборудование подвальных и углубленных помещений; строительство специальных углубленных сооружений и др.

Реализация государственной политики, связанной с гарантированием безопасной жизнедеятельности населения, должна осуществляться на основе комплексного подхода к решению проблемы.

тельности больших групп населения, укрываемых в защитных сооружениях в условиях ЧС, требует координального совершенствования существующей практики размещения, строительства и использования защитных сооружений, как в обычных условиях, так и в условиях ЧС.

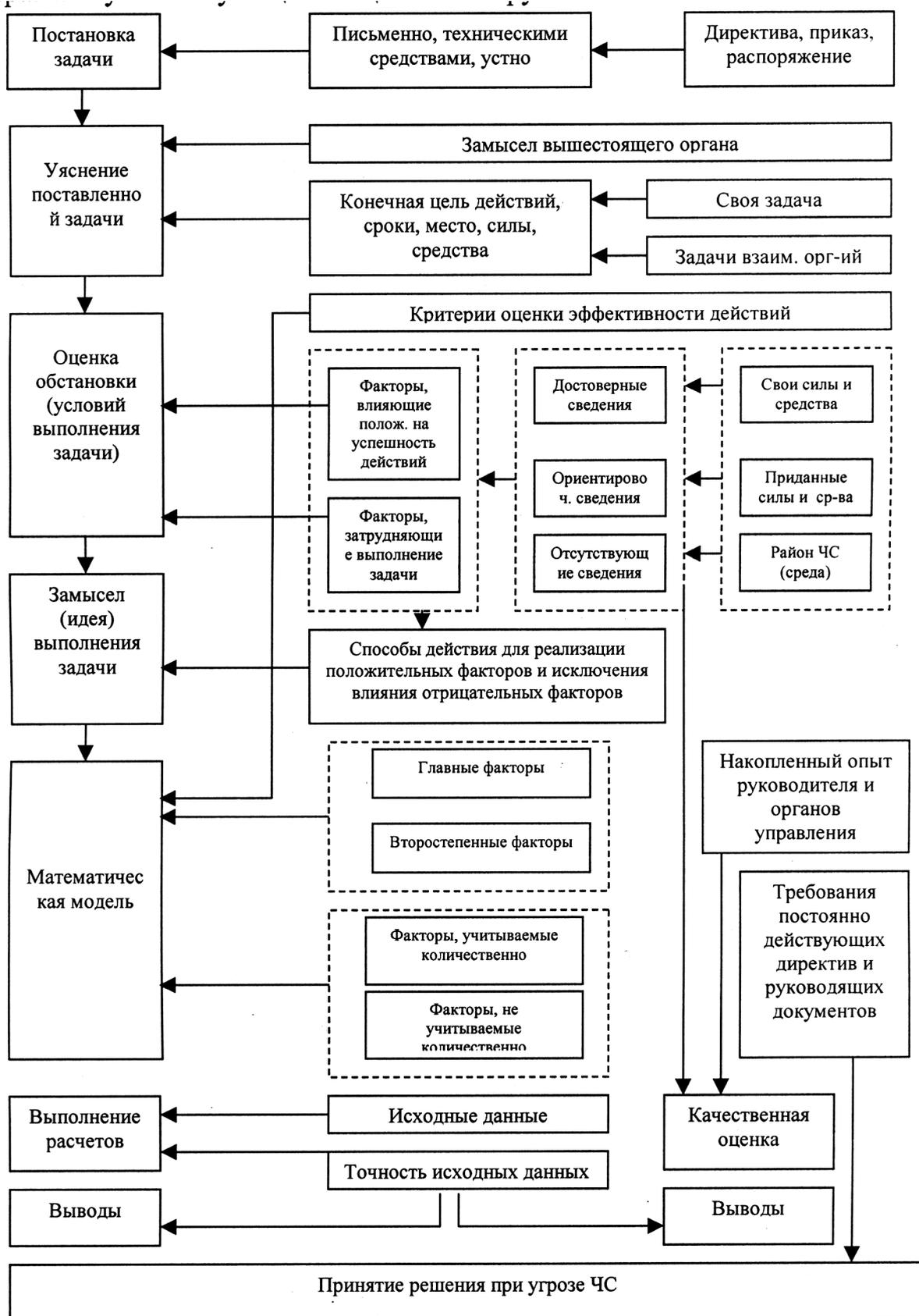


Рис. 1. Выработка решения на проведение АС и ДНР методом математического моделирования ситуации.

