

Министерство образования и науки Украины
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

СТРОИТЕЛЬСТВО И ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сборник научных трудов
Выпуск 15-16

БУДІВНИЦТВО ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

Збірник наукових праць
Випуск 15-16

Зарегистрирован 21.11.2005 г. серия КВ.№ 10650 Государственным комитетом информационной политики, телевидения и радиовещания Украины.
Высшей Аттестационной Комиссией Украины включен в перечень научных диссертационных работ на соискание научных степеней доктора и кандидата наук (Постановление Президиума ВАК Украины от 11.10.2000 №1-03/8, перечень №6 - технические науки).

Симферополь
«Национальная академия природоохранного
и курортного строительства»
2006

УДК 69

Збірник наукових праць
«Будівництво та техногенна безпека»

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

Для наукових працівників, аспірантів та спеціалістів у галузі будівництва.

Редакційна колегія:

Ажермачов Г.А., канд. техн. наук, Боровський Б.І., докт. техн. наук, Бугаєвський Г.М. докт. фіз.-мат. наук, (зам. головного редактора), Глухов М.Д., докт. техн. наук, Дворецкий О.Т., докт. техн. наук, Жигна В.В., канд. техн. наук, Закусілов М.О., канд. екон. наук, Колесніков В.Я., канд. 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 № 5 від 22.06.2006 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,
2006

Сборник научных трудов
«Строительство и техногенная безопасность»

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

Для научных работников, аспирантов и специалистов в области строительства.

Редакционная коллегия:

Ажермачев Г.А., канд. техн. наук, Боровский Б.И., докт. техн. наук, Бугаевский Г.Н. докт. физ.-мат. наук, (зам. главного редактора), Глухов Н.Д., докт. техн. наук, Дворецкий А.Т., докт. техн. наук, Жигна В.В., канд. техн. наук, Закусилов Н.А., канд. екон. наук, Колесников В.Я., канд. 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, Сараев А.Д., канд. филос. наук, Субботкин Л.Д., канд. техн. наук, Тарасенко В.С., доктор геол.-мин. наук, Трофимцов Ю.А., канд. техн. наук, Федоркин С.И., докт. техн. наук, Шмигальский В.Н., докт. техн. наук, Ячменева В.М., канд. екон. наук

Утвержден к печати согласно протокола заседания
ученого совета НАПКС № 5 от 22.06.2005 г.

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

© Национальная академия
природоохранного
и курортного строительства,
2006

Оглавление

Раздел 1. Строительные конструкции, здания и сооружения.....	7
Ажермачев С.Г. О применении метода начальных параметров для расчета сжато-изогнутых стержней ступенчато-переменной жесткости	7
Волосович О.В., Жигна В.В., Попов А.Г. Влияние изменения конструктивной схемы на напряженно-деформированное состояние несущих элементов каркаса.	11
Кириленко В.Ф. Местный изгиб обшивок в асбестоцементных плитах на деревянном каркасе	20
Сафонов А.А., Сафонов С.А. О влиянии крестьянских фермерских хозяйств на формирование предметно-пространственной среды поселений и межселенных пространств в Крыму	24
Сафонов А.А. О современной роли архитектуры в формировании предметно-пространственной среды жизнедеятельности человека	31
Третьякова А.А. Актуальность использования подземного пространства современных городов	35
Хотнянская Е.В. Работа трубчатых опорных стоек стальных морских стационарных платформ при ледовом воздействии.	39
Раздел 2. Основания и фундаменты, механика и сейсмостойкость.....	42
Агапов В.Н. Полевой телеметрический модуль в системах сбора и регистрации инженерно-сейсмометрической информации	42
Бугаевский Г.Н., Цмыкал Д.А., Спрожецкий В.В. Характеристики колебательных систем	48
Рязанова Н. И. Влияние природных и техногенных факторов на активизацию оползневых процессов	52
Хван А.П. Возможная модель оползня	55
Раздел 3. Строительные материалы и изделия	57
Коваль С.В., Сапожников В.А., Гофман Е.П. Прогнозирование качества бетона на основе ультразвукового контроля и экспериментально-статистического моделирования	57
Любомирский Н.В., Лукьянченко М.А., Братковский Р.В., Сторожко С.И., Филатов Е.Г., Белый Н.Н. Изменение влажности строительных материалов стен зданий в процессе осушения конструкцией «Гальваноосмос»	61

Свищ И.С., Носатова Е.В. Оптимизация состава шлакощелочного бетона на основе отходов камнепильного известняка - ракушечника при помощи математического планирования эксперимента 66

Федоркин С.И. Моделирование соударения частиц при скоростях, соответствующих ударному измельчению и механоактивации 74

Раздел 4. Технология промышленного и гражданского строительства 85

Морозов А.Д., Васильев Н.В., Жидов С.Н. Исследование износа быстроизнашивающихся деталей пневмотранспортного оборудования 85

Степанов А.В., Каркач Д.В. Макроскопические параметры газового подшипника при непараллельной установке опор 91

Чередниченко И.А. Анализ цементной пыли на заводах ЖБИ 100

Раздел 5. Техногенная безопасность 102

Ветрова Н.М. Об основных тенденциях развития экологической ситуации в Украине 102

Ковалев А.А., Кучкина М.Г. Охрана труда при эксплуатации аквапарков 109

Мокрицкий В.А. К вопросу о составе электронного кадастра оползней 113

Пашенцев А. И. Оценка надежности систем теплоснабжения 117

Пашенцев А. И. Модель оптимизации платы за использование водных ресурсов промышленными предприятиями 120

Сапронова З.Д., Муровский С.П. Влияние объектов инфраструктуры автотранспорта на окружающую природную среду городов 122

Сидякина Г.Г. Экологически прогрессивные способы извлечения золота из техногенных россыпей 129

Стоянов В.У., Котков А.А., Бакулина М.В. Проблема химической опасности при хранении запрещенных к применению пестицидов 134

Фокина Н. А. Антропогенные факторы процессов абразии 138

Бойчук С.Д., Мякишев В.А., Пастушенко А.В., Котовская Е.Е., Гироль Н.Н. Разработка технологии производства керамического гравия из осадков проточной водоочистной станции для их утилизации 143

Раздел 6. Водообеспечение и водоотведение, гидромелиорация, теплоснабжение и энергетика 143

Боровский Б.И., Козлов А.К. Использование корреляционно-регрессионного анализа с целью уточнения математической модели для температуры наружной поверхности дымохода газовых печей и ресторанных плит 148

Давыденков В. А., Муровская А.С. Перспективы применения вакуумированных коллекторов для систем горячего водоснабжения.	151
Захаров Р.Ю., Зуева Т.В. Исследование экономической целесообразности применения частотных преобразователей для регулирования работы насосных агрегатов подкачивающих оросительных насосных станций	154
Карпова Л.Г. Анализ работы счетчиков воды типа «СВЭТ»	156
Кудин М.Ф., Закусилов Н.А., Попович В.В. Принципы корпоративного управления водохозяйственным комплексом	159
Лущик А.А. Влияние длительного водоотбора на гидродинамическую обстановку эксплуатируемых водоносных горизонтов (на примере Сакского месторождения минеральных вод)	163
Рогаченко Д.В. Способы борьбы с селевыми паводками. Вопросы проектирования и строительства противоселевых сооружений в Юго-восточном Крыму (на примере селевого бассейна р. Ай-Серез).	171
Рубцов А. В. Факторы экономической эффективности развития солнечной энергетики	175
Саломатин М.В. Современные проблемы Ялтинского гидроузла и пути их решения	182
Сторчоус В.Н., Закусилов Н.А. Эффективность систем микроорошения и перспективы их внедрения в Крыму	186
Раздел 7. Материалы научной конференции НАПКС по итогам 2005-2006г.г. (25-27 апреля 2006г.)	
191	
Авдоньев Е.Я., Глухий Л.В. Формообразование плоских кривых линий по данным условиям	191
Бекирова Г.И., Велиев Д.Ш., Козма А.В., Нагаева М.А., Ажермачев С.Г. Вклад отечественных ученых в развитие метода начальных параметров.	195
Бойко К.П., Марюшин П.А., Ступаченко Ю.В. Орошение риса с использованием дренажно-сбросных вод.	197
Бонев Д.Б., Паршуков С.О., Каменев А. Сравнение статистических характеристик скорости ветра и выработки электроэнергии на ветротурбинах USW 56-100 за 2004 и 2005 годы по результатам эксплуатации Судакского участка Донузлавской ветроэлектростанции.	200
Трухова Т.С., Сапронова З.Д., Братковский Р.В. Определение возможности применения фосфогипса в производстве строительных материалов и изделий	205
Головченко О.И., Дворецкий А.Т. Моделирование освещения интерьеров жилых и общественных зданий солнечным светом.	209
Жиленко О.Б., Саломатин В.Н. Обзор областей применения геофизического экспресс-метода ЕИЭМПЗ	213

Чесноков И.А., Захаров Р. Ю. Исследование влияния быстроходности на геометрию, количество лопастей и диаметр рабочего колеса центробежного насоса.	217
Колесников В.Я., Козлов А.К. К вопросу энергосбережения в системах центрального теплоснабжения и отопления на новом этапе развития.	220
Котовская Е.Е., Мякишев В.А. Экспериментальная проверка эффективности современных реагентов при очистке природных вод.	223
Кравчатая Ю.Ю. Об особенностях инженерно-геологических изысканий при реконструкции зданий и сооружений	227
Левенстам В.В., Левенстам М.В., Гриценко П.Ю. Испытания насыпных грунтов штампами- путь к использованию неудобных территорий.	231
Лежнев Е. М., Суббота И. Л. Спутниковые методы измерений в инженерно-геодезических работах	234
Кайшиев А.Ю., Линченко Ю.П. Анализ усилий в дисках перекрытий многоэтажных зданий и анкеровка экструзионных плит непрерывного формования	237
Лящук И.Л., Субботкин.Л.Д. Лабораторные исследования процесса физико-химической очистки хозяйственно-бытовых сточных вод.	244
Волосович О.В., Малюк Ю.А. Влияние назначения сооружения на его конструктивное решение и исполнение	251
Подвинцев А.В, Саломатин В.Н. Комплексные исследования развития и взаимодействия опасных геологических процессов	255
Савченко П.В., Ступаченко Ю.В. Необходимость защиты г. Керчи от затопления паводковыми водами.	260
Труш Е.А., Субботкин Л.Д. Лабораторные исследования процесса очистки производственных сточных вод методом напорной флотации.	262

Раздел 1. Строительные конструкции, здания и сооружения

УДК 624.04

Ажермачев С.Г., к.т.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

О применении метода начальных параметров для расчета сжато-изогнутых стержней ступенчато-переменной жесткости

В строительной практике встречается много случаев сжато-изогнутых стержней переменной жесткости, нагруженных одновременно продольными и поперечными силами. Сюда в первую очередь можно отнести ступенчатые колонны промышленных зданий, нагруженные продольными силами от покрытия, мостовых кранов и поперечными силами от торможения грузовой тележки крана и от ветра; верхние пояса ферм после усиления их дополнительными элементами, воспринимающими продольные усилия от общего изгиба фермы и местный поперечный изгиб от стального профнастила или другие случаи, а так же пилоны висячих и вантовых мостов и т.п. Часто расчёт указанных элементов выполняют по недеформированной схеме с применением приближённых методов, которые не могут отразить реальной картины напряженно деформированного их состояния.

метод начальных параметров, сжато изогнутый стержень, ступенчатые колонны, напряженно-деформированное состояние, упругая линия, изогнутая ось балки, перемещение, краевые условия.

Рассмотрим напряженно деформированное состояние ступенчатой колонны среднего ряда промышленного цеха под действием продольных сил от покрытия S_1 и мостовых кранов S_0 и поперечной силы P от торможения грузовой тележки. Более близкая картина напряженно-деформированного состояния получается при расчёте сжато-изогнутых стержней по деформированной схеме.

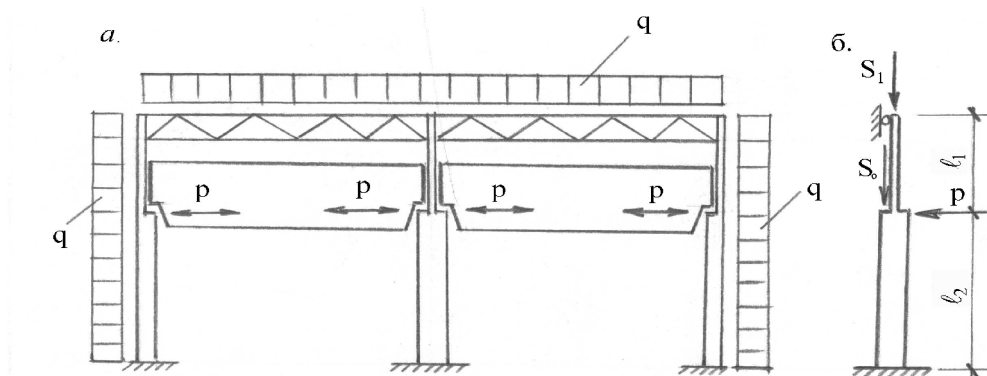


Рис. 1 а. Поперечная рама цеха и действующие нагрузки б. Колонна среднего ряда и действующие нагрузки

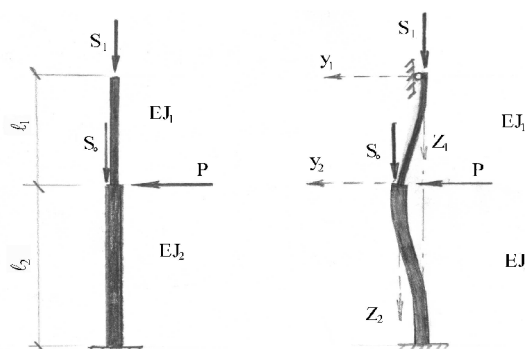


Рис. 2 Расчетная схема среднего ряда колонны

Основное уравнение линии прогибов стержня (рис 2) запишется:

$$v(\zeta) = C_1 + C_2\zeta + C_3(1 - \cos \zeta) + C_4(\zeta - \sin \zeta) + \frac{1}{m^2 S} \int_0^\zeta [(\zeta - t) - \sin(\zeta - t)]q(t)dt, \quad (1)$$

где: t - вспомогательная переменная; ζ -безразмерная или относительная абсцисса текущего сечения стержня, связанная с действительной абсциссой Z соотношением:

$$\zeta = mz,$$

где: $m = \sqrt{\frac{S}{EJ}}$.

Полагая, что $\xi=0$, имеем:

$$C_1 = v(0); \quad C_2 = v'(0); \quad C_3 = v''(0); \quad C_4 = v'''(0). \quad (2)$$

Уравнение первого участка упругой линии (продольная сила S_1 и момент инерции J_1) в системе координат $y_1O_1z_1$:

$$v_1(\zeta_1) = v_1(0) + v_1'(0)\zeta_1 + v_1''(0)(1 - \cos \zeta_1) + v_1'''(0)(\zeta_1 - \sin \zeta_1), \quad (3)$$

где: $\zeta_1 = m_1z_1$ и $m_1 = \sqrt{\frac{S_1}{EJ_1}}$.

Из условий на верхнем конце стержня (подвижная опора)

$$v_1(0) = 0;$$

$$v_1''(0) = 0.$$

При переходе от первого участка стержня ко второму меняется сечение колонны и момент инерции скачкообразно переходит от значения J_1 к значению J_2 . Здесь же происходит и скачкообразное изменение продольной силы от значения S_1 к значению $S_2 = S_1 + S_0$.

При отсутствии продольных сил для подобного рода ступенчатых стержней возможно построение общего уравнения упругой линии. При продольно-поперечном изгибе момент инерции сечения и величина продольной силы входят в аргументы круговых и гиперболических функций, используемых в качестве частных интегралов дифференциального уравнения упругой линии. Это обстоятельство не позволяет построить общее уравнение упругой линии всего стержня, включающее в себя только четыре начальных параметра. Упругая линия каждого участка стержня (часть колонны, где момент инерции и продольная сила постоянны) определяется своим дифференциальным уравнением и его интеграл выражается через начальные параметры рассматриваемого участка. Возможно, но не обязательно, применение для каждого участка стержня определенной системы координат.

Итак, уравнение второго участка упругой линии (момент инерции J_2 и продольная сила S_2) в системе координат $y_2O_2z_2$:

$$v_2(\zeta_2) = v_2(0) + v_2'(0)\zeta_2 + v_2''(0)(1 - \cos \zeta_2) + v_2'''(0)(\zeta_2 - \sin \zeta_2) + \frac{P}{m_2 S_2} [\zeta_2 - \sin \zeta_2] \quad (4)$$

где: $\zeta_2 = m_2 z_2$; $S_2 = S_1 + S_0$; $m_2 = \sqrt{\frac{S_2}{EJ_2}}$;

Вследствие соответствующего выбора начала координат $v_2(0) = 0$.

Используя условия сопряжения первого и второго участков, выразим начальные параметры $v_1'(0)$, $v_1''(0)$, $v_1'''(0)$ второго участка через начальные параметры $v_1'(0)$, $v_1''(0)$, $v_1'''(0)$ первого участка.

Первое условие сопряжения $Q_1(\lambda_1) = Q_2(0)$

или $m_1 v_1(\lambda_1) = m_2 v_2(0)$,

где: $\lambda_1 = m_1 l_1$ - безразмерная длина первого участка.

Используя уравнение (3), представим условие сопряжения в виде

$$m_1 [v_1'(0) + v_1'''(0)(1 - \cos \lambda_1)] = m_2 v_1'(0). \quad (5)$$

Второе условие сопряжения: $M_1(\lambda_1) = M_2(0)$

или $EJ_1 m_1^2 v''(\lambda_1) = EJ_2 m_2^2 v''(0)$.

Заменяя $EJ_1 m_1 = S_1$, $EJ_2 m_2 = S_2$ и используя уравнение (3), имеем

$$S_1 v''_1(0) \sin \lambda_1 = S_2 v''_2(0). \quad (6)$$

Третье условие сопряжения

$$Q_1(\lambda_1) = Q_2(0)$$

Или

$$m_1 S_1 [v_1'(\lambda_1) + v_1'''(\lambda_1)] = m_2 S_2 [v_2'(0) + v_2'''(0)].$$

Подстановка значений $v_1'(\lambda_1)$, $v_1'''(\lambda_1)$ по уравнению (3) и замена $v_2'(0)$ через его выражение по зависимости (5) дает

$$m_1 S_1 [v_1'(0) + v_1'''(0)] - m_1 S_2 [v_1'(0) + v_1'''(0)(1 - \cos \lambda_1)] = m_2 S_2 v_2'''(0). \quad (7)$$

Внесение полученных значений $v_2'(0)$, $v_2''(0)$ и $v_2'''(0)$ в выражение (4) приводит к следующему уравнению для упругой линии второго участка

$$\begin{aligned} v_2(\zeta_2) = & \frac{m_1}{m} [v_1'(0) + v_1'''(0)(1 - \cos \lambda_1)] \zeta_2 + \frac{S_1}{S_2} v_1'''(0) \sin \lambda_1 (1 - \cos \zeta_2) + \\ & + \frac{m_1}{m_2} \left\{ \frac{S_1}{S_2} [v_1'(0) + v_1'''(0)] - v_1'(0) - v_1'''(0)(1 - \cos \lambda_1) \right\} (\zeta_2 - \sin \zeta_2) + \\ & + \frac{P}{m_2 S_2} [\zeta_2 - \sin \zeta_2]. \end{aligned} \quad (8)$$

Для определения оставшихся двух начальных параметров $v_1'(0)$ и $v_1'''(0)$ первого участка используем краевые условия на нижнем конце стержня (заделка)

$$v_2(\lambda_2) = -v_1(\lambda_1) \text{ и } v_2'(\lambda_2) = 0,$$

где

$\lambda_2 = m_2 l_2$ - безразмерная длина второго участка.

Используя первое краевое условие и сгруппировав слагаемые, содержащие $v_1'(0)$ и $v_1'''(0)$, имеем

$$A_1 v_1'(0) + A_3 v_1'''(0) + A_0 = 0, \quad (9)$$

где введены обозначения

$$A_1 = \lambda_1 + \frac{m_1}{m_2} \left[\sin \lambda_2 + \frac{S_1}{S_2} (\lambda_2 - \sin \lambda_2) \right];$$

$$A_3 = (\lambda_1 - \sin \lambda_1) + \frac{m_1}{m_2} (1 - \cos \lambda_1) \sin \lambda_2 + \frac{S_1}{S_2} (1 - \cos \lambda_2) \sin \lambda_1 + \frac{m_1}{m_2} \frac{S_1}{S_2} (\lambda_2 - \sin \lambda_2) \quad ;$$

$$A_0 = \frac{P}{m_2 S_2} [\lambda_2 - \sin \lambda_2].$$

Аналогично, используя второе краевое условие, имеем

$$B_1 v_1'(0) + B_3 v_1'''(0) + B_0 = 0, \quad (10)$$

где также введены обозначения:

$$B_1 = \frac{m_1}{m_2} \left[\cos \lambda_2 + \frac{S_1}{S_2} (1 - \cos \lambda_2) \right];$$

$$B_3 = \frac{m_1}{m_2} (1 - \cos \lambda_1) \cos \lambda_2 + \frac{S_1}{S_2} \sin \lambda_1 \sin \lambda_2 + \frac{m_1}{m_2} \frac{S_1}{S_2} (1 - \cos \lambda_2);$$

$$B_0 = \frac{P}{m_2 S_2} [1 - \cos \lambda_2].$$

Решение полученной системы уравнений (9) и (10) приводит к следующим значениям начальных параметров:

$$v_1'(0) = \frac{A_0 B_3 - B_0 A_3}{B_1 A_3 - A_1 B_3};$$

$$v_1'''(0) = \frac{A_0 B_1 - B_0 A_1}{A_1 B_3 - B_1 A_3}.$$

Подстановка найденных значений начальных параметров в зависимости (3) и (8) приводит к окончательным выражениям для уравнения упругой линии на первом и втором участках рассматриваемого ступенчатого стержня переменного сечения.

ВЫВОДЫ

Метод начальных параметров позволяет достаточно просто получить уравнение линии прогибов для сжато-изогнутых стержней постоянного и переменного сечения.

Интегрируя уравнение прогибов, получим значения изгибающих моментов и поперечных сил.

ЛИТЕРАТУРА

1. Металлические конструкции. Под общей редакцией Е.И. Беленя. - М.: Стройиздат. 1985. 560 с.
2. СНиП II-23-81*. Нормы проектирования. Стальные конструкции. - М.: Стройиздат. 1987. 94 с.

Волосович О.В., к.т.н., доцент, Жигна В.В., к.т.н., доцент, Попов А.Г., инженер
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Влияние изменения конструктивной схемы на напряженно-деформированное состояние несущих элементов каркаса.

В статье рассмотрен вопрос влияния изменения конструктивной схемы здания, как следствие выполнения соединений элементов каркаса здания с отступлениями от проектных решений, на прочностные и деформативные характеристики несущей системы здания в целом и его отдельных конструктивных элементов.

Конструктивная схема здания, расчетный анализ, напряженно-деформированное состояние, несущие элементы, каркас.

Изменения конструктивной, а, следовательно, и расчетной схемы могут происходить на различных стадиях возведения и эксплуатации зданий и сооружений.

Эти изменения могут быть вызваны: неблагоприятными факторами окружающей среды, которые вызывают физическую и химическую коррозию; вынужденными заменами одних типоразмеров другими, одних конструктивов другими, не соответствующих проекту; в результате небрежного, неграмотного выполнения соединений и сопряжений, при перестройке и перепланировке выполняемых неспециалистами без проектных разработок и т.п.

Все эти изменения отрицательно сказываются на эксплуатационных свойствах зданий и сооружений.

В Крыму насчитывается свыше 1600 недостроенных объектов в разных стадиях готовности. Возможность их дальнейшей эксплуатации должна устанавливаться на основе тщательной научно-технической экспертизы. В том числе необходимо обращать особое внимание на отклонения в конструктивной схеме.

Нами было произведено обследование каркаса блока №1 спального корпуса военного санатория «Крым» («Фрунзенское») в пгт.Партенит (рис.1). В результате обследования были выявлены отступления от проектного решения. В основном это касалось узлов крепления продольных и поперечных диафрагм к ригелям и колоннам каркаса.



Рис.1. Общий вид смонтированных конструкций блока №1. Южный фасад

Все поперечные диафрагмы в пределах высоты этажа выполнены составными из двух частей: плоской сборной железобетонной диафрагмы и сборного железобетонного ригеля, соединенных на сварке закладных деталей (рис.2). По проекту предусматривается использование сборных диафрагм высотой на этаж с полками для опирания сборных железобетонных плит перекрытия.

а



б

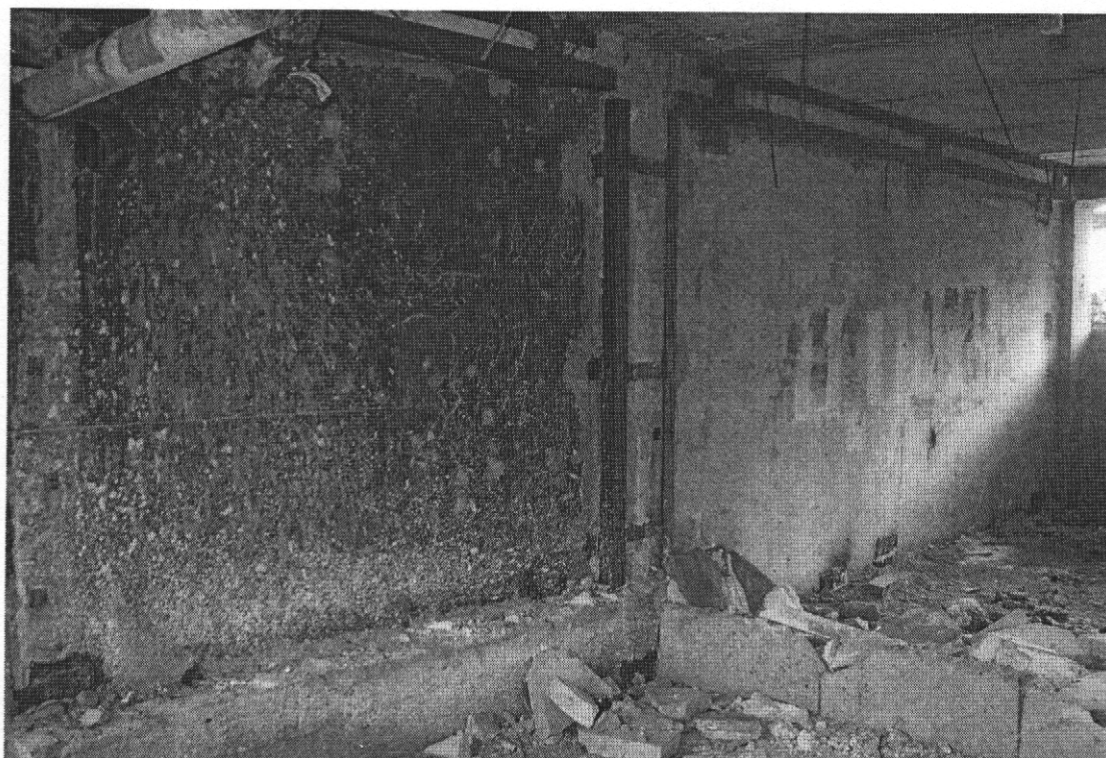


Рис.2. Узлы сопряжения диафрагм с колоннами и балками перекрытия с помощью стальных обойм. а) – второй этаж, оси 8/В б) – второй этаж, оси 5/В

Из-за отсутствия закладных деталей в ригелях крепление поперечных диафрагм выполнено к стальным обоймам из прокатного уголка, не связанных с арматурой ригеля (рис.2).

Кроме того, из-за отсутствия закладных деталей в колоннах на втором, третьем и четвертом

этажах крепление поперечных диафрагм к колоннам каркаса также выполнено с применением стальных обойм из прокатных уголков, не связанных с арматурой колонны (рис.2). Металлические обоймы колонн выполнены с разрывами по высоте и не имеют связи с ригелями, а также колоннами вышележащих этажей, что должно привести к уменьшению пространственной жесткости каркаса и неблагоприятному перераспределению усилий в конструктивных элементах здания.

Наличие указанных отступлений от проектного решения послужило основанием для выполнения расчетного анализа поведения несущей системы здания в целом и отдельных конструктивных элементов с учетом выявленных при обследовании отступлений для принятия инженерных решений при разработке проекта реконструкции.

Расчетный анализ выполнен на основе моделирования работы несущей системы с использованием программного комплекса «Лири 9.0». В результате расчетного анализа оценивали интегральные параметры несущей системы в целом, параметры напряженно-деформированного состояния отдельных конструктивных элементов (колонн, ригелей, диафрагм), необходимое расчетное армирование наиболее нагруженных элементов в сравнении с фактически установленной арматурой.

Для получения сравнительных величин расчет каркаса выполнен в двух вариантах:

1 вариант - проектное решение;

2 вариант – с учетом работы диафрагм связанных с колоннами через металлические обоймы.

Характеристика конструктивной схемы и расчетной модели

Конструктивная схема здания комбинированная, состоящая из двух частей: нижняя в пределах подземной части и высоты первого этажа из монолитного железобетона (монолитный железобетонный «стол»), верхняя – каркас из сборного железобетона с использованием типовых конструкций серии ИИС-04.

Монолитный железобетонный «стол» состоит из фундаментной плиты толщиной 120 см и монолитного ребристого перекрытия на отметке 6.300, опирающегося на однопролетные двух-консольные рамы пролетом 7, 2 м расположенные с шагом 6,6 м. В подземной части вдоль здания предусмотрены сборно-монолитные стены, состоящие из сборных фундаментных блоков ФБС толщиной 600 мм, замоноличенных между стойками рамы и монолитными вертикальными железобетонными шпонками.

Сборный железобетонный каркас верхней части состоит из однотипных поперечных двух-пролетных рам (4,8м + 5,4 м) с шагом 6,6 м

Пространственная жесткость каркаса блока в поперечном и продольном направлениях обеспечивается рамно-связевой системой, состоящей из колонн, ригелей, образующих многоэтажные рамы, поперечных и продольных диафрагм. Все вертикальные конструкции (колонны, рамы, диафрагмы) объединены дисками перекрытий в единую пространственную систему.

Расчетная схема конечноэлементной модели блока №1 принята в виде пространственной системы (рис.3), состоящей из стержневых элементов, моделирующих работу рам и пластинчатых прямоугольных элементов, моделирующих работу диафрагм, стен, перекрытий и фундаментной плиты.

При построении расчетной схемы с учетом выявленного конструктивного исполнения сопряжений диафрагм с колоннами и ригелями с помощью металлических обойм (2 вариант) принимали, что в узлах сопряжений сдвигающие усилия не передаются.

При описании жесткостных характеристик стержневых и пластинчатых элементов приняты следующие размеры. Колонны монолитных рам – прямоугольного сечения 80x100 см; ригели монолитных рам сечением 80x120 см. Консольные части монолитных рам переменной высоты, сечение в заделке 80x180 см. Продольные балки монолитного перекрытия на отметке 6.300 – 60x100 см. Толщина монолитной плиты перекрытия на отметке 6.300 – 20 см, толщина сборно-монолитного перекрытия над подвалом 37 см. Толщина монолитной фундаментной плиты 120 см.

Размеры сечения конструктивных элементов сборного каркаса следующие: колонны - квадратного сечения 40x40 см; ригели - таврового сечения с полкой в нижней зоне со следующими размерами $b=22$ см, $h=50$ см, $b_f=42$ см, $h_f=25$ см. Толщина пластин, моделирующих работу диафрагм 20 см.

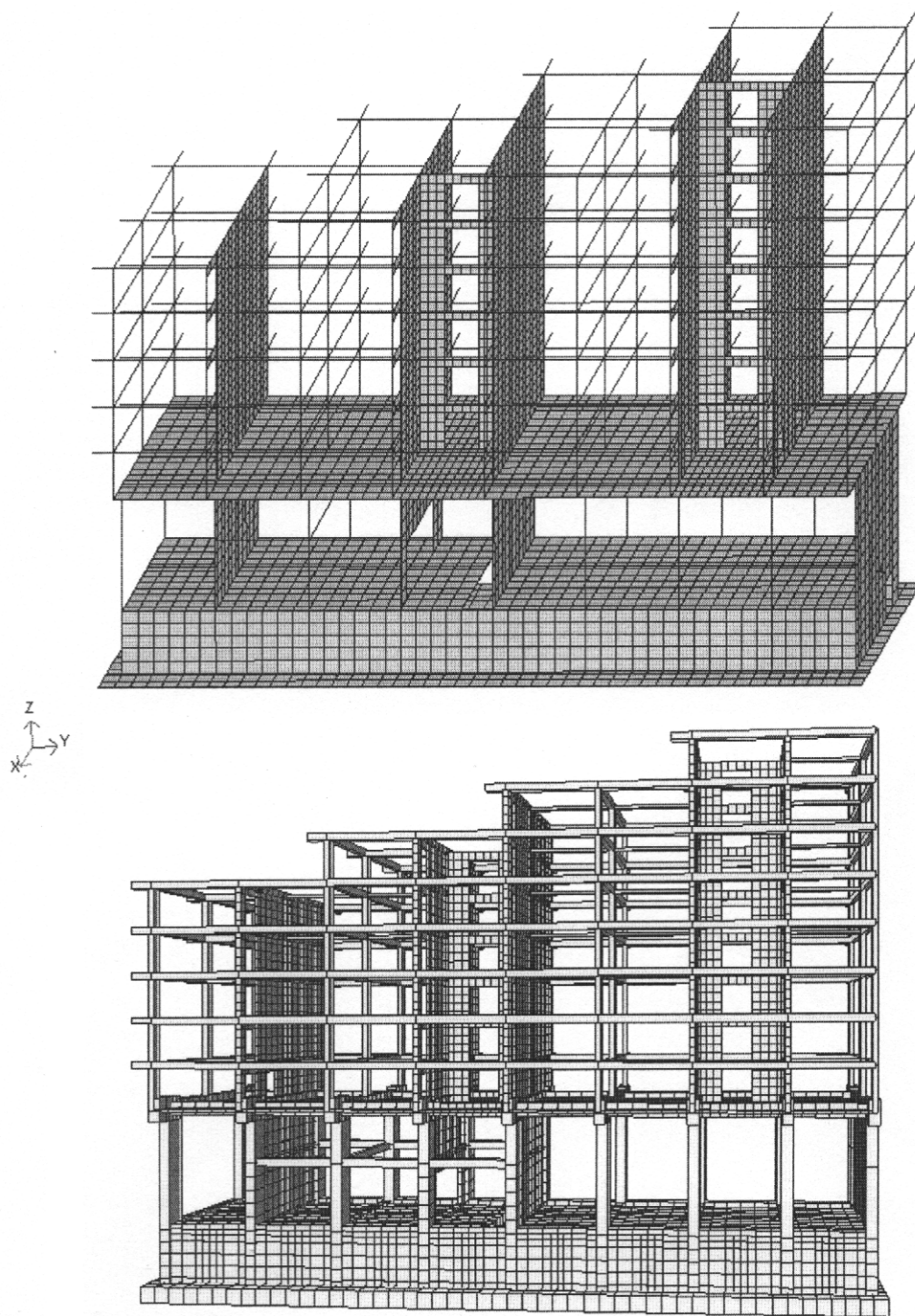


Рис.3. Расчетная схема конечноэлементной модели каркаса блока №1.

Значение модуля упругости для стержневых и пластинчатых элементов принято соответствующим тяжелому бетону класса В25.

Расчет каркаса выполнен на действие постоянных нагрузок, временных нагрузок на перекрытиях и покрытии, ветровой нагрузки и сейсмических воздействий. Нагрузки определяли по проектным данным с учетом требований СНиП 2.01.07–85 [9] и СНиП II-7-81 [11] Сейсмичность площадки принята 8 баллов, категория грунта – 2.

ВЫВОДЫ

Сравнительный анализ результатов расчета каркаса блока №1 при проектном решении и при фактическом конструктивном исполнении с учетом сопряжения диафрагм с колоннами с помощью металлических обойм показал следующее:

1. Отсутствие связей, воспринимающих сдвиговые усилия, при фактическом исполнении приводит к снижению пространственной жесткости каркаса и увеличению горизонтальных перемещений, в основном, при действии ветровых и сейсмических нагрузок в поперечном направлении.

Максимальные перемещения верха здания от сейсмической нагрузки составляют **90,7 мм** и превышают аналогичные деформации при проектном решении на **10%** (рис.4,5)



Рис.4. Деформированные схемы здания и мозаика перемещений при действии сейсмической нагрузки в поперечном направлении а) – при расчетной схеме по первому варианту; б) – при расчетной схеме по второму варианту.