Сложность данной задачи состоит, прежде всего, в многомасштабности и многомерности понятия «защитное сооружение» как объекта исследования и, соответственно, необходимости анализа этого понятия в различных плоскостях, системах координат. Если рассматривать защитное сооружение сквозь призму жизненно важных интересов и потребностей укрываемого населения, то оно предстает перед нами в качестве универсального объекта. К настоящему времени упрочилось представление о том, что одним из действенных инструментов оптимизации аналогичных задач является целостная и всесторонняя оценка рассматриваемого объекта.

Понятно, что проведение комплексной оценки эффективности существующих или строящихся защитных сооружений в полном объеме возможно только при усилиях специалистов разного профиля: строителей, энергетиков, инженеров-спасателей, медиков, экологов и др. Говоря иначе, проблема, о которой идет речь, не укладывается в традиционные рамки конкретного научного знания и имеет ярко выраженный комплексный характер. Оценивая достигнутый уровень теоретических знаний в этой области следует отметить, что научная разработка комплексной оценки существующих защитных сооружений, эффективности их использования для спасения населения все еще отстает от современных требований.

Такая ситуация объясняется тем, что исследования в этом направлении зародились и первоначально развивались в Министерстве обороны, имеющим свои ведомственные подходы к проектированию и использованию таких сооружений.

По нашему мнению решение задач эффективного использования защитных сооружений министерством МЧС невозможно без проведения территориальных оценочных исследований. Как свидетельствует анализ литературы и справочно-методических материалов по ГЗН вопросы, связанные с оценкой необходимости иметь на той или иной территории защитные сооружения не только не нашли достаточно убедительного технического и экологического обоснования, но и не поставлены. Отсутствует и должное внимание к принципу комплексности, в частности, не учитывается производственная специфика территории, ее экологические и природные особенности.

В Автономной Республике Крым количество укрываемого населения не превышает 13%. Остальная часть населения должна эвакуироваться, что в современных условиях транспортного обеспечения является проблематичным. Более того, в связи с тем, что существующие защитные сооружения проектировались для укрытия населения от оружия массового поражения, большая часть из них не защищает или неэффективно защищает от таких сильнодействующих ядовитых промышленных веществ как аммиак, хлор, фосген, сернистый ангидрид, сероводород.

Таким образом, можно констатировать сложность обсуждаемой проблемы и выдвижение ее в число наиболее актуальных задач сегодняшнего дня. В настоящей статье предпринята попытка хотя бы частично восполнить имеющийся в этой области пробел. Основной упор при этом делается на необходимость рассмотрения различных альтернативных подходов к развитию системы укрытия населения на конкретной территории.

Потенциальная множественность возможных способов проведения спасательных операций на данной территории при возникновении чрезвычайной ситуации, неоднозначность социальных, экономических и экологических последствий диктует необходимость выявления в каждом конкретном случае всего комплекса функциональных возможностей защитных сооружений и последующей всесторонней оценки этих возможностей с целью выработки оптимально обоснованного решения на их размещение на данной территории. В настоящее время при принятии такого решения используется подход, заключающийся в том, что отыскивается лучший вариант исхода из уже создавшейся обстановки. При этом для каждой территории учитывается наличие средств эвакуации, количество специальных и приспособляемых укрытий, обеспеченность населения индивидуальными средствами защиты. При этом альтернативные способы организации аварийно-спасательных работ остаются за рамками анализа. По нашему мнению при принятии того или иного способа спасения населения и обеспечения устойчивости работы объектов народного хозяйства необходим более глубокий и точный расчет, который бы способствовал объективному комплексному решению проблемы предотвращения гибели людей с учетом социальных, экологических последствий и экономических затрат. Решение такой проблемы невозможно без использования функционально-стоимостного анализа, позволяющего преодолеть фрагментарный, узковедомственный подход и учесть всю совокупность прямых и обратных связей, которые возникают в различной обстановке. В самом общем виде принципиальная схема

функционально-стоимостного анализа выработанного варианта укрытия населения может быть представлена как последовательно сменяющие друг друга этапы: структурный анализ и функциональный синтез (рис.2). На первом этапе осуществляется набор возможных альтернатив укрытия населения. Задача второго этапа состоит в автономной количественной оценке отобранных альтернатив и их последующей оптимизации с целью однозначного выбора варианта укрытия населения.

В качестве комплексной оценки при принятии решения на укрытие населения защитные сооружения можно рассматривать как полиструктурное и многоуровневое целостное образование характеризующееся двумя видами системообразующих связей. Один из них – «горизонтальный» - охватывает необходимым образом взаимоувязанные качественно различные и относительно автономные подсистемы структурной организации, на которой возникла ЧС (территория - население, территория – экономика, территория – природная среда). Другой – «вертикальный» - раскрывает масштабно-уровневую упорядоченность возникших ситуаций защитных сооружений различного таксономического ранга.