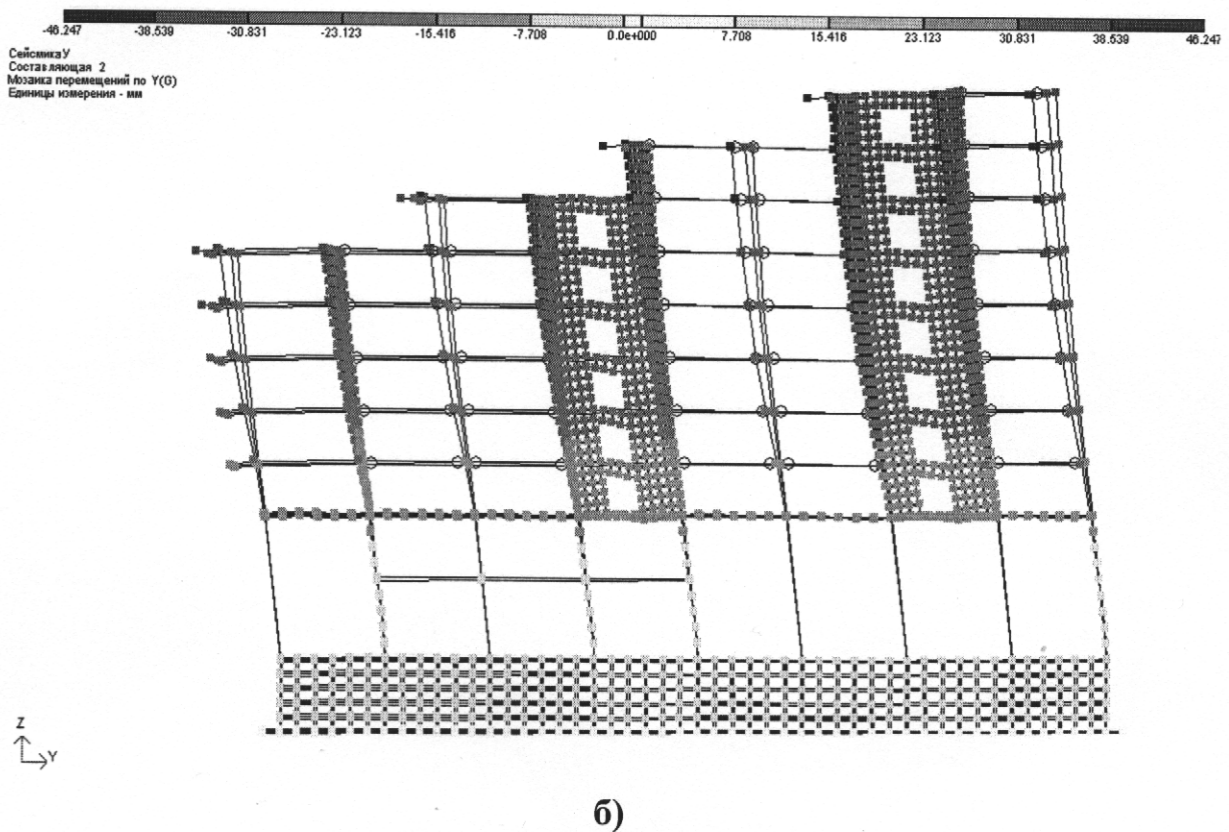
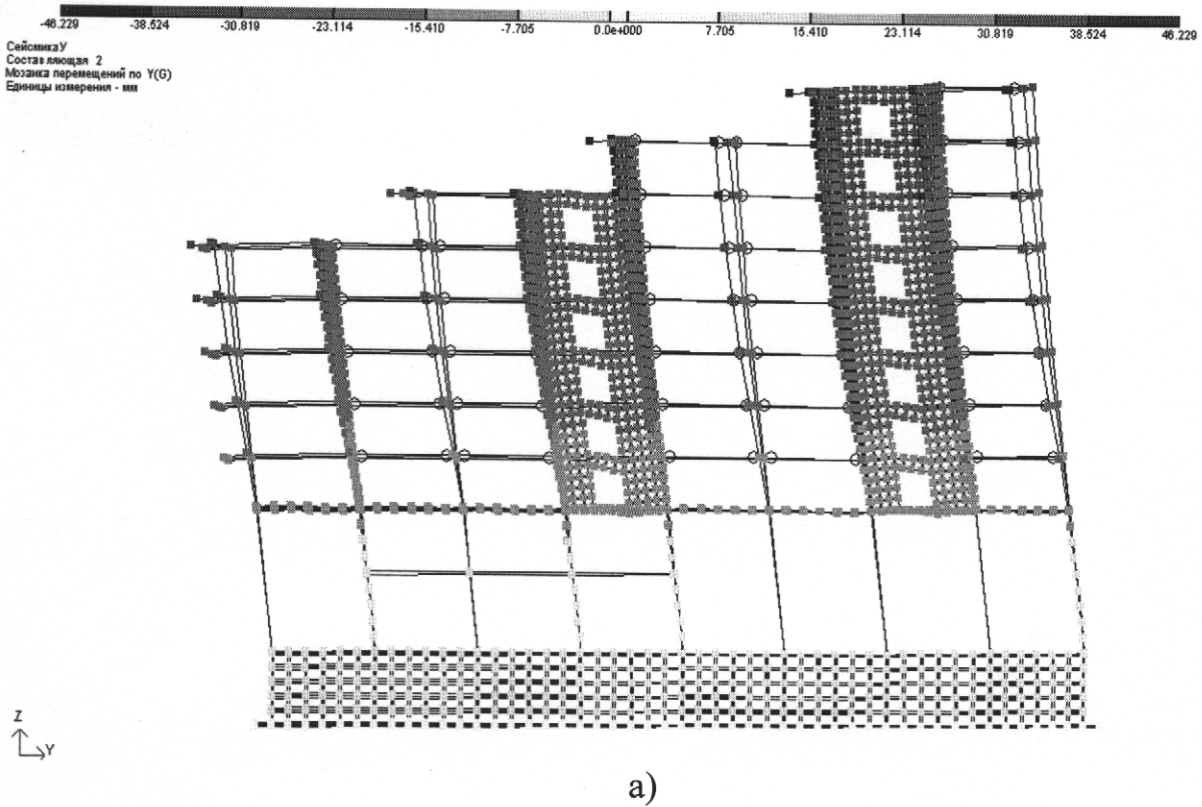


Рис.5. Деформированные схемы здания и мозаика перемещений при действии сейсмической нагрузки в продольном направлении а) – при расчетной схеме по первому варианту; б) – при расчетной схеме по второму варианту

2. Изменение крепления диафрагм к колоннам и ригелям приводит к перераспределению усилий между конструктивными элементами каркаса. В колоннах, не имеющих проектного сопряжения с диафрагмами, **продольные силы увеличиваются на 26-30%, а изгибающие моменты примерно в 3 раза** (рис.6,7,8,9)

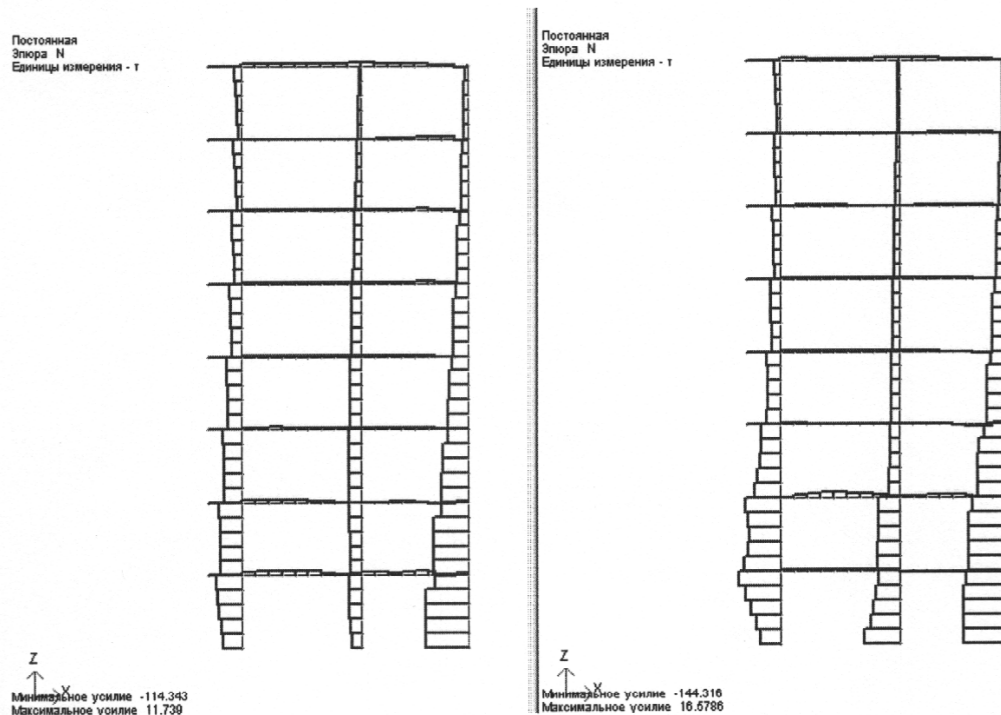


Рис. 6. Эпюры продольных сил в элементах рамы по оси «8» от постоянной нагрузки а) – при расчетной схеме по первому варианту; б) – при расчетной схеме по второму варианту

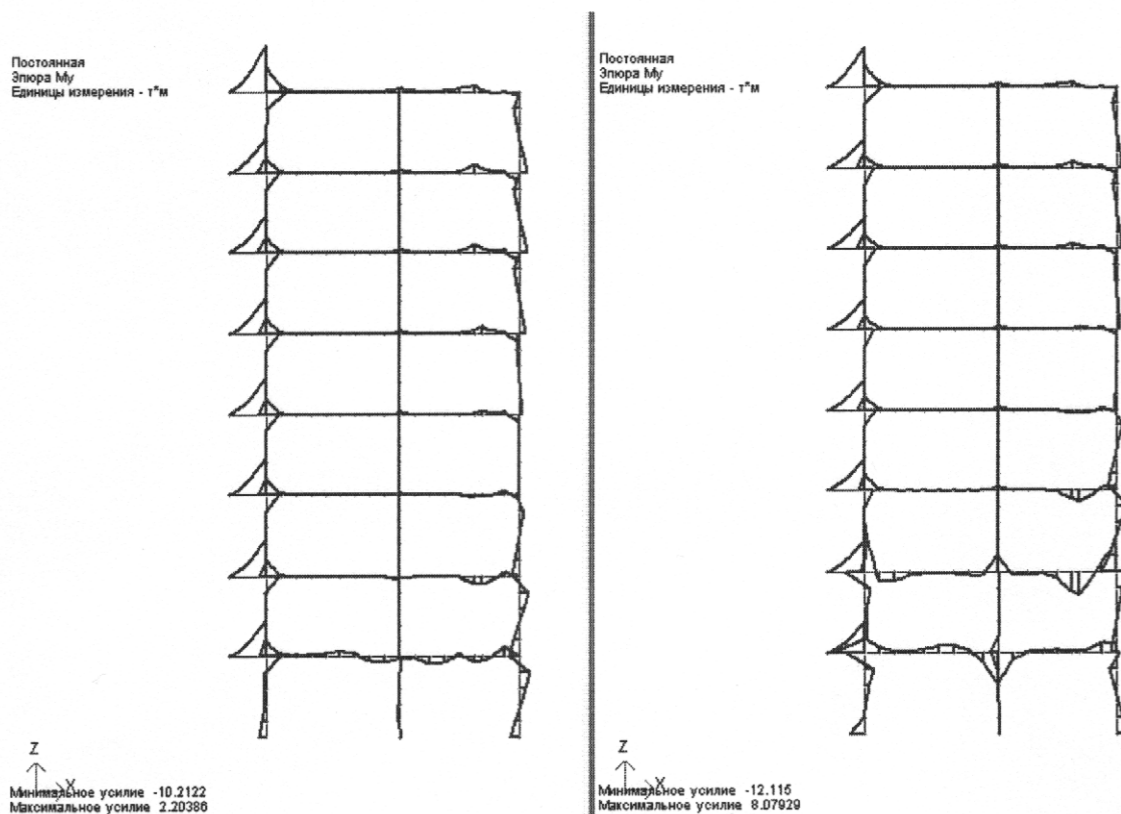


Рис. 7. Эпюры изгибающих моментов в элементах рамы по оси «8» от постоянной нагрузки а) – при расчетной схеме по первому варианту; б) – при расчетной схеме по второму варианту.

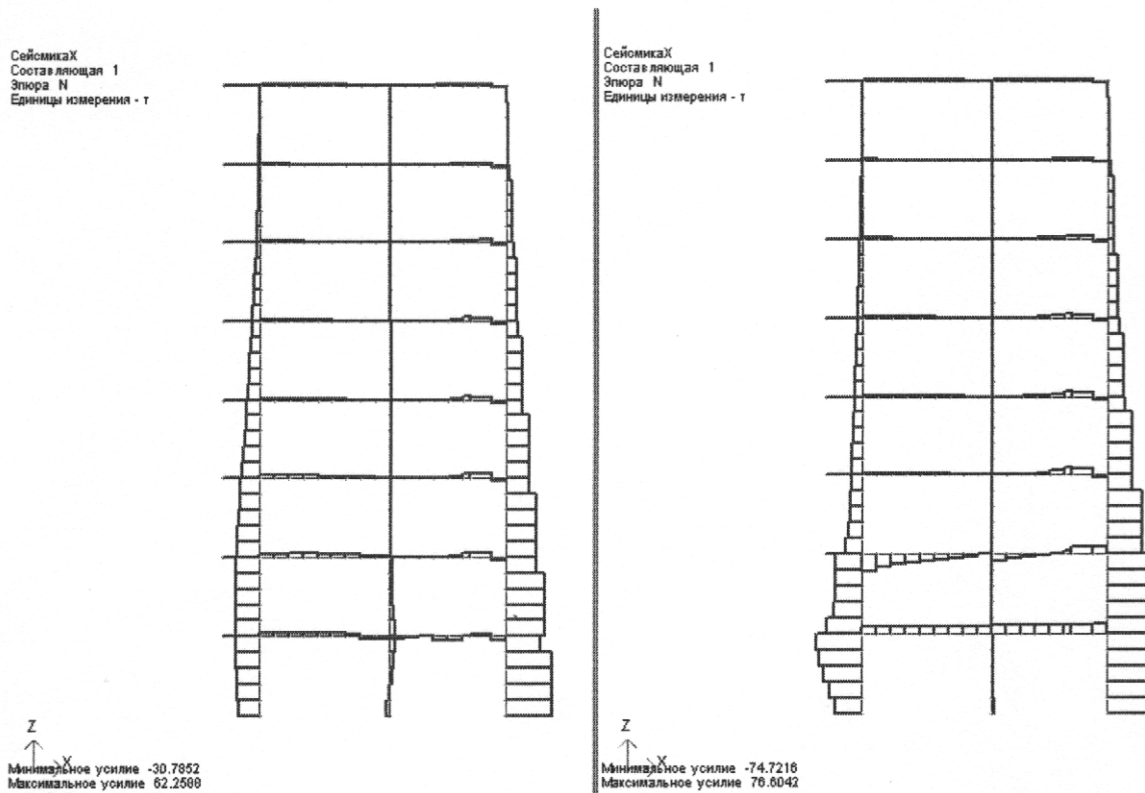


Рис. 8. Эпюры продольных сил в элементах рамы по оси «8» от сейсмической нагрузки вдоль оси X а) – при расчетной схеме по первому варианту; б) – при расчетной схеме по второму варианту

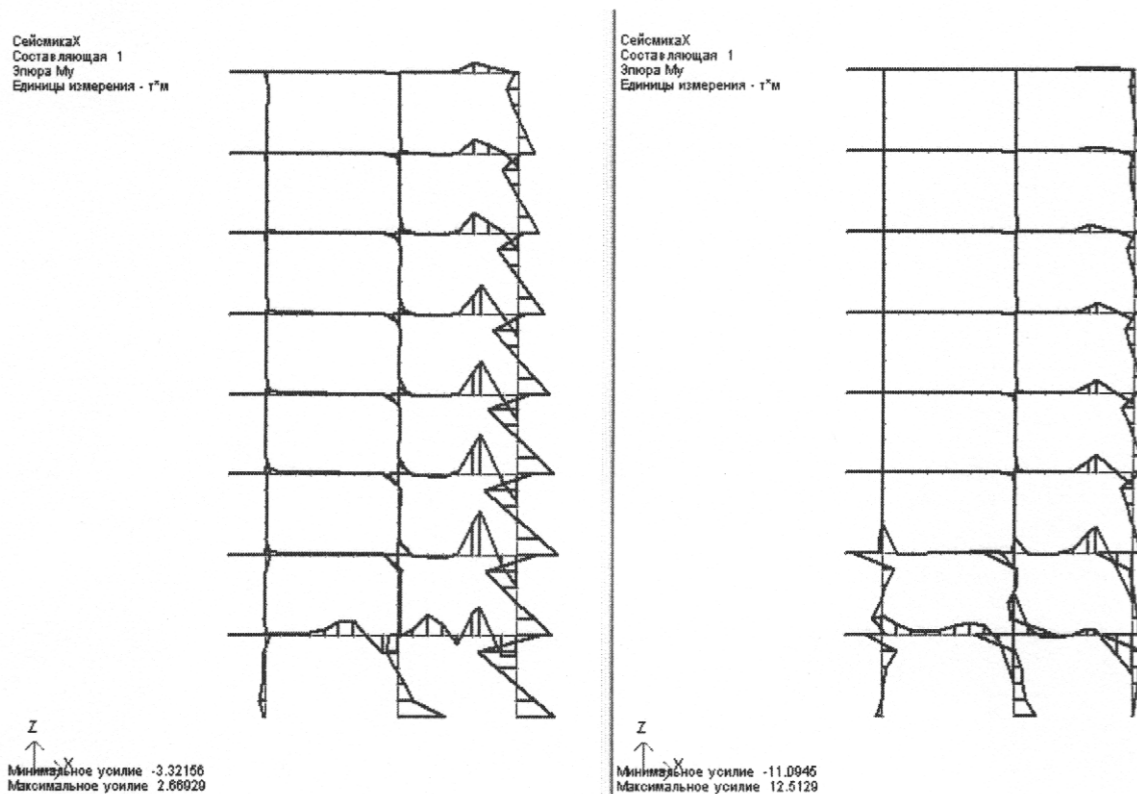


Рис. 9. Эпюры изгибающих моментов в элементах рамы по оси «8» от сейсмической нагрузки вдоль оси X а) – при расчетной схеме по первому варианту; б) – при расчетной схеме по второму варианту

3. В конструктивных элементах каркаса по осям, где отсутствуют диафрагмы (оси 1, 3, 6, 8), а также в монолитных рамах первого этажа перераспределение усилий при фактическом конструктивном исполнении каркаса по сравнению с проектным решением незначительно и не превышает 10-15%.
4. Металлические обоймы колонн, выполненные с разрывами по высоте и не имеющие связи с металлическими обоймами ригелей, а также колоннами вышележащих этажей, рекомендуется усилить с помощью металлических косынок в угловых зонах. При этом уменьшится сдвиговая податливость сопряжений диафрагм с колоннами, что приведет к **увеличению жесткости каркаса**.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заключение по оценке технического состояния спального корпуса с лечебным блоком военного санатория «Крым» («Фрунзенское»). Том 1. Общие данные. Результаты обследования блока №1. Дог.2497. 2005 г.
2. Проектирование сейсмостойких зданий. Руководство по проектированию сейсмостойких зданий и сооружений. Том третий. /С.В. Поляков, Ф.Б. Бобров, Ю.Д. Быченков и др. – М.: Стройиздат, 1971.- 256.
3. Проектно-строительное районирование Крыма. КрымНИИпроект. Госстрой УССР. - Симферополь, 1985. – 81.
4. Рабочий проект военного санатория «Фрунзенское» в п. Фрунзенское. В/ч 52953. – г. Москва, 1986.
5. Рекомендации по натурным обследованиям железобетонных конструкций/ НИИЖБ.- М.: Стройиздат, 1978.
6. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций по внешним признакам/ ЦНИИпромзданий.-М.: Стройиздат, 1988.-111 с.
7. Сейсмостойкое строительство зданий/ И.Л. Корчинский, Л.А. Бородин, А.Б. Гроссман и др./Под ред. И. Л. Корчинского. – М.: Высш. школа, 1971.-320 с.
8. СНиП 2.03.01-84. Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования М.: Стройиздат, 1985.-89 с.
9. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования М.: Стройиздат, 1985.-89 с.
10. СНиП II-Л.2-72. Общественные здания и сооружения. Общая часть. Нормы проектирования М.: Стройиздат, 1978.-20 с.
11. СНиП II-7-81*. Строительство в сейсмических районах. Нормы проектирования./Госстрой СССР.-М.: Стройиздат, 1982.- 42 с.
12. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции. Госстрой СССР ЦИТП. Госстроя СССР, 1988 г, Москва 1988 г.

Кириленко В.Ф., к.т.н., доцент.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Местный изгиб обшивок в асбестоцементных плитах на деревянном каркасе

С помощью метода конечных элементов исследовано напряженно деформированное состояние асбестоцементной обшивки как неразрезной двухпролетной пластины при действии сосредоточенной нагрузки. Предложены практические рекомендации для расчета на прочность.

Неразрезные пластины, метод конечного элемента, прочность

Конструкции плит и работа их элементов.

В ограждающих конструкциях покрытий и стен зданий различного назначения широко применяются панели на деревянном каркасе с обшивками из плоских листов асбестоцемента или цементно-стружечных плит (ЦСП). Асбестоцементные панели покрытий обычно имеют ширину 1,5 м и применяются при шаге несущих конструкций от 3 до 6 м. Деревянный каркас плит при ширине 1,5 м состоит из четырёх продольных дощатых ребер, торцовых ребер и промежуточных, поставленных в местах стыкования листов асбестоцементных обшивок. Соединение обшивок с деревянным каркасом осуществляется на оцинкованных шурупах, а диаметров отверстий в асбестоцементных обшивках выполняют на 1-2 мм больше диаметра шурупа [1]. Кроме того, стыки отдельных листов обшивки при длине панелей более 3 м выполняются впритык без перекрытия накладками. Эти два обстоятельства позволяют не учитывать совместную работу продольных ребер и обшивок при общем изгибе плиты. Расчетная схема плиты в этом случае представляет свободноопертую балку, нагруженную равномерно распределенной нагрузкой, включающей вес кровли, собственный вес и снеговую нагрузку. С учетом сказанного выше изгибающий момент и поперечная сила в плите воспринимаются только продольными ребрами.

Верхняя обшивка при таком подходе выполняет роль настила и работает на изгиб в поперечном направлении. При винтовых соединениях с продольными ребрами расчетная схема обшивок может быть представлена в виде неразрезной пластинки, свободно опертой по осям продольных и поперечных ребер. Нагрузками для верхней обшивки является вес кровли, собственный вес и снеговая нагрузка (первое сочетание) и вес кровли, собственный вес и сосредоточенная (монтажная) нагрузка $P=1,2\text{ кН}$, распределенная по площади $10\times 10\text{ см}$ (второе сочетание).

Для реальных размеров плит на деревянном каркасе расстояние между поперечными ребрами, подкрепляющими верхнюю облицовку, всегда более чем 2,5-3 раза превышает расстояние между продольными ребрами. В этом случае при первом сочетании нагрузок обшивка работает как балочная неразрезанная плита, нагрузка на которую распределена равномерно по всей поверхности. Расчеты верхней обшивки при четырех продольных ребрах, ее толщине 8-10 мм и снеговой нагрузке $0,5-1\text{ кН/м}^2$ показывают многократные запасы прочности по отношению к расчетному сопротивлению изгибу асбестоцемента $R_{\text{изг}}$ в поперечном направлении.

Недостаточно исследованной является работа обшивки при втором сочетании нагрузок. Здесь большинство авторов рекомендуют рассматривать обшивку как неразрезную балку с расчетной шириной, равной одному метру [2-4]. Незаслуженно незамеченной осталась работа [5], в которой на основе анализа решений теории упругости для тонких плит показано, что расчетная ширина обшивки при таком подходе зависит от расстояния между продольными ребрами и для реально применяемых плит не может превышать 60 см. Несмотря на несколько приближенный в этой работе переход от однопролетной плиты к двухпролетной, в целом предложенный здесь метод заслуживает пристального внимания.

В последнее время для расчета различных конструкций включая и тонкие плиты, широко применяется метод конечного элемента (МКЭ), реализованный в программных комплексах (ПК) "Мираж", "Лири", "SCAD" и других.

Для тонких плит ПК позволяют определить изгибающие и крутящие моменты, поперечные силы прогибы плит. По значению последних можно судить о возможности применения теории тонких плит ($f < 0,2 \delta$),

где δ - толщина плиты. При несоблюдении этого неравенства необходимо применение теории гибких пластин или мембран.

Напряженно-деформированное состояние асбестоцементной облицовки при действии сосредоточенной нагрузки.

При втором сочетании нагрузки расстояния между продольными ребрами ≤ 50 см нормальными напряжениями в обшивках от действия собственного веса и рулонной кровли можно пренебречь ввиду их малости.

Как отмечалось выше, при четырех продольных ребрах расчетную схему обшивки плиты можно представить в виде трехпролетной неразрезанной пластинки, края которой шарнирно оперты вдоль продольных и поперечных ребер.

Рассматривая изгиб обшивки при действии сосредоточенной нагрузки в первом пролете, как и для неразрезных балки, можно ограничиться первыми двумя пролетами.

В результате этого рассмотрим напряженно-деформированное состояние асбестоцементной обшивки толщиной $\delta = 10$ мм (модуль упругости $E = 10000$ МПа, коэффициент Пуассона $\nu = 0,2$) при действии расчетной нагрузки $P = 1,2$ кН приложенной по поверхности квадрата 10×10 см в середине первого пролета. Предполагается, что расстояние между осями продольных ребер равно 50 см, а поперечные ребра расположены через 200 см по длине плиты. С учетом этого расчетная схема обшивки представлена в виде двухпролетной неразрезанной пластинки со свободным опиранием сторон (рис.1).

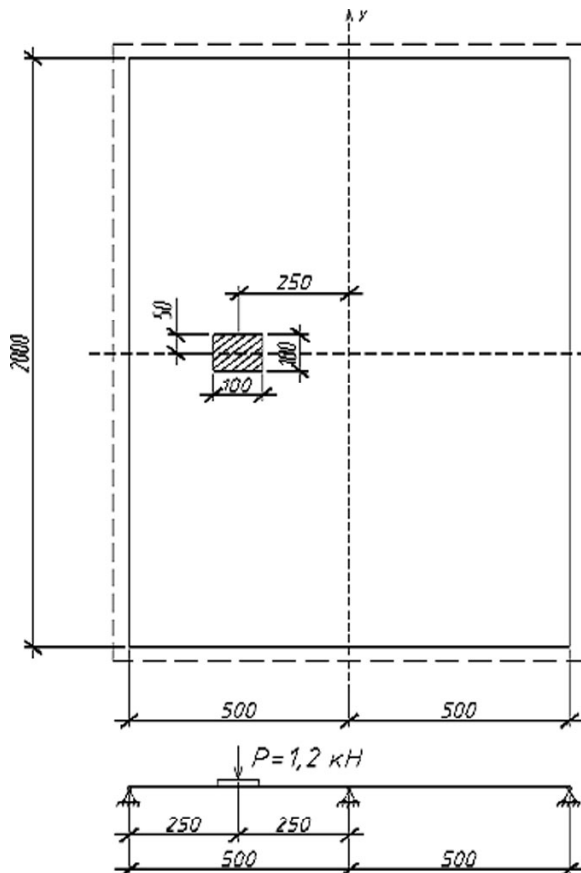


Рис.1. Расчетная схема асбестоцементной обшивки.

Для вычисления изгибающих моментов и прогибов обшивки использован ПК "SCAD", реализующий метод конечных элементов. Неразрезную пластину размерами 1×2 м разбивали на универсальные прямоугольные конечные элементы плиты с ячейкой 5×5 см.

С помощью ПК вычислялись изгибающие моменты M_x и M_y , крутящие моменты M_{xy} , поперечные силы Q_x и Q_y , а также прогибы пластинки. При указанной выше нагрузке максимальный прогиб пластинки под грузом P составил $f = 2,08$ мм, в этом случае отношение $f / \delta = 2,08 / 10 = 0,208 \approx 0,200$, что говорит о возможности применения классической теории пластин к исследованию напряженно-деформированного состояния асбестоцементной обшивки указанных выше размеров.

На рис.2 показаны эпюры изгибающих моментов M_x по оси, проходящей через центр приложения нагрузки вдоль короткой и длинной стороны. Здесь же показана эпюра изгибающих моментов M_x вдоль средней опорной линии пластины.

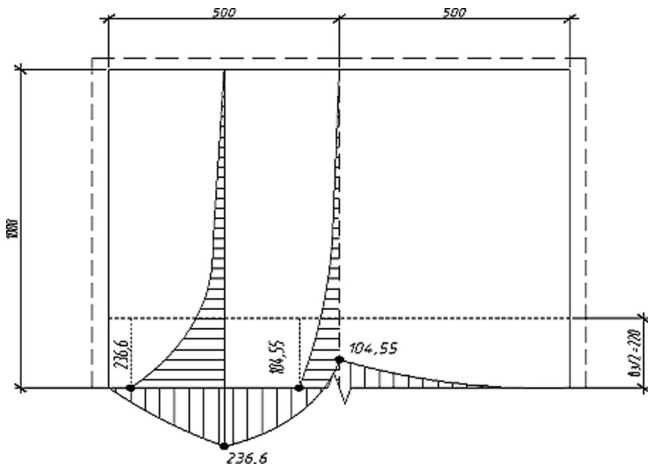


Рис.2. Эпюры изгибающих моментов M_x в двухпролетной неразрезной пластине.

движении от осевой линии приложения нагрузки вдоль длинной стороны быстро падают, причем характер изменения напряжений в обоих сечениях практически одинаков.

Зная значения напряжений σ_x можно определить эффективную ширину пластины b_e , которая вовлекается в работу при действии поперечной нагрузки, расположенной на части длины и ширины в одном из пролетов. В первом приближении ее можно определить следующим образом:

$$b_e = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_x^i \Delta^i}{\sigma_x^{\max}}, \quad (2)$$

где: $\sum_{i=1}^n \sigma_x^i \Delta^i$ - площадь эпюры нормальных напряжений (Δ^i - шаг сетки конечных элементов в направлении оси y); σ_x^{\max} - максимальное значение нормальных напряжений.

Вычисления производили для сечения, проходящего через центр приложения нагрузки и вдоль средней опорной линии. Как и следовало ожидать, эффективная ширина для обоих сечений оказалась практически одинаковой и равной 44см. При такой ширине нормальные напряжения σ_x по сечению вдоль полосы будут равны σ_x^{\max} .

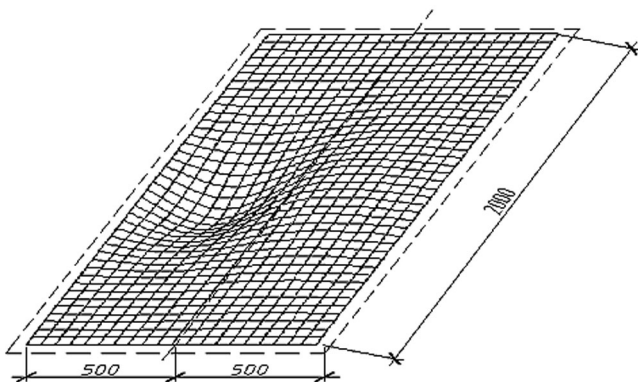


Рис. 3. Деформированная схема двухпролетной неразрезной пластинки при действии силы $P=1,2$ кН в середине первого пролета.

Характер эпюры M_x вдоль короткой стороны весьма близок к эпюре моментов в двухпролетной неразрезной балке, загруженной сосредоточенной силой в первом пролете. При известных изгибающих моментах M_x, M_y , крутящем моменте M_{xy} максимальные по толщине пластины напряжения будут у поверхности

$$\sigma_x^{\max} = \frac{6M_x}{\delta^2}; \quad \sigma_y^{\max} = \frac{6M_y}{\delta^2}; \quad \tau_x^{\max} = \frac{6M_{xy}}{\delta^2}, \quad (1)$$

поэтому вид эпюр максимальных нормальных напряжений σ_x вдоль длинной стороны будет точно таким, как показан на рис.2 с масштабным коэффициентом $6/\delta^2$. Анализ этих эпюр показывает, что значения напряжений σ_x при

Вычисления с помощью ПК позволяют получить и значения прогибов в центре каждого конечного элемента. Для приведенной выше схемы загрузки на рис.3 показана деформированная схема двухпролетной пластины.

Практическое применение полученных результатов

Полученные результаты напряженно-деформированного состояния двухпролетной неразрезной пластины при действии нагрузки, распределенной по поверхности прямоугольника, можно использовать в практических расчетах обшивок из асбестоцемента или цементно-стружечных плит. Поскольку эпюра распределения изгибающих моментов в двухпролетной неразрезной пластине вдоль короткой стороны аналогична эпюре моментов в двухпролетной неразрезной балке при действии сосредоточенной

силы в одном из пролетов (рис.4), можно найти такую ширину балки-полоски b_p , при которой максимальные напряжения в последней будут равны максимальным напряжениям в неразрезной двухпролетной пластине.

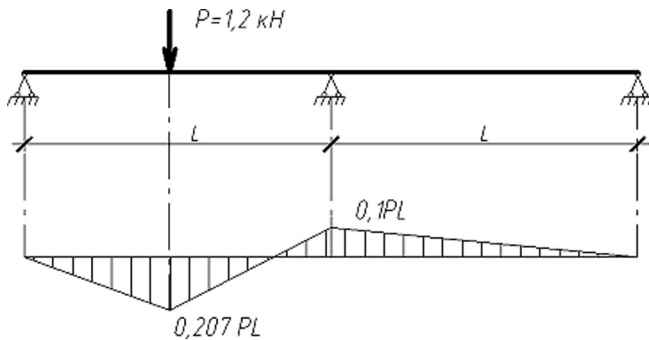


Рис. 4. Расчетная схема двухпролетной балки и эпюра моментов.

Максимальные нормальные напряжения в пластине в месте приложения нагрузки.

$$\sigma_{x,пл}^{\max} = \frac{6M_x^{\max}}{\delta^2} \quad (3)$$

Максимальные нормальные напряжения в балке-полоске шириной b_p .

$$\sigma_{x,б}^{\max} = \frac{0,207 PL}{b_p \delta^2} \quad (4)$$

Из равенства (3) и (4)

$$b_p = \frac{0,207 PL}{M_x^{\max}} \quad (5)$$

В нашем случае при $L = 0,5 м$ и нагрузке $P=1,2 кН$, изгибающем моменте в неразрезной пластине из решения МКЭ $M_x^{\max} = 0,2366 кНм$ расчетная ширина балки-полоски составит $0,525 м$. Это значение вполне согласуется с результатами работы [5] и практически соответствует требованиям норм проектирования деревянных конструкций о выборе расчетной ширины двухслойного дощато-гвоздевого настила, верхний слой которого является защитным и направленным под углом к нижнему.

ВЫВОДЫ

1. Для реально применяемых плит с четырьмя продольными ребрами толщина верхней асбестоцементной обшивки должна быть не менее 10мм, в противном случае при действии сосредоточенной нагрузки она будет работать как гибкая пластина, что потребует совершенно другого метода расчета.
2. Для плит с указанным выше расположением продольных ребер и толщиной обшивки в практических расчетах прочности верхней обшивки ее можно рассматривать как неразрезную балку с расчетной шириной балки-полоски, равной 50см.
3. Предложенный здесь метод расчета верхней обшивки может быть использован и при другом числе продольных ребер, что, естественно, повлечет за собой и изменение ширины балки-полоски.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 2.03.09-85 Асбестоцементные конструкции / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 16с.
2. Проектирование и расчет деревянных конструкций: Справочник / под ред. И.М.Гриня. – К.: Будівельник, 1988. – 240с.
3. Индустриальные деревянные конструкции. Примеры проектирования / под ред. Ю.В. Слищкоухова. – М.: Стройиздат, 1991. – 256 с.
4. Клименко В.В. Проектирование деревянных конструкций. – К.: Вид-во ІЗМН, 1998. – 432 с.
5. Кириленко В.Ф., Попов Д.И., Тарасевич А.И. Асбестоцементные плиты в панельных конструкциях // Сельское строительство Белоруссии, № 2, 1988. – С.22-23.

Сафонов А.А., д. арх., профессор, Сафонов С.А., инженер
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

О влиянии крестьянских фермерских хозяйств на формирование предметно-пространственной среды поселений и межселенных пространств в Крыму

Проведён анализ становления и развития крестьянских фермерских хозяйств в аграрном секторе народного хозяйства Российской империи, бывшего СССР и Крыма. Показаны особенности их обустройства и влияние на формирование предметно-пространственной среды поселений и межселенных пространств. Высказаны прогнозы о перспективных формах и направлениях их использования в развитии агропромышленного сектора и рекреационной сферы в Крыму.

крестьянское фермерское хозяйство, агропромышленные комплексы, предметно – пространственная среда, поселения, межселенные пространства, окультуренные ландшафты, сельскохозяйственные угодья, неудобья, жилища, производство, рекреация.

В преамбуле закона Украины «О фермерском хозяйстве» говорится: «Настоящий Закон определяет правовые, экономические и социальные основы создания и деятельности фермерских хозяйств как прогрессивной формы предпринимательской деятельности граждан в области сельского хозяйства Украины [1]. Переход к капиталистическому способу производства обязывает нас следовать закономерностям этого способа: «Конкуренция вынуждает капиталиста постоянно увеличивать капитал и совершенствовать производство. Это способствует быстрому развитию производительных сил, постоянным переворотам в технике, сопровождающимся ростом обобществления капиталистического производства, а также углублением разделения труда» [2]. Законом ограничиваются возможности обобществления производства, с одной стороны, рамками семейного союза, на основе которого создаётся данное хозяйство, и с другой - размерами площади (100 га), на которой оно функционирует.

Прогрессивной эта форма деятельности признана на основе марксистской теории и исторического опыта реформ в аграрном секторе Российской империи 1861 и 1906 гг. На заре «перестройки» академик ВАСХНИЛ В. Тихонов писал: «Создавая экономическую аграрную теорию, Маркс ориентировался на юридически свободного крестьянина, который, преследуя свои индивидуальные экономические цели и реализуя свои личные интересы, выращивает продукцию для того, чтобы выгоднее её продать. Тем самым он, не обременяя себя словами заботы о народе, кормит народ. И богатство любого общества всегда возникало как следствие богатства людей, прежде всего крестьянина, а не наоборот» [3]. Уже в шестидесятые годы крестьянин в бывшем СССР был юридически свободен, а прокормить народ Крыма были способны несколько таких предприятий, как «Россия» и «Дружба народов». В развитых странах Европы удельный вес трудоспособного населения, занятого в сельскохозяйственном производстве, составляет 5-7%; полагать, что их благополучие будет определять богатство страны, по меньшей мере не серьёзно. Со времен создания экономической аграрной теории Маркса ситуация изменилась коренным образом. В те времена подавляющее большинство населения проживало в сельской местности и аграрный сектор в экономике многих стран был абсолютно доминирующим. Известный реформатор П.А. Столыпин, выступая в Госдуме 5 декабря 1908 г., говорил: «Необходимо дать крестьянину свободу приложения своего труда к земле, необходимо дать ему свободу трудиться, богатеть, распоряжаться своей собственностью; надо дать ему власть над землею, надо избавить его от кабалы отживающего общинного строя» [4]. Вопреки этому мнению П.Н. Першин считал: «Деятельность правительства принесла бы гораздо больше пользы, если бы в центрально - нечерноземных губерниях оно, вместо насаждения хуторов и отрубов, оказывало помощь интенсификации крестьянской агрикультуры в рамках общины. ... крестьяне сопротивлялись насаждению хуторов и отрубов, а правительство чуть ли не открыто препятствовало внедрению передовых систем земледелия на общинных землях» [5].

Американский учёный Дж. Токмаков утверждал: «Политика Столыпина направлена на дальнейший подрыв глубоко укоренившихся феодальных уз и пробуждение инстинкта частной собственности, который, в конце концов, должен был создать буржуазное общество мелких фермеров» [6]. По мнению В.И. Ленина, «... это поощрение грабежа общин кулаками. ... крупный шаг массового насилия над крестьянством в интересах

капитализма...» [7].

П.А. Столыпин хотел отделить «разумных и сильных» от «пьяных и слабых».

Для выявления отношения крестьян к данной реформе Вольно – экономическим обществом в ряде центральных губерний России был проведен анкетный опрос, который показал, что 89 % членов общин против их деления, согласие высказали лишь 7 %. [5]. Правительство вопреки воле селян приступило к реформе, не пытаясь выяснить причины массового противодействия. Н.П.Шубинский в 1913 г отметил: «Едва ли есть другая страна в мире, кроме России, где недовольство правительством было бы столь стойким и хроническим...» [6]. Причины этого противостояния совершенно очевидны. Правительство стремилось сохранить бесконтрольную самодержавную власть. Община могла противостоять произволу чиновников на местах. В отсутствии институтов социальной защиты община являлась гарантом этой защиты. П.А. Столыпин делил «сильных и слабых» на одномоментном срезе, крестьяне знали, что «сила» хозяйства зависит от количества мужчин трудоспособного возраста и их удельного веса в общей численности семейства. Этот показатель никто не может запрограммировать, он с годами меняется. Каждый член общины может в любой момент оказаться как в группе «сильных», равно как и в группе «слабых». Суть противоречий власти и крестьян при проведении аграрных реформ в России заключается в принципах, которыми руководствовались те и другие. Негласный лозунг власти «разделяй и властвуй» крестьяне же следовали принципу «в единстве сила».

Реформы в аграрном секторе России стимулировались переходом от феодального строя к капиталистическому: основные признаки нового строя, концентрация производства на крупных предприятиях и разделение труда. Переход от кустарного мелкотоварного производства с использованием физической мускульной силы людей и домашних животных к новым технологиям с механизацией и автоматизацией производственных процессов, при этом резко повышается производительность труда. Исходя из данных требований, фермерское хозяйство вряд ли можно считать, безусловно, прогрессивной формой хозяйственной деятельности на селе и сегодня. Здесь исключается глубокое разделение труда, ограничены возможности технического оснащения и использования прогрессивных технологий, то есть признаки кустарного мелкотоварного хозяйства в обозримой перспективе будут сохраняться.

Условия для перехода к новой общественно-экономической формации в аграрном секторе России XIX в. были вполне благоприятными. Трудовые ресурсы сконцентрированы в крупных населённых пунктах, где имеются большие массивы пахотных земель и кормовая база для скота. Есть хозяин этих земель, как правило, человек состоятельный, т. е. имеющий начальный капитал для организации «дела», закупки машин и оборудования, освоения новых технологий, обучения персонала и т. п. На практике события развивались по известному сценарию. Крестьяне, получив «вольную», должны были выкупить землю у феодала, землю, которую они и их предки обрабатывали. Феодалы, как правило, не занимались хозяйством, перепоручив его управляющим, имели стабильный доход и зачастую вели праздный образ жизни. Лишившись бесплатной рабочей силы, они встали на путь стяжательства; регулярно повышая цены на землю, ставили крестьян в новую кабальную зависимость. Так, цена за десятину (1,095 га) в середине XIX в. в среднем равнялась 12 руб. 69 коп., к 1902 году возросла до 66 руб. 13 коп. Правительство вынуждено было вмешаться в эти процессы, разрешив единовременно выплачивать помещику 20% стоимости выкупаемой общиной земли, остальные 80% выплачивал специально созданный государственный Крестьянский поземельный банк, этот долг с процентами община должна была погасить в течение 49 лет. Этот порядок коснулся лишь уже освоенных площадей пахотных земель и кормовых баз, которые, как правило, располагались поблизости от крупных поселений. Во владениях феодала были территории со сложным рельефом, изрезанные оврагами, лесными массивами, мелкими водоёмами и т. п., они рассматривались как неудобья и в хозяйственной деятельности не использовались. Участки на таких территориях помещики продавали по ценам, существенно ниже рыночных, и некоторые крестьяне предпочли приобрести такие участки. Поскольку они находились за пределами повседневной доступности для гужевого транспорта, возникла сеть хуторов, они сформировали дисперсную систему расселения, рис. 1(1-4). Сколько хуторов было создано в этот период, данных нет, но количество площадей пахотных земель расширилось с 88,8 млн. дес. в 1860г. до 117,2 млн. дес. в 1887 г. Возросла и урожайность хлебов с 29 пудов с десятины в 1861-70 гг. до 39 пудов в 1890-90 гг. [8]. Произошло это за счёт включения в хозяйственную деятельность земель при хуторах и хозяйского их использования.

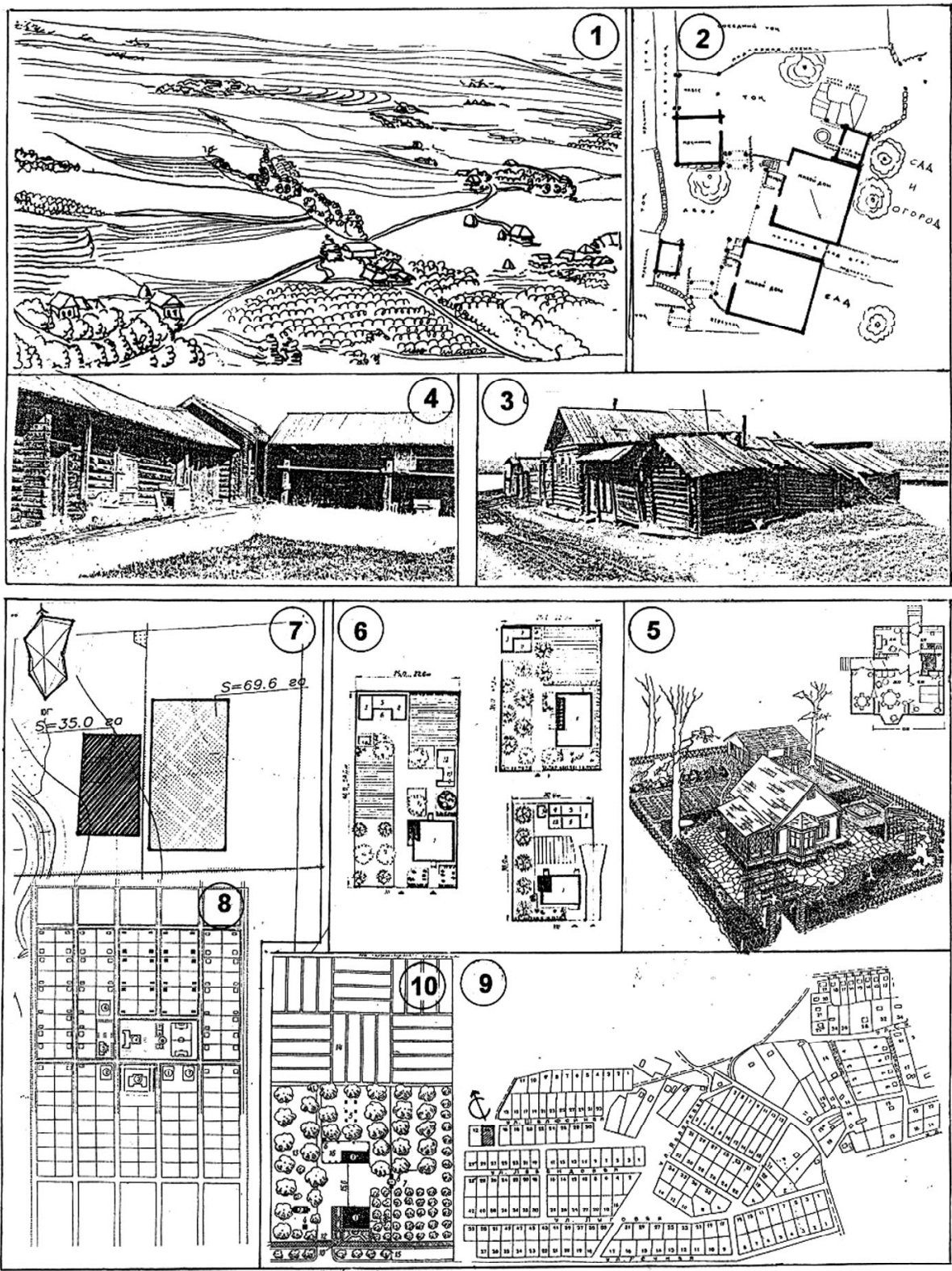


Рис 1. Обустройство крестьянских хозяйств:

1-расположение хуторов в предгорном районе Карпат вначале XX в., общий вид; 2-схема планировки хутора; 3-общий вид хутора; 4-фрагмент двора хутора по А.В. Ополовникову; 5-типовой одноквартирный жилой дом заводского изготовления 1948 г., авторы Н. Остерман и др., аксонометрия участка и план дома; 6-планировка типовых усадебных участков площадью 1200, 900 и 600 м. кв.; 7-схема функционального зонирования центрального поселка совхоза «Заря» Симферопольского района; 8-планировка жилой зоны поселка совхоза «Заря»; 9-планировка жилой зоны села Заречное Добровского сельского совета, АРК; 10-стандартная планировка усадебного участка, ул. Шалфейная, 14.