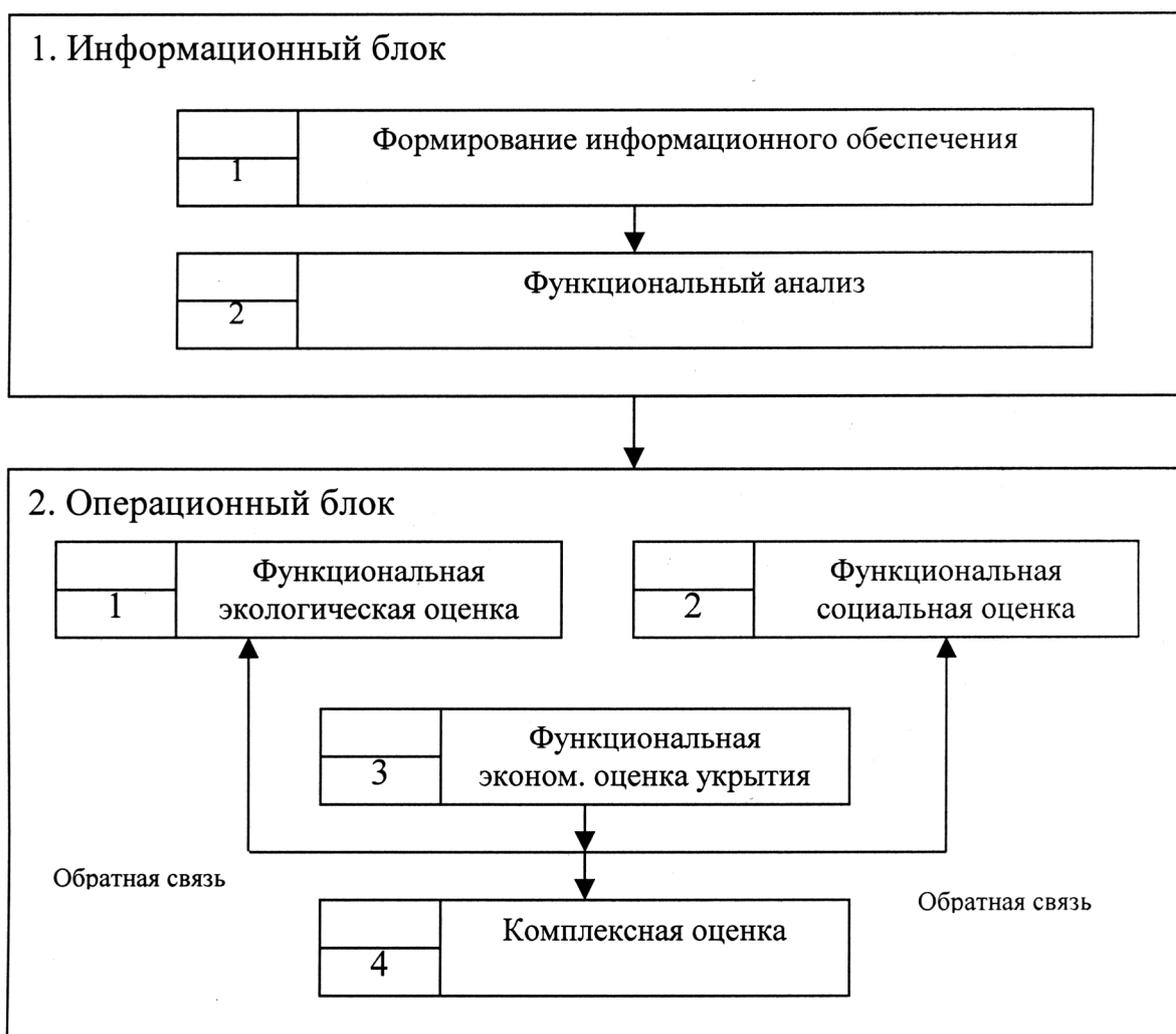


Рис.2. Схема структурного анализа и функционального синтеза.

С данных позиций, видимо есть все основания причислять защитные сооружения к классу так называемых сложных систем. Обсуждение проблемы комплексной оценки возможностей ситуации и принятия решения на производство спасательных работ должно ориентироваться на синтетическое рассмотрение сложной структуры конкретных отношений, а не на изучение ситуации в отрыве от параметров, характеризующих данную территорию. Говоря конкретнее, сложность обсуждаемой проблемы зависит не столько от сложности самого объекта, сколько от специфики связей и отношений, которые мы хотим учесть при выработке решения на проведение спасательных работ путем укрытия населения.