В результате столыпинских реформ число хуторов в европейской части Российской империи достигло 400 тыс., около трёх млн. крестьян переселилось на хутора, что позволило вовлечь в хозяйственную деятельность все пригодные для этой деятельности земельные ресурсы. Вот результаты исследований девяностых годов прошлого века: «На всей территории европейской России, исключая болота и тундру, мы имели дело с рукотворным ландшафтом, являющимся в целом следом многовековой культурной хозяйственной деятельности всего народа... Монополизация работы с землей со стороны советского государства привела к чрезвычайной примитивизации и укрупнению рисунков землепользования» [9].

В ходе борьбы с кулачеством и последующим выравниванием условий жизни горожан и селян хутора и мелкие деревни были ликвидированы. В результате большая часть земель прилегающих к этим поселениям, была выключена из хозяйственного использования. Потери не оказали существенного влияния на продуктивность агрокомплекса страны, поскольку урожайность зерновых возросла за сто лет в два-три раза, и были освоены целинные и залежные земли Западной Сибири и Казахстана. При строительстве новых и реконструкции исторически сложившихся поселений в государственном и кооперативном секторах использовали только типовые постройки со стандартными участками рис. 1(5-9). Отчётливо прослеживалась тенденция к сокращению площадей участков и количества хозяйственных построек на них. Объяснялись эти действия желанием максимально высвободить крестьянина от непроизводительного ручного труда в личном подворье и сконцентрировать его усилия в общественном секторе. При этом не учитывалось, что личное подворье способствовало трудовому воспитанию детей в семье и разумному использованию посильного труда людей пенсионного возраста. Кроме того, крестьянское подворье всё ещё играло заметную роль в бюджете семьи в период перестройки, когда занятость в общественном секторе резко сократилась: эти доходы достигали половины семейного бюджета сельских жителей Крыма [10]. Наметилась тенденция к увеличению усадебных участков при строительстве новых поселков и при реконструкции сложившихся. Ориентиром для установления нормы площади усадебного участка, очевидно, может служить типовая усадьба «Потемкинских колоний». Эти колонии представляли собой посёлки в районе современных пос. Донское, Зуя и др., застроенные типовыми усадьбами общей площадью 18-20 соток в современном измерении, план участка представлял собой прямоугольник со сторонами примерно 30?60м. Меньшей стороной он был обращён в сторону улицы и вглубь, делился на три части: первая предназначена для дома и чистого двора, вторая использовалась для хозяйственного двора и третья - для сада и огорода. Современные участки личных подворий в два, три раза меньше вышеуказанной площади, которая, очевидно, ближе к реальным потребностям сельских жителей сегодня и будет востребованной в

ближайшей перспективе. Эти процессы наглядно иллюстрируют примеры использования участков, рис.2(3-7). В случаях получения доходов от деятельности не связанной с личным подворьем, участок предназначается для отдыха селян, он, как правило, превышает установленные стандарты, равно как и дома превосходят по габаритам и комфортности привычные нормативные показатели, рис.2(8-9).

По вышеназванному закону Украины « О фермерском хозяйстве », такое хозяйство создается на основе семейного союза и имеет право на приобретение (выкуп) земельного участка размером до 100 га, из них до 50 га пашни. По данным статуправления АРК в 2002 г в Крыму насчитывалось 1986 крестьянских фермерских хозяйств (КФХ), средняя площадь их земельных наделов составляла 45 га, доля валовой продукции животноводства и растениеводства достигла лишь 2,4 % от общего объема этой продукции в автономии. В Российской Федерации КФХ созданные к 1993 году, имели площади участков от 5 до 50 га, и эти наделы по разным областям не использовались на 12-67% по причинам отсутствия или недостатка нужной техники и горюче - смазочных материалов.

Продекларированная в законе «прогрессивной» данная форма хозяйственной деятельности практически реалиями не подтверждается. Причиной сложившегося положения дел является, конечно же, отсутствие у крестьян современных машин и механизмов для ведения сельскохозяйственных работ.

Насколько обоснована норма закрепляемых за хозяйством с/х угодий. Исходя из исторического опыта, попытаемся оценить данный норматив. Греческие колонисты первыми стали создавать в Крыму семейные хозяйства по проекту «образцовых поместий», разработанному архитектором Катором. По этим проектам были застроены практически все города-колонии в Крыму. В пригодной территории создавалась сельскохозяйственная хора, с наделом в один клер (26,5га) пахотных земель. В Российской империи после отмены крепостного права в 1861 г, когда стали создаваться крестьянские хозяйства на основе семейных союзов, правительство запретило сосредотачивать в одних руках более шести душевых наделов, «дабы не плодить мироедов». Этот предел по разным губерниям колебался от 12 до 18 десятин, для крепких хозяйств этой площади считалось недостаточно. [6]. Численность сельского населения Российской империи возросла с 54,1 млн. чел. в 1861г до 86,5 млн. чел. в 1906г. В результате средний размер земельного надела на мужскую душу снизился с 4,7 десятин до 2,6 десятин.

В Крыму от крепостной зависимости освободилось всего 4% крестьян, т.е. юридически крымские крестьяне были свободны, но до 40% не имели земли. В 1923г средняя семья составляла 6 душ, в горном Крыму- 4,5 душ. Практически все хозяйства получили землю, площадь наделов колебалась от 12 до 30 десятин, и подразделялись они так: 3,9% кулацких, 62,7 % середняцких, 22,1% бедняцких, 11,3% земельные участки рабочих. В каждом хозяйстве имелись плуг или соха. Из рабочего скота на хозяйство приходилось около двух лошадей и треть вола. По меркам того времени, каждое хозяйство имело орудия труда для обработки земли, проведения посевных и уборочных работ, транспортировки грузов.

В современных крестьянских хозяйствах Европейского союза в среднем приходится 26 га, однако распределяются они весьма неравномерно. Например, в Австрии 7% населения занято в аграрном секторе, где насчитывается около 300 тыс. хозяйств, 2 % из них имеют более 100 га, им принадлежит более половины сельхозугодий. Около половины хозяйств имеют в постоянном пользовании менее 10 га, они преимущественно занимаются закупками, переработкой, хранением и реализацией сельскохозяйственной продукции. Такие предприятия созданы на основе семейных союзов, они производят главным образом сельскохозяйственную продукцию, потребляемую в свежем виде. Основной объем валовой продукции растениеводства и животноводства производят кооперативы и сельскохозяйственные корпорации (акционерные предприятия). Становление агрокомплекса после военной разрухи прошло 3 этапа. Первый продолжался около 15 лет и был посвящен улучшению качества земли, обустройству, приобретению техники. Второй этап около 20 лет – проведение прикладных исследований, совершенствование технологий и техники. Современный этап- сдерживание производства, повышение качества продукции, вопросы экологии и здравоохранения.

В Крыму КФХ можно условно разделить по производственному профилю на 2 типа: монофункциональные и многопрофильные, рис.2(1,2). Монофункциональные встречаются чрезвычайно редко, в частности приведенный на иллюстрации пример по сути является рыболовецкой артелью. Участок производственной базы 2 га, предназначен для хранения и ремонта малых судов, рыболовецких снастей, обработки и хранения продукции. Преобладают многопрофильные хозяйства, они обычно землю арендуют у односельчан по договорам. При распаевании земель в Крыму площадь одного надела в среднем составила 2,43 га на крестьянина и 1,72 га на представителей депортированных народов. Верхний предел этого показателя - 10 га, этой площади недостаточно. Показанное на иллюстрации, рис.2 КФХ «Коломиец» в 2003 г заключило 320 арендных договоров с пайщиками на 1310,23 га, в 2005 г – 436 на 1785,19 га пахотных земель. Хозяйство имеет базу в поселке, на территории которой расположены: контора, зернохранилище, мельница, гараж и свиноферма. В собственности хозяйства земли значительно меньше оговоренной законом площади 100 га. Почти все пахотные земли хозяйством арендованы, договоры перезаключаются ежегодно, в этих условиях ни та, ни другая сторона не заинтересованы в улучшении качества земли, в очередной раз земля оказалась фактически бесхозной. В очередной раз следует усомниться в прогрессивности таких КФХ.

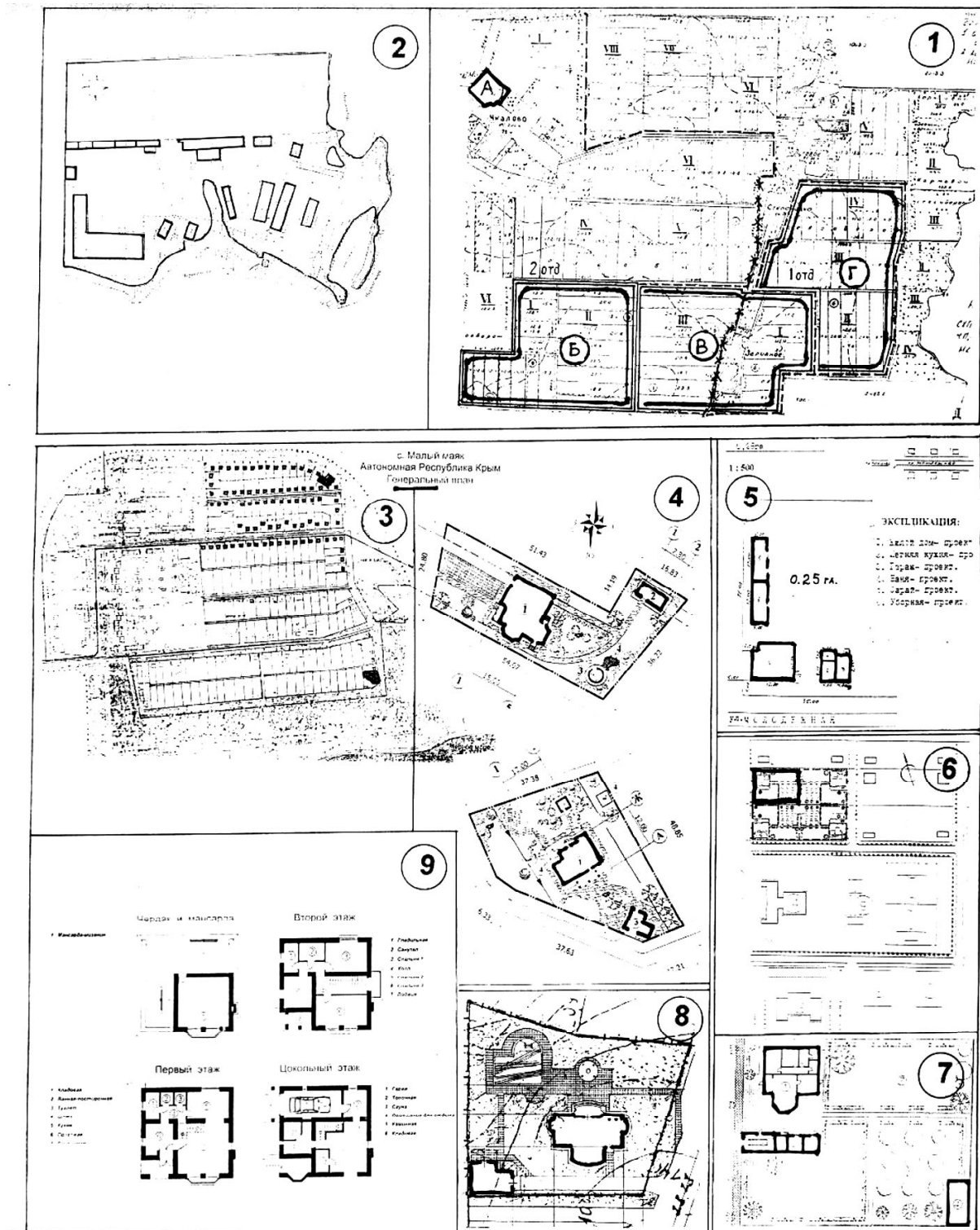


Рис. 2. Обустройство крестьянских фермерских хозяйств:

1. Крестьянское частное предприятие «Коломиец» в с. Чкалово Нижегородского района; А- производственная база, Б- участок пахотных земель, арендованный по договорам в 2003 г, В и Г- участки, дополнительно арендованные соответственно в 2004 и 2005 г; 2- рыболовецкое КФХ «Аглем» в с. Оленевка, Черноморского р-на, площадь участка 2 га; 3- схема генплана с. Малый маяк Алуштинского горсовета; 4- планировка усадебных участков современной застройки в с. Малый маяк; 5- планировка стандартного участка в с. Придорожное, Джанкойского р-на; 6- фрагмент планировки поселка совхоза «Заря»; 7- схема плана стандартного участка поселка «Заря»; 8- схема плана усадебного участка в с. Каниково Феодосийского р-на; 9- планы этажей сельского усадебного дома, индивидуальный проект архитектор В.И. Дехтярев.

В Крыму пока нет КФХ с хуторской формой расселения, в Российской Федерации такие хозяйства появились, площади их сельхозугодий, как правило, не превышают 100 га [11]. Они зачастую создаются на кооперативных началах с различными предприятиями и учреждениями. Например, КФХ «Благодать» Калядинского района Тверской области организовано на базе загородного полигона Московского гидромелиаративного института (ныне университет природообустройства). Территория комплекса 70 га, из них 63,6 га занимают сельхозугодья КФХ. На основе договора университет оказывает финансовую и техническую помощь в обустройстве и оснащении хозяйства, КФХ, в свою очередь, обязуется осуществлять охрану и обслуживание полигона, производство мясомолочной продукции и овощей для студентов и преподавателей университета. Такая разновидность КФХ для Крыма может оказаться действительно прогрессивной, поскольку Крым - рекреационно-сельскохозяйственный регион. Здесь уже существуют и могут дополнительно возникнуть небольшие объекты круглогодичного и сезонного использования рекреационного профиля (лечение, отдых, спорт, туризм и т.д.). Кооперирование таких объектов с КФХ поможет решить вопросы их охраны, обслуживания и производства основных продуктов питания на месте. В Крыму только площади отработанных карьеров превышают 1,7 тыс. га, ряд из них, по мнению специалистов, не подлежат рекультивации [12], т.е. восстановлению традиционными методами и дальнейшему использованию в агропромышленном секторе. Практически все они могут использоваться в рекреационной деятельности, иногда с меньшими затратами и большей эффективностью, возможности такого использования показаны в аттестационной работе А.Котляра [13]. Организация фермерских хозяйств при таких объектах вполне оправдана.

ВЫВОД:

В Крыму целесообразно создавать КФХ: в районах со сложными природными условиями, непригодными для деятельности крупных агрокомплексов на промышленной основе, неудобья в условиях пересеченной местности (сложный рельеф, водоемы, лесные массивы, заболоченные участки и т.д.) путем кооперирования КФХ с мелкими предприятиями и подразделениями рекреационного назначения, преимущественно сезонного использования, для их охраны, обслуживания и снабжения продуктами питания контингента этих предприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закон Украины «О фермерском хозяйстве»// Государство и право. Голос Украины.-2003.-№ 139.- С. 14.
2. Советский энциклопедический словарь. / Гл. ред. А.М.Прохоров. 2-е изд.-М.: Сов. Энциклопедия, 1989.- С.1400,538.
3. Тихонов В. Чтобы народ прокормил себя // литературная газета, 3 августа 1988.- С.3.
4. Столыпин П.А. Нам нужна великая Россия. - М.: «Молодая гвардия», 1991.- С.12, 176.
5. Россия на рубеже веков: исторические портреты. / Составитель А.П. Корелин.- М.: Издательство полит. литературы, 1991.- С. 54– 70.
6. Аврех А.А. Столыпин и судьбы реформ в России.- М.: Политиздат, 1991.- С.149 - 150.
7. Ленин В.Н. Полное собр. соч.- М.: Издательство политической литературы, 1972.- С. 13.
8. Румянцев М. Столыпинская аграрная реформа: предпосылки, задачи и итоги. // История СССР. № 10.- М.: - 1990. – С.18.
9. Городская среда. Технология развития: настольная книга / В.Л. Глазичев, М.М. Егоров, Т.В. Ильина и др. - М.: «Издательство Ладья», 1995.- С.133.
10. Зиновьев Ф.В., Додопова М.В. Личные подсобные хозяйства сельских жителей Крыма.- Симферополь: Таврия. 1999.- С.27.
11. Государственное регулирование земельных отношений / А.А. Варламов, Н.В. Комов, В.С. Шаманаев, В.Н. Хлыстун: под ред. А.А. Варламова.- М.: Колос, 1998.- С.21,38.
12. Трощеновский А.П. Концепция экологического оздоровления Крыма // Сб. научных трудов НАПКС.- Вып.11.- Симферополь: НАПКС, 2005.- С.160.
13. Сафонов А.А., Котляр А.С., Петриченко Е.А. О возможностях использования отработанных карьеров в рекреационной деятельности Крыма // Сб. научных трудов НАПКС.- Вып.10.- Симферополь: НАПКС, 2005.- С.66-73.

Сафонов А.А., д. арх., профессор

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

О современной роли архитектуры в формировании предметно-пространственной среды жизнедеятельности человека

Показаны некоторые особенности формирования предметно - пространственной среды жизнедеятельности человека на разных исторических этапах. Названы принципиальные различия целей и сфер деятельности архитектуры и народного зодчества, указаны причины их размежевания и перспективного объединения. Указаны основные цели научной и творческой деятельности архитектуры - создание комфортной предметно-пространственной среды жизнедеятельности населения, обеспечивающей условия для здорового образа жизни; экономическую стабильность окультуренной природной среды и ее гармоничное функционирование в общей системе предметно-пространственной среды жизнедеятельности человека.

архитектура, народное зодчество, предметно - пространственная среда жизнедеятельности, природная среда, экология, гармония.

Население земли превысило 6,5 млрд. человек, и цифра эта постоянно увеличивается. Растет плотность жителей на единицу площади земли в традиционно обжитых регионах и осваиваются новые территории. Создается и корректируется (предметно - пространственная среда жизнедеятельности) ППСЖ, она призвана обеспечить условия для здорового образа жизни человека и, в то же время, гармонично вписаться в те эволюционные процессы, которые вырабатывала природа тысячелетиями, создавая и совершенствуя разнообразие земной жизни.

Центры современной урбанизации не обеспечивают нормальных условий для проживания [1], не сохраняется экологическая стабильность на участках межселенных пространств, исключенных по тем или иным причинам из хозяйственной деятельности человека [2]. Существуют предложения по принципиальной реорганизации сложившихся на сегодня систем расселения и хозяйственного использования межселенных пространств [3]. Предложения касаются функционально-технической стороны вопроса, но они не затрагивают морально-этического аспекта, одухотворенности этой среды. Она не может быть оптимальной лишь с точки зрения физического ее использования, в этом убеждает многовековой предшествующий опыт эмпирического поиска путей обживания человеком природной среды. По мнению А.И. Солженицина: «... умиротворенность русского пейзажа ...наши предки вложили все свое лучшее, все свое понимание жизни» [4].

Выступая на приеме в США, первая женщина - космонавт

В. Терешкова сказала: «Нужно подняться в космос, чтобы понять, как велико то, что нас объединяет, и как ничтожно то, что разъединяет». Объединенное общим домом «Земля», человеческое сообщество переходит от первобытно -общинного строя к классовому обществу, именно тогда, по мнению Н.Г. Чернышевского «началась цепная реакция разобщения и вражды» [5]. Порок, возникший на заре цивилизации, не изжит по сей день. Люди должны жить в мире и согласии, эта истина так близка и понятна каждому, однако даже в повседневной жизни мы далеко не всегда ей следуем. Целенаправленно сформированная «умиротворенность русского пейзажа», очевидно, играла не последнюю роль в том, что наши предки как правило выступали в роли защитников, освободителей, а не в иной роли.

Предметно-пространственная среда жизнедеятельности человека, это среда поселений и межселенных пространств. Как уже отмечалось, она формируется, с одной стороны, под условия, благоприятные для здорового образа жизни людей. Если эти условия обеспечены, то, соблюдая режим труда, отдыха, личной гигиены и т.п., каждый человек сможет вести здоровый образ жизни. С другой стороны, стабильное состояние ППСЖ нельзя обеспечить, если не будет экологической устойчивости окружающей среды, (рис.) Усилия этих двух векторов, очевидно, должны быть равнозначными во избежание снижения качественных характеристик

этой среды. Художественно-эстетические качества нельзя рассматривать как декоративную обработку ППСЖ, сформированные под определенные функции. Они являются равноправными и равноценными составляющими этой среды, присутствуют на всех этапах ее формирования от локальных мини-объектов до крупномасштабных ансамблей поселений, межселенных пространств и их комплексов. Факторы, обеспечивающие комфортность ППСЖ человека, безусловно, доминируют, но экологическая стабильность окультуренной среды является непременным и единственным условием ее достижения и сохранения. Наша задача найти свою нишу и гармонично вписаться в эволюционные процессы мироздания, отработанные за многие тысячелетия.

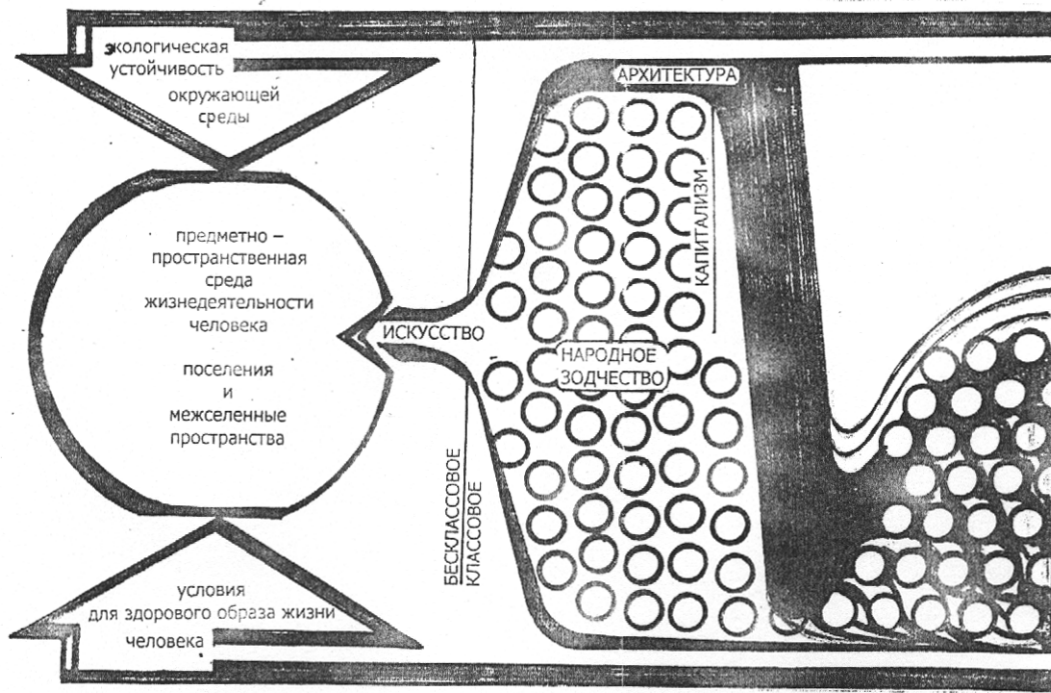


Рис. Принципиальная схема формирования предметно-пространственной среды жизнедеятельности человека: архитектурные формы создаются на основе глобальной применимости; типология в народном зодчестве формируется локально в пределах регионов с идентичными природно-климатическими условиями.

Архитектура – особая сфера жизнедеятельности, поскольку она призвана обеспечить не только физический комфорт, но и психологический, т.е. насытить эту среду духовно, сделать ее эстетически совершенной путем образно - художественной проработки создаваемой ППСЖ. Она относится к одной из разновидностей искусства, которое по устоявшейся научной парадигме XIX в. зародилось как народное, в процессе эволюции перерастает в профессиональное. В частности, по мнению А.А Писарева, первые постройки «...выполняли чисто утилитарные функции, но по мере приобретения навыков в их постройке появляется потребность украшения». По убеждению Н.М. Карамзина: «...мастер подражает природным образцам, натуре, старается выразить, выплеснуть побуждение души и сердца» [6].

Ю. Боров рассматривает современное искусство как монолит, народное искусство представляется субстратом, на котором выкристаллизовалось профессиональное [7]. Однако уже в то время прослеживается иная точка зрения. При делении общества на классы вражда и разобщенность порождают пороки.

Искусство архитектуры как средство борьбы с человеческими пороками. Оно призвано, по мнению М. Гаврилова: «... отвращать от зла, призывать к добру и красоте» [8], эту мысль поддерживает В.И. Григорович: «Облагородить, возвысить жизнь, образовать человека нравственно...», [9]. Путеводной звездой этой деятельности становится лозунг «красота спасет мир». Все стилистические искания ведутся в абстрактной сфере, они не имеют жесткой связи

с земными реалиями конкретного места. К примеру, древнегреческие классические ордерные системы применялись во всем цивилизованном мире. Цель этих исканий – разработка эстетического идеала, который бы послужил эталоном для создания современной среды жизнедеятельности и позволил изжить человеческие пороки. И. Кант считал, что идеал в искусстве возможен, к нему должен стремиться каждый художник, Г. Гегель полагал, что идеал – творение Богов, попытки земного существа создать его – идеализм [10]. По мнению Ф.М. Достоевского, выработка идеала в искусстве – дело времени [11]. Выдающийся архитектор В.И. Баженов выдвигал идею разработки свода «истинных правил», которые послужили бы руководством для творческой деятельности [12].

Итогом стилистических исканий можно считать высказывание Ф.М. Достоевского: «Художники всех времен полагали, что они творят для блага всего народа. Фактически же они изображали жизнь средне высшего круга, жизнь исключений» [11]. Л.Н. Толстой в трактате об искусстве отмечает:

«... эксплуататорские классы стали насаждать культ красоты и наслаждений, пошное и пустое искусство богатых» [13].

С исчезновением русского классического стиля в середине XIX в. заканчивается эпоха архитектурной стилистики. Хотя еще до середины XX в. предпринимаются попытки создания новых стилистических направлений: эклектика – на базе опыта всех предыдущих стилей; модерн – на основе новых представлений о красоте; функционализм и конструктивизм – попытка строить композицию на основе этих разделов архитектуры; аркология – архитектура, органично вписанная в природную среду, и т.д. Эти поиски определили практическую деятельность в виде отдельных сооружений, но принципиальных новшеств в исторический ход событий они не внесли. Объективная причина происшедших преобразований – переход Российской империи к новой общественно-экономической формации – капитализму. Эта формация предполагает концентрацию производства на крупных предприятиях и углублённое разделение труда. При этом деятельность народных зодчих-кустарей, ремесленников и крестьян, которые на протяжении многих веков формировали ППСЖ, переместилась в область профессиональной архитектуры, которая из экспериментальной лаборатории вынуждена, была преобразоваться в мощнейший сектор народного хозяйства. В конце XIX в. профессионалы уже по-иному оценивают народное зодчество: трудами академика Л. Даля начинаются исследования в этой сфере [4].

Народное зодчество: удовлетворяет не только функциональные утилитарные потребности строителя, но и эстетические, обеспечивает экологическую стабильность среды, в которой эта деятельность происходит. Требования быта эмпирически отработывались в результате многократных повторений. Эстетическая сторона этой деятельности обеспечивалась врождённым чувством красоты, считает Л.Н. Толстой [13], но в последующем оно часто извращается, затмевается и сбивается с толку суевериями, предрассудками людей, вредной деятельностью критиков, слепым признанием авторитетов. Врождённое чувство красоты народные умельцы считали вполне естественным. «В рядных грамотах» - договорах на строительство объектов, в древней Руси указывалось, «как красота и мера скажут»; подрядчик, и заказчик не сомневались в том, что мастер в процессе работы найдёт верное решение, не допустит неоправданных излишеств, выполнит все требования, и постройка будет удобной и красивой.

Не следует считать, что трепетное отношение к окружающей природной среде было выработано у народного зодчего на уровне синкретического сознания на стадиях дикости и варварства. Лишь при переходе на оседлый образ жизни ареал используемых человеком территорий ограничивается возможностями его хозяйственной деятельности. Благополучие при этом ставится в прямую зависимость от состояния этой среды, человек вынужден искать пути гармоничного взаимодействия, «окультуривать» пространство своей жизнедеятельности.

Мастерство по обустройству быта крестьянина и ремесленника на протяжении веков передавалось от отца к сыну. Работы велись по отработанным образцам, они канонизировались и сохранялись, пока не менялись условия быта или внешние факторы, которые вынуждали

корректировать и совершенствовать сложившиеся прототипы построек. Эмпирически отработывался новый вариант и в последующем использовался до новых изменений требований. В этой деятельности участвовали миллионы крестьян и мастеровых, они формировали красивую, функционально удобную и экологически устойчивую ППСЖ. Особо одарённым удавалось, сохраняя общие принципы деятельности по формированию этой среды, по художественным показателям, выйти за рамки обыденности. Они облагораживали эту среду, создавая высокохудожественные произведения, которые служили маяками духовности, по словам А.И. Солженицына, в «соломенно-тесовой повседневности».

Формировалась и устойчиво функционировала физически и психологически комфортная, экологически стабильная, ППСЖ человека. Она формировалась под влиянием локальных природно-климатических факторов конкретного региона. В каждом случае отработывались свои особые способы обеспечения комфортности среды с использованием местных возобновляемых природных ресурсов.

ВЫВОДЫ

1. В ближайшей перспективе объектом творчества архитектуры станет ППСЖ человека. Критерием оценки её качества следует считать физическую и психологическую комфортность, обеспечивающую благоприятные условия для ведения здорового образа жизни населения и экологическую стабильность окультуренной природной среды.
2. Создание национальных заповедников во всех природно-климатических зонах с целью отслеживания эволюционных процессов в естественной, природной среде. На их основе возможен мониторинг и корректировка окультуренной природной среды.
3. Следует стремиться к тому, чтобы ППСЖ человека устойчиво функционировала, опираясь лишь на возобновляемые природные ресурсы. Невозобновляемые энергоносители нужно рассматривать как неприкосновенный запас, который может быть использован по решению органов власти в случаях форс-мажорных обстоятельств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белоусов В.Н. Город и здоровье населения. Проблемы и решения. Архитектурная наука МарХИ. Информационный вып.3. – М.: «Издательство Ладыя», 1999. – С.84–87.
2. Городская среда, технология развития: Настольная книга // В.Л. Глазычев, М.М. Егоров, Т.Н. Ильин и др. – М.: «Издательство Ладыя», 1995. – С. 232.
3. Боков В., Сахнова Н. Экополисы - будущее городов Крыма // Бизнесинформ, 1998, №4. – С. 5-9.
4. Сафонов А.А. О перспективных направлениях теоретических исследований в архитектуре Крыма // Сб. Строительство и техногенная безопасность. НАПКС, - Симферополь, 2005, № 10. – С.58-60.
5. Чернышевский Н.Г. Избранные сочинения. – М.: Художественная литература, 1989. - С. 403-405.
6. Карамзин Н.М. Нечто о науках, искусствах и процветании (1793). – Т.2. – М. – Л.: Гослитиздат, 1986. – С. 127
7. Борев Ю.Б. Эстетика. – М.: Политиздат, 1988. - С. 280-281
8. Гаврилов М. Слово о начале и успехах искусств, особливо наук изящных. – М.: 1810. – С. 9
9. Григорович В.И. Журнал изящных искусств. – 1823. -№1. – С.3
10. Кант И. Сочинения. Т.3. – М.: Мысль, 1964. - С. 402
11. Достоевский Ф.М. Литературное наследие. – Т. 8. – Л.: Наука, 1972. - С. 173.
12. Снегирёв В. Архитектура. В.И. Баженова. – М.: Московский рабочий, 1931. - С. 184.
13. Толстой Л.Н. Полное собрание сочинений. Т. 30. – М.: Гослитиздат, 1953. - С. 129, 158.

та. Происходит вынужденный, постепенный рост города по вертикали вверх, используются подземные части существующих зданий и сооружений с целью сохранения исторической застройки, памятников архитектуры, площади зеленых насаждений (рис. 1 б, в).

Рост числа жителей, улучшение его благосостояния и расширение общественных потребностей приводят к «выталкиванию» города в свободное пространство – под землю (рис. 1 г).

Выход – освоение подземного пространства. И как следствие - минимальное использование поверхности земли для технических нужд, разделение потоков пешеходов и транспорта, создание систем непрерывного и скоростного сообщения, развитие сети культурно - бытовых учреждений с размещением объектов в наиболее нужных местах (местах массового скопления людей), сохранение естественного окружения и использование «неудобных» территорий, ранее занятых карьерами, рудоотвалами и др. с формированием нового микрорельефа и городского ландшафта.

Огромное количество проектных предложений подземных городов дают возможность проанализировать положительные стороны освоения этого «чуждого» для человека пространства. Так, Тортрэт Джек принял за образец дерево, черпающее силы в недрах земли (с помощью корневой системы) и воздушной среде (с помощью кроны). В своем идеальном городе он сосредоточил всю трудовую деятельность людей в подземной части. В трех расположенных выше, но также подземных этажах находится городской центр, гигантский транспортный узел, средоточие всех видов горизонтального транспорта, связывающий город с внешним миром. В этой же части города размещены торговые предприятия и культурно-массовые учреждения, связанные группами лифтов с выше- и нижележащими частями (рис. 2).

Таким образом, промышленные и административные сооружения являются как бы «корневой системой», а жилище в «коне». Автор называет их «гигантским перископом для обзора, обновленного природного окружения», поскольку поверхность земли полностью отведена под парки с дорожками, спортивные площадки и т.п.

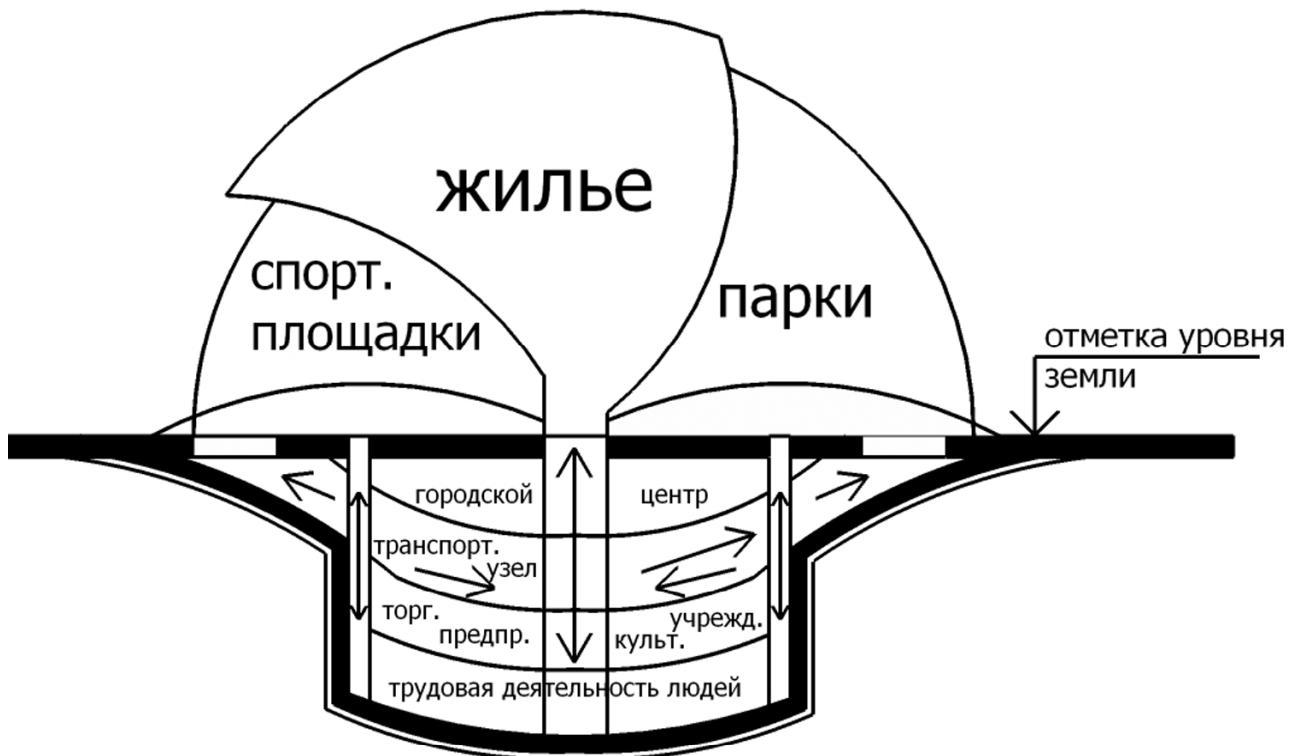


Рис. 2 Схема идеального города (Тортрэт Джек)

По заданию городских властей Питтсбурга архитектор Макс Абрамович разработал проект подземного города для научных работников (рис. 3). Он назвал его городом XXI века. Железные

дороги и автомагистрали города расположены на нижнем уровне. Предусмотрено сооружение театров, научных лабораторий, жилых квартир. Для обеспечения освещения и вентиляции жилых зданий подземного города проект предусматривал устройство семи больших открытых дворов. Связь между различными уровнями предполагали осуществлять с помощью подъемников, эскалаторов и обычных лестниц. «Крышей» служил бы общественный парк. В этом городе каждый смог бы получить квартиру и был бы обеспечен местом работы и культурного отдыха, имел бы возможность учиться, и всё это - в радиусе доступности, не превышающем 750 метров. Предусматривалась подземная стоянка для сотен автомашин и прокладка автомагистрали по «дну» города.

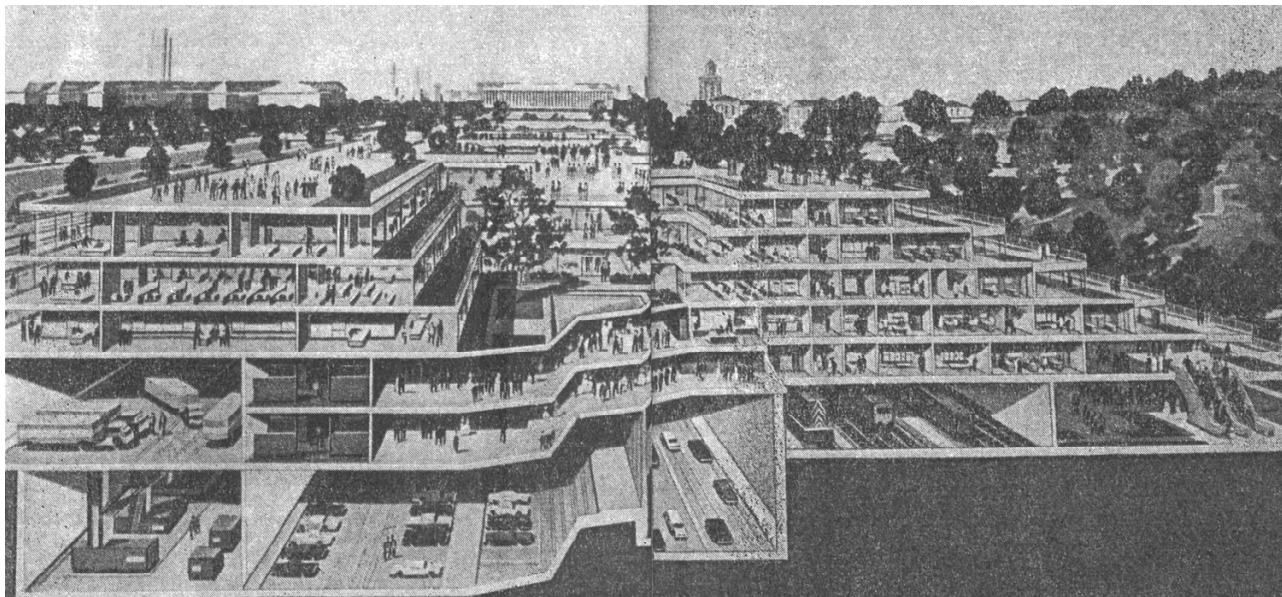


Рис. 3 Проект подземного города (Марк Абрамович, Питтсбург)

Нужда в стоянках для автомашин, в организации подземного транспорта, а также необходимость в укрытии промышленных предприятий и военных объектов привели к началу подлинного освоения недр земли.

«Автомобиль давно уже перестал быть роскошью. Роскошь сейчас оборудованное место для его стоянки (гараж). Дворы и придомовые территории превращаются в парковки, плотно заставленные автомобилями. Это не только создает неудобства, но и вызывает серьезные проблемы, поскольку препятствуют проезду пожарных машин, автомобилей неотложной медицинской помощи, машин для вывоза мусора и т.д.» [1]

В пользу актуальности проблемы говорит не столько растущий дефицит свободных территорий в городах, сколько особенности пространственной организации подземных сооружений. Так в отличие от «надземной» застройки «подземная» не зависит от рельефа, не нуждается в разрывах между собой и в сложных условиях может распространяться на большем расстоянии, создавая в отдельных узлах сплошной подстилающий слой, возможность строительства даже в стесненных условиях. Кроме того – и это фактор не маловажный, - подземные сооружения могут быть быстро введены в эксплуатацию. Современные методы работ позволяют вести крупное подземное строительство, не нарушая жизни на земле и не прибегая к сносу наземных зданий.

ВЫВОДЫ

1. Возникает необходимость проведения широкого комплекса инженерно-геологических исследований с использованием ранее накопленных данных, разработкой новой методики составления гидрогеологических карт городов и выявлением зон, наиболее благоприятных для подземного строительства.
2. Использование подземного пространства позволит:
 - создать оптимальные условия для труда, отдыха и передвижения людей и одновременно увеличить свободные незастроенные пространства
 - сформировать здоровую и эстетически привлекательную городскую среду
3. Подземное градостроительство должно разрабатываться в комплексе с генеральным планом города.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. АСС Ватерпас 2/2005 «Страсть по гаражу»
2. Конюхов Д.С. К 65 Использование подземного пространства. Учебн. пособие для вузов. - М.: Архитектура-С, 2004.-296с, ил.
3. Рагон М. Города будущего. Перевод с франц. В.Г. Калиша и Ж.С. Розенбаума. Под ред. Д.Б. Хазанова. Предисловие И.М. Смоляра. М., «Мир», 1969
4. Фишельсон М.С. Транспортная планировка городов: Учебн. пособие для студ. авто-дор. спец. вузов. - М.: Высш.шк., 1985.-239с., ил.

Хотнянская Е.В.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Работа трубчатых опорных стоек стальных морских стационарных платформ при ледовом воздействии.

Статья посвящена вопросу исследования узлов стоек ледостойкой стационарной платформы. Рассмотрены три типа опорных стоек морской стационарной платформы: опорная стойка без подкреплений, опорная стойка с подкреплением мелкозернистым бетоном, опорная стойка с подкреплением и конусным уширением в зоне ледового воздействия. Проведен расчет, построены изополя продольных и поперечных напряжений в деформированных схемах расчетных моделей.

Морские стационарные платформы, опорная стойка, подкрепления опорной стойки, расчетная модель.

В 50-е годы прошлого столетия были открыты крупные месторождения нефти и газа в ряде морских районов мира. В 1958 году работы на морских нефтегазопромыслах вели только 4 страны. В 1960г. поисками нефти и газа на шельфе занимались 15 стран, а в 1973г. – около 100 стран и 25 из них добывали нефть и газ в море. К 1980г. уже более 40 стран имели морские нефтегазопромыслы.

Основным направлением экономического и социального развития Украины является освоение и разработка одного из наиболее перспективных ресурсных регионов Украины – шельфа Черного и Азовского морей. Разработка стратегии и тактики освоения ресурсов углеводородов требует решения комплекса сложных технических задач и, в первую очередь, создания высоконадежных конструкций ледостойких нефтегазопромысловых сооружений.

Общая площадь украинского сектора Черного и Азовского морей составляет 133,7 тыс.км. Украинский сектор шельфа Черного и Азовского морей входит в Альпийско – Гималайский орогенный пояс, в котором расположены крупнейшие нефтегазоносные регионы Ирана, Ирака, Азербайджана, Северного Прикавказья и Румынии. Прогнозируемые ресурсы региона – более 1,5 миллиардов тонн условного топлива.

Разработка и эксплуатация морских нефтегазоносных месторождений осуществляется в основном с помощью металлических стационарных платформ. Длительный период эксплуатации платформы обуславливает сложность ее работы в ледовом режиме моря даже при небольшой глубине.

За основу расчетной модели была принята стойка ледостойкой стационарной морской платформы установленной в Азовском море на Стрелковом месторождении.

В данной статье приведены результаты исследований работы нескольких типов опорных стоек морской стационарной платформы.

В качестве базовой модели принята металлическая труба диаметром 1420 см. с толщиной стен 20 мм. без внутреннего заполнения, к которой приложена горизонтальная нагрузка имитирующая ледовое воздействие.

Изополя продольных и кольцевых напряжений в деформированной схеме расчетной модели представлены на рис. 1 (а,б). По конфигурации трубчатой стойки на деформативной схеме видно, что опорная стойка без подкреплений с такой толщиной стенки не выдерживает ледовой нагрузки и теряет свою форму.

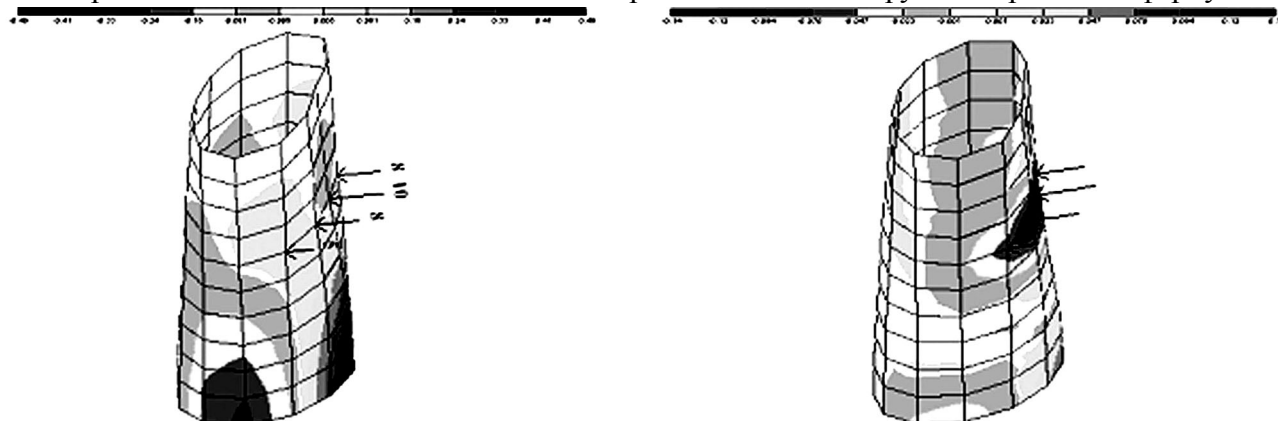


Рис.1. Изополя продольных (а) и кольцевых (б) напряжений в деформированной схеме расчетной модели №1.

Следующая расчетная модель разработана с подкреплением трубчатой стойки мелкозернистым бетоном. При анализе формы деформаций можно отметить, что характер деформаций близкий к характеру деформаций первой расчетной модели. Однако уровень напряжений в элементах опорной стойки снизился. На рис.2 представлены изополя кольцевых и продольных напряжений деформационной схемы.

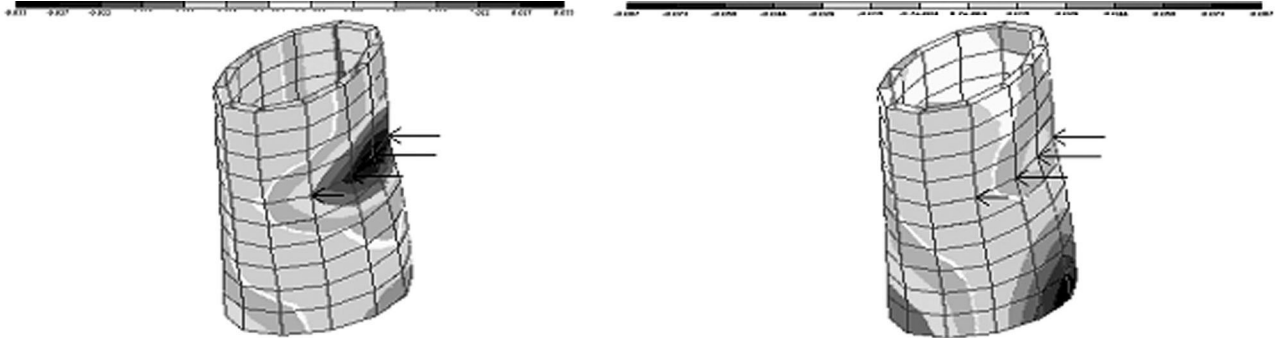


Рис.2. Изополя касательных (а) и продольных (б) напряжений в деформированной схеме расчетной модели № 2

Третья модель представляет собой опорную стойку с подкреплением и конусным уширением в зоне ледового воздействия. На данной модели исследовались два варианта загрузки ледовой нагрузки: - на верхнюю часть конуса; - на нижнюю часть конуса. На рис. 3 представлены изополя продольных и поперечных напряжений в деформированной схеме расчетной модели № 3 при воздействии ледовой нагрузки на верхнюю часть конуса.

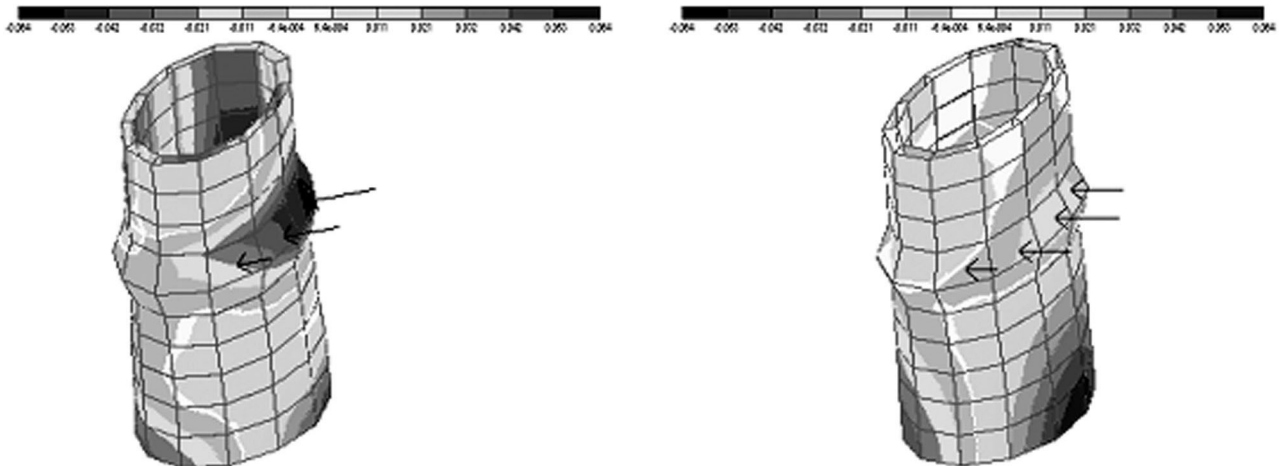


Рис. 3. Изополя продольных и поперечных напряжений в деформированной схеме расчетной модели № 3 (лед сверху)

На рис.4 представлены изополя продольных и поперечных напряжений в деформационной схеме расчетной модели №3 при воздействии ледовых нагрузок на нижнюю часть конуса. В элементах опорной стойки уровень напряжений снизился, зато в конусном уширении уровень напряжений значительно выше чем в самой стойке.

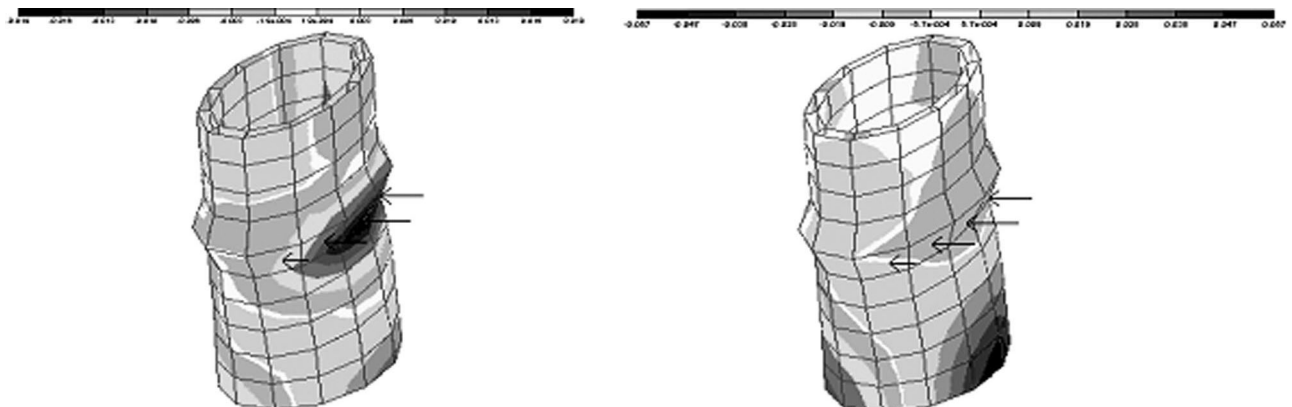


Рис. 4. Изополя продольных и поперечных напряжений в деформированной схеме расчетной модели № 3 (лед снизу)

ВЫВОД:

в результате проведенных исследований можно сделать следующий вывод:

- подкрепленная трубчатая стойка морской стационарной платформы значительно лучше воспринимает локальную поперечную нагрузку, которая собой представляет ледовую;
- размещение в зоне действия ледовой нагрузки конического уширения приводит также к снижению уровня напряжений в трубчатой стойке

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Морские гидротехнические сооружения на континентальном шельфе. Г.В. Симаков, К.Н. Шхинек, В.А. Слилов, Д.В. Марченко, Н.Г. Храпатый. Л.: Судостроение, 1989.
2. Основные разработки шельфов нефтегазовых месторождений и строительство морских сооружений в Арктике. А.В. Золотухин, О.Т. Тудместад, А.И. Ермаков, Р.А. Якобсен, И.Т. Мищенко, В.С. Вовк, С. Лосет, К.Н. Шхинек, Москва ГУП Из-во «Нефть и газ», 2000.
3. Пакет прикладных программ «Лира W. 9.2». К., НИИАС, 2002.

Раздел 2. Основания и фундаменты, механика и сейсмостойкость

УДК 550.34.00

Агапов В.Н., аспирант

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Полевой телеметрический модуль в системах сбора и регистрации инженерно-сейсмометрической информации

Рассмотрены характеристики отдельных блоков полевого телеметрического модуля, Изучены требования, предъявляемые к аппаратуре для сейсмических наблюдений. Проведены лабораторные исследования макета полевого телеметрического модуля

Сейсмология, сейсмоканал, статическая калибровка, волновая картина, спектры сигналов, цифровая фильтрация

В сейсмологической практике, помимо стационарных наблюдений имеет место большое число сейсмологических исследований, которые условно объединяются в класс экспедиционных.

Приведём перечень сейсмологических задач, которые решаются временными экспедиционными наблюдениями:

- изучение афтершоковой последовательности в районе сильного землетрясения.
- запись больших промышленных взрывов на больших эпицентральных расстояниях.
- детальные сейсмологические исследования, которые позволяют решать большой комплекс научных и прикладных задач сейсмологии.
- изучение и районирование сейсмической опасности - одно из основных прикладных применений детальных сейсмологических исследований. И т. д.
- изучение параметров колебаний зданий и сооружений под действием внутренних и внешних источников вибраций.

Для решения этих задач необходима организация сети временных экспедиционных сейсмических станций, оборудованных аппаратурой с достаточно широким частотным и динамическим диапазоном.

Отметим особенности станций экспедиционного типа:

- экономичность по энергопотреблению, так как они, как правило, устанавливаются вне населённых пунктов.
- надёжность и бесперебойность работы.
- простота в обслуживании.
- применение усилительных систем. Это даёт возможность не только использовать меньшие по габариту и весу сейсмометры, но и производить необходимую частотную фильтрацию сейсмического сигнала.

Типы сейсмоприемников и расстояния между ними определяются назначением опытов, точностью приборов (с одной стороны), и максимальной чувствительностью канала (с другой стороны), степенью желаемой детализации волновой картины на различных эпицентральных расстояниях.

Спектры колебаний (вибраций) зданий и сооружений, возбуждаемых различными источниками, сильно отличаются от спектров колебаний грунтов при взрывах. В них преобладают высокие частоты, амплитуда колебаний, как правило, не превышает нескольких миллиметров. Поэтому для записи таких колебаний применяют в основном сейсмометры ВЭГИК, СМ-2, СМ-3, С-5-С, устанавливаемые в различных точках сооружения, как на его поверхности, так и внутри на различных уровнях. Число каналов обычно не превышает 10–15.

Несмотря на существенные различия методики и техники перечисленных выше инженерно-сейсмических исследований, можно сформулировать ряд общих требований к инженерно-сейсмической аппаратуре.

Сейсмометры должны быть портативными, прочными и транспортабельными, простыми по конструкции и наладке, универсальными, т. е. способными регистрировать вертикальные и горизонтальные колебания, герметичными или, по крайней мере, влагостойкими термостабильными и обеспечивать возможность жёсткого крепления к конструкциям.

К инженерно-сейсмическим каналам предъявляются следующие требования:

1. Широкий динамический диапазон регистрируемых сигналов с амплитудами от 0,001 до 100 мм.
2. Возможность быстрой ступенчатой регулировки увеличений.
3. Амплитудные характеристики, позволяющие без искажений записывать смещения скорости и ускорений в диапазоне 1 – 100 Герц.
4. Малые коэффициенты связи.

В соответствии с этими требованиями в настоящее время в инженерно-сейсмических исследованиях применяется аппаратура:

- для регистрации смещений и скоростей – ВЭГИК, СМ-2, СМ-3, С-5–С, ВВП-3 и ВВП-1;
- для регистрации ускорений – СПМ – 16, ОСП, АПГ – 1.

Ранее в статье было заявлено о построении телеметрической системы сбора и обработки данных для инженерной сейсмологии с экономной топологией линии связи. Одним из важнейших элементов этой системы является полевой телеметрический модуль (ПТМ). В связи с этим целесообразно рассмотреть результаты лабораторных исследований рабочих характеристик данного модуля и их сравнительный анализ с уже существующими изделиями.

Для лабораторных испытаний разработанного лабораторного макета ПТМ использован комплект из трех сейсмоприемников СМЗ-КВ, источником механических колебаний для которых послужил стенд для испытаний и калибровки сейсмической аппаратуры (СПИК-СА) кафедры МиСС.

Блок-схема лабораторного макета ПТМ имеет следующий вид.

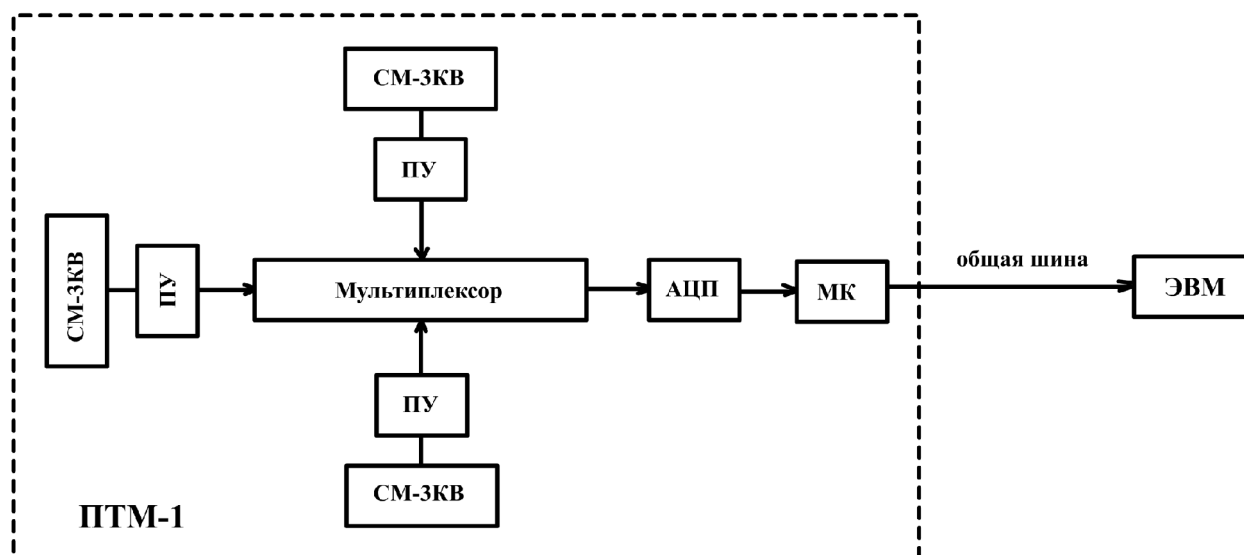


Рис.1 Блок-схема лабораторного макета проводной системы сбора инженерно-сейсмометрической информации с временным разделением и коммутацией пакетов

Сейсмоприемник (СМ-3КВ) имеет период собственных колебаний $T_s = 2\text{сек}$, максимальную амплитуду колебаний катушки преобразователя – 5мм.

На основании прибора укреплен кронштейн, к горизонтальной или вертикальной стороне которого крепится корпус, на котором смонтированы все детали и узлы прибора – маятник, магнитная система, координатный механизм с двумя регулировочными винтами, термокомпенсатор, система арретиров. Сейсмоприемник СМЗ универсален и может быть использован для регистрации вертикальных и горизонтальных колебаний [1].

Незначительные механические перемещения, преобразуются сейсмоприемником в малые по амплитуде аналоговые электрические сигналы. Для того, чтобы преобразование аналогового сигнала сейсмоприемника в цифровой осуществлялось с максимально возможной точностью АЦП необходимо этот сигнал усилить. С этой целью используется каскад предварительного усиления (ПУ), построенный на операционных усилителях. Сейсмоприемник и предварительный усилитель вместе образуют сейсмоканал. С выхода предварительных усилителей сейсмоприемников сигналы поступают в аналоговый мультиплексор, который производит поочередное циклическое подключение всех сейсмо-

каналов к входу АЦП в течение каждого шага дискретизации Δt [2;5].

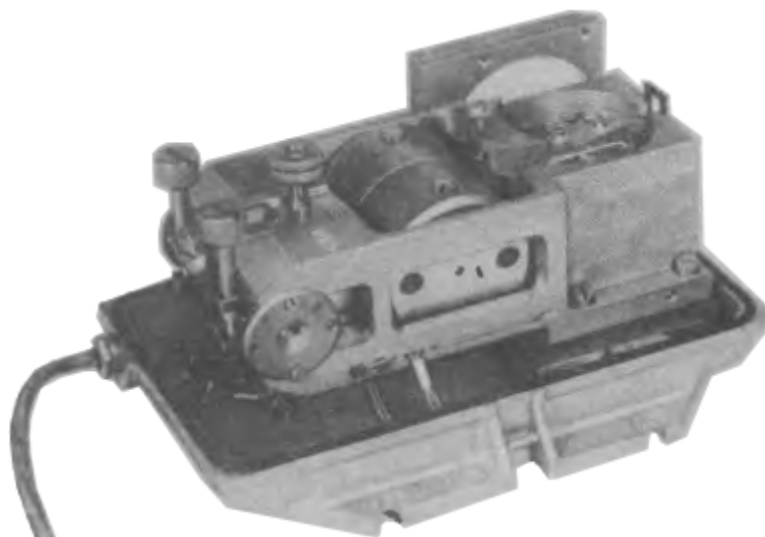


Рис.2 Общий вид сейсмоприемника СМЗ

Управление ПТМ осуществляется с помощью микроконтроллера (МК), который по специально заложенной в него программе формирует поступающую с АЦП информацию в виде пакетов, предназначенных для передачи в центральный пункт регистрации (ЭВМ) по общей линии связи [3].

Согласно ГОСТ 30605-98: состав, последовательность и общие правила испытаний цифровых преобразователей напряжения и тока устанавливают исходя из технических условий конкретного типа прибора [4].

В связи с тем, что ПТМ является частью сейсмометрической системы, для его испытаний необходимо руководствоваться правилами, разработанными для стенда СПИК-СА.

Процесс статической калибровки АЦП, входящего в состав ПТМ с помощью стенда СПИК-СА заключается в формировании сетки образцовых напряжений с помощью блока емкостного датчика стенда и регистрации выдаваемых напряжений стандартным цифровым вольтметром и АЦП, использованным в ПТМ. Сетка напряжений задается микрометрическим винтом, изменяющим расстояние между пластинами емкостного датчика. По результатам измерений формируют таблицу и строят калибровочный график АЦП. Результатом измерения АЦП является код, соответствующий измеренному напряжению с определенной точностью. Для пересчета кода в напряжение можно использовать следующую формулу:

$$V_i = \frac{V_r * C_v}{2^n},$$

где V_i – измеренное напряжение, V_r – опорное напряжение АЦП, C_v – код напряжения, выдаваемый АЦП, n – разрядность АЦП.

Таблица 1

Напряжение, измеренное вольтметром (V_v , В)	Код напряжения, измеренного АЦП	Напряжение, измеренное АЦП (V_a , В)
0	1	0,005
0,1	21	0,101
0,2	41	0,200
0,3	61	0,298
0,4	82	0,401
0,5	102	0,498
0,6	123	0,598
0,7	144	0,702
0,8	164	0,799

Продолжение таблицы 1

0,9	184	0,897
1	205	1,002
1,1	226	1,103
1,2	246	1,200
1,3	266	1,301
1,4	287	1,399
1,5	307	1,499
1,6	327	1,597
1,7	349	1,702
1,8	369	1,801
1,9	389	1,900
2	409	1,998
2,1	430	2,098
2,2	451	2,202
2,3	471	2,300
2,4	491	2,396
2,5	511	2,497
2,6	532	2,600
2,7	553	2,702
2,8	574	2,800
2,9	595	2,903
3	615	3,001
3,1	634	3,098
3,2	656	3,202
3,3	676	3,302
3,4	696	3,397
3,5	717	3,502
3,6	738	3,602
3,7	757	3,698
3,8	779	3,804
3,9	799	3,902
4	819	4,001
4,1	840	4,099
4,2	860	4,198
4,3	881	4,303
4,4	901	4,397
4,5	922	4,501
4,6	942	4,600
4,7	962	4,700
4,8	983	4,800
4,9	1003	4,899
5	1024	5,000

Погрешность АЦП, определяемая по формуле:

$$A = \frac{\sum_{n=1}^k |V_v - V_a|_n}{n}$$

составила 0,002В.

При установленной частоте колебаний подвижной платформы, равной 3 Гц, с помощью промышленного АЦП фирмы L-CARDi ПТМ, разработанного на кафедре МиСС, были произведены записи полученных сигналов в память персонального компьютера (ПК)

Амплитуда сигнала получившегося в результате преобразований L-Card равна 2,93В, амплитуда этого же сигнала, полученного ПТМ, равна 2,38В.

Построив спектр полученных записей посредством программы GeMis, можно оценить долю спектральных гармоник по отношению к максимуму спектра сигнала на основной частоте.

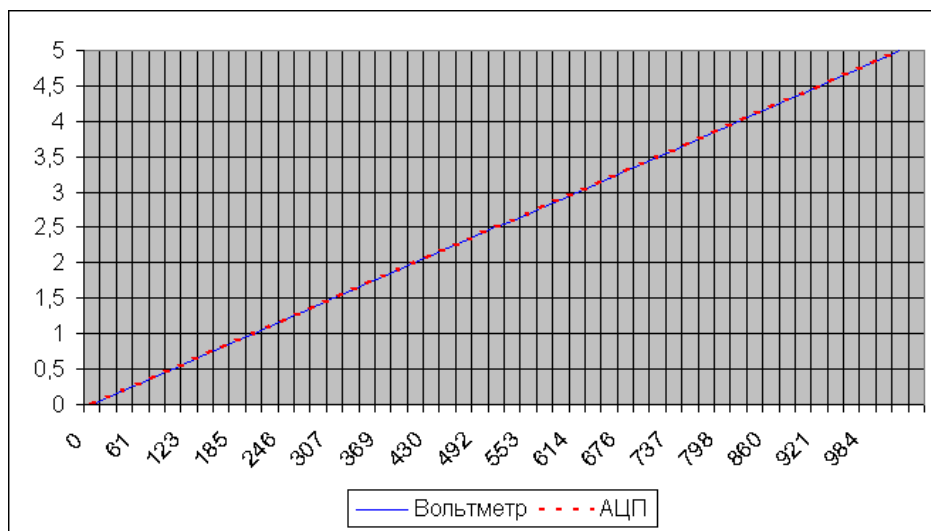


Рис.3 Калибровочный график АЦП

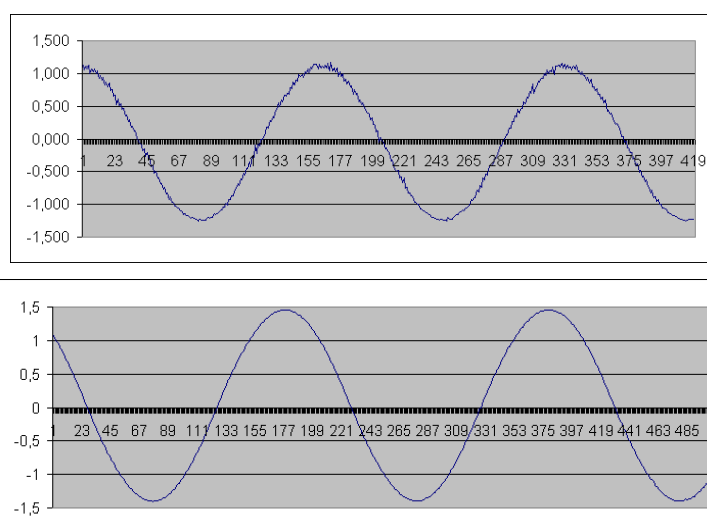


Рис.4. Сейсмограммы, построенные по записям ПТМ и L-Card

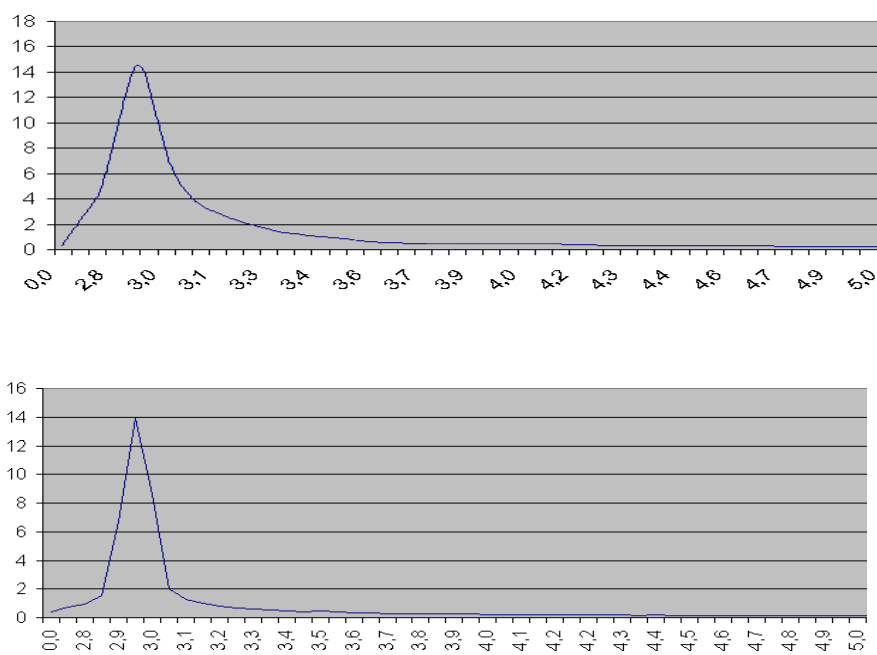


Рис.5. Спектры записей сигналов полученных при помощи ПТМ и L-Card

Результаты обработки записей сигнала собраны в таблицу.

Таблица 2

Обработка спектра записи сигнала с ПТМ				
Частота (Гц) S_0	Амплитуда S_0	Частота (Гц) S_i	Амплитуда S_i	$\frac{S_i}{S_0}$
3	14,3	3,5	0,62	0,043
Обработка спектра записи сигнала с L-Card				
3	13,8	3,5	0,48	0,034

Доля спектральных гармоник в записи перемещения и скорости полученной при помощи ПТМ получилась на 0,009 больше чем в записи сигнала с помощью L-Card. Данный результат объясняется тем, что в лабораторном макете ПТМ не применялась схема фильтрации сигналов. В дальнейшем этот недостаток будет устранен путем введения в ПТМ цифрового фильтра.

ВЫВОДЫ

Предлагаемый полевой телеметрический модуль обладает следующими достоинствами:

1. Сравнительно небольшие габариты и вес (могут быть дополнительно уменьшены при использовании более компактных сейсмоприемников).
2. Экономность в потребление электроэнергии.
3. Возможность разработки режима записи и передачи информации с помощью программного обеспечения (благодаря использованию программируемого микроконтроллера).
4. Возможность подключения съёмного твердотельного блока памяти.
5. Простота наращивания количества ПТМ на обследуемом объекте (количество ПТМ зависит лишь от объёма буферной памяти и скорости считывания и передачи информации по телеметрической линии).

Перечисленные выше достоинства позволяют использовать данный ПТМ в системах сбора и обработки информации в следующих вариантах:

1. При использовании проводной линии связи.
2. При использовании радиолинии
3. Кассетный метод – применяемый при длительном наблюдении за исследуемым объектом в условиях, не позволяющих применить 1-е два варианта (труднодоступность, наличие сильных радиопомех). При этом съёмный твердотельный элемент памяти с данными заменяется на новый. Обработка записанной информации производится в стационарных условиях.

Во всех случаях обработка информации производится на компьютере.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аппаратура и методика сейсмометрических наблюдений в СССР, под редакцией Д.П. Кирнос, М.: Наука, 1986г., 245с.
2. Б.Г. Федорков. Микросхемы ЦАП и АЦП: функционирование, параметры, применение, М.: Энергоатомиздат, 1990г., 326с.
3. М. Предко. Руководство по микроконтроллерам – Том 1 и 2, Москва: Постмаркет, 2001г.
4. ГОСТ 30605-98: Преобразователи измерительные напряжения и тока, 2004г.
5. В.Н. Агапов. Аналого-цифровые преобразователи в сейсморегистрирующих системах. В сб. Строительство и техногенная безопасность. Вып. 11., Симферополь, “Крымская академия природоохранного и курортного строительства”. 2005.(В печати).

Бугаевский Г.Н., докт. физ.-мат. н., проф., Цмыкал Д.А., аспирант, Спрожецкий В.В., студент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Характеристики колебательных систем

Рассматривается вопрос об определении амплитудных характеристик колебательных систем. На примере модели показано, что «генераторный метод» и отклик на импульсное воздействие приводят к идентичным частотным представлениям характеристик.

Колебательная система, частотная характеристика, импульсное воздействие, движение платформы.

Известно, что реакция колебательной системы на механическое воздействие определяется ее частотной характеристикой. Менее обращается внимание на то, что роль частотной характеристики проявляется не только в резонансе при установившихся колебаниях, но и в переходном процессе от состояния покоя к возникновению колебаний системы. Физически это нетрудно понять: абсолютно твердое тело, абсолютно жестко связанное с опорой, через которую механическое воздействие передается телу, совершает только вынужденное движение без возникновения относительных собственных. Поэтому, чем жестче связи в колебательной системе, тем не только выше частота ее собственных колебаний, но тем меньше амплитуда начального смещения по отношению к опоре из положения равновесия даже при воздействии, содержащем низкочастотные интенсивные колебания. Установка «мягкой» связи между телом и опорой может практически исключить собственные колебания тела как результат его деформирования и создать новую колебательную систему с частотами, определяемыми устройствами связи.

Здания и сооружения, закрепленные на грунте теми или иными фундаментными конструкциями, являются колебательными системами с определенными характеристиками. Их относительная реакция на сейсмические воздействия, как на первый импульс («удар»), так и на прохождение всего цуга сейсмических волн существенно зависит от частотных характеристик конструкций. Знание этих характеристик (как и характеристик истинных движений грунта в волне) позволяет **рассчитать реакцию** сооружения на воздействие. Таким образом, определение частотных характеристик зданий и сооружений дает возможность в решении задачи о сейсмостойкости опираться на закон истинного движения грунта. Это приводит к определению физической реакции конкретных конструкций на конкретное сейсмическое воздействие, к оптимальному расчету прочностных параметров зданий. Замена эмпирических оценок воздействий в виде так называемой сейсмической силы реальным определением физической энергии движений приведет к значительной экономии средств на строительство при объективном повышении сейсмостойкости. В этом основной смысл задачи определения частотных характеристик зданий и сооружений.

Определение частотной характеристики колебательной системы можно осуществлять по принципу «генераторного метода», при котором системе **задаются** воздействия в виде установившихся гармонических колебаний на конкретных частотах, включающих спектр частот **естественного сигнала**. Обеспечить такой режим для реальных зданий без использования громоздких и дорогих виброустановок не представляется возможным. К тому же, такие установки не обеспечивают широкого спектра воздействий, особенно в интервалах частот в десятки Гц или в десятые доли Гц.

Более перспективным является использование импульсного воздействия на сооружение, прежде всего, типа единичного скачка [1, 2]. Известно, что, если исследуемая система «перезагашена» и ее характеристическое уравнение не имеет комплексных корней, то амплитудная характеристика колебательной системы монотонна.

Напротив, **теоретические расчеты** проектируемых конструкций исходят из сравнительно слабой диссипации энергии механических движений и из возможности существования так называемых главных частот колебаний. **Экспериментально** получаемые отклики сооружений на воздействия содержат максимумы спектров на конкретных частотах [3, 4, 5]. Следовательно, реальные здания и сооружения, действительно, являются колебательными системами, частотные ха-

рактические характеристики которых можно попытаться определить с помощью импульсного воздействия.

Калибровочный стенд кафедры механики и сейсмостойкости сооружений может служить моделью колебательной системы, частотная характеристика которой легко может быть определена генераторным методом за счет электродинамического возбуждения колебаний платформы стенда от стандартного генератора. Вместе с тем, можно обеспечить и импульсное возбуждение движений платформы. С этой целью конструкция стенда дополнена кронштейном с блоком, имеющим весьма малое трение на оси. Установка кронштейна позволила осуществить оттяжку платформы стенда по линии ее поступательного движения на расстояние, которое определялось нагрузкой на свободном конце нити. Начальное смещение платформы ограничено положением подвижной пластины емкостного измерителя перемещений, установленной на платформе, в средней точке рабочей характеристики измерителя. Рис. 1 содержит график статической калибровки платформы. График представляет указанную рабочую характеристику - связь между значениями статического смещения платформы, зафиксированного с помощью микрометрического винта микроскопа и значениями напряжения, снимаемого с пластин емкостного датчика перемещений.

Платформа приходит в движение из положения начального отклонения за счет скачкообразного снятия нагрузки путем пережигания нити.

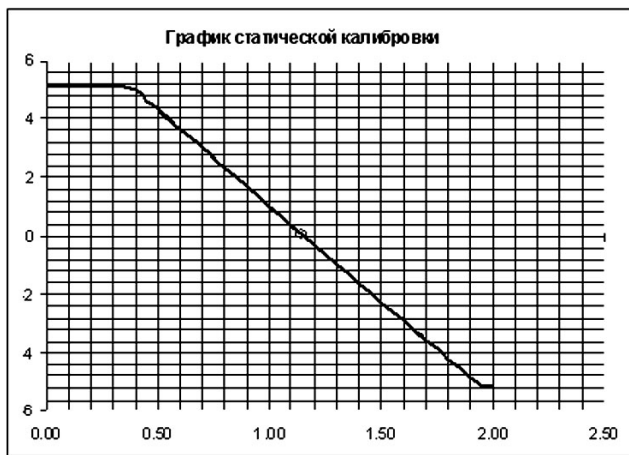


Рис. 1. График статической калибровки стенда.

На рис. 2 представлены спектры скоростей движения платформы из начальных положений, заданных значениями масс отклоняющей нагрузки.



Рис. 2. Спектры сигналов индуктивного датчика при значениях начального смещения платформы 0.075-0.59 мм.

Рис. 3 содержит частотные характеристики платформы, полученные в результате регистрации отклика платформы на описанные импульсные воздействия.

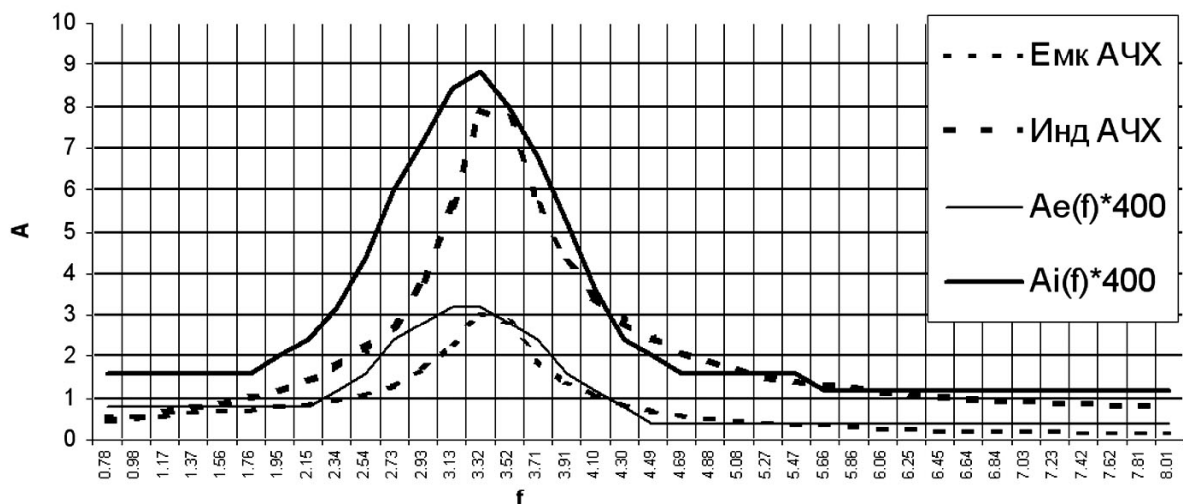


Рис. 3. Характеристики платформы, полученные «генераторным методом» (пунктир) и по отклику на единичную ступень (сплошные линии).