Все это объективно предполагает необходимость использования принципа иерархии (многоуровневости) при построении системы комплексных оценок. Причем сложность оценки выбранного способа спасе-

ния людей побуждает использование указанных принципов в двух качественно различных по целевым установкам проекциях – внутренней (эндогенной) и внешней (экзогенной). Первая из них дает возможность иерархически упорядочить все многообразие оценочных критериев, имманентно связанных с формированием оценок отдельных показателей защитного сооружения. Вторая – сконцентрировать усилия на целостной характеристике конкретных форм системных связей и зависимостей, необходимых при оценке выбранного способа спасения людей.

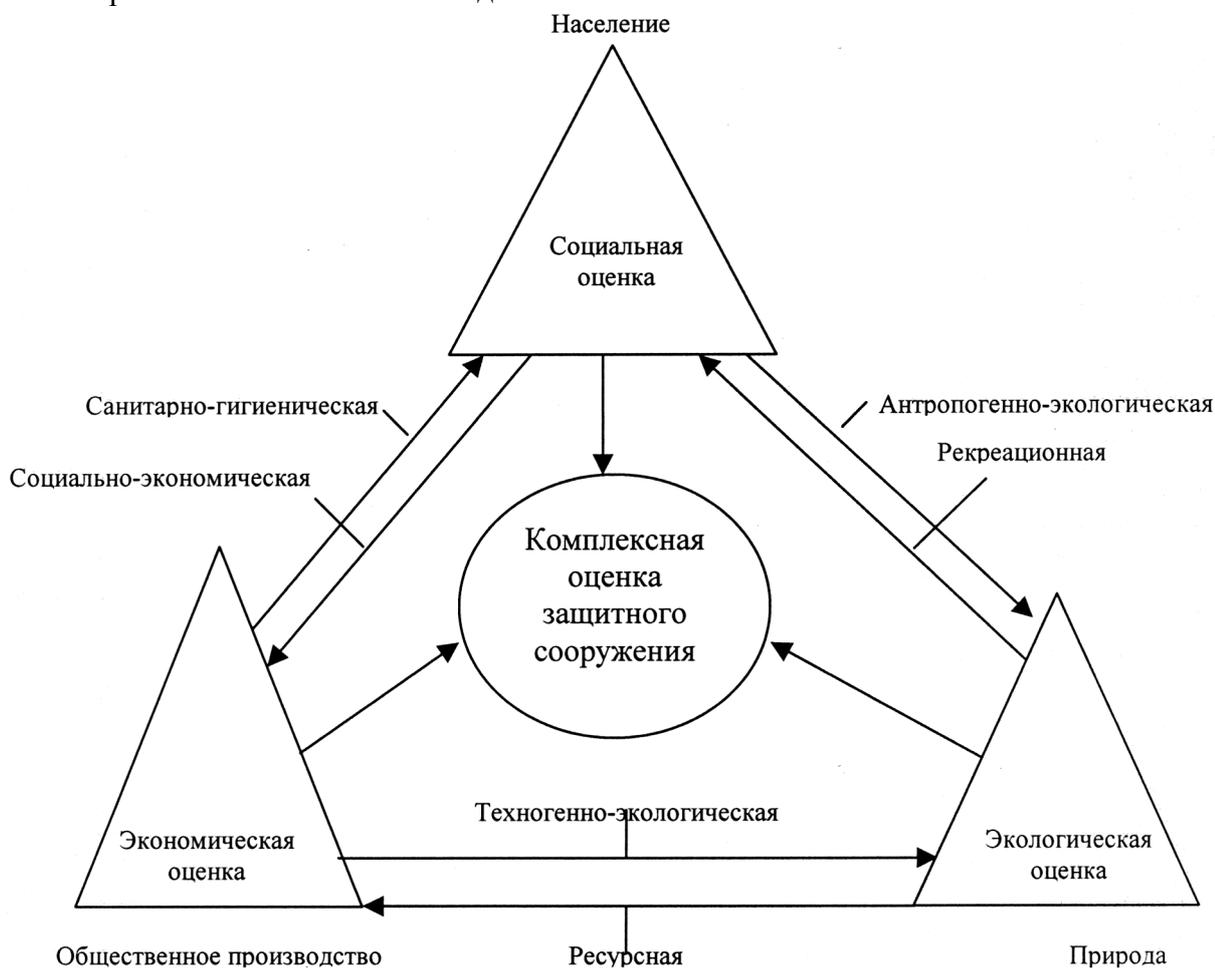


Рис. 3. Принципиальная схема комплексной оценки ситуации на данной территории, возникшей в результате ЧС.