Здесь же представлены характеристики, найденные генераторным методом. В связи с существенным различием напряжений сигналов, полученных двумя указанными способами от обоих датчиков платформы (емкостного и индуктивного), кривые представлены в двух разных масштабах. Существенным является достаточно полное подобие характеристик.

Полученный результат позволяет получать амплитудную характеристику сооружения с помощью регистрации его отклика на единичную ступень, задаваемую способом, подобным описанному.

При динамических исследованиях реакции реального здания в с. Дубки выполнены наблюдения его собственных колебаний, возбужденных резко снимаемой нагрузкой. Нагрузка была задана оттяжкой здания из положения равновесия с помощью натяжения лебедкой петли троса, охватывающей здание на уровне цоколя. Лебедка, жестко закрепленная на грунте в 13 м от здания, позволяла создать усилие до 12 кН. В результате сбрасывания петли с крюка лебедки здание и прилегающий к лебедке грунт скачком освобождались от смещающего горизонтального усилия и совершали собственные затухающие колебания, которые были зарегистрированы трехкомпонентными комплектами сейсмоприемников.

Положение одного из комплектов, расположенного на расстоянии в 5 м от лебедки, было неизменным, второй последовательно перемещали в здании по узлам пространственной трехмерной сетки с шагом по горизонтали 2.3 м, по вертикали - 3 м. На рис. 4 представлены спектры компонент (сверху вниз - x, y, z) откликов на три импульса, записанных в одной и той же точке грунта (верхние три кривые) и в точках чердачного перекрытия №№ 314, 315, 316 здания в с. Дубки (три нижние кривые на соответствующих трех рисунках). Расположение точек в здании показано на рис. 5.

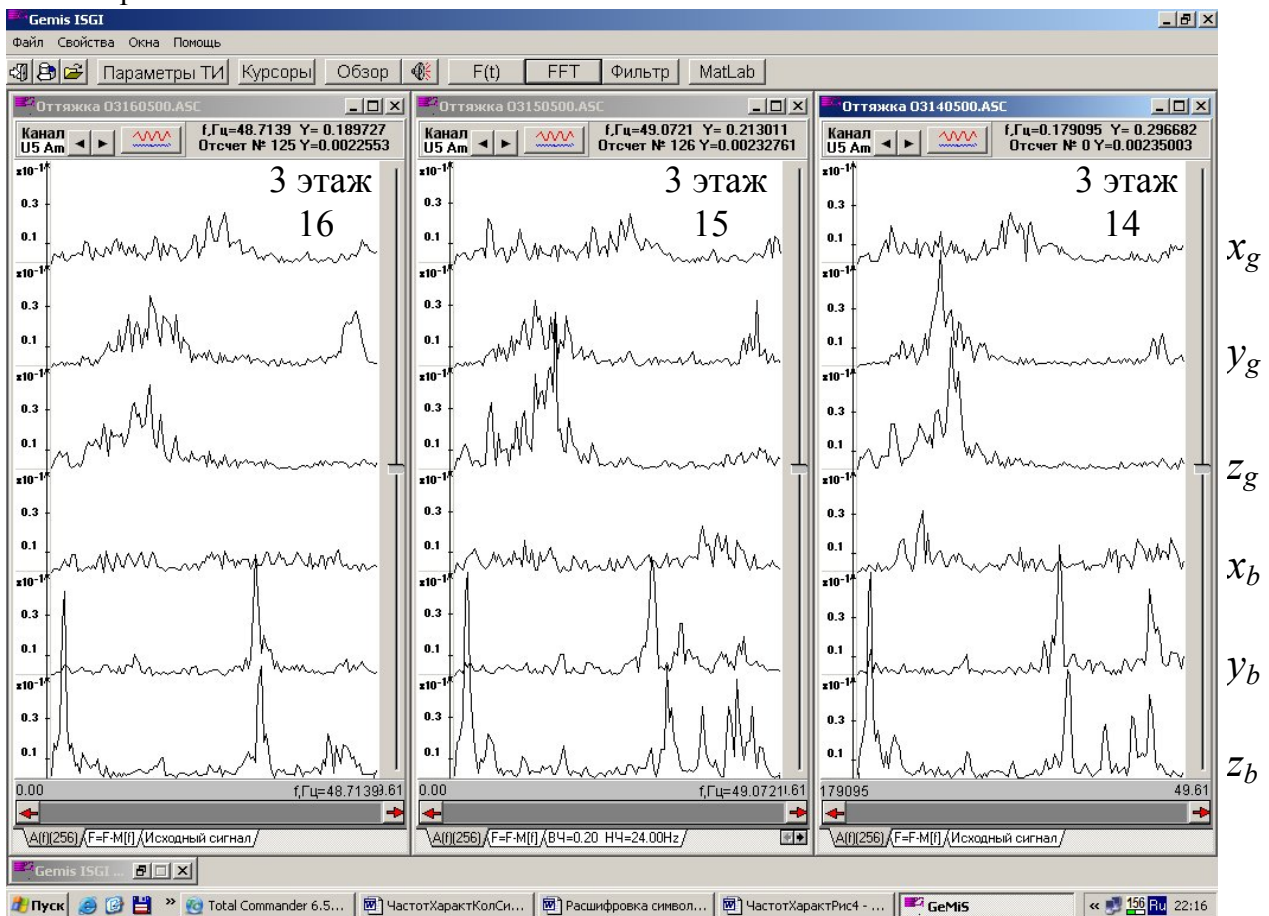


Рис. 4. Спектры откликов здания, записанных в точках №№ 314, 315, 316 чердачного перекрытия, на три импульса с силой оттяжки в 5 кН.

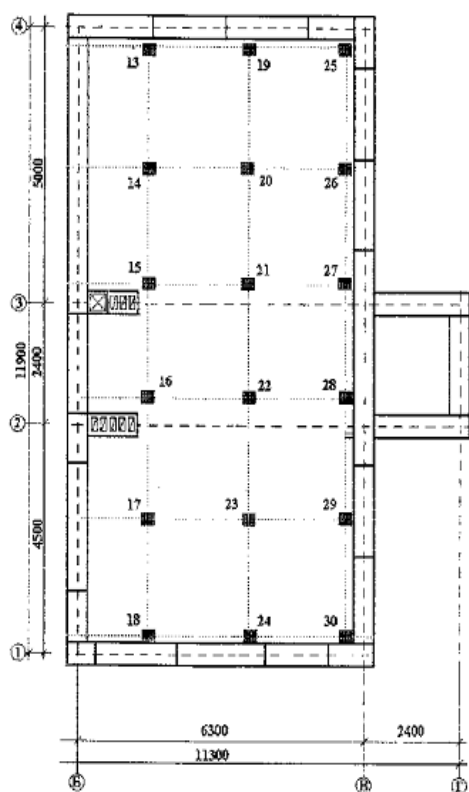


Рис. 5. План расположения точек трехкомпонентных наблюдений на 3-м перекрытии

Хорошо видно согласие спектров компонент y , z , полученных по записям в здании (максимумы на частотах около 2 и 30 Гц) и резкое их отличие от спектров, полученных на грунте (незначительные максимумы спектров в здании при 5 и 16 Гц могут отражать частотные свойства грунта). Приведенные спектры позволяют получить частотные характеристики фрагментов конструкции, прилежащих к указанным пунктам [6]. Вместе с тем, заметны различия и этих характеристик, связанные особенностями полей напряжений фрагментов сооружения, что существенно для задачи динамической паспортизации зданий.

ВЫВОДЫ

Исследование на модели подтверждает возможность определения частот собственных колебаний конструкции с помощью регистрации ее откликов на импульсные воздействия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. - М.: Мир, 1974. - 199 с.
2. Деч Г. Руководство к практическому применению преобразования Лапласа и Z-преобразования. - М.: Наука, 1971. - 288 с.
3. Бугаевский Г.Н. Уравнения равновесия и движения среды и спектральный тензор деформации. Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. тр., вып. 8. - Симферополь: КАПКС, 2003 - с. 61-66.
4. Бугаевский Г.Н. Необходимость учета сейсмической опасности в земельном кадастре. Земельная реформа в Крыму. Состояние и перспективы дальнейшего совершенствования земельных отношений. Материалы первой крымской научно-практической конференции 7-8 апреля 2004 г. Симферополь: КГАТУ, 2004. - с. 44-52.
5. Бугаевский Г.Н. Экспериментальное изучение реакции сооружения на механическое воздействие. Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. тр., вып. 9. Симферополь, КАПКС, 2004, с. 44-51.
6. Бугаевский Г.Н. Спектрально-динамические и диссипативные свойства элементов сооружения. Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. тр., вып. 11. Симферополь, КАПКС, 2005, с.85-88.

Рязанова Н. И., аспирант НАПКС
«КРЫМГИИИИТИЗ» г. Симферополь.

Влияние природных и техногенных факторов на активизацию оползневых процессов

Активизация оползневых процессов на склонах переменного профиля определяется суммарным воздействием природных и техногенных факторов, зависит от масштабов развития техносферы.

природные факторы, оползнеобразование, антропогенное воздействие, тектонические нарушения, сейсмичность территории

Развитие каждого отдельного оползня определяется многими различно взаимодействующими природными и техногенными факторами. Характер проявления факторов оползнеобразования может быть постоянным и переменным. К постоянным природным факторам оползнеобразования относятся геоморфология участка, геологические и гидрогеологические условия, литология пород, суффозионные явления, тектонические структуры. К переменным природным факторам - сейсмичность территории, гидрологические условия, инфильтрация атмосферных осадков, штормовое воздействие, эрозия речной и овражно-балочной сети. К антропогенным факторам относятся подрезки и пригрузки склонов; доувлажнение склоновых массивов за счёт ненормированного полива, утечек из водонесущих коммуникаций и (или) формирования верховодки; динамические микросотрясения при прохождении железнодорожного и автомобильного транспорта, вибровоздействие, взрывы.

Интенсивность процесса оползнеобразования связана с постепенным разуплотнением и разупрочнением пород, приводящим к объёмным деформациям грунтовых массивов или приконтактной зоны пород различного литологического состава и генезиса, и определяется геологическим строением склонов, геоморфологическими условиями рельефа (высотой и крутизной эрозионных уступов); цикличностью и степенью подтопления, а также интенсивностью увлажнения пород осадками; влиянием антропогенных факторов.

Понижение базиса эрозии в пределах склонов речных долин зачастую приводит к возникновению и развитию оползневых процессов при условии суммарного воздействия прочих неблагоприятных природных факторов и техногенного воздействия (перепланировка склонов). Оползни здесь часто носят солифлюкционный характер или образуют оплывины. Так исследованный оползнеопасный обводной участок дороги км 694+670 автотрассы Киев-Харьков - Ростов-на-Дону между гг. Артёмовск и Славянск Донецкой области примыкает с юго-запада к аварийному оползневому участку и пересекает верховья эрозионного вреза склона северо-восточной экспозиции широкой длинной долины в пределах оползневого цирка (фото 1,2). Участок изысканий имеет максимальную протяжённость с юга на север около 500м, а с запада на восток – около 480м. Автотрасса пересекает верховья балки, примыкающей к водораздельному гребню. Дно балки имеет скибообразные уступы и бугры выпирания. По дну балки водотоком промыто русло ручья, заполненное выносимым песком, галькой (балочным аллювием).

К северо-западу в 100м находится верховой пруд для полива возделываемых сельхозугодий, а в 0.5км от участка прорыт канал Северский Донец-Донбас в конце 50-х годов. Воды р.Сев.Донец по построенному каналу с проектным расходом 25м³/сек направлены в центральные промышленные районы Донбасса, снабжая промышленные предприятия и посёлки питьевыми и техническими водами. После введения канала в эксплуатацию на склонах балок появились выходы родников, имеющие в настоящее время постоянный характер. По сведениям эксплуатационных служб естественные и невосполнимые потери из канала составляют около 40%. Уровни подземных вод повышаются в весенний период. Ещё один пик является доминирующим в апреле-мае, когда таяние снегов совместно с дождями создаёт самые благоприятные условия для инфильтрации влаги, что приводит к оползневым подвижкам в пределах исследуемого участка. Ниже аварийного полотна дороги наблюдаются выходы родников и многочисленные мочажины, оплывины, конусы выноса песчано-гравийного состава. Исследованиями установлено, что из техногенных факторов динамические нагрузки движущегося на участке автотрассы транспорта приводят к активизации оползневых подвижек; наличие барражного эффекта и низкая эффективность дренажных сооружений приводят к доувлажнению искусственных грунтов дорожного полотна. Необходим отвод подземных вод, укрепление полот-

на дороги противооползневыми сооружениями (сваи, виадук), обустройство дренажных сооружений.



Фото 1.



Фото 2.

Из постоянных геологических факторов оползнеобразования существенное воздействие оказывают коренные глины протопиевской свиты нижнего триаса, которые при доувлажнении и набухании существенно разуплотняются, снижают свои прочностные параметры, а также верхнеплиоценовые пески мелкие и лёгкие суглинки, подвергающиеся процессам суффозии, в свою очередь перекрытые делювиально-пролювиальными и балочными отложениями четвертичного возраста, техногенными грунтами.

В отличие от склонов речных долин в пределах береговой линии моря в период трансгрессий происходит активизация оползневых процессов.

В пределах ЮБК существенное влияние оказывают тектонические процессы и сейсмическая интенсив-

ность территории. Оползнеопасные участки и оползневые процессы на ЮБК приурочены к зонам развития разрывных тектонических нарушений (поперечных или продольных по отношению к Главной гряде Крымских гор). Зоны тектонических нарушений характеризуются, как правило, повышенной трещиноватостью и раздробленностью пород, значительной степенью их гидротермальной переработки, выветрелости и ожелезнения.

К примеру, рельеф участка (крутизной в северо-западной части 15-20°, а у подножия - 30-40°) строительства рекреационно-оздоровительного комплекса в районе пляжа пансионата «Береговое», базы отдыха «Кастель» п. Чайка Маломаякского поссовета г. Алушты носит сложный ступенчатый характер, подвержен воздействию боковой и русловой эрозии, значительно осложнён глубокой балкой юго-западного простирания с крутыми склонами. Структура участка определяется наличием продольного тектонического нарушения северо-восточного – юго-западного простирания. Это сброс, входящий как один из швов в систему Южно-бережного глубинного разлома. Территория расположена в пределах древних стабилизировавшихся оползней №438 и 439 (по Кадастру оползней Крыма). Древние оползни (зарегистрированы в 1969г.), имеют блоковое строение, отражающееся в рельефе террасовидным, сnivelированным уступом, приуроченным к региональному тектоническому нарушению и зоне повышенной трещиноватости, спровоцированы абразионной подсечкой склона, эрозионным подмывом грунтов правого борта, сезонным увлажнением грунтов. Древнеоползневые отложения относятся к оползням фронтального типа, язык оползня закреплён сооружениями набережной. По своей масштабности относятся к небольшим оползням [1]. В северо-западной части участка наблюдались в динамике оползневые подвижки в пределах подъездной дороги, ведущей к дому отдыха «Береговое», вызванные суммой факторов: подрезкой склона для обустройства дороги, пригрузкой верховьев балки строительным мусором, подмывом полотна дороги селевыми и паводковыми водами (фото 3).



Фото 3.

ВЫВОДЫ.

Оползни вызваны суммой природных и техногенных факторов и спровоцированы совместным сейсмическим и гравитационным воздействием, приуроченностью к зоне регионального тектонического нарушения, техногенной деятельностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ДБН В. 1.1-3-97. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов.

Хван А.П., к.ф.-м.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Возможная модель оползня

Рассмотрена механико-математическая модель оползня, имеющего ложе параболической формы. Обсуждены вопросы устойчивости оползня. Выявлены наиболее важные задачи, решение которых может привести к разработке теоретического и практического методов прогнозирования оползневой процесса.

Модель, оползень, тело, ложе, парабола, устойчивость, прогноз, проблемы.

Рассмотрим простейшую механико-математическую модель оползня, тело которого является однородной массой, а форма его ложа в вертикальном продольном разрезе представляет собою параболическую кривую. Эта модель позволяет выявить принципиальные вопросы оползневой процесса и определить основные проблемы в задаче его прогнозирования. Выбор параболической формы ложа оползня вызван двумя причинами. Во-первых, результаты натурных наблюдений [1,2] указывают, что в большинстве случаев форма ложа оползня близка к параболе в сочетании с прямолинейными участками. Во-вторых, в местах стыка параболы и прямой отсутствует явление кинематического удара, то есть скачка вектора скорости скольжения тела оползня. Такой скачок вектора скорости происходит в местах стыка окружности и прямой – это заставило нас отказаться от сферической формы ложа оползня, принятого в ряде работ [3]. А такой скачок вектора скорости в указанных местах стыка может привести к непредсказуемому результату в оползневом процессе.

Для простоты задачи выберем стандартную прямоугольную систему координат (Oxy) с началом в вершине параболы, описывающей форму ложа в вертикальном продольном разрезе оползня (рис.1). Тогда уравнение параболы имеет вид:

$$y=ax^2, \quad (1)$$

где $a=1/2p$, p – параметр параболы. На рис. 1 дано начальное положение оползня (до начала процесса оползания): M – произвольная точка оползня, $\vec{r}=\vec{OM}$ – радиус-вектор, γ – угол наклона \vec{r} к оси Ox , $\vec{\tau}$ – вектор силы сцепления (трения) в расчёте на единицу длины ложа, направленной по касательной к параболе, α – угол между \vec{r} и $\vec{\tau}$, β – угол между касательной к параболе в точке $M(x,y)$ и осью Ox , C – центр тяжести тела оползня, G – сила тяжести этого тела, h – плечо момента силы G относительно точки O , l – горизонтальный размер тела оползня.

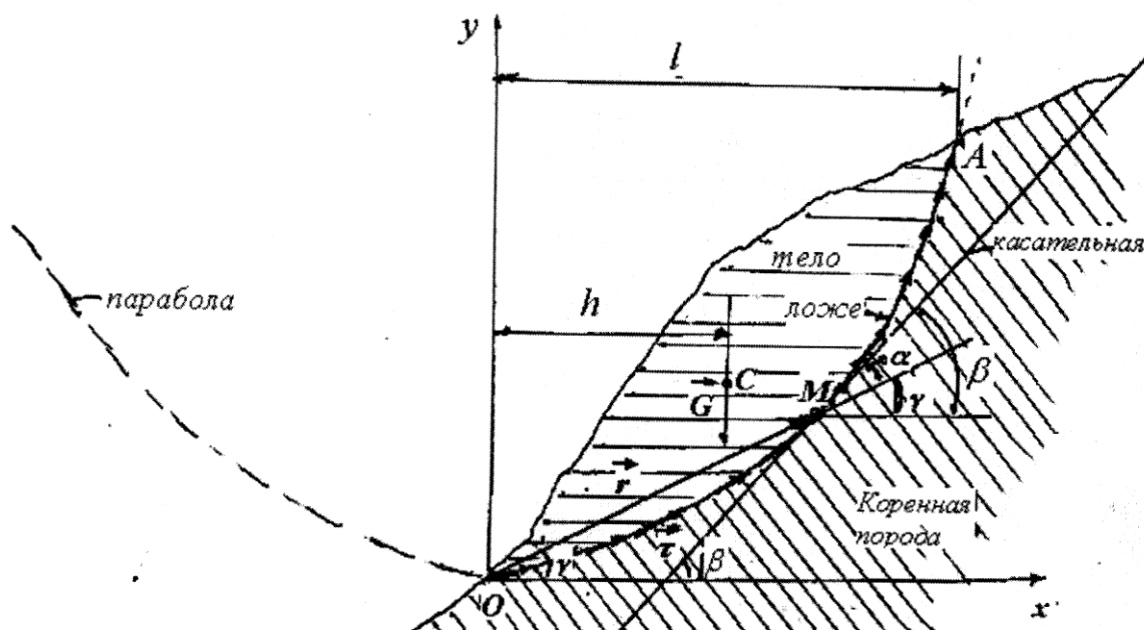


Рис.1. Схема образования оползня

Сдвигающая сила \vec{G} создаёт момент относительно точки O

$$m_0(\vec{G}) = Gh. \quad (2)$$

Сила сцепления (сопротивление скольжению), действующая вдоль элементарной дуги dS параболы, создаёт момент сопротивления относительно той же точки O , равный

$$m_0(\vec{\tau} \cdot dS) = \left| [\vec{r} \times \vec{\tau} dS] \right| = r \cdot \tau \cdot \sin \alpha \cdot dS.$$

Отсюда суммарный момент сил сопротивления вдоль линии ложа будет равен

$$M_0^C = \sum_{OA} m_0(\vec{\tau} \cdot dS) = \int_{OA} r \cdot \tau \cdot \sin \alpha \cdot dS. \quad (3)$$

Учитывая известные соотношения для параболы, её касательной, радиус-вектора \vec{r} при условии постоянства силы сцепления t вдоль всей дуги OA , из (3) получим:

$$M_0^C = \int_{OA} a \tau x^2 dx = \frac{1}{3} a \tau l^3. \quad (4)$$

Предельное состояние равновесия определяется уравнением статики, которое с учётом (2) и (4) имеет вид:

$$\sum m_0 = m_0(\vec{G}) - M_0^C = 0, \text{ или } Gh - \frac{1}{3} a \tau l^3 = 0. \quad (5)$$

Тело оползня будет находиться в состоянии устойчивого равновесия, если

$$Gh - \frac{1}{3} a \tau l^3 > 0.$$

Равновесия не будет, то есть оползень начнёт движение, если

$$Gh - \frac{1}{3} a \tau l^3 < 0.$$

Согласно (5) и следствий из него устойчивость оползня определяется значением силы $\vec{\tau}$, массой тела оползня, расположением его центра тяжести (или плечом h момента силы тяжести), горизонтальным размером l тела, параметром параболы $p=1/2a$. В установлении их реальных значений и заключается первоочередная задача в проблеме разработки прогностического метода. Но кроме этой задачи существует множество не менее сложных задач: как учесть неоднородность тела оползня (например, его слоистость), его обводнённость, геолого-геофизические особенности пород, слагающих тело оползня и окружающей среды, влияние естественных и антропогенных факторов и т.д. Даже выбор формы ложа оползня и расположение осей координат, определение размеров тела оползня наиболее точно согласующихся с реальными параметрами оползня в том или ином оползневом регионе не являются простыми задачами.

ВЫВОДЫ

Получено условие устойчивости оползня, имеющего наиболее близкую к реальности параболическую форму ложа. На основе рассмотренной механико-математической простейшей модели оползня определён круг наиболее важных проблем, решение которых может позволить разработать теоретический и практический методы прогноза оползневомого процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. И.Ф. Ерыш, В.Н. Саломатин. Оползни Крыма. Ч. 1 и 2. Изд. «Апостроф». Симферополь, 1999.
2. И.Ф. Ерыш. Механизм типичных оползней Южного Берега Крыма и вопросы стационарного их изучения. Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук. М. 1980.
3. Л.Д. Белый. Инженерная геология. М.: Высшая школа, 1985.

Раздел 3. Строительные материалы и изделия

УДК 666.972

Коваль С.В., д.т.н., доцент, Сапожников В.А., Гофман Е.П.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Прогнозирование качества бетона на основе ультразвукового контроля и экспериментально-статистического моделирования

Рассмотрены вопросы повышения эффективности прогнозирования качества монолитного бетона на основе экспериментально-статистических моделей, включающих данные о свойствах бетона, полученных по данным ультразвукового контроля.

Бетон, прогнозирование качества бетона, ультразвук, экспериментально-статистические модели

Одним из перспективных способов модифицирования композиционных Проблема повышения надежности строительных сооружений при использовании современных технологий строительства, в том числе, монолитно-каркасной, с большим объемом конструкций вертикального формования, охватывает довольно широкий спектр инженерных, экологических и социальных аспектов. Одно из направлений решения этой актуальной проблемы - обеспечение гарантированного уровня качества конструкций. Развитие в этом направлении требует совершенствования систем управления качеством бетона, которые должны, с одной стороны, реализовать требования стандартов (международных, общегосударственных, корпоративных), а с другой стороны – минимизировать затраты на обеспечение уровня качества. Для этого целесообразно использовать результаты фундаментальных исследований, применять современные методы прогнозирования качества, учитывать климатические и другие особенности конкретного региона и ориентироваться на конъюнктуру рынка строительной продукции.

Как показывает опыт, усовершенствование методов прогнозирования качества возможно за счет снижения общей стоимости контроля и повышение его оперативности. Инструментами этого могут быть данные измерений методами неразрушающего контроля в комплексе со статистическими методами оптимизации качества; на целесообразность такого подхода обращают внимание международные конгрессы по строительному материаловедению.

Цель работы - повышение эффективности прогнозирования качества монолитного бетона на основе экспериментально-статистических моделей, которые включают данные о его свойствах по данным ультразвукового контроля.

При монолитном бетонировании вертикальных конструкций (типа колонн, несущих стен) существуют проблемы структурной неоднородности бетона, что вызывает в нем, как неоднородном материале неравномерные напряжения при деформации, отклоняющиеся от среднего уровня с многочисленными местами их локальной концентрации. В конечном счете, это приводит к раскрытию в наиболее слабых местах структуры трещин, возникающих в процессе ее формирования. Скопление таких технологических дефектов инициирует образование магистральных (критических) трещин, которые проходят, по ослабленным в процессе формирования структуры сечениям и резко снижают эксплуатационные характеристики материалов и строительных конструкций.

Методы установления надежности конструкций сводятся к тому, чтобы приложенные нагрузки не превосходили предельное состояние конструкций. На рисунке 1.а кривая N показывает распределение нагрузок, а кривая R - изменение величины прочности. Отношение R/N характеризует запас прочности (N - максимальная расчетная эксплуатационная нагрузка, R - сопротивление конструкций, фактически достигнутое при их изготовлении). В экстремальных условиях всегда существуют такие нагрузки и такая прочность сооружения, когда возможно разрушение (которое следует ожидать в точке пересечения кривых) [1]. Существует два подхода к учету неравномерности свойств бетона в конструкциях. Во-первых, числовые оценки неравномерности можно учесть при расчете (СНИП 2.03.01.-84*), изготовлении или эксплуатации конструкций, в частности, увеличив их размеры или снизив уровень допустимых эксплуатационных нагрузок, и понести убытки за счет перерасхода ресурсов. Во-вторых, можно улучшать однородность за счет изменения состава, технологии его приготовления и бетонирования конструкций.

На рис. 1.б показано распределение скорости ультразвука ($v_{уз}$) в монолитной стеновой конструкции. Показатель $v_{уз}$ отражает изменение таких свойств как плотность, прочность и других свойств, коррелирую-

щих в той или иной степени с v_{y3} . Характер изменения изолиний v_{y3} указывает на неравномерность распределения свойств бетона по пространственному полю стены (наиболее плотные участки ($v_{y3} \rightarrow \max$) относятся к основанию конструкции, а наименее плотные ($v_{y3} \rightarrow \min$) сосредоточены вдоль верхней и боковой границ).

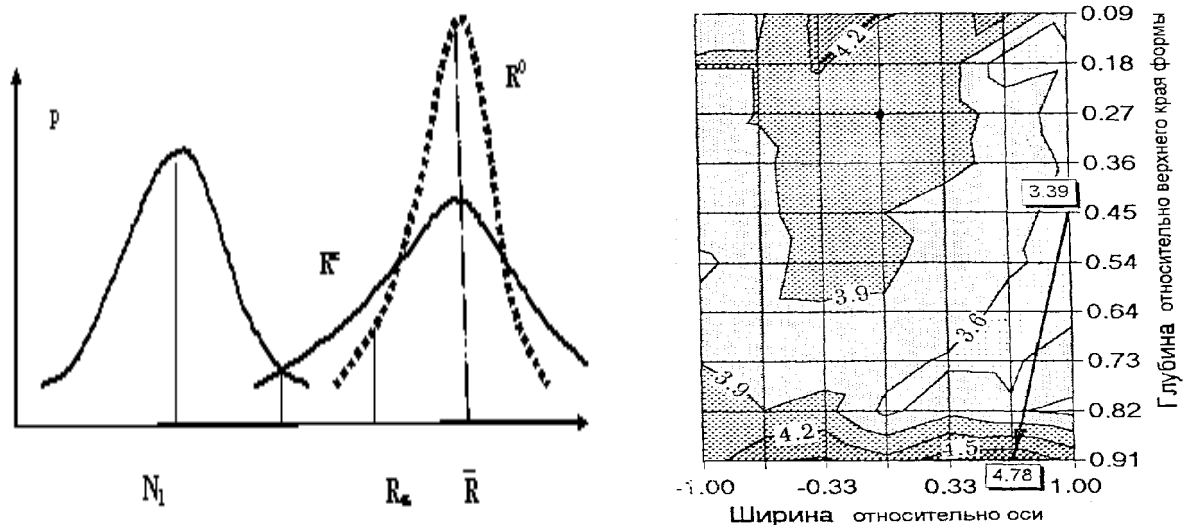


Рис. 1. Распределение нагрузок и напряжений (а); неоднородность поля свойств в панели вертикального формования по данным ультразвукового контроля (б).

Поле скорости ультразвука на рисунке 1.б характеризуется средним уровнем $v_{y3} = 3,88$ км/с, среднеквадратичным отклонением $s = 0,301$ км/с, с перепадом минимальной и максимальной скорости $\Delta = 1,39$ км/с, градиентом этого перепада $\nabla = 1,37$ км/с/м. Наиболее опасен уровень и направление градиента; они отражают резкое изменение показателя качества бетона на локальном участке тонкостенного элемента. В результате его появления, например, перепада прочности, может резко снизиться надежность элемента в условиях динамических и эксплуатационных нагрузок. Наиболее безопасным будет такое пространственное поле конструкции, в котором сопротивление материала совпадает с полем напряжений, т.е. максимальному значению, возникающего от нагрузки напряжения, соответствует максимальное значение показателя прочности. В этом случае будет предполагаться и минимальная материалоемкость проектируемой конструкции, т.е. ее максимальная экономическая эффективность. Минимизация критериев неоднородности не исключает увеличение затрат на изготовление изделий (в том числе за счет использования специальных добавок), но оправдана из соображений надежности.

Достаточно удобно и полезно решать задачи управления полем свойств с помощью рецептурно-технологических факторов X , заменяя множество точек поля теми или иными числовыми обобщающими его показателями $G\{R(h)\}$ [2, 5]. При этом в конкретных рецептурно-технологических ситуациях на всех этапах описания полей $R(h)$, и выбора управляющих воздействий $G\{R(h)\} = F(X)$ целесообразно использовать ЭС-модели, получаемые по оптимальным планам эксперимента [3]

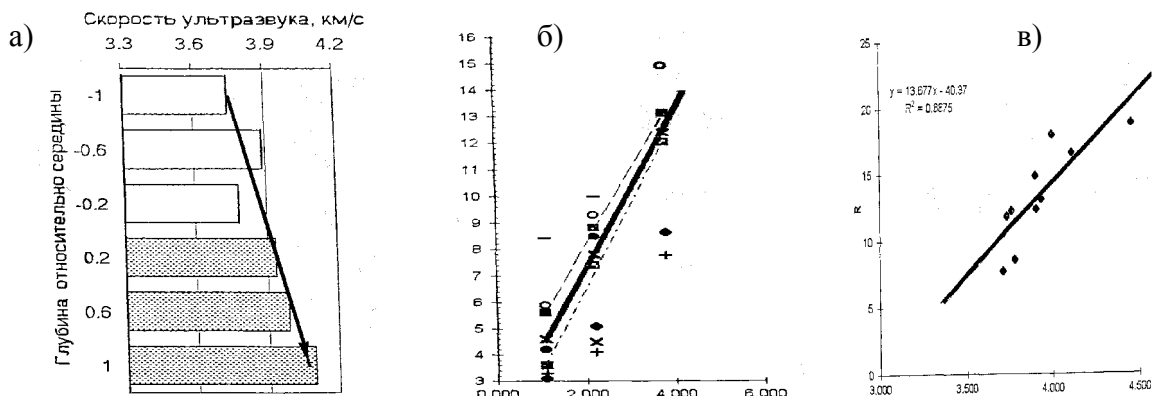
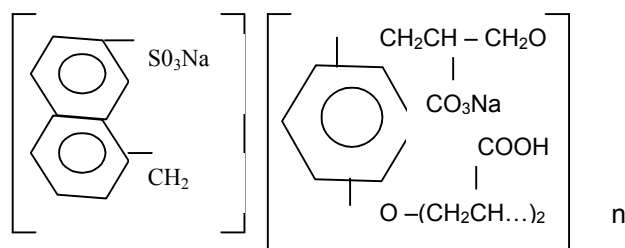


Рис. 2. Распределение скорости ультразвука по высоте столбчатого элемента (а) и корреляционные зависимости между прочностью бетона и скоростью ультразвука (б, в).

Одним из способов создания стабилизирующих добавок с пластифицирующим действием является предварительный синтез сополимера с последующей прививкой требуемого соединения по активным центрам суперпластификатора типа С-3. Именно таким способом была синтезирована в НИИЖБ добавка, обладающая одновременно и «суперпластифицирующим» и антиседиментационным действием [4]. На первой стадии был получен блок-сополимер олигомерных фракций с лигносульфонатом ЛСТ, а затем, используя реакционноспособные ОН-группы лигносульфонатов, проведена олигомеризация акриловой кислоты.

Таким путем была создана требуемая структура сополимера со следующей формулой элементарного звена:



Полученная добавка, с одной стороны, содержит SO_3 -группы, необходимые для закрепления на поверхности гидратирующегося цемента, а с другой – олигоакрилатные цепи, обращенные в сторону жидкой фазы и структурирующие ее.

Для анализа возможности управления полями свойств тяжелого бетона в вертикально формируемых элементах с помощью антиседиментационной добавки был поставлен эксперимент по плану «3х3» [4]. В цилиндрических формах высотой 90 см и диаметром 15 см при вертикальном бетонировании изготавливались столбчатые элементы. Эти столбчатые элементы были условно разделены на шесть фрагментов, расположенных на высоте $h = \pm 0,2, \pm 0,6$ и ± 1 при нормировании глубины бетонирования как $h = (H-0,5)/0,4$. По результатам измерения скорости ультразвука в бетоне каждого фрагмента построены гистограммы (рис. 2.а), представляющие базовый информационный элемент при оценке однородности. По результатам испытаний образцов-кубов 10х10х10 см построены корреляционные зависимости между скоростью ультразвука и прочностью бетона (рис. 2.б, в).

Всего по плану изготовлено 9 серий столбчатых элементов из бетонных смесей равной удобоукладываемости ($\text{ОК} = 17-18$ см), с разным содержанием цемента $\text{Ц} (\text{кг}/\text{м}^3) = X_1 = 400 \pm 100$ и добавки Д (% от массы цемента) $X_2 = 0,4 \pm 0,4$. Зависимость отношения Ц/В по мере повышения обоих факторов до верхних уровней, что с точностью 0,01 описывается неполной биквадратной моделью (X_i нормализованы как $-1 \leq x_i \leq +1$ по стандартным формулам):

$$\text{Ц/В} = 1,60 + 0,16x_1 - 0,04x_1^2 + 0,05x_1x_2 + 0,08x_1^2x_2^2 + 0,37x_2 - 0,12x_2^2 - 0,02x_1x_2^2 \quad (1)$$

Рост Ц/В закономерно вызвал повышение кубиковой прочности, средней плотности бетона и увеличение до 15 % скорости ультразвука v_{y3} (коэффициент корреляции между ними 0,92-0,97). Массив результатов определения v_{y3} в 6 фрагментах каждого из 9 столбчатых элементов обладал практически теми же статистическими характеристиками ($v_{y3} = 3,67$ и $s = 0,305$ км/с), что и массив, относящийся к рис. 1.б.

Связанное с увеличением Ц/В улучшение средних показателей качества не сопровождалось, однако, повышением однородности бетона во всех столбчатых элементах. Изменение среднеквадратических отклонений s (м/с) скорости ультразвука описывается с точностью 15 м/с моделью на рис. 3.а.

$$s = 84 - 18x_1 + 23x_1^2 - 58x_1x_2 - 20x_1^2x_2 - 16x_2 + 40x_2^2 + 51x_1x_2^2, \quad (2)$$



Рис. 3. Изолинии моделей среднеквадратического отклонения v_{uz} (а) в элементе, систематической a_1 (б) и случайной $s_{ост}$ (в) составляющей v_{uz} .

Из диаграммы следует, что излишняя концентрация добавки может вызвать резкое ухудшение однородности таких бетонов по сравнению с бездобавочными составами (левая вертикальная сторона квадрата), причем особенно негативные результаты наблюдаются при пониженных расходах цемента, если $D \geq 0,35\%$.

Для разделения систематической и случайной составляющих линейного поля свойства композиционных материалов используется методика [5], основанная на описании гистограмм линейной моделью $v_{uz} = a_0 + a_1 h$, имеющей остаточное стандартное отклонение $S_{ост} = s$. Моделирование влияния добавки и Ц на коэффициент a_1 позволяет найти пути минимизации систематической (гравитационной) составляющей, а на $s_{ост}$ - случайной составляющей поля. Параметры a_1 и $S_{ост}$ описываются моделями:

$$a_1 = 40 + 43x_1 + 73x_1^2 - 4x_1x_2 - 150x_1^2x_2 + 88x_2 - 40x_2^2 + 36x_1x_2^2, \quad (3)$$

$$S_{ост} = 74 - 12x_1 - 58x_1x_2 - 9x_1^2x_2 + 11x_1^2x_2^2 + 22x_2 + 49x_2^2 + 79x_1x_2^2. \quad (4)$$

ВЫВОДЫ

По диаграмме a_1 (рис.3.б) можно сделать вывод о том, что уменьшению систематической составляющей способствуют малые концентрации добавки, причем a_1 уменьшается по мере роста содержания Ц. В то же время для минимизации случайной составляющей $s_{ост}$ (рис.3.в) можно использовать повышенные дозировки добавки при высоких расходах цемента. Совместный анализ позволяет утверждать, что для каждого расхода цемента существует своя оптимальная дозировка добавки, уменьшающая в заданной пропорции и систематическую и случайную составляющие пространственного поля свойств бетона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ройтман А.Г. Надежность конструкций эксплуатируемых зданий. -М.: Стройиздат, 1985. -175 с.
2. Сравнительный анализ критериев неоднородности пространственно-геометрических полей свойств композитов в тонкостенных конструкциях / Вознесенский В.А., Коваль С.В., Ляшенко Т.В., Файзулина О.А. // Ресурсосберегающие решения в технологии строительных материалов и конструкций: Сб. науч. тр. - Одесса: ОГАСА. - 1992. - С.3-10.
3. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. 2-ое изд. -М.: Финансы и статистика, 1981. -263 с.
4. Вовк А.И. Физико-химические закономерности гидратации и твердения пластифицированных цементных систем. Автореф. дисс. докт. техн. наук. -М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 1994. -26 с.
5. Управление однородностью полей свойств уплотняемых технологических смесей на основе экспериментально-статистических моделей / Вознесенский В.А., Коваль С.В., Кушнерук В.И., Ляшенко Т.В. // Теория и практика процессов измельчения, разделения и смешения: Мат-лы конф. ОГМА -Одесса: ОЦНТИ. -1996. -С.79-82.

Любомирский Н.В., к.т.н., доцент, Лукьянченко М.А., к.т.н., Братковский Р.В., ассистент
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Сторожко С.И., инженер, Филатов Е.Г., инженер, Белый Н.Н., к.т.н.
Инновационное предприятие «Окна в мир»

Изменение влажности строительных материалов стен зданий в процессе осушения конструкцией «Гальваноосмос»

Изложены результаты исследования остаточной влажности материалов стен здания, осушаемых системой «Гальваноосмос», проанализирована эффективность защитно-ограждающей и осушающей конструкции «Гальваноосмос».

влажность, «Гальваноосмос», бутовый камень, известняк-ракушечник, известково-песчаный раствор

Проблемы, связанные с повышенной влажностью жилых и производственных помещений, сырых подвалов и цокольных помещений, становятся всё более актуальными. Неэффективная работа предприятий жилищно-коммунального хозяйства, рост цен на энергоресурсы способствуют ухудшению качества отопления зданий и появлению сырости в помещениях. Интенсивное поднятие грунтовых вод, наблюдаемое повсеместно вследствие природных климатических и техногенных процессов, является причиной осмоса – движения жидкости в капиллярах строительного материала. Происходит снижение прочности строительных конструкций, изменяется микроклимат в помещениях, появляется сырость. Люди, которые живут и работают в сырых помещениях, заболевают аллергией, ревматизмом, астмой.

Повышаются расходы на ремонт сырых зданий. Сырость является основной причиной возможного разрушения старинных зданий, являющихся объектами культурного наследия, так как в основном они построены без гидроизоляции.

Чтобы устранить причины сырости, необходимо контролировать влажность строительных материалов элементов конструкции здания при строительстве, в том числе стен, в процессе эксплуатации здания, при осушении.

Существующие методики определения влажности можно разделить:

1. По виду воздействия на конструктивные элементы здания и строительные материалы: разрушающие и не разрушающие. Методика, в процессе использования которой контрольный образец изымается из объёма, например, стены и, возможно, разрушается в процессе измерения, не всегда применима. Однако она позволяет наиболее полно исследовать конкретный образец в лабораторных условиях, а в результате измерения напрямую определяется масса влаги в данном образце. Возможно также проведение дополнительных исследований этого образца: химического состава, плотности и т.д.

2. По физическим явлениям, лежащим в основе методики измерения. В этом случае измеряют различные физические параметры строительных материалов, значение которых зависит от концентрации влаги, например: электросопротивление, ёмкость, диэлектрическая проницаемость материала. Здесь показатели влажности строительного материала определяют косвенно, путём пересчёта по специальным методикам. Кроме того, полученные значения показателей влажности носят усреднённый характер, что менее значимо в случае однородной по строительному материалу конструкции, и вносит неопределённость при оценке влажности конструктивного элемента здания, состоящего из набора разнородных строительных материалов.

В настоящее время разработан ряд приборов для определения влажности строительных материалов. Например, в России разработаны приборы неразрушающего контроля, принцип действия которых основан на зависимости диэлектрической проницаемости контролируемого материала от влажности: МГ-4У, МГ-45, МГ-4Д – диапазон измерения влажности в % по массе 1-45. Влагомеры строительных материалов ВСКМ-12У, ВСКМ-12М предназначены для

экспрессного измерения влажности твёрдых и других материалов в процессе строительных работ и в процессе эксплуатации.

Не отрицая достоинств названных приборов (например, в памяти прибора ВСКМ-12М – эталонные сведения о 30 основных строительных материалах), отметим, что их использования для наших исследований потребовало бы разработки новых методик, так как интересующие нас материалы не являются эталонными для данных приборов, кроме того, пределы измерения влажности некоторых материалов ограничены (например, для песчано-цементного раствора – ВСКМ-12М – 2-11%).

Изучение характера изменения влажности стен в процессе осушения помещений Государственного русского музея в Санкт-Петербурге в 2003-2004гг. так называемым методом DryMaTec проводилось по методике, основанной на применении прибора UNI2-GANN (работающего на запатентованном принципе измерения – в результате создания концентрированного поля высокой частоты с большой проникающей способностью). Прибор выверялся и тарировался в диапазонах, соответствующих показаниям влажности стен [1]. Стены осушаемых помещений были однородны по строительному материалу – кирпич и кладочный раствор, поэтому полученные значения показателей влажности с достаточной достоверностью характеризовали данный строительный материал – кирпич, и помещение в целом, однако показатели влажности носили усреднённый характер по объёму стен.

Перед нами была поставлена задача по определению влажности контрольных образцов проб стеновых материалов подвальных помещений здания АКБ «Укрсоцбанк» в г. Ялте с целью оценки процесса осушения стен с помощью защитно-ограждающей и осушающей конструкции «Гальваноосмос». Осушаемый объект относится к старинным зданиям (постройки до 1917 года), при его строительстве использовали нетрадиционные строительные материалы – природный бутовый камень из местных карьеров, известняк-ракушечник, известково-песчаный раствор с большим содержанием извести. Кладка из бутового камня состоит из неравномерных, чередующихся в произвольном порядке слоёв кладочного раствора. В связи с этим процесс увлажнения стен и их осушения в отдельных участках протекает по-разному, как по поверхности, так и по толщине. Поэтому для выяснения полной картины изменения влажности, принимая во внимание тот факт, что существующие методики измерений основаны на усреднённой оценке влажности массива стен и недостаточно объективны для использования на настоящем объекте, и с учётом того, что нормативной методики определения влажности строительных материалов нет – учитывая схожесть по агрегатному состоянию материала стен и бетона – для определения влажности по массе образцов проб стенового материала применили методику, регламентированную ГОСТ 12730.2-78 [2].

Для проведения лабораторных испытаний представителями лаборатории строительных материалов Национальной академии природоохранного и курортного строительства (НАПКС) отбирались пробы образцов материала стен подвальных помещений здания АКБ «Укрсоцбанк» (г. Ялта) с целью определения влажности стенового материала. Пробы отбирали на протяжении 44 дней с интервалом от 4 до 12 дней. Всего было произведено 6 отборов. Пробы материала стен отбирали выдалбливанием и откалыванием стенового материала из стен подвальных помещений. От каждого из выбранных участков стен отбирали пробу известково-песчаного раствора, природного бутового камня, замаркированного как «базальт», и известняка-ракушечника. Образцы доставляли в лабораторию строительных материалов НАПКС и подвергали испытанию в день отбора.

В третий отбор проб на 15 день от начала производства работ по определению влажности материалов стен подвалов Ялтинского филиала АБ «Укрсоцбанк» помещения №№ 1, 2 и 3 были подтоплены водой (отбор проб образцов в данных помещениях не производился).

Поскольку работы по определению влажности материала стен подвальных помещений были начаты после монтажа системы «Гальваноосмос» и фактических данных по влажности материалов стен до включения в работу осушающей системы «Гальваноосмос» не было, интерес представили данные по водопоглощению стеновых материалов подвальных помещений

банка. Водопоглощение по массе образцов определили по методике ДСТУ Б.В.2.7-42 – 97 [3]. Были получены следующие результаты водопоглощения по массе материалов стен: известково-песчаный раствор – 23,4 %; бутовый камень «базальт» – 1,8 %; известняк-ракушечник – 18,5 %.

Результаты определения влажности по массе образцов в зависимости от вида материала представлены в табл. 1 – 3. Оценку изменения влажности проводили количественно в %, сравнивая показатели влажности образцов материала во время последнего и первого измерений. Знак «+» показывает увеличение влажности образцов, знак «-» – снижение.

Анализируя данные табл. 1 – 3, видно, что снижение влажности образцов носит скачкообразный характер и зависит от вида материала.

Наибольшей влажностью обладают образцы известково-песчаного раствора (см. табл. 1, рис. 1), что может объясняться структурой раствора, включающей широко разветвленную сеть капиллярных пор. Однако, благодаря такой структуре материала у известково-песчаного раствора наблюдается наиболее активное уменьшение влажности, например, с 22,2 до 6,96 мас. % в т. VII в первые два измерения. В последующий период (на протяжении двух отборов проб) наблюдается увеличение влажности известково-песчаного раствора у всех образцов, что вызвано подтоплением подвального помещения водой.

Максимальное повышение влажности наблюдали в образцах пробы раствора, взятой в т. VII (с 6,96 мас. % до 19,44 мас. %). После отступления воды процесс снижения влажности образцов известково-песчаного раствора возобновился. Очевидно, что система «Гальваноосмос» включается в работу после появления влаги в материале стен. Оценивая общее изменение влажности образцов известково-песчаного раствора (см. табл. 1) видно, что в тт. I, II, IV, V, VII, VIII, X и XV (8 из 13 мест, в которых отбирались образцы) влажность снизилась в среднем на 31%, а в тт. III, IX, XI, XII и XIII (5 из 13 мест) – увеличилась в среднем на 70%.

Образцы бутового камня «базальт» обладают меньшей влажностью вследствие плотной структуры. Необходимо отметить, что повышение влажности образцов после подтопления подвальных помещений наступает несколько позже, чем у известково-песчаного раствора. Так, повышение влажности образцов практически во всех точках отбора проб наблюдается с четвертого отбора проб материалов стен. Это явление можно объяснить тем, что влага, появляющаяся в подвальных помещениях банка, распространяется в стенах по известково-песчаному раствору, а уже из раствора проникает в поры бутового камня «базальт». Анализ общего изменения влажности образцов «базальт» (см. табл. 2) показал, что в тт. I, IV, VII, XI, VIII и XV (6 из 10 мест, в которых отбирались образцы) влажность снизилась в среднем на 43 %, а в тт. II, III, V, IX, X и XII (6 из 10 мест, в которых отбирались образцы) – увеличилась в среднем на 73%.

Таблица 1

Показатели влажности образцов известково-песчаного раствора

№ п/п отбора проб	Номер точки														
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
1	-	-	-	-	-	-	22,2	-	-	-	-	-	-	-	-
2	9,40	14,50	2,91	9,57	9,09		6,96	3,70	2,00	9,00	1,78	1,20	1,53	-	2,08
3	подтоплены									12,46	7,45	2,64	3,70	-	2,23
4	8,97	16,32	11,36	8,29	6,57	-	19,44	2,97	6,17	9,48	2,65	2,43	2,64	-	3,64
5	7,23	13,78	2,70	8,30	9,72	-	11,38	3,04	2,01	6,92	1,49	2,40	2,61	-	2,68
6	6,29	13,79	6,64	9,07	4,94	-	10,40	2,46	2,21	4,96	2,93	2,28	2,39	-	1,53
Конечное изменение влажности, ±%	-33	-5	+128	-5	-46		-53	-34	+10	-45	+65	+90	+56		-27

Показатели влажности образцов бутового камня «базальт»

№ п/п отбора проб	Номер точки														
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
1	1,70	0,40	0,40	0,30	0,40	-	-	1,20	0,30	0,20	0,60	0,30	1,20	-	0,80
2	0,71	0,36	0,38	0,15	0,40	-	-	0,50	0,22	0,20	0,43	0,15	0,43	-	0,15
3	подтоплены									0,39	0,23	0,41	0,34	-	0,32
4	0,20	1,16	0,37	0,28	0,53	-	-	0,20	0,76	1,32	0,54	0,55	0,53	-	1,05
5	0,48	0,67	0,15	0,53	1,16	-	-	0,65	0,37	0,58	0,35	0,34	0,61	-	0,20
6	1,28	0,75	0,42	0,15	0,54	-	-	0,26	0,56	0,55	0,26	0,45	0,21	-	0,42
Конечное изменение влажности, ±%	-25	+87	+5	-50	+35			-78	+87	+175	-57	+50	-83		-48

Таблица 3

Показатели влажности образцов известняка-ракушечника

№ п/п отбора проб	Номер точки														
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
1	-	-	-	-	-	1,50	-	-	-	-	-	-	-	0,60	-
2	-	-	-	-	-	1,29	-	-	-	-	-	-	-	0,32	-
3	-	-	-	-	-	подтопл.	-	-	-	-	-	-	-	0,31	-
4	-	-	-	-	-	1,92	-	-	-	-	-	-	-	0,59	-
5	-	-	-	-	-	2,29	-	-	-	-	-	-	-	0,36	-
6	-	-	-	-	-	1,20	-	-	-	-	-	-	-	0,69	-
Конечное изменение влажности, ±%						-20								+15	

Отбор проб известняка-ракушечника производили в зонах наибольшего увлажнения, в т.т. VI и XIV. Образцы, взятые в т. XIV отличаются меньшей влажностью, чем образцы из т. VI (см. табл. 3). После подтопления подвальных помещений №№ 1, 2 и 3 в образцах в т. VI наблюдается аналогичный скачок (повышение) показателя влажности. В образцах из т. XIV на протяжении всего периода отбора проб наблюдали колебания влажности как в меньшую, так и в большую стороны. Из подсчета общего изменения влажности образцов известняка-ракушечника (см. табл. 3) видно, что влажность образцов т. VI снизилась на 20 %, а влажность образцов т. XIV увеличилась на 15%.

Обобщая данные табл. 1 – 3, можно сделать вывод о том, что в местах отбора проб процесс снижения влажности стенового материала подвальных помещений Ялтинского филиала АБ «Укрсоцбанк», в целом, идёт эффективно. Необходимо отметить, что процесс осушения стен длительный, требует более продолжительного слежения за уровнем влаги в стеновом материале.

Изменение влажности образцов материалов стен носит скачкообразный характер. На скачкообразный характер снижения влажности образцов стенового материала в период проведения работ по определению показателей влажности материала стен влияет изменение уровня подземных вод, которое проявляется в периодическом подтоплении подвальных помещений №№ 1, 2 и 3 банка (см. рис. 1). Появление воды в названных подвальных помещениях также значительно повлияло на общее изменение влажности материала стен.

Значения влажности образцов, характер её изменения определяются расстоянием от места отбора до пола подвального помещения. Контрольный образец т. VII был отобран на участке стены на расстоянии 0,35 м от пола (см. рис. 1), в зоне значительного увлажнения (влажность в начальный период измерения составила 22,2 % масс., а измеренное водопоглощение по массе для известково-песчаного раствора – 23,4 % мас.). Остальные образцы отбирали на высоте ~ 1,5 м. Этим можно объяснить высокое значение влажности в т. VII.

ВЫВОДЫ

1. Процесс снижения влажности материала стен подвальных помещений Ялтинского филиала АКБ «Укрсоцбанк», осушаемых с помощью конструкции «Гальваноосмос», в целом, идёт эффективно во всех трёх видах образцов стеновых материалов – известково-песчаном растворе, бутовом камне «базальт», известняке-ракушечнике.
2. Изменение влажности образцов материала стен в период проведения работ по её измерению носит скачкообразный характер, заключающийся в периодическом повышении показателя влажности и последующем его снижении, следовательно, конструкция «Гальваноосмос» включается в работу сразу после появления влаги в материале стен.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шевченко Н.И., Бадьян Г.М., Семёнов В.М. «Экспериментальные работы по осушению помещения склада Государственного русского музея». – СПб: «Стройпрофиль», 2004. – №4 (34).
2. ГОСТ 12730.2 – 78. Бетоны. Методы определения влажности.
3. ДСТУ Б.В.2.7-42 – 97. Строительные материалы. Методы определения плотности, водопоглощения, морозостойкости строительных материалов.

Свищ И.С., к.т.н., доцент, Носатова Е.В., инженер
 Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Оптимизация состава шлакощелочного бетона на основе отходов камнепиления известняка - ракушечника при помощи математического планирования эксперимента

Оптимизация, бетон, шлакощелочной, жидкое стекло, плотность, фактор, прочность, жесткость, отходы, шлак доменный, планирование, критерий, состав, заполнитель.

Утилизация отходов различных производств является одной из насущных задач промышленности строительной индустрии. Отходы производства являются дополнительной сырьевой базой для строительной индустрии. Одним из направлений использования отходов металлургического производства и камнепиления известняка — ракушечника в строительной промышленности является изготовление бетонных смесей для производства строительного камня.

Согласно ДСТУ БВ. 2.7 - 16 - 95 строительный камень должен обладать рядом определенных свойств, а именно прочностью в пределах 5 -20 МПа, плотностью в пределах 1200 - 2000 кг/м³, морозостойкостью не менее 25 циклов попеременного замораживания и оттаивания. Поэтому при оптимизации состава бетона учитывались требования стандарта, предъявляемые к бетону строительного камня.

Оптимизация составов бетона на основе молотого доменного гранулированного шлака и жидкого стекла, модифицированного, с силикатным модулем $M_c = 1,5... 1,7$ из отходов камнепиления известняка-ракушечника проводилась при помощи математического планирования эксперимента на основе четырехфакторной зависимости в трех уровнях на D-оптимальном плане типа В-4.

За переменные факторы согласно анализу литературных источников [1, 4] были приняты следующие факторы:

- X1 - растворошлаковое отношение (Р/Ш);
- X2 - соотношение мелкого к крупному заполнителю, (М/К);
- X3 - плотность водного раствора жидкого стекла (ρ ж.ст.);
- X4 — расход молотого доменного гранулированного шлака.

Согласно D-оптимального плана типа В - 4 были установлены для каждого фактора нулевой (0), максимальный (+1) и минимальный (-1) уровни, с определенным шагом для каждого фактора (Таблица 1).

Таблица 1

Уровни варьирования факторов

№ п/п	Параметры	Факторы			
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
1	Нулевой уровень	0,6	0,6	1,16	325
2	Интервал варьирования	±0,05	±0,2	±0,02	±50

В соответствии с планом эксперимента была составлена матрица планирования, в соответствии, с которой проводилась работа по оптимизации составов бетонов (таблица 2).

В результате полученных опытных данных по пределу прочности на сжатие, плотности и удобоукладываемости (жесткости), были определены уравнения регрессии. Также были определены выходные параметры предела прочности на сжатие в «нулевых» точках.

$$R_{01} = 24,5 \text{ МПа}; R_{02} = 23,6 \text{ МПа}; \quad R_{c_p} = 24,5 \text{ МПа}; R_{03} = 25,3 \text{ МПа};$$

Так как все оценки дисперсий получены по выборкам одинакового объема $m = 3$, то число степеней свободы для всех них одинаково и составляет:

$$V_{1\text{вос}} = m-1 = 3-1=2; V_{2\text{вос}} = N=24$$

В этом случае для проверки гипотезы об однородности оценок S_d^2 дисперсий воспользовались критерием Кохрена:

$$G = \frac{S_g^2 \max}{\sum_{g=1}^{N=24} S_g^2(y)}$$

По таблице (Приложение 10) [8] при $V_{1\text{вос}} = 3 - 1 = 2$ и $V_{2\text{вос}} = N = 24$ и уровне значимости $q = 5\%$, критическое значение критерия Кохрена равно $G_{\text{кр}} = 0,235$.

Так как $G_{\text{кр}} = 0,235 > G_{\text{расч}} = 0,177$, то гипотеза об однородности выборочных дисперсий отвечает результатам измерений. Результаты опытов обрабатывались с использованием методов математической статистики, получая при этом алгебраические уравнения, отражающие связь между исследуемыми свойствами бетона и исходными факторами.

Таблица 2

Матрица планирования эксперимента

	x1	x2	x3	x4	x1 ²	x2 ²	x3 ²	x4 ²	X1x2	x1x3	X1x4	X2x3	X2x4	X3x4	Y (Прочность)	У (Плотность)	У (Жесткость)
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4,4	2151	160
2	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	1	-1	-1	4,5	2178	120
3	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	1	-1	1	-1	17,9	2151	40
4	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	19,5	2178	20
5	1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	-1	1	5,9	2151	160
6	1	-1	1	-1	1	1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	10,3	2178	120
7	1	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	30	2151	20
8	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	29,3	2178	10
9	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	22,7	2151	80
10	-1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	21,7	2178	45
11	-1	1	-1	1	1	1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	21,1	2151	5
12	-1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	-1	1	16,2	2178	0
13	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	17,6	2151	120
14	-1	-1	1	-1	1	1	1	1	1	-1	1	-1	1	-1	24,9	2178	80
15	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	-1	-1	26,9	2151	5
16	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21,9	2178	0
17	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27,5	2151	50
18	-1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25,8	2178	5
19	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	15,4	2151	40
20	0	-1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	25,5	2178	5
21	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	25,1	2151	20
22	0	0	-1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	27,8	2178	30
23	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	23	2151	50
24	0	0	0	-1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	28,2	2178	50

Определение коэффициентов уравнений производили при использовании планов второго порядка. Для этого применялся программный комплекс «Microsoft Excel». Значимость членов уравнений, также определяли при помощи этого программного комплекса. По результатам опытов в нулевых точках определили:

$$1) \text{ Среднеарифметическое значение: } \bar{y}_0 = \frac{\sum_1^{n_0} y_{ou}}{n_0}$$

где y_{ou} - значение исследуемого свойства бетона в нулевой точке в i -том опыте, n_0 - число опытов в нулевой точке;

$$2) \text{ Дисперсию в нулевой точке: } S_y^2 = S_o^2 = \frac{\sum_1^{n_0} (\bar{y}_0 - y_{ou})^2}{n_0 - 1}$$

3) Среднее квадратичное отклонение, характеризующее ошибку опыта:

$$S_{\bar{y}} = S_o = \sqrt{S_o^2} = \sqrt{\frac{\sum_1^{n_0} (\bar{y}_0 - y_{ou})^2}{n_0 - 1}}$$

$$4) \text{ Среднюю квадратичную ошибку в определении коэффициентов: } S\{b_i\} = \frac{S_{\bar{y}}}{\sqrt{N_1}}$$

$$5) \text{ Расчетное значение критерия Стьюдента: } t_P = \frac{|b_i|}{S\{b_i\}}$$

По таблице 38 [8] определено табличное значение критерия Стьюдента $t_T = 4,3$. Затем были определены значимые и незначимые коэффициенты уравнений. В связи с этим уравнения были уточнены.

1. Для определения предела прочности на сжатие, уточненное уравнение имеет следующий вид: $Y(R_{28}) = 26,91 - 2,75x_1 - 2,72x_2 - 4,08x_3 - 0,39x_4 - 0,26x_1^2 - 6,46x_2^2 - 0,46x_3^2 - 1,31x_4^2 - 4,53x_1x_2 + 1,75x_2x_3$.
2. Для определения средней плотности: $Y(\rho_0) = 2144,31 - 59,28x_1 - 29,89x_2 - 68,44x_3 + 6,28x_4 - 34,3x_1^2 - 141,8x_2^2 + 1,19x_3^2 + 34,69x_4^2 - 104,56x_1x_2$.
3. Для определения удобоукладываемости (жесткости): $Y(Ж) = 21,15 + 20,0x_1 - 0,56x_2 + 43,06x_3 + 10,83x_4 + 6,35x_1^2 + 1,35x_2^2 + 3,85x_3^2 + 28,85x_4^2$.

Все уравнения регрессии были проверены на адекватность по критерию Фишера [9]. Результаты представлены в таблицах 3,4,5. Согласно проверки адекватности уравнений, все они адекватно описывают математическую модель. Представленные математические модели были приняты для решения практических задач. При помощи программного комплекса «MathCad» построены номограммы, отображающие участки математической модели с заданными параметрами варьируемых факторов (рис.1,2,3). В результате анализа полученных номограмм были выбраны параметры варьируемых факторов для практического определения исходного отклика (прочности, плотности, жесткости).

Параметры варьируемых факторов следующие: $X_1 = (0; -1)$, $X_2 = (0; +1)$, $X_3 = (+1)$, $X_4 = (0)$, то есть $X_1 = P/Ш = 0,64$; $X_2 = M/К = 0,75$ (575/767); $X_3 = /7=1,18$ г/см³; $X_4 = Ш = 325$ кг/м³; раствор ж. ст. = 202 л.

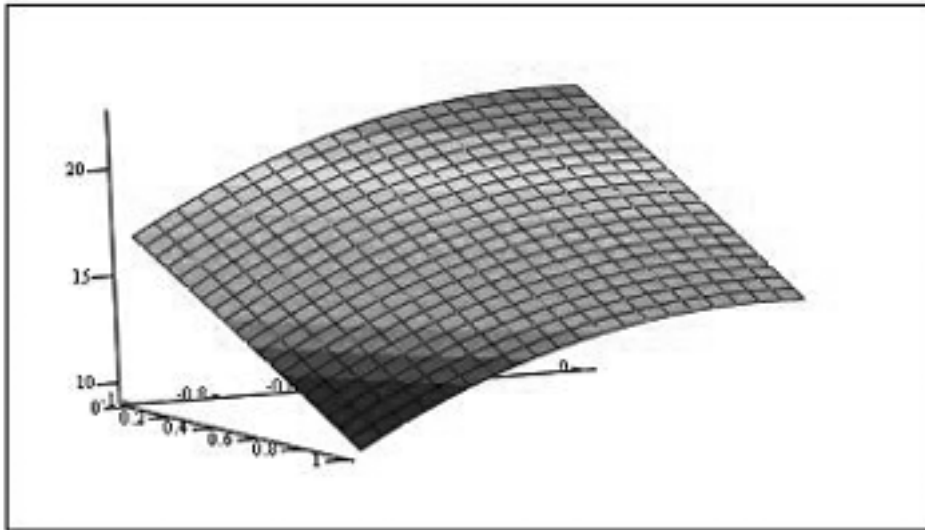
Прогнозируемые отклики, согласно математических моделей должны быть следующие:

$$Y(R_{28}) = 13...19 \text{ МПа};$$

$$Y(\rho_0) = 1869 \text{ кг/м}^3 - 2000 \text{ кг/м}^3;$$

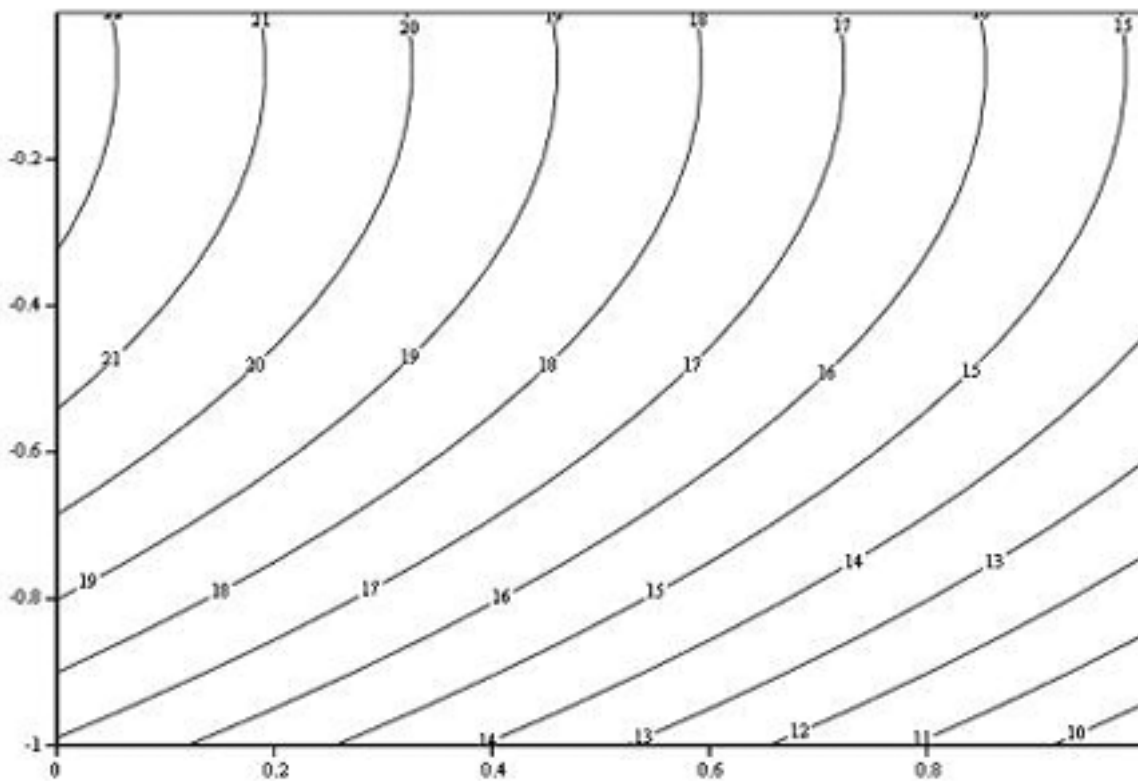
$$Y(Ж) = 57...60 \text{ секунд (общее время формирования изделия)}.$$

Были изготовлены образцы кубов заданного состава по математической модели в лабораторных условиях и проверены их опытные отклики:



F

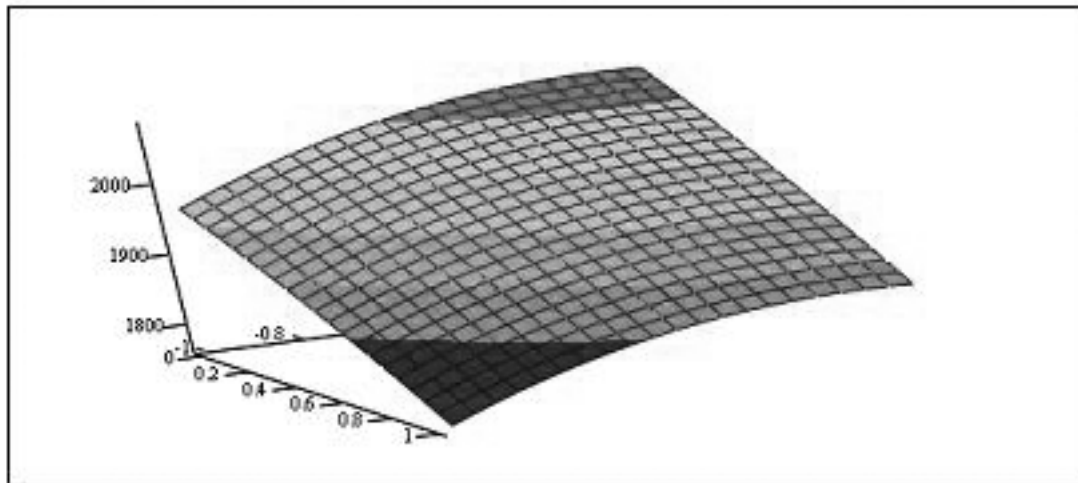
Рис. 1-1. Поверхность отклика по прочности шлакощелочного бетона на отходах камнепиления известняка-ракушечника



F

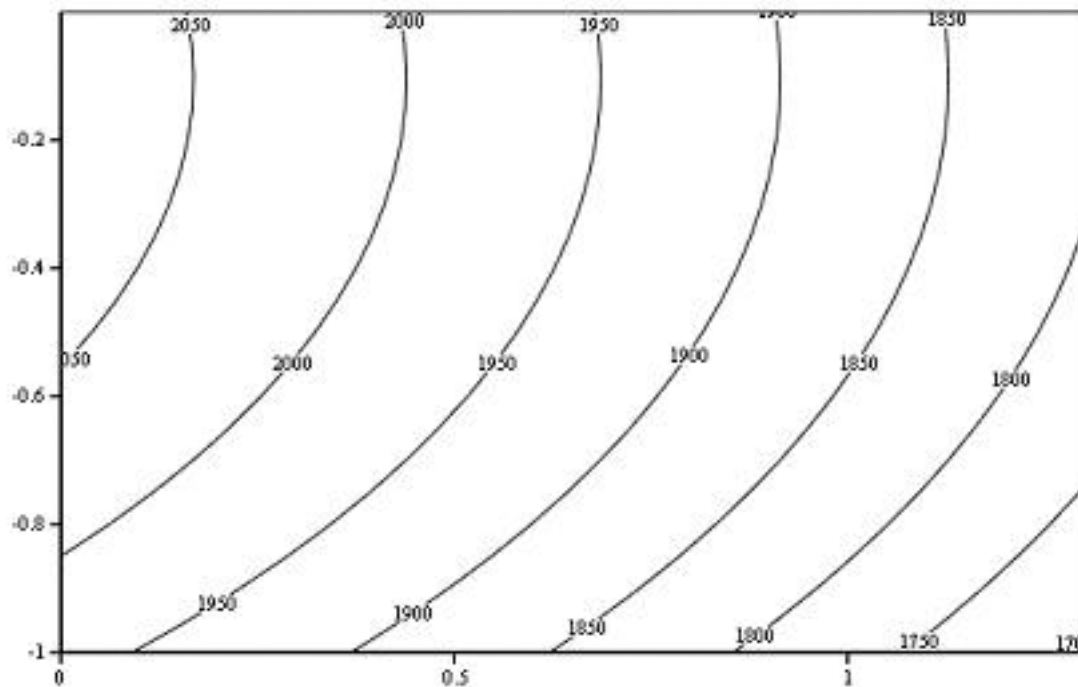
Рис. 1-2. Номограмма прочности шлакощелочного бетона на отходах камнепиления известняка-ракушечника

Рис.1. Поверхность отклика и номограмма прочности шлакощелочного бетона на отходах камнепиления известняка-ракушечника



F

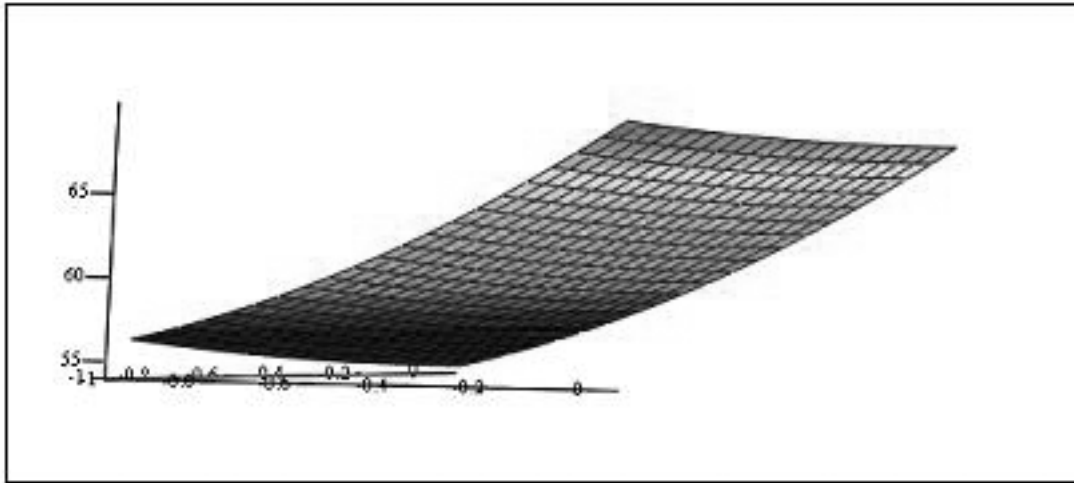
Рис. 2-1. Поверхность отклика по плотности шлакощелочного бетона на отходах камнепиления известняка-ракушечника



F

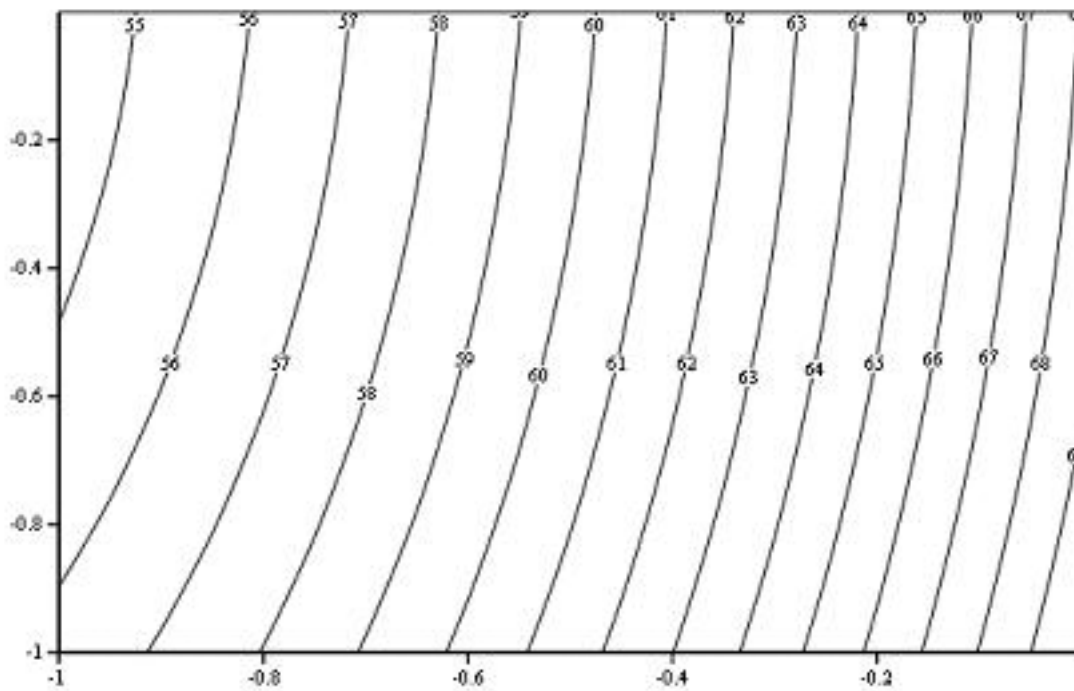
Рис. 2-2. Номограмма плотности шлакощелочного бетона на отходах камнепиления известняка-ракушечника

Рис.2. Поверхность отклика и номограмма плотности шлакощелочного бетона на отходах камнепиления известняка-ракушечника



F

Рис.3-1. Поверхность отклика по жесткости шлакощелочного бетона на отходах камнепиления



F

Рис.3-2. Номограмма жесткости шлакощелочного бетона на отходах камнепиления

Рис.3. Поверхность отклика и номограмма жесткости шлакощелочного бетона на отходах камнепиления

ВЫВОДЫ:

- 1). Полученные математические модели удовлетворительно описывают исходные зависимости;
- 2) Фактические результаты показателей прочности, плотности, удобоукладываемости (жесткости) удовлетворительно сходятся с параметрами отклика математических моделей;
- 3). На основе представленных математических моделей был подобран состав шлакощелочного бетона для дальнейшей практической работы, удовлетворяющий требованиям ДСТУ БВ 2.7 - 7 - 94 по изготовлению строительного камня. А именно:
 Шлак = 325 кг/м³;
 Щебень = 767 кг/м³;
 Песок (карбонатный) = 575 кг/м³;
 Раствор жидкого стекла (с $\rho = 1,18$ г/см³) = 229 л/м³.
- 4). При оптимизации состава бетона в производственных условиях необходимо учитывать влажность компонентов бетонной смеси, которые существенно влияют на свойства бетонной смеси и бетонного камня.

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. Состав, структура и свойства цементных бетонов./Под редакцией Г.И. Горчакова/. -М.: Стройиздат, 1976, -144 с.
6. ДСТУ БВ.2.7 - 24 - 95. Будівельні матеріали. В'яжуче шлаколужне. Технічні умови. (Строительные материалы. Вяжущее шлакощелочное. Технические условия).
7. ГОСТ 310.4-81. Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии.
8. Статистические методы в инженерных исследованиях (лабораторный практикум): под редакцией Г.К.Круга – Москва. Высшая школа. 1983 г.
9. Руководство по подбору составов тяжелого бетона. – НИИЖБ Госстроя СССР – Москва 1979 г.

Федоркин С.И., д.т.н., профессор

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Моделирование соударения частиц при скоростях, соответствующих ударному измельчению и механоактивации

Приведены результаты компьютерного моделирования процесса разрушения одиночных частиц при высокоскоростном ударе с использованием численного модифицированного метода конечных элементов.
моделирование, частица, измельчение, механоактивация, ударное измельчение

В процессе механической активации материалов высокоскоростным измельчением частицы материала ударяются о рабочие органы активаторов или соударяются между собой со скоростью 100 – 600 м/с. В момент удара в этих частицах возникает сложное поле напряжений и деформаций в результате взаимодействия продольной, поперечной, поверхностной и отраженной волн, что вызывает образование микротрещин, рост макротрещин и последующее разрушение [1].

При механическом нагружении в измельчителях процесс разрушения реальных материалов, представленных в виде агрегатов микрокристаллов [2], протекает по границам зерен-микрокристаллов, являющихся нарушением сплошности (непрерывности) кристаллической структуры. На них легко собираются отложения примесей и другие дефекты структуры. Разрушение агрегатов будет сопровождаться незначительным разрушением самих зерен. При полном разрушении агрегатов вся энергия измельчения пойдет на разрушение зерен и образование в них дефектов. При увеличении энергии механического нагружения часть подводимой энергии аккумулируется в виде внутренней энергии материала, значение которой прямо пропорционально скорости нагружения [3]. Разрушение частицы материала при высокоскоростном соударении с рабочими органами измельчителей-активаторов, как уже указывалось выше, представляют собой сложный процесс, сопровождающийся множеством эффектов. Основной из них – трещинообразование.

В настоящей статье приведены результаты исследования механизма высокоскоростного разрушения одиночной частицы сферической формы моделированием этого процесса с использованием компьютера.

Для описания поведения нагружаемых частиц использована линейно-упругая модель сплошной среды. При выборе модели исходили из требований точности описания физики процесса, учитывая при этом, что модель не должна быть чрезмерно громоздкой и допускать эффективную реализацию на компьютере. Система уравнений, описывающая деформацию среды в рамках рассматриваемой модели линейно-упругого тела, включает уравнения неразрывности, движения и определяющие соотношения. Эта система может быть записана в различных эквивалентных формах. Традиционно в МСС различают два способа описания континуума – Лагранжа и Эйлера. В рассматриваемом случае структура задачи лучше определяется в переменных Лагранжа. При этом материал рассматривается разделенным на большое число конечных зон. Эта сетка ячеек связывается с деформированием материала таким способом, какой определяется применяемым численным методом решения исходных дифференциальных уравнений. Основными искомыми функциями являются: плотность ρ ; вектор скорости U ; симметричный тензор напряжений Коши σ_{ij} . По ним рассчитывают, смещения, деформации и все остальные параметры.

При рассмотрении деформации среды удобно выделить компоненты напряжений, связанные с изменением объема и формы. То есть, представить тензор напряжений в виде суммы девиаторной и шаровой части:

$$\sigma_{ij} = S_{ij} - P\delta_{ij}; \quad P = \frac{1}{3} \delta_{kk} \quad (1)$$

Полагается, что среда однородна и изотропна как в исходном состоянии, так и во все последующие моменты времени; отсутствуют массовые силы и внутренние, распределенные по объему источники тепла; отсутствуют термические эффекты вследствие теплопроводности. При этих пред-

положениях законы сохранения массы и количества движения в тензорном виде можно записать в виде

$$\dot{V} / V - U_{ii,j} = 0; \quad \rho \dot{U}_i = \sigma_{ij,j}; \quad (2)$$

где $V = \rho / \rho^0$ – удельный относительный объем материала;

ρ^0, ρ – начальное и текущее значение плотности;

$U_i = \dot{X}_i$ – компоненты вектора скорости ($u \in U_1, v \in U_2$);

X_i – координаты декартовой системы координат ($x \in X_1, y \in X_2$);

$$\varepsilon_{ij} = 1/2 (U_{i,j} + U_{j,i}) \quad (3)$$

В приведенных соотношениях скалярные, векторные и тензорные величины являются функциями пространственных координат X_i , и времени t ; δ_{ij} – символ Кронекера; $i, j, k = \overline{1,2}$ по повторяющимся индексам производится суммирование; запятая после индекса означает производную по указанной следующей индексом координате; точка над величиной – производную по времени.

Система уравнений (2) – (3) замыкается с помощью определяющих соотношений, соответствующих выбранной модели среды, которые включают скалярное уравнение состояния, связывающее переменные P и p

$$P = K(\rho^0 / \rho - 1), \quad (4)$$

где K – модуль объемного сжатия, и тензорное уравнение, связывающее тензор скоростей деформации и тензор скоростей изменения напряжений. Линейно-упругий материал характеризуется линейной зависимостью между напряжениями и деформацией. Поэтому для нахождения напряжений в точке, обусловленных деформациями в ней, применяется закон Гука, который в терминах приращений деформаций и напряжений можно записать в виде

$$\dot{S}_{ij} = (1 + \delta_{ij}) \mu (\varepsilon_{ij} - 1/3 \delta_{ij} \dot{V} / V), \quad (5)$$

где μ – модуль сдвига.