Достоинство выбранного метода состоит в том, что его применение позволяет отстраивать два качественно различных аспекта комплексной оценки защитных сооружений ЧС на уровне выработанного решения укрытия людей и на уровне возможных альтернативных решений, обеспечивая, таким образом, наиболее полный учет специфики каждого вида оценки, не выходя при этом за рамки единой оценочной концепции.

Рассмотрим подробнее выделенные уровни оценки. Задача комплексной оценки альтернативных решений заключается в целостном описании создавшейся в результате ЧС обстановки на данной территории. В самом общем виде в качестве оценок могут выступать население, общественное производство и природа, защитное сооружение как объект оценки будет представлять соответственно среду обитания и жизнедеятельности людей (рис. 3). Комплексная оценка ситуации и сравнение выработанного решения с альтернативными в этом случае являются частными случаями функционально-стоимостного анализа.

Применительно к нашему случаю может быть предложен модифицированный вариант рассматриваемого метода, предлагающий в качестве основного способа соотношения отдельных критериев – систему денежных оценок. При этом функциональные свойства защитных сооружений выражаются непосредственно в денежной форме и определяют их эксплуатационную ценность, как для спасения людей, так и для различных видов хозяйственной деятельности в режиме дежурства. Социальные и экологические показатели исчисляются на основе квалитетрических методов – как взвешенную сумму балльных оценок,

устанавливаемых экспертным путем.

В самом общем виде полную оценку альтернативы \hat{C} можно представить в виде:

$$\hat{C} = CD$$

где C - экономическая оценка; D - суммарный коэффициент социально-экологической эффективности принятого варианта.

Значение коэффициента D вычисляется с использованием зависимости вида:

$$D = \sum b_i X_i$$

где X_i - балльная оценка i -ой технической системы (энергоснабжения, очистки воздуха, водоснабжения и т.д.); b_i - коэффициент значимости (весовой множитель) i -ой системы для соответствующего режима эксплуатации защитного сооружения.

Значение X_i находим из выражения:

$$X_i = \sum_j B_{ij} K_{ij}$$

где B_{ij} - нормированные балльные оценки j -х расчетных компонентов i -ой системы.

Нормированную балльную оценку B определяем по формуле:

$$B_{ij} = \frac{D_{ij} - D_{ij}^{\min}}{D_{ij}^{\max} - D_{ij}^{\min}}$$

где D_{ij} - условный балл j -го компонента i -ой системы; D_{ij}^{\max} и D_{ij}^{\min} - соответственно максимальный и минимальный баллы j -го расчетного компонента.

Условие нормирования $\sum_i b_i = 1$; $\sum_j K_{ij} = 1$.

Безусловно, хотя теоретическая интерпретация такого рода условно-стоимостных показателей не безупречна, они все же представляются более репрезентативными, чем в случае прямого (балльного) агрегирования различных по своей природе оценочных критериев защитных сооружений.

ВЫВОДЫ

1. Опираясь на методы математического моделирования можно эффективно выработать несколько альтернативных решений проведения АСиДНР учитывая все возможные особенности способов защиты персонала производственных объектов и населения;
2. Многоуровневый подход к оценке сложившейся обстановки позволяет учитывать экономические и экологические аспекты рассматриваемой проблемы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абчук В.А. Справочник по исследованию операций. Воениздат, 1979.
2. Семейлеко Б., Чмил В. Отчет о научно-исследовательской работе «Исследование путей повышения автономности и живучести системы электросбережения фортификационных сооружений», Харьков, 1996.
3. Стоянов В. У. Автономные источники энергии для обеспечения живучести объектов – укрытий. НТС, Симферополь, КАПКС, 2003.
4. Каммерер Ю.Ю., Кутырев А.К., Харкевич А.Е. Защитные сооружения гражданской обороны.-М.: Энергоатомиздат, 1985.
5. Временная методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценка экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. - М.: Экономика, 1986.

Збірник наукових праць
«Будівництво та техногенна безпека»
11/2005

Сборник научных трудов
«Строительство и техногенная безопасность»
11/2005

Под общей редакцией докт. техн. наук Э.Ф. Панюкова
Технический редактор Т.И. Пчелинцева

Компьютерная верстка К.А. Янушковский
В.А. Белавский

Компьютерный набор авторский

Подписано в печать 29.09.2005. Формат 60x84 1/8. Гарнитура Times
Усл. п. л. 19 . 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) 25-94-42

E-mail: rio@ecopro.crimea.ua