Для замкнутой системы уравнений (2) – (5) ставится краевая задача с начальными и граничными условиями. Полагается, что реализуется плоско-напряженное состояние.

Введены следующие обозначения: Ω – область, занятая материалом образца; ω_1 – свободные поверхности образца; ω_2 – поверхности приложения нагрузки $P(t)$; ω_3 – поверхности берегов трещины.

Тогда система начальных и граничных условий имеет вид:

$$\begin{aligned} \sigma_{ij}(x, y, z) = 0, \rho(x, y, 0) = \rho^0, U(x, y, 0) = U_0 \quad \forall (x, y) \in \Omega, \\ \sigma_n(x, y, 0) = \sigma_\tau(x, y, t) = 0 \quad \forall (x, y) \in \omega_1 \cup \omega_3; \\ \sigma_\tau(x, y, t) = 0 \quad \forall (x, y) \in \omega_2, V_{пр} = 0 \end{aligned} \quad (6)$$

где индексы n и t определяют нормальное и касательное направления к поверхностям ω_i .

Записанная система уравнений (2) – (5) вместе с начальными и граничными условиями (6) полностью определяют краевую задачу. Решение сформулированной задачи проводится модифицированным методом конечных элементов (ММКЭ) [4].

Многофункциональный метод ММКЭ [4] имеет конечноразностную схему в лагранжевых переменных, с использованием естественной аппроксимации пространственных производных и может применяться для решения динамических многомерных задач механики деформированного твердого тела. Метод ММКЭ предполагает наличие разностной сетки, состоящей из треугольных

ячеек. Градиенты давления и напряжений определяют в узлах разностной сетки; дивергенцию вектора скорости определяют в центрах расчетных ячеек на полуцелых шагах по времени. Пространственная производная аппроксимируется суммированием нормальных компонент потока через границы ячеек таким образом, что локальная аппроксимационная ошибка имеет первый порядок точности по отношению к характерному размеру расчетной ячейки. Сплошная среда разбивается на N конечных элементов в форме треугольника с L узлами.

Рассмотрим в момент времени $t=t^n$ отдельно взятый конечный элемент с номером $k=i,j,k,i$, $j=\overline{1,N}$, $i=\overline{1,2}$. Его площадь определяется через координаты узлов с номером $\beta=\overline{1,2,3}$.

$$S = 1/2(x_1(y_2 - y_3) + x_2(y_3 - y_1) + x_3(y_1 - y_2)). \quad (7)$$

Считается, что значения координат, скоростей и сил относятся к узлам сетки, а остальные величины определены в центрах элементов. Тогда вводя функцию формы, для конечного элемента с номером k можем записать

$$U_i^k = (\Psi_\beta^k U_i^k), \quad i = 1,2; \beta = 1,3; k = 1, N, \quad (8)$$

где функция формы Ψ_β^k выбирается в виде

$$\Psi_b^k = 1/(2S_k)(a_b + b_b x + c_b y), \quad (9)$$

где

$$a_1 = (x_2 y_3 - x_3 y_2), a_2 = (x_3 y_1 - x_1 y_3), \dots, b_1 = (y_2 - y_3), \dots, c_1 = (x_3 - x_2), \dots \quad (10)$$

Линейная функция формы Ψ_β^k на элементе k в узле с номером β равна 1, отлична от нуля внутри элемента и равна нулю в остальных двух узлах.

Имеем связанную модель конечных элементов, аппроксимирующую область расчета. При помощи функции формы (9) исходная система дифференциальных уравнений (2) – (5) дискретизируется по времени и пространству. Процесс численного интегрирования дифференциальных уравнений сводится к решению системы алгебраических уравнений. Кинематические значения предыдущего слоя по времени t^n выступают начальными условиями для расчета НДС в момент t^{n+1} . Напряжения, силы, координаты, площади, плотность, рассчитывают в моменты времени $\dots, t^n, t^{n+1}, \dots$. Скорости узлов, скорости деформаций вычисляют в промежуточные моменты времени $\dots, t^{n+1/2} = 1/2(t^n + t^{n+1}), \dots$

Пусть в некоторый момент времени $t^{n+1/2}$ определено распределение скоростей $U_i^{n+1/2}$. По известным скоростям узлов и их координатам можно определить новое положение узлов в момент t^{n+1} с координатами

$$X_i^{n+1} = X_i^n + U_i^{n+1/2} \Delta t \quad (11)$$

где Δt – шаг по времени ($t^{n+1} = t + \Delta t$). Зная координаты узлов, по (7) вычисляют площади конечных элементов S^{n+1} , посредством которых из уравнения сохранения массы можно найти плотность материала в момент t^{n+1}

$$\rho_k^{n+1} = \rho_k^0 V^0 / V_k^{n+1}, \quad V_k^{n+1} = S_k^{n+1} / S_k^0. \quad (12)$$

Найденные значения X_i^{n+1} определяют значения $a_\beta^{n+1}, b_\beta^{n+1}, c_\beta^{n+1}$, (10), что позволяет вычислить значения компонент тензора скоростей деформаций в элементах. Для этого подставляем (9), (10) в (3)

$$\begin{aligned}
\varepsilon_{xx}^{n+1/2} &= 1/(2S^{n+1/2})(b_1u_1 + b_2u_2 + b_3u_3)^{n+1/2}, \\
\varepsilon_{yy}^{n+1/2} &= 1/(2S^{n+1/2})(c_1v_1 + c_2v_2 + c_3v_3)^{n+1/2}, \\
\varepsilon_{xy}^{n+1/2} &= 1/(2S^{n+1/2})(b_1v_1 + b_2v_2 + b_3v_3 + c_1u_1 + c_2u_2 + c_3u_3)^{n+1/2}.
\end{aligned} \tag{13}$$

Теперь можем определить компоненты девиатора тензора напряжений по (5)

$$\begin{aligned}
S_{xx}^{n+1} &= S_{xx}^n + 2\mu(\varepsilon_{xx}^{n+1/2}\Delta t - 1/3(V^{n+1} - V^n)/V^{n+1/2}), \\
S_{yy}^{n+1} &= S_{yy}^n + 2\mu(\varepsilon_{yy}^{n+1/2}\Delta t - 1/3(V^{n+1} - V^n)/V^{n+1/2}), \\
S_{xy}^{n+1} &= S_{xy}^n + m\varepsilon_{xy}^{n+1/2}\Delta t.
\end{aligned} \tag{14}$$

Компоненты тензора напряжений (1) складываются из компонентов девиатора S_{ij} (14) и его шаровой части, определяемой по уравнению

$$P^{n+1} = K(\rho^{n+1}/\rho^0 - 1). \tag{15}$$

Определив напряжения и силы в отдельных элементах конечно-элементной модели

$$\sigma_{ij}^{n+1} = -P^{n+1}\delta_{ij} + S_{ij}^{n+1}, \tag{16}$$

вычисляют силы внутри элементов

$$(F_i)_\beta^{n+1} = \int_{S_k} (\sigma_{ij}^k \psi_{bj}^{n+1})_k ds. \tag{17}$$

Подставляя в (17) выражение для ? (10), найдем

$$\begin{aligned}
(F_x^{n+1})_\beta^k &= 1/(2S_k)(b_\beta^{n+1}\sigma_{xx} + c_\beta\sigma_{xy})_k^{n+1}, \\
(F_y^{n+1})_\beta^k &= 1/(2S_k^{n+1})(c_\beta\sigma_{yy} + b_\beta s_{xy})_k^{n+1}.
\end{aligned} \tag{18}$$

Внутренние силы, действующие на узлы сетки связанной конечно-элементной модели, определяют суммированием внутренних узловых сил в конечных элементах, окружающих данный узел g .

$$F_{iy}^{n+1} = \Omega_g^{kb} (F_i^k)_b^{n+1}; i = \overline{1,2}; b = \overline{1,3}; k = \overline{1, N}; g = \overline{1, L}. \tag{19}$$

Здесь

1, если узел b элемента совпадает с узлом g связанной модели,

0, в противном случае.

Это выражение аппроксимирует правую часть уравнения движения (3). Тогда, записывая производную по времени в (3) в разностном виде, имеем выражение для нахождения скорости на новом временном шаге

$$M_\gamma (U_i^{n+3/2} - U_i^{n+1/2}) = \Delta t F_{iy}^{n+1},$$

где M_γ – масса, сосредоточенная в узлах связанной модели, которая находится суммированием

$$M_\gamma = \Omega_\gamma^{kb} m_\gamma^k,$$

считая, что вся масса образца равномерно распределена по узлам конечноэлементной модели разнесением в узлы элементов по 1/3 их массы

$$m_b^k = 1/3 \int_{S_k} \rho k ds.$$

Таким образом получены все величины на момент времени t^{n+1} и зная скорости узлов $U_i^{n+3/2}$ можно проводить расчет значений следующего временного слоя t^{n+2} . В качестве критерия разрушения использовался критерий Кулона [5]:

$$|\tau| - \operatorname{tg}\phi\sigma = C,$$

где $|\tau|$ – предельная величина предельного напряжения сдвига;

σ – нормальное напряжение на наклонной площадке;

ϕ – угол внутреннего трения (для известняка -28°).

$$\sigma_c = 2C \operatorname{ctg}(\pi/4 - \phi/2),$$

где σ_c – предел прочности материала при сжатии (для известняка 10,0 МПа).

В результате проведенных расчетов с использованием компьютерной графики были построены картины поверхности распределения максимальных касательных напряжений и картины поверхности разрушения образца в среднем сечении в моменты времени 1,5 мкс (начало разрушения), 3 мкс, 6 мкс и 9 мкс (конец разрушения) при скоростях удара 50 м/с и 250 м/с в сферическом образце известняка размером 10 мм.

В настоящей работе приведены указанные выше картины для скоростей удара 50 м/с и 250 м/с через 1,5 мкс и 9 мкс (рис. 1 – 12).

Анализ графического материала свидетельствует о волновом характере распространения напряжений (см. рис. 1, 4, 7 и 10) и значительном влиянии скорости ударного нагружения на процесс разрушения частицы материала. Так, рост скорости нагружения с 50 м/с до 250 м/с через 1,5 мкс после удара (см. рис. 3 и 9) увеличивает поверхность разрушения образца в среднем сечении почти в 3 раза.

В конце процесса разрушения (через 9 мкс) при скорости удара 50 мкс, соотношение между разрушенными и не разрушенными участками поверхности в среднем сечении образца составляет 0,4 : 1 (см. рис.6). Это же соотношение при скорости удара 250 м/с равно 2 : 1 (см. рис. 12). Поверхность разрушения при росте скорости удара с 50 м/с до 250 м/с через 9 мкс после удара увеличивается в 2,4 раза (см. рис. 6 и 12).

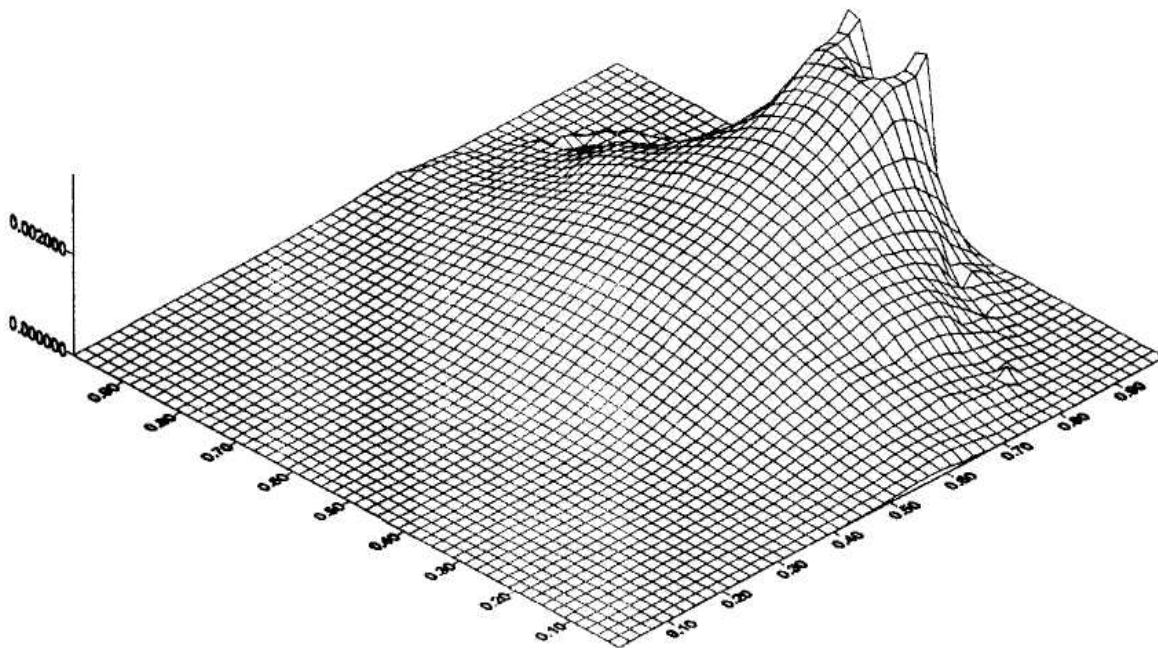


Рис. 1. Поверхность распределения максимальных касательных напряжений ($\times 10^4$ МПа) в образце через 1,5 мкс после удара со скоростью 50 м/с.

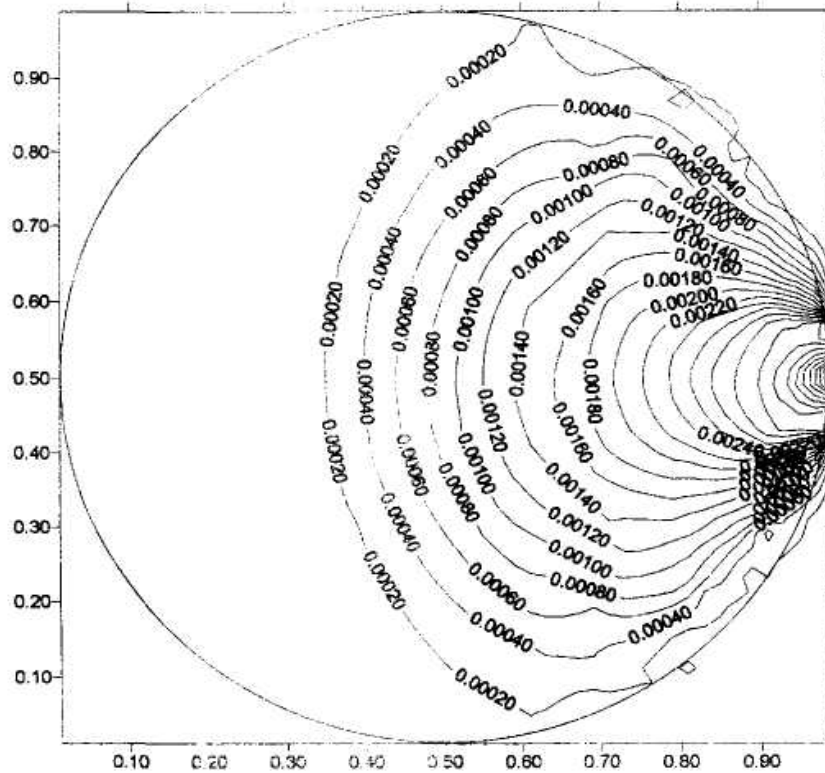


Рис. 2. Изолинии максимальных касательных напряжений ($\times 10^4$ МПа) в образце через 1,5 мкс после удара со скоростью 50 м/с.

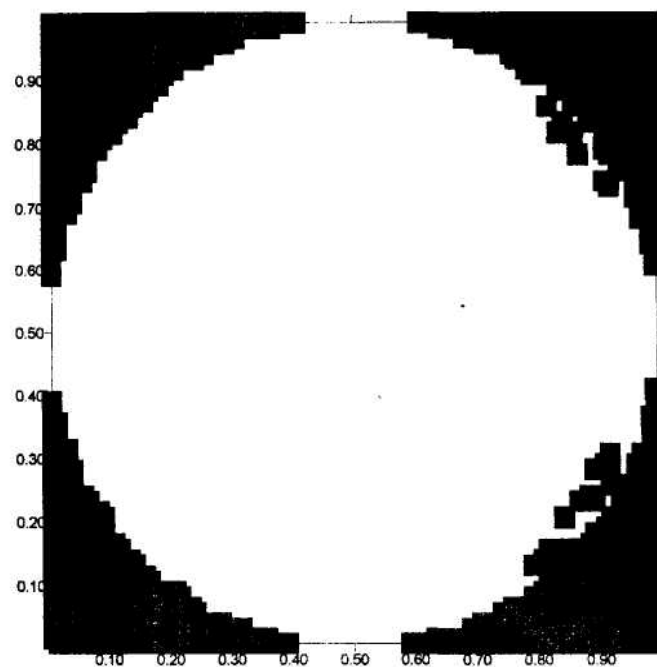


Рис. 3. Поверхность разрушения образца в среднем сечении через 1,5 мкс после удара со скоростью 50 м/с (черные квадраты – полностью разрушенные участки).

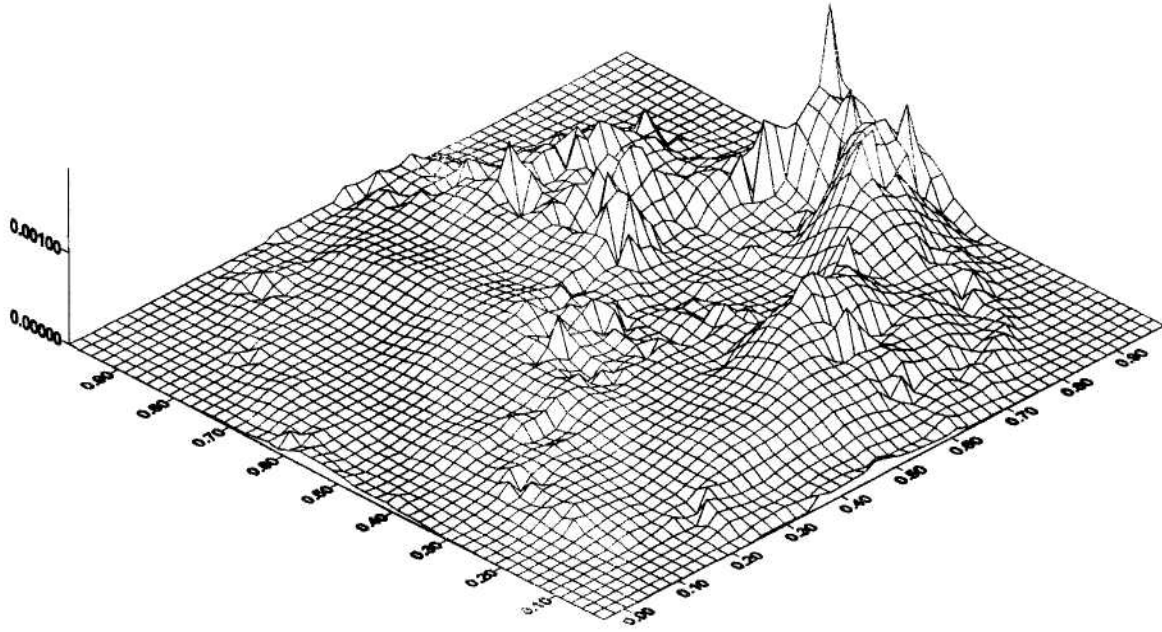


Рис. 4. Поверхность распределения максимальных касательных напряжений ($\times 10^4$ МПа) в образце через 9 мкс после удара со скоростью 50 м/с.

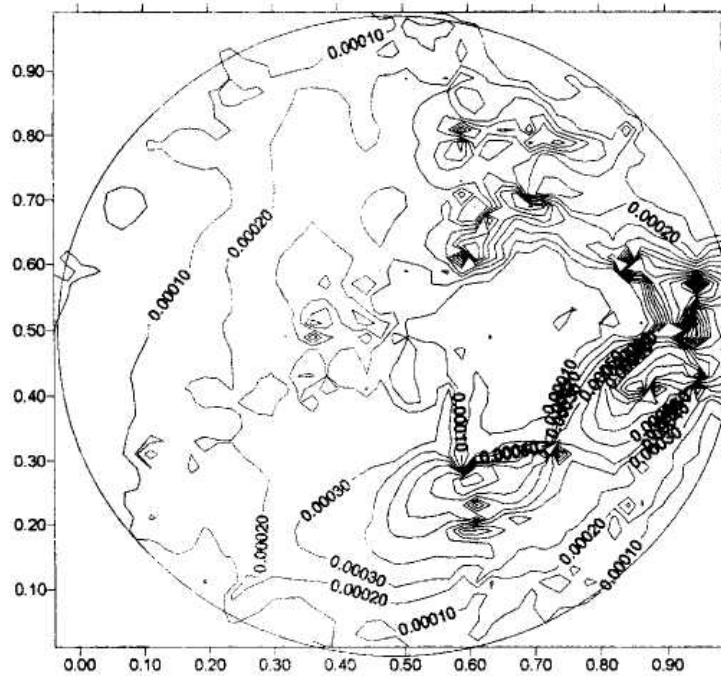


Рис. 5. Изолинии максимальных касательных напряжений ($\times 10^4$ МПа) в образце через 9 мкс после удара со скоростью 50 м/с.

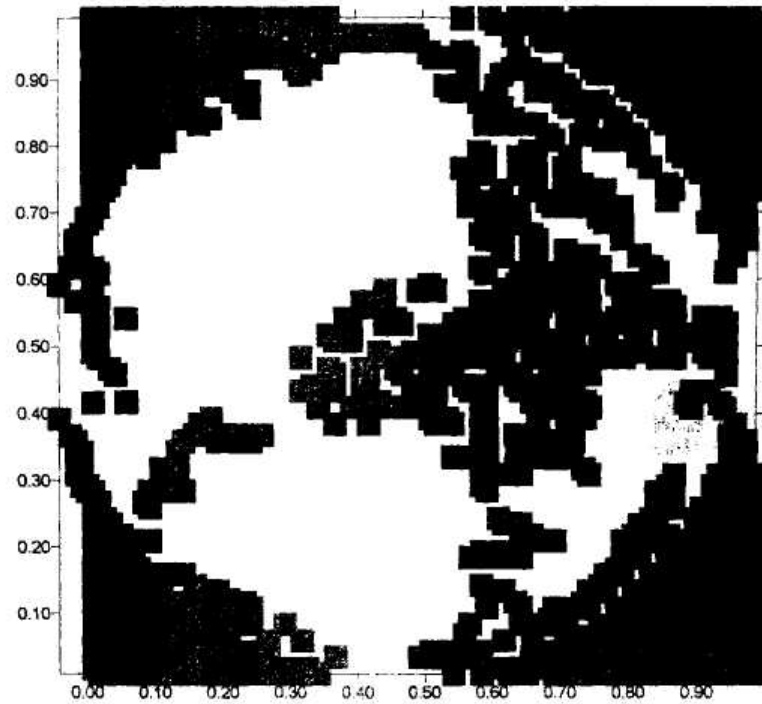


Рис.6. Поверхность разрушения образца в среднем сечении через 9 мкс после удара со скоростью 50 м/с (черные квадраты – полностью разрушенные участки).

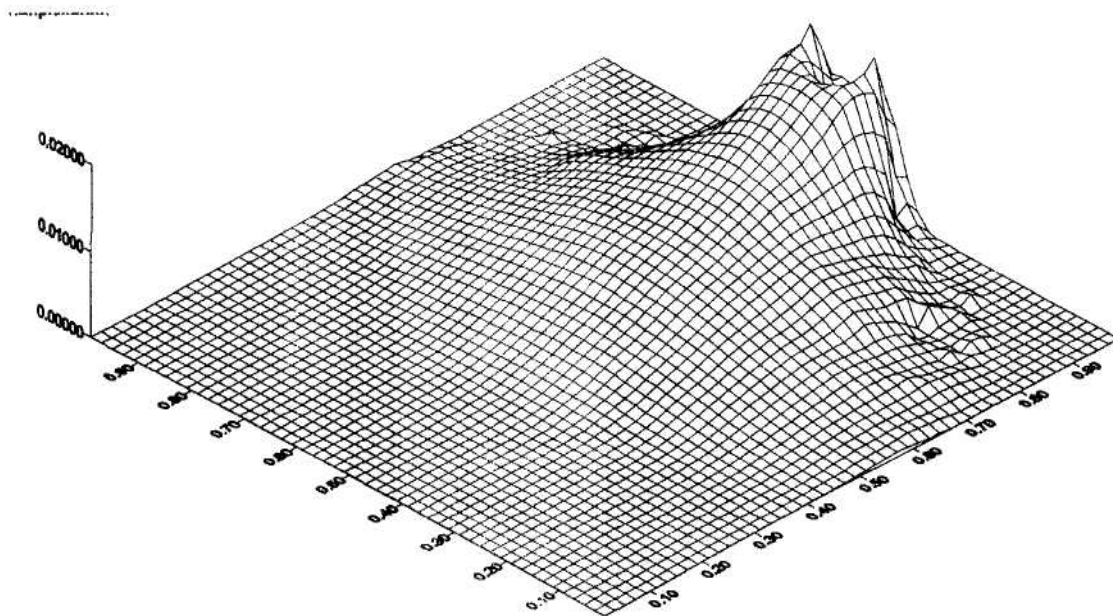


Рис. 7. Поверхность распределения максимальных касательных напряжений ($\times 10^4$ МПа) в образце через 1,5 мкс после удара со скоростью 250 м/с.

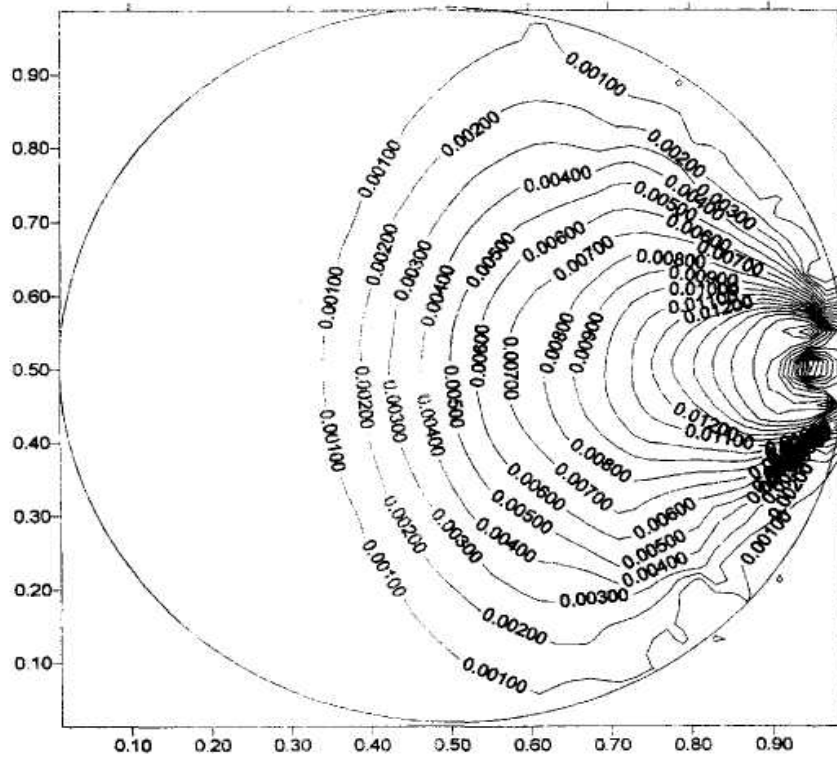


Рис. 8. Изолинии максимальных касательных напряжений ($\times 10^4$ МПа) в образце через 1,5 мкс после удара со скоростью 250 м/с.

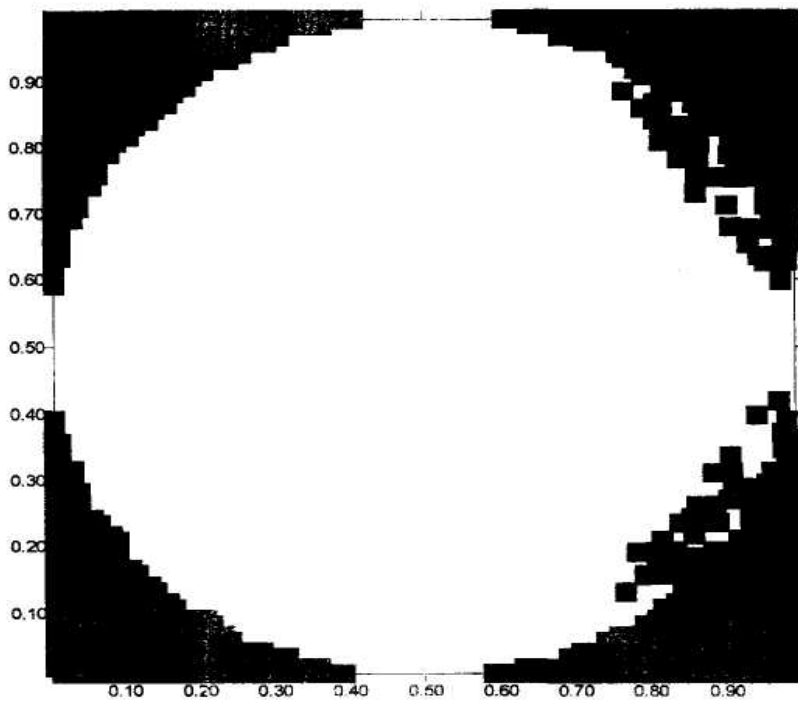


Рис. 9. Поверхность разрушения образца в среднем сечении через 1,5 мкс после удара со скоростью 250 м/с (черные квадраты - полностью разрушенные участки).

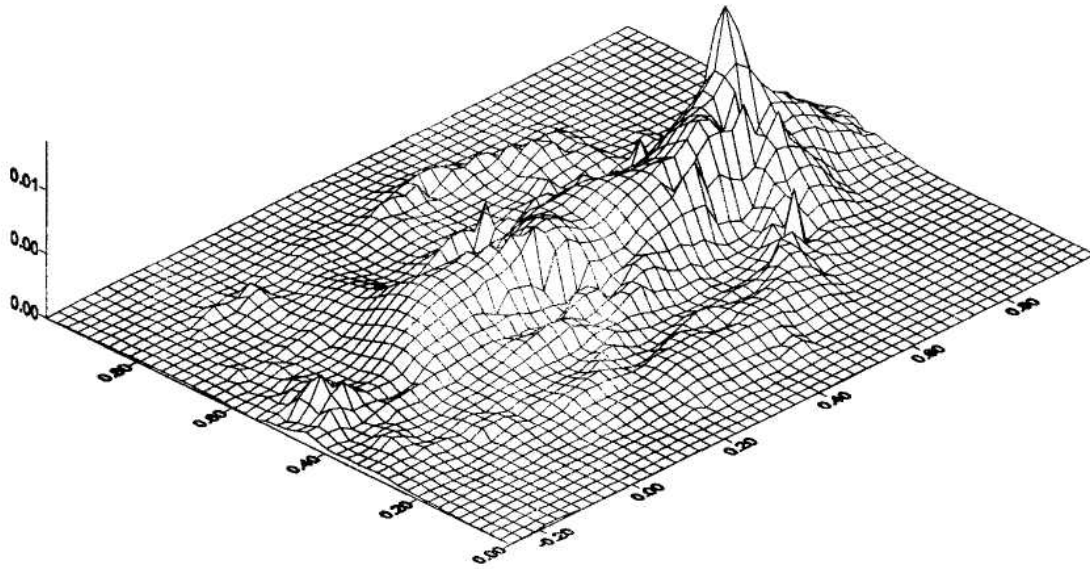


Рис. 10. Поверхность распределения максимальных касательных напряжений ($\times 10^4$ МПа) в образце через 9 мкс после удара со скоростью 250 м/с.

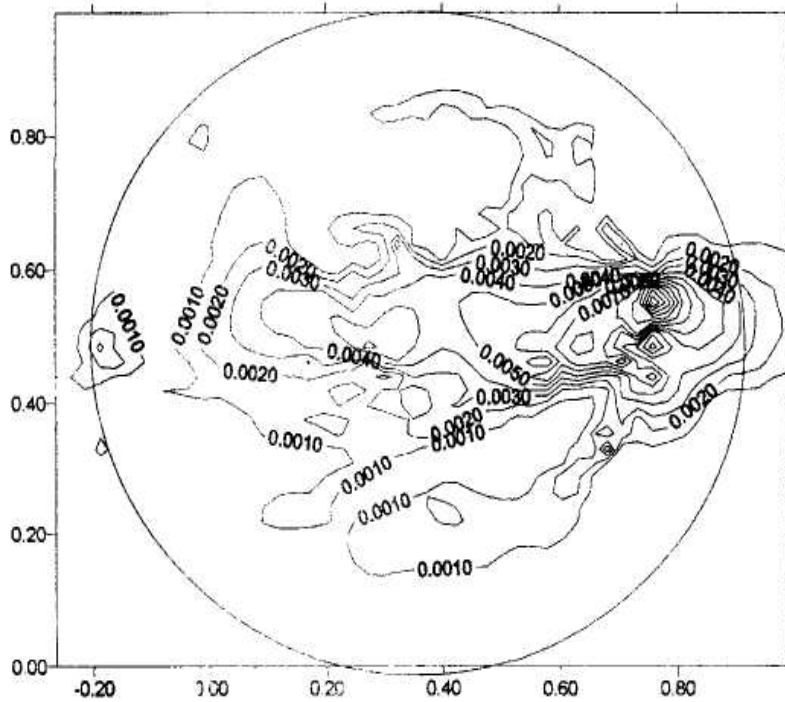


Рис. 11. Изолинии максимальных касательных напряжений ($\times 10^4$ МПа) в образце через 9 мкс после удара со скоростью 250 м/с.



Рис. 12. Поверхность разрушения образца в среднем сечении через 9 мкс после удара со скоростью 250 м/с (черные квадраты – полностью разрушенные участки).

ВЫВОДЫ

1. Проведено моделирование на компьютере процесса разрушения одиночных частиц при высокоскоростном ударе со скоростями 50 – 250 м/с с использованием численного модифицированного метода конечных элементов.
2. Показано, что распределение напряжения носит волновой характер и с ростом скорости одиночного удара с 50 до 250 м/с поверхность разрушения через 1,5 – 9 мкс увеличивается в 2,4 – 3 раза.
3. Компьютерное моделирование процесса разрушения материалов при высокоскоростном нагружении в сочетании с физическими и технологическими методами оценки уровня механохимической активации материалов позволит исследовать эти сложные процессы и в конечном итоге разработать способы направленного регулирования свойствами строительных материалов из механоактивированного сырья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федоркин С.И. Механоактивация вторичного сырья в производстве строительных материалов. – Симферополь: Таврия, 1997. – 180с.
2. Авакумов Е.Г. Механические методы активации химических процессов. – Новосибирск: Наука, 1986. – 263с.
3. Ревнивцев В.И., Гапонов Г.В., Зарогатский Л.П. Селективное разрушение материалов. – М.: Недра, 1988. – 286с.
4. Корнев А.И., Николаев А.П., Шиповский И.Е. Приложение метода конечных элементов к задачам соударения твердых деформируемых тел // Труды 7 Всесоюзной конференции «Численные методы решения задач теории упругости и пластичности». – Новосибирск: СОАН СССР. – С. 122 – 129.
5. Карташев Ю.М., Матвеев Б.В., Михеев Г.В. и др. Прочность и деформируемость горных пород. – М. Недра, 1979. – 269с.

Раздел 4. Технология промышленного и гражданского строительства

УДК 000.000

Морозов А.Д., к.т.н., профессор

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Васильев Н.В., инженер, Жидов С.Н., инженер

ОАО «Пневматика», г. Симферополь

Исследование износа быстроизнашивающихся деталей пневмотранспортного оборудования

Рассматриваются результаты исследования износа деталей шнеконапорных механизмов пневматического разгрузочно-транспортного оборудования.

Вкладыш, гильза, пневмотранспорт, шнек, цилиндр, износ

Наиболее сложным и изнашиваемым узлом винтовых пневмоустановок являются шнеконапорные механизмы (ШМ). Повышение эффективности ШМ пневмоустановок может быть осуществлено за счет их конструктивного совершенства, внедрения современных защитных материалов, рациональных технологических параметров эксплуатации и экономически целесообразных приёмов восстановительного ремонта при эксплуатации.

Анализ условий работы и причины выхода из строя исследуемых деталей и узлов пневмоустановок показывает, что определяющими видами износа по ГОСТ 23002-87 являются:

абразивный (все элементы шнека, броневые гильзы, регулируемые вкладыши, детали уплотнений обратного клапана и питателя заборного устройства, подшипники);

ударно-абразивный (верхняя часть витков шнека, броневые гильзы);

газоабразивный (шнек в зоне трех последних напорных витков, броневые гильзы, детали уплотнений и обратного клапана, смесительной камеры, цементопровода);

усталостный (обрыв посадочной конической части моторной втулки, несущей шнек);

Установлено, что все быстроизнашивающиеся детали работают в интервале температур от -30° до $+90^{\circ}$ С при средних скоростях скольжения и давления абразивно-изнашивающей среды до 0.3 мПа.

При нормальных условиях эксплуатации оборудования (по ГОСТ 25866-88 под нормальными условиями эксплуатации понимается использование техники в соответствии с действующей эксплуатационной документацией, т.е. когда все требования заводской инструкции соблюдаются полностью), которые осуществляются лишь на отдельных передовых предприятиях стройиндустрии, ресурс работы быстроизнашивающихся деталей и узлов близок к паспортным данным завода-изготовителя. Однако, как показали многочисленные наблюдения при реальных условиях эксплуатации (сложившихся организационно) на большей части (примерно 90 %) предприятий наработка пневмотранспортного оборудования на отказ в 1.5...2.0 раза ниже, чем в нормальных условиях.

Анализ износа напорных шнеков различной геометрии был подробно рассмотрен в работах [3], [4], в этих же работах кратко рассмотрен износ регулируемых вкладышей (планок) из стали ХВГ с твердостью HRC 40-42, после 550 часов наработки совместно с серийными шнеками увеличивающегося шага диаметром 0.2 м. При исследовании под микроскопом (x300) поверхности вкладыша между напорным концом пера шнека и клапаном смесительной камеры, очень хорошо просматриваются следы газо-абразивного износа и неровности глубиной до 0.8 мм, не имеющие четкой ориентации [3].

На поверхности вкладыша между первым и вторым витком напорного участка шнека (в зоне открытого витка) хорошо видны следы газо-абразивного износа, имеющие ясно направленную ориентацию.

На поверхности вкладыша между вторым и третьим витком напорной зоны явно видны сле-

ды не только газо-абразивного износа, но и чётко ориентированные линии чисто абразивного износа поверхности, т.к. радиальное давление материала на этом участке существенно повышается.

Поверхность вкладыша в зоне третьего напорного витка - видны совершенно отчётливые и хорошо ориентированные неглубокие линии интенсивного абразивного износа, несколько похожего на обработку поверхности планки абразивным кругом большой зернистости. Радиальное давление материала на поверхность планки здесь приближается к наибольшему, почти отсутствуют обратные перетечки воздуха вдоль непосредственно рабочей поверхности вкладыша и поэтому нет следов газоабразивного износа.

Поверхность вкладыша за первым витком от приёмной камеры - видны следы абразивного износа и газо-абразивного износа.

На поверхности вкладыша перед входом в приёмную камеру (на расстоянии 0.3 шага от края) преобладает газо-абразивный износ в виде небольших и неглубоких (до 0.2 мм) множественных углублений, не имеющих резко очерченных границ [3, 4].

При аналитических исследованиях износа ШМ будем считать условно, что уплотненный в разной степени по длине шнека материал и регулируемые вкладыши являются сопряжёнными деталями, а изменение их относительного положения назовём сопряжённым износом

Для того, чтобы наиболее плотно охарактеризовать величину износа вкладышей и шнека необходимо знать форму изнашиваемой поверхности, дать распределение износа по поверхности трения. I_{1-2} – величина относительного сближения изношенных деталей 1-2 в направлении, перпендикулярном оси вала шнека.

$$u_{\lambda 1} + u_{\lambda 2} = u_{1-2} = const \quad (1)$$

Для любой точки поверхности при условии касания:

$$I_{1-2} = \frac{I_1 + I_2}{\cos \alpha} \quad \text{или} \quad \lambda_{1-2} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{\cos \alpha} \quad (2)$$

где: I_1 и I_2 – линейный износ деталей в данной точке, измеренный в направлении нормали к поверхности трения;

α – угол между нормалью к поверхности трения и направлением возможного сближения деталей;

λ_{1-2} - скорость изнашивания сопряжения;

λ_1 и λ_2 - скорость изнашивания деталей в данной точке.

Для того чтобы охарактеризовать форму изношенной поверхности регулируемых вкладышей рассмотрим два взаимно перпендикулярных сечения. В сечении, перпендикулярном продольной оси цилиндра, направление абразивного износа может быть определено заранее -радиальное.

Регулируемые вкладыши перемещаются в направляющих, которые предотвращают их смещение от сил трения в сторону от главной плоскости инерции (в пределах допускаемого зазора). Допустим, с дальнейшей коррекцией, что цилиндрическая поверхность, образуемая вкладышами, имеет равномерный износ по поверхности трения.

Условно считаем постоянными следующие параметры:

$\lambda_{1-2} = const$ - износ сопряжения; $\lambda_1 = const$ - износ вращающейся «гайки», т.е. шнека по наружному диаметру. Кроме того, постоянная окружная скорость на поверхности трения:

$$v = 2\pi R_n = const \quad (3)$$

Определим характер эпюры давления: $\lambda_2 = \lambda_{1-2} \cos \alpha - \lambda_1$ (рис. 1). В общем случае скорость изнашивания выражается следующей зависимостью:

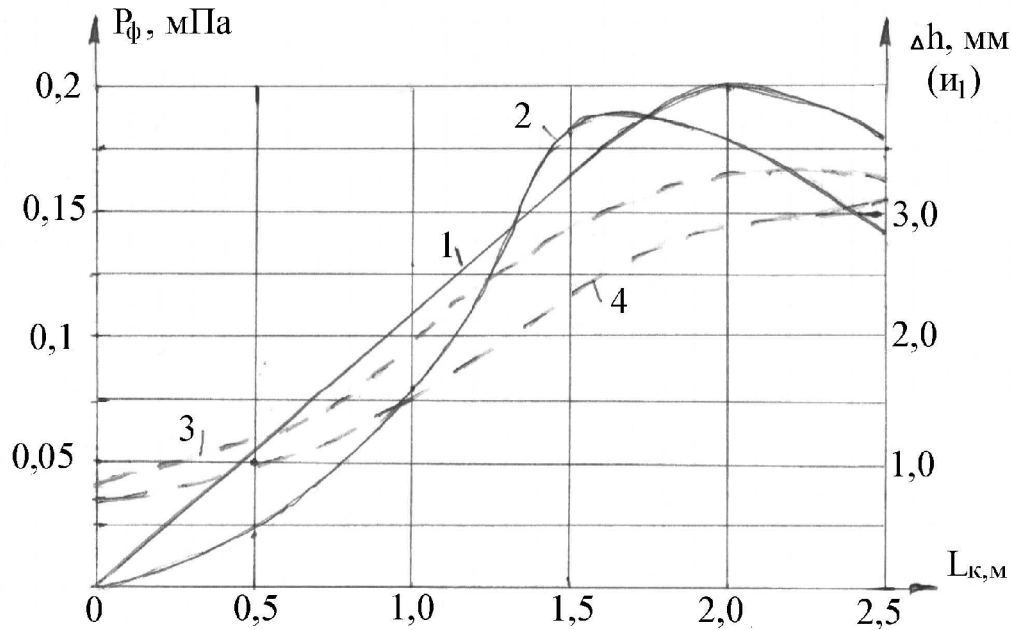


Рис. 1 Эпюры избыточных давлений P_ϕ по длине L_k каналов шнеков и эпюры износа шнеков по наружному диаметру (цемент, наработка $T=1000$ час)

- 1 – Эпюра P_ϕ по длине L_k канала шнека уменьшающегося шага от 0,13 м до 0,096 м (шнек № 1);
 2 – Эпюра P_ϕ по длине L_k канала шнека увеличивающегося шага от 0,096 м до 0,13 м (шнек № 2);
 3 – Эпюра износа шнека № 1 по наружному диаметру;
 4 – Эпюра износа шнека № 2 по наружному диаметру

$$\lambda = R_p^m v^n, \quad (4)$$

где $m=0.5-3$, $n=1$ для большинства пар трения, k – коэффициент износа, характеризующий условия изнашивания.

Для абразивного износа: $m=n=1$

Согласно законам изнашивания: $\lambda_2 = R_2 \rho v$

$$\lambda_1 = k_1 \rho^m v, \quad \lambda_2 = k_2 \rho^m v \quad (5)$$

Для абразивного износа зависимость скорости изнашивания от давления носит линейный характер, поэтому далее можно определить давление:

$$P = \frac{\lambda_{1-2} \cos \alpha - \lambda_1}{k_2 v} \quad (6)$$

При этом α может увеличиваться и уменьшаться, остальные параметры постоянны.

Определим величину радиального усилия через удельное давление. Это усилие считаем как равнодействующую, приложенную в центре вкладыша:

$$P = P \cos \alpha dS; \quad dS = \ell_0 R d\ell \quad (7)$$

где S – поверхность трения, ℓ_0 – длина регулируемой планки.

После интегрирования:

$$P = \frac{R \ell_0}{k_2 v} [\lambda_{1-2} (0.5 \sin d\alpha_0) - \lambda_1 2 \sin \alpha_0] \quad (8)$$

Рассмотрим износ тела при повороте сформировавшегося сыпучего тела («гайки») на элементарный угол $d\alpha$.

$$di_1 = k_1 P v dt; \quad dt = t \frac{d\alpha}{2\pi}; \quad di_1 = k_1 P v t \frac{d\alpha}{2\pi} \quad (9)$$

Т.к. на участке время изнашивания меньше общего времени изнашивания t :

$$\lambda_1 = \frac{i_1}{t}; \quad \frac{di_1}{t} = d\lambda. \quad \text{Подставляя, получим:}$$

$$dk_1 = \frac{k_1 P v t d\alpha}{2\pi + \alpha_0} \quad (10)$$

$$\lambda = \frac{k_1 i}{2\pi} \int_{-\alpha_0}^{+\alpha_0} P d\alpha. \quad \text{Подставим и проинтегрируем}$$

$$\lambda = \frac{k_1 i}{2\pi} \int_{-\alpha_0}^{+\alpha_0} \frac{\lambda_{1-2} \cos \alpha - \lambda_1}{k_2 i} d\alpha = \lambda_{1-2} \frac{k_1 \sin \alpha_0}{\pi k_1 + \alpha_0 k_2} \quad (11)$$

Отсюда видно, что износ равномерно распределен по цилиндрической поверхности регулируемого вкладыша, т.к. видно из формулы (11), что λ не зависит от угла α .

Определим скорость изнашивания сопряжения:

$$P = \frac{R \ell_0}{k_2 i} \left[\lambda_{1-2} (0.5 \sin d\alpha_0) - \left(\lambda_{1-2} \frac{k_1 \sin \alpha_0}{\pi k_2 + \alpha_0 k_1} \right) 2 \sin \alpha_0 \right]$$

$$v = 2\pi P_n; \quad \lambda_{1-2} = \frac{2\pi k_2 P_n}{\ell_0 \left(0.5 \sin 2\alpha_0 + \alpha_0 - \frac{k_1 \sin \alpha_0}{\pi k_2 + \alpha_0 k_1} \right)} \quad (12)$$

т.е. скорость изнашивания зависит от:

- режима работы (P, n);
- размеров (ℓ_0, α_0);
- материала (k_1, k_2).

Отсутствие зависимости скорости изнашивания сопряженных поверхностей от радиуса, видимо, связано с тем, что с его увеличением возрастает и скорость скольжения, а среднее давление

уменьшается $\left(P_{cp} = \frac{P}{2\ell_0 k} \right)$, однако скорость изнашивания не меняется.

Из формул (11) и (12) следует, что:

$$u_1 = \lambda_{1-2} \frac{k_1 \sin \alpha_0}{\alpha_0 k_1 + \pi k_2} \quad (13)$$

$$u_2 = \lambda_{1-2} \left(\cos \alpha - \frac{k_1 \sin \alpha_0}{\alpha_0 k_1 + \pi k_2} \right) t \quad (14)$$

i – «износ» уплотненного сыпучего тела, т.е. шнека по наружному диаметру;

i_1 – износ регулируемого вкладыша.

Из данных выражений можно заключить, что износ регулируемого вкладыша зависит от угла α . При $\alpha = 0$ он достигает максимума.

Определим величину износа через центрально приложенную силу и число оборотов шнека, подставив в (13) и (14) выражение (15):

$$u_1 = \frac{k_1 \sin \alpha_o t}{\ell_o (\alpha_o k_1 + \pi k_2)} \left(\frac{2\pi k_2 P_n}{0.5 \sin 2\alpha_o + \alpha_o - \frac{k_1 \sin \alpha_o}{\alpha_o k_1 + \pi k_2}} \right) \quad (15)$$

$$u_2 = \frac{t \cdot 2\pi k_2 P_n \left(\cos \alpha - \frac{k_1 \sin \alpha_o}{\alpha_o k_1 + \pi k_2} \right)}{\ell_o \left(0.5 \sin 2\alpha_o + \alpha_o - \frac{k_1 \sin \alpha_o}{\alpha_o k_1 + \pi k_2} \right)} \quad (16)$$

Полученные выражения позволяют приближенно, т.е. усредненно определить величину износа вкладышей и шнека. Для более точного определения величины износа в сопряжении «шнек-вкладыш» необходимо определить u_1 и u_2 в различных сечениях вдоль оси цилиндра, подставляя в выражения (15) и (16) различные значения P с учетом конструкции шнеконапорного механизма и реальной эпюры распределения давления по длине канала шнека [3], [4]. Фактически кривая износа будет подобна эпюре давлений, так как поверхность вкладыша изнашивается по всему пути трения S неравномерно.

$$u(l) = k_2 S f(l), \text{ на элементе длиной } \ll df \gg P dl = f(l) dl$$

Определим элементарный износ du , который будет зависеть от кривой распределения общего пути трения:

$$du = k_1 S \eta(x) f(l) dl \quad (17)$$

где $\eta(x)$ характеризует распределение общего пути трения.

При постоянном продольном перемещении: $\eta(x) = \frac{1}{L}$ (L – максимальная длина перемещения вкладыша).

Если эпюра давлений близка к треугольной, то

$$P = \frac{P_o}{\ell_o} \ell \quad (18)$$

При этом уравнение изношенной поверхности можно представить:

$$\eta(x) = k_1 S \int_0^x \frac{1}{L} \cdot \frac{P_o}{\ell_o} \ell d\ell = \frac{k_1 S P_o}{2L \cdot \ell_o} x^2 \quad (19)$$

В случае задевания шнека за внутреннюю поверхность броневых гильз или цилиндра с регулируемыми вкладышами, нормальную силу контакта F_n в рассматриваемом сечении ШМ можно определить из следующего выражения

$$F_n = \frac{\pi^2 E Y}{4\ell} \bar{F}_N \quad (20)$$

$$F_n = \frac{\pi / 2 \sqrt{\delta \ell / \ell}}{\mu + \pi \sqrt{\delta \ell / \ell}} \quad (21)$$

где: $\delta \ell$ - нормальный прогиб, а l и EY - материально-геометрические характеристики шнека.

E_N выражается через $\delta \ell$ нелинейно.

Рассчитанные направления вектора вибрации (ВВ), относительные величины ВВ и F_n экспе-

риментально подтверждаются после контрольного времени наработки шнеков различной заходности и геометрии, по величине кольцевого зазора износа рабочей пары ШМ в различных сечениях.

ВЫВОДЫ:

1. Полученные выражения позволяют приближенно определить усредненную величину износа вкладышей, броневых гильз и шнеков.
 2. Повышение эффективности работы пневмовинтового оборудования за счет снижения износа вибрационного возбуждения, можно осуществить путем подбора более рациональной научно-обоснованной геометрии шнека, применения конструктивно более сбалансированных двухзаходных шнеков, увеличением жесткости узлов системы крепежно-приводного устройства шнека, способствующим меньшему влиянию внешнего периодического воздействия, смещением основных собственных частот машины, при которых возможно возникновение резонанса из-за совпадений с частотой вынуждающей силы или из-за близости к ней, установки приводных двигателей на вибро-изоляторах и повышением инерционно-жесткостных характеристик рамы и фундамента, также установкой второй опоры шнека.
 3. Для защиты от износа деталей ШМ, производится наплавка или армирование участков повышенного абразивного воздействия различными износостойкими материалами с большим содержанием углерода и легирующих элементов, а также электродами и наплавочными порошковыми проволоками типа Т-590, Т-620, ВСН-6, ВСН-8, ОЛН-20, ЭНГ-1ЗНЧ, ПП-АН125, ПП-АН170 и др.
- Среди современных способов защиты трубопроводов, камер, бункеров и других узлов ПУ, это применение термостойких ситаллов, каменного литья износостойких резин и пластмасс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калинушкин М.П. Пневмотранспортное оборудование. - Л.: Машиностроение, 1986, - 286 с.
2. Костецкий Б.И. Надежность и долговечность машин. - К.: Техника, 1985. - 408 с.
3. Морозов А.Д. Научные основы создания пневмомеханических разгрузочно-транспортных машин. Симферополь, РИО НАПКС, 2002, - 256 с.
4. Баладинский В.Л., Морозов А.Д., Чередниченко И.А. Транспорт и пути сообщения, Симферополь, РИО НАПКС, 2005, - 305 с.

УДК 517.9

Степанов А.В., д. т. н.*Крымский государственный агротехнологический университет***Каркач Д.В., инженер***Национальная академия природоохранного и курортного строительства*

Макроскопические параметры газового подшипника при непараллельной установке опор

Построено решение задачи цилиндрического газового подшипника без наддува путем численного решения уравнения Рейнольдса методом Ньютона-Канторовича и определены макроскопические параметры, определяющие условия его работы. Проведено исследование поведения несущей способности и момента трения при несоосной установке опор с газовой смазкой. Установлено, что несущая способность всегда возрастает при появлении асимметрии, однако ее относительное значение меньше всего меняется для коротких подшипников с большим эксцентриситетом и малой скоростью вращения; момент трения, наоборот, показывает наименьшие изменения для больших значений всех трех параметров: длины, эксцентриситета и скорости.

Газовый подшипник, газовая смазка, уравнение Рейнольдса, метод Ньютона-Канторовича.

1. Постановка задачи. Малые зазоры, используемые в газовых подшипниках, накладывают ограничения на соосность установки опор. Неточности вызывают изменения характеристик подшипника, приводят к неустойчивости и работе в условиях сухого трения. Считается [1], что отклонение не должно превышать 2-3 мкм на длине подшипника. Достижение требуемой точности – трудоемкая операция, осуществляемая с помощью специальных приборов, что затруднительно при частых разборках узла или при экспериментальных исследованиях. Подшипники, менее чувствительные к несоосности имеют здесь определенные преимущества. Знание зависимости характеристик подшипника от неточностей при установке, позволяет проектировать узлы с умеренными допусками.

Поле давлений для цилиндрического газового подшипника без наддува, определяется уравнением Рейнольдса [1]:

$$\frac{\partial}{\partial \theta} \left(H^3 P \frac{\partial P}{\partial \theta} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(H^3 P \frac{\partial P}{\partial z} \right) - \Lambda \frac{\partial (PH)}{\partial \theta} = 0 \quad (1)$$

где H – относительный зазор между шипом и подшипником, P – безразмерное давление, Λ – число подшипника:

$$\Lambda = \frac{6\mu\omega r^2}{p_a c^2}, \quad (2)$$

где μ – динамическая вязкость газа, ω – угловая скорость шипа, r – радиус подшипника, p_a – атмосферное давление, c – средний радиальный зазор между шипом и подшипником.

Уравнение (1) должно удовлетворять граничным условиям:

$$P(\theta + 2\pi, z) = P(\theta, z) \text{ – периодичность поля давлений по координате } \theta;$$

$$\left. \frac{\partial P(\theta, z)}{\partial \theta} \right|_{\theta=0} = 0 \text{ – симметрия поля давлений относительно середины подшипника;}$$

$P(\theta, 0) = P(\theta, \lambda) = 1$ – абсолютное давление на границе смазочного слоя равно давлению окружающей среды.

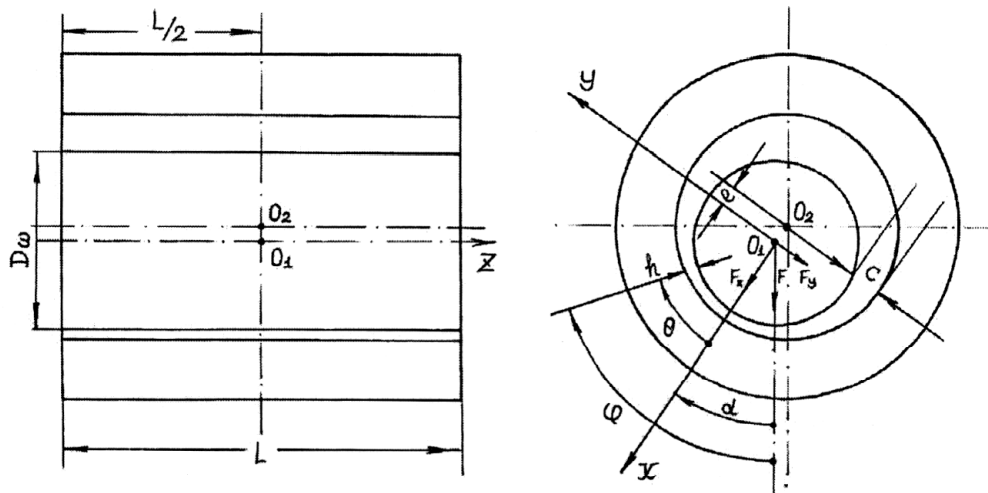


Рис. 1. Расчетная схема для гладкого цилиндрического подшипника без наддува при параллельных осях шипа и подшипника. φ – угол от линии действия нагрузки \vec{F} до некоторой произвольной точки; α – угол от линии действия нагрузки \vec{F} до линии центров; θ – угол от линии центров до некоторой произвольной точки

Запишем уравнение (1) в виде:

$$R(P) = 0. \quad (3)$$

Нелинейный оператор $R(P)$ определяется выражением:

$$R(P) = \frac{\partial}{\partial \theta} \left(H^3 P \frac{\partial P}{\partial \theta} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(H^3 P \frac{\partial P}{\partial z} \right) - \Lambda \frac{\partial (PH)}{\partial \theta} \quad (4)$$

Используя известный метод Ньютона-Канторовича [2], заменим (3) на эквивалентную рекуррентную последовательность линейных уравнений:

$$\frac{dR(P_n)}{dP} (P_{n+1} - P_n) = -R(P_n), \quad n = 0, 1, \dots \quad (5)$$

Для решения (3) вводится сетка $0 \leq \theta \leq 2\pi$, $0 \leq z \leq \lambda$ и производные заменяются разностями в ее узлах. Разностное уравнение решается методом установления с учетом краевых условий. Полученное приближенное поле давлений подставляется в правую часть (5), и процесс решения повторяется. Итерации заканчиваются, когда гильбертова норма $\varepsilon < 1$.

2. Определение статических характеристик подшипника. Подъемная сила подшипника, равная в стационарном режиме нагрузке на шип, определяется равнодействующей сил давления смазочного слоя на подшипник. Спроектировав давление p на направление нагрузки \vec{F} (рис. 1), получим для подшипника диаметром $D = 2r$ и длиной L :

$$W = L \int_0^{2\pi} p \cos(\theta + \varphi) r d\theta = \frac{DLp_a}{2} \int_0^{2\pi} P \cos(\theta + \varphi) d\theta. \quad (6)$$

Выражение

$$K_H = \frac{1}{2} \int_0^{2\pi} P \cos(\theta + \varphi) d\theta = \frac{W}{DLp_a}$$

представляет удельную подъемную силу на единицу площади проекции подшипника при $p_a = 1$.

Угол φ (угол положения) неизвестен и K_H вычисляется с помощью определения проекций K_H на оси X и Y :

$$K_H = \sqrt{K_{HX}^2 + K_{HY}^2}, \quad (7)$$

где:

$$K_{HX} = \frac{1}{2\lambda} \int_0^\lambda dz \int_0^{2\pi} P \cos \theta d\theta, \quad K_{HY} = \frac{1}{2\lambda} \int_0^\lambda dz \int_0^{2\pi} P \sin \theta d\theta, \quad (8)$$

а λ – длина подшипника. Одновременно определяется угол φ :

$$\varphi = \operatorname{arctg} \frac{K_{HY}}{K_{HX}}. \quad (9)$$

3. Несоосный газовый подшипник. Метод обобщается на случай непараллельности осей шипа и подшипника: достаточно переопределить функцию зазора $H(\theta, z)$.

Пусть в начале подшипника ($z = 0$) центр шипа смещен относительно центра подшипника на величину ε_1 в направлении некоторого угла α_1 , а противоположный конец шипа ($z = \lambda$) смещен относительно центра подшипника на величину ε_2 в направлении некоторого угла α_2 . Тогда в декартовой системе координат (рис. 2), центр которой совпадает с центром подшипника при $z = 0$ линия центров шипа будет проходить через точки $A(x_1, y_1, z_1)$ и $B(x_2, y_2, z_2)$ с координатами:

$$\begin{cases} x_1 = \varepsilon_1 \cos \theta_1 \\ y_1 = \varepsilon_1 \sin \theta_1 \\ z_1 = 0 \end{cases}, \quad \begin{cases} x_2 = \varepsilon_2 \cos \theta_2 \\ y_2 = \varepsilon_2 \sin \theta_2 \\ z_2 = \lambda \end{cases} \quad (10)$$

Запишем уравнение прямой АВ в виде:

$$\begin{cases} x = x(z) \\ y = y(z) \end{cases}$$

Для этого используем известные соотношения:

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{z - z_1}{z_2 - z_1}$$

Подставляя (10), после преобразований получим:

$$\begin{aligned} x(z) &= \varepsilon_1 + \frac{z}{\lambda} (\varepsilon_2 \cos \theta_2 - \varepsilon_1) \\ y(z) &= \frac{z}{\lambda} \varepsilon_2 \sin \theta_2 \end{aligned} \quad (11)$$

В полярных координатах найдем величину смещения центра шипа относительно центра подшипника и его направление:

$$\varepsilon(z) = \sqrt{x(z)^2 + y(z)^2} \quad (12)$$

$$\alpha(z) = \operatorname{arctg} \frac{y(z)}{x(z)}$$

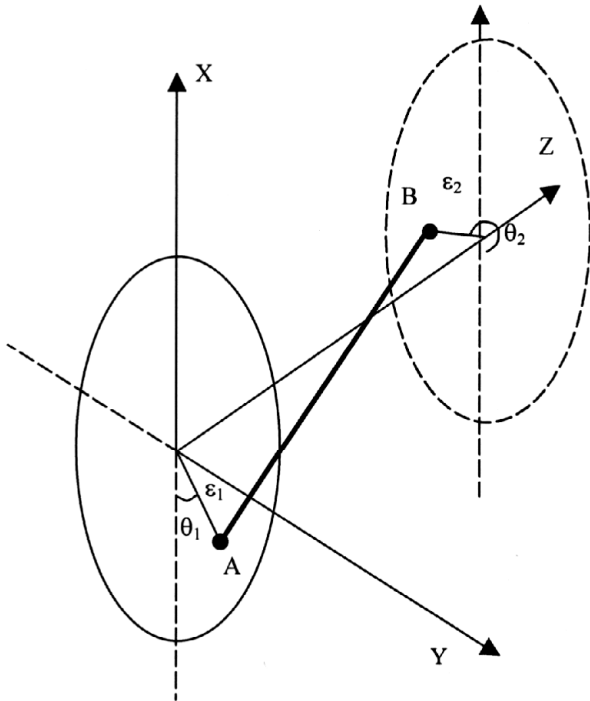


Рис. 2. К определению функции $H(\theta, z)$ для случая непараллельности осей шипа и подшипника

Таким образом, функцию $H(\theta, z)$ можно записать в виде:

$$H(\theta, z) = 1 - \varepsilon(z) \cdot \cos(\alpha(z) + \theta) \quad (13)$$

4. Потери на трение. Момент трения на шипе и подшипнике (на единице длины) определяется выражением:

$$dM = r^2 \int_0^{2\pi} r \tau d\theta \quad (14)$$

где τ – напряжение сдвига:

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} \quad (15)$$

μ – динамическая вязкость газа, u – скорость движения в слое.

Распределение скоростей по толщине газового слоя определяется уравнением [1]:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = \frac{1}{\mu} \frac{\partial p}{\partial x} \quad (16)$$

(x – координата в направлении касательной к поверхности шипа). Его интегрирование с граничными условиями ($u|_{y=0} = 0$, $u|_{y=h} = U$) дает:

$$u = U \frac{y}{h} - \frac{1}{2\mu} \frac{dp}{dx} (yh - y^2)$$

откуда:

$$\frac{du}{dy} = \frac{U}{h} - \frac{1}{\mu} \frac{dp}{dx} (h - 2y)$$

Таким образом, напряжение сдвига на шипе равно:

$$\tau_h = \frac{U\mu}{h} + \frac{h}{2} \frac{dp}{dx} \quad (17)$$

Подставив (17) в (14), после замены: $p = Pp_a$, $x = r\theta$, $h = cH$, получим:

$$d\mathbf{M} = \frac{U\mu r^2}{c} \int_0^{2\pi} \frac{d\theta}{H} + \frac{crp_a}{2} \int_0^{2\pi} H \frac{dP}{d\theta} d\theta \quad (18)$$

Второй интеграл берем по частям:

$$\int_0^{2\pi} H \frac{dP}{d\theta} d\theta = HP \Big|_0^{2\pi} - \int_0^{2\pi} P \frac{dH}{d\theta} d\theta \quad (19)$$

Первое слагаемое в правой части обращается в нуль вследствие периодичности функций H и P . Из (13):

$$\frac{dH}{d\theta} = \varepsilon(z) \sin(\alpha(z) + \theta)$$

Подставляя в (18) с учетом (19) и интегрируя по длине подшипника, получим окончательно:

$$\mathbf{M}_H = \frac{U\mu r^2}{2c\lambda} \int_0^\lambda \int_0^{2\pi} \frac{d\theta}{H} d\lambda + \frac{crp_a}{4\lambda} \int_0^\lambda \int_0^{2\pi} P \varepsilon(z) \sin(\alpha + \theta) d\theta d\lambda \quad (20)$$

или

$$\mathbf{M}_H = \frac{U\mu r^2}{2c\lambda} J_1 + \frac{crp_a}{4\lambda} J_2$$

где H определяется выражением (13), а распределение давлений дается решением уравнения Рейнольдса.

Описанный алгоритм решения уравнения Рейнольдса и определения макроскопических характеристик несоосного газового подшипника реализован в среде Delphi.

5. Процесс моделирования.

Входные параметры:

1. Количество узлов сетки по осям z и θ .
2. Параметр Λ уравнения Рейнольдса.
3. Относительная длина подшипника $\lambda = L/D$
4. Эксцентриситет передней части подшипника e_1 .
5. Эксцентриситет задней части шипа e_2 .
6. Угол смещения в конце подшипника α (для смещения e_1 он принимается равным нулю (рис. 3)).

Выходные параметры:

1. Удельная несущая способность подшипника K .
2. Момент трения на шипе \mathbf{M} .

Проведено 4 серии экспериментов (со смещением переднего конца шипа на 0,3 и 0,4 от среднего зазора). В начале серии оси шипа и подшипника совпадали. В последующих расчетах один из концов шипа сместился в горизонтальной плоскости в обе стороны от симметричного положения.

Величины смещения s составили от 0,1 до 0,4. В каждой серии параметр Λ принимал значения 1, 3, 6, а относительная длина подшипника принималась равной 1 или 2.

Параметры λ и e_1 менялись в сериях следующим образом:

1. $\lambda = 1$; $e_1 = 0,3$;
2. $\lambda = 2$; $e_1 = 0,3$;
3. $\lambda = 1$; $e_1 = 0,4$;
4. $\lambda = 2$; $e_1 = 0,4$.

В численных экспериментах наблюдалась динамика поведения параметров подшипника в случае неточной (несоосной) установки осей шипа и подшипника. Наиболее «выгодными» с технической точки зрения оказываются подшипники, параметры которых менее чувствительны к несоосности, либо такие, соотношения параметров которых не приводят к невозможности использования подшипника.

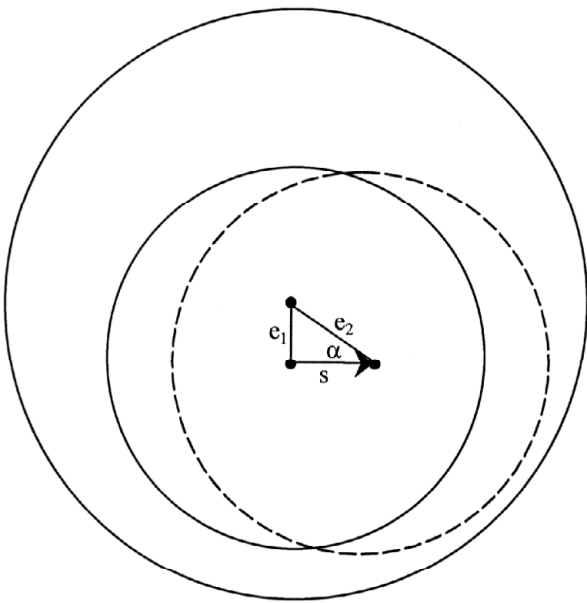


Рис.3. Условия моделирования несоосного подшипника

5. Результаты. Несущая способность. Исследования показывают, что во всех случаях несоосности несущая способность подшипника возрастает вследствие уменьшения минимального зазора, приводит к увеличению избыточного давления и, как следствие, к возрастанию величины K и жесткости газового слоя. На рис. 4 и 5 показаны кривые изменения несущей способности для серий 1 и 3. Видно, что относительное изменение K уменьшается при увеличении e_1 . Подшипник, предназначенный для работы в условиях значительной нагрузки с большим эксцентриситетом оказывается менее чувствительным к децентровке.

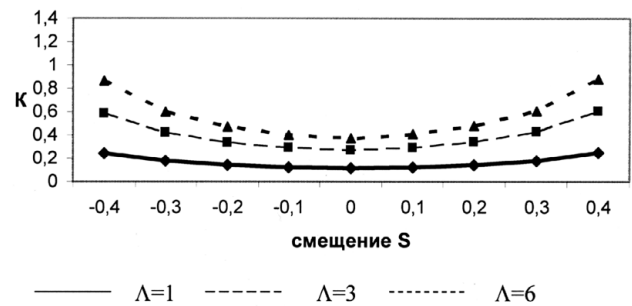


Рис. 4. Несущая способность для серии 1
($\lambda = 1$; $e_1 = 0,3$).

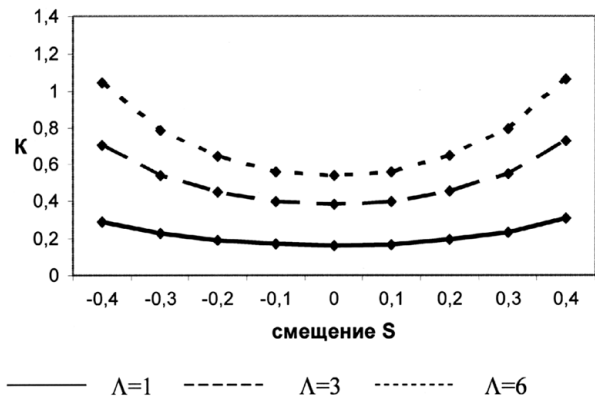


Рис. 5. Несущая способность для серии 3
($\lambda = 1$; $e_1 = 0,4$).

Для более длинных подшипников с $l=2$ (серии 2 и 4) графики приведены на рис. 6 и 7. Чувствительность подшипника к несоосности существенно больше, особенно при малой нагрузке. Величины относительного увеличения несущей способности приведены в таблице 1.

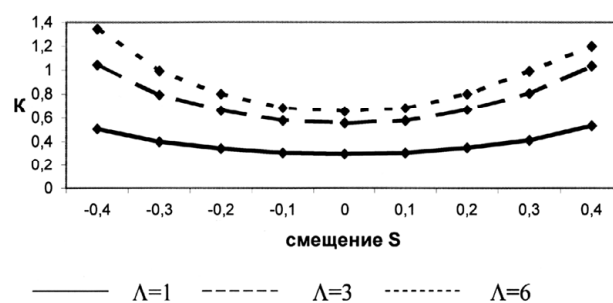
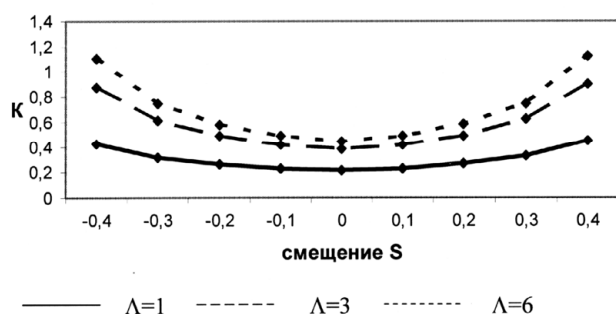


Рис. 6. Несущая способность для серии 2 ($\lambda = 2$; $e_1 = 0,3$).

Рис. 7. Несущая способность для серии 4 ($\lambda = 2$; $e_1 = 0,4$).

Таблица 1.

Относительное увеличение несущей способности подшипника

Эксцентриситет e_1	$\lambda=1$			$\lambda=2$		
	$\Lambda=1$	$\Lambda=3$	$\Lambda=6$	$\Lambda=1$	$\Lambda=3$	$\Lambda=6$
0,3	1,24	1,25	1,27	2,04	2,30	2,49
0,4	1,18	1,18	1,20	1,75	1,89	1,94

Приведенные данные устанавливают зависимость относительного изменения несущей способности подшипника от трех параметров: относительной длины λ , эксцентриситета e_1 и параметра уравнения Рейнольдса Λ . Из (2) видно, что изменение Λ соответствует либо увеличению скорости вращения шипа или радиуса подшипника, либо уменьшению атмосферного давления. Более наглядной интерпретацией изменения числа сжимаемости подшипника Λ является изменение скорости вращения шипа. Для коротких подшипников с $\lambda = 1$ относительное изменение K слабо зависит от Λ , а с ростом эксцентриситета зависимость исчезает вообще: для $e_1 = 0,3$ увеличение составляет 2,4%, а для $e_1 = 0,4$ – 1,6% (табл. 1). Непараллельность осей приводит к одинаковому для любой скорости увеличению несущей способности. Для подшипников с $\lambda = 2$ зависимость от скорости вращения оказывается значимой: 22% для $e_1 = 0,4$ и 11% для $e_1 = 0,3$. Зависимость от величины эксцентриситета e_1 для всех исследованных Λ одинакова: относительное значение K уменьшается на 5% с ростом e_1 на 0,1. Для подшипников с $\lambda = 2$ данный параметр растет линейно.

Абсолютное изменение K , естественно, растет с ростом частоты вращения шипа (вследствие увеличения избыточного давления в газовом слое) и относительной длины. Причиной второй зависимости является то, что в более длинном подшипнике уменьшается составляющая скорости газа, направленная вдоль его оси из-за увеличения сопротивления зазора. Это приводит к общему увеличению несущей способности как в симметричном, так и в несимметричном случае.

7. Момент трения. При асимметрии величина момента трения зависит от направления смещения конца шипа (в сторону вращения, или в противоположную). Кривые изменения момента трения приведены на рис. 8-9 для серий, соответственно, 1 и 3.

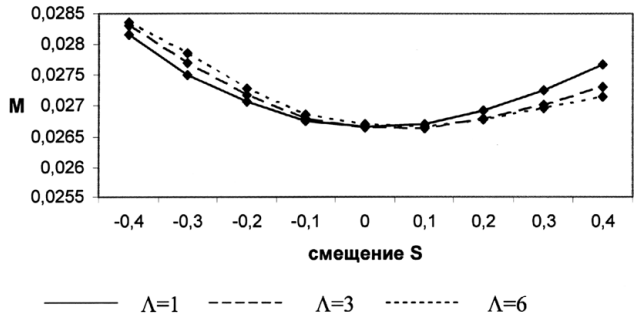
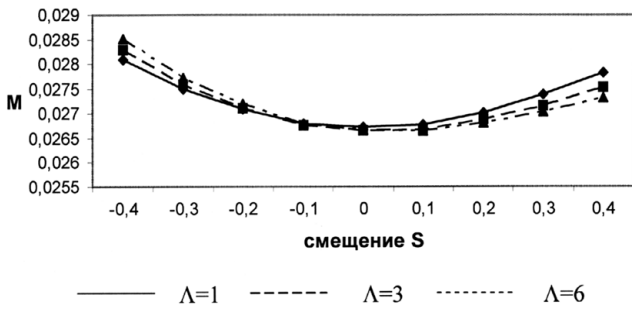


Рис. 8. Момент трения для подшипника с $l=1$

Рис. 9. Момент трения для подшипника с $l=2$

Скорость возрастания момента зависит от направления сдвига, что имеет следующее объяснение. Из (20) видно, что величина момента определяется суммой двух интегралов J_1 и J_2 . Первый зависит от геометрии подшипника; второй – определяется противотоком в газовом слое. В случае соосного положения шипа и подшипника в стационарном случае проекция $K_Y < 0$ (рис. 1), что соответствует отрицательному углу положения и определяет положительность K_T . При нарушении соосности оси оказываются в разных плоскостях, и угол положения в различных сечениях подшипника разный (на разных концах – разные знаки). Интегрирование выражения для K_T дает полный коэффициент трения, причем J_2 входит в выражение со знаком « \leftarrow » при сдвиге «вправо» и со знаком « \rightarrow » при сдвиге в противоположном направлении (рис. 10). Интеграл J_2 и определяет асимметрию поведения момента трения.

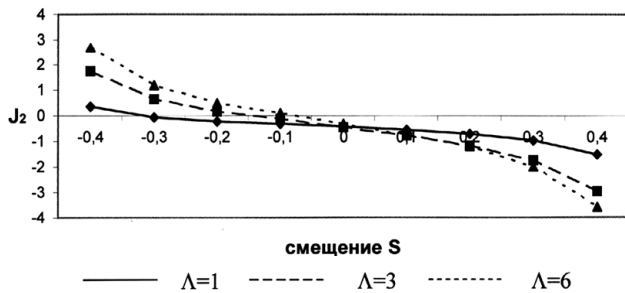


Рис. 10. Значения интеграла J_2 для серии 2 ($l=3, e_1=0,3$).

Асимметричность удобно характеризовать отношением ординат (величин моментов) при одинаковых по модулю абсциссах (0,3 – -0,3; 0,4 – -0,4 и т.д.). Ход этих отношений для серии 2 ($l=3, e_1=0,3$) приведен на рис. 11.

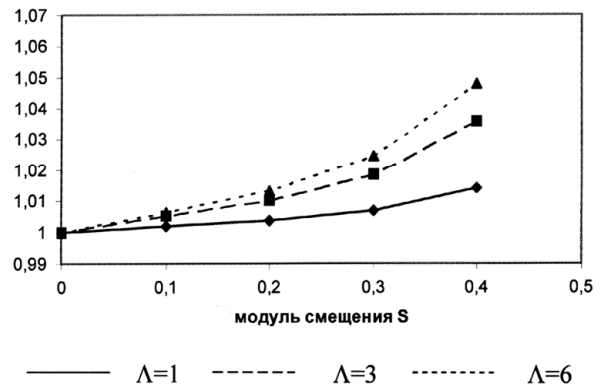


Рис. 11. Асимметрия момента трения для серии 2 ($l=3, e_1=0,3$).

Величина асимметрии растет с ростом отклонения от соосного положения и с увеличением параметра Λ . Зависимость от e_1 практически отсутствует, тогда как зависимость от параметра Λ является существенной. В реальных подшипниках значения Λ могут достигать 15-20. Экстраполяция приведенных на рис. 11 отношений к $\Lambda = 15$ приводит у увеличению асимметрии момента трения до 7%.

Относительное увеличение момента трения подшипника

Эксцентриситет e_1	$\lambda=1$			$\lambda=2$		
	$\Lambda=1$	$\Lambda=3$	$\Lambda=6$	$\Lambda=1$	$\Lambda=3$	$\Lambda=6$
0,3	1,040	1,033	1,025	1,040	1,025	1,019
0,4	1,041	1,033	1,024	1,038	1,025	1,017

Мощность, требуемая для преодоления момента трения и поддержания равномерного вращения шипа, также увеличивается при росте «перекоса», однако зависимость от параметра Λ носит совершенно другой характер по сравнению с несущей способностью: относительное увеличение момента трения с ростом Λ становится меньше.

Данные таблицы 2 показывают, что с ростом скорости момент трения все меньше зависит от степени асимметрии. Экстраполяция к $\Lambda = 15$ дает увеличение менее 1%. Дополнительные затраты мощности также уменьшаются в случае роста нагрузки на шип или увеличения длины подшипника.

ВЫВОД.

Таким образом, при непараллельной установке газовых опор несущая способность меньше всего меняется для коротких подшипников с большим эксцентриситетом и малой скоростью вращения; момент трения, наоборот, показывает наименьшие изменения для больших значений всех трех параметров: длины, эксцентриситета и скорости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Опоры скольжения с газовой смазкой. Под. ред. С. А. Шейнберга. М. Машиностроение. 1979.
2. Совершенствование математической модели движения ротора на опорах с газовой смазкой. Отчет по НИР. Николаевский Кораблестроительный институт, 1985.
3. Болдырев Ю.Я., Ануфриев И.Е., Лупуляк С.В., Шиндер Ю.К., Жукова С.Б. Некоторые фундаментальные вопросы механики и теории оптимального управления // <http://amd.stu.neva.ru/boldyrev/fundament.htm>. 2002.
4. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. – М.: Наука, 1980.
5. Крылов В.И., Бобков В.В., Монастырский П.И. Вычислительные методы – М.: Наука, Т 2. 1980.

Чередниченко И.А., ассистент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Анализ цементной пыли на заводах ЖБИ

Приводится анализ цементной пыли цемента производства Бахчисарайского комбината строительных материалов из пылеосадительных камер и пыли, образующейся при разгрузочно-транспортных и технологических операциях.

Цементная пыль, химический состав, бетон, электрическое сопротивление, механические свойства, пылеосадительная камера.

Объектом исследования являлась цементная пыль основного технологического производства, а также пыль, образующаяся при разгрузочно-транспортных операциях.

Физико-химические, механические и электрические свойства пыли влияют на эффективность работы фильтров и определяют направления ее использования. Уловленные или осажденные частицы пыли, отождествляют с понятием порошок, т.е. материал, который обладает свойствами, присущими сыпучим материалам. Пыль осадочных пород – это пыль песка, каолина, глины, доломита, известняка. Она характеризуется широким диапазоном удельной поверхности – от 3000 до 5000 см²/г, средним диаметром частиц 14 – 40 мкм. Частицы до 10 МКМ составляют по массе 32 – 53%. Вся пыль осадочных пород хорошо смачивается (смачиваемость 55 – 97%), но вяжущие свойства отсутствуют.

Удельное электрическое сопротивление пыли осадочных пород составляет $4.7 - 10^5 - 1.3 \cdot 10^8$ Ом*м в зависимости от ее влажности. Электрические заряды пылевых частиц имеют следующее распределение по знакам зарядов: положительные заряды – 62 – 69% частиц. Отрицательные – 22 – 33%, нейтральные – 3 – 9%.

Удельное электрическое сопротивление цементной пыли – $1.5 \cdot 10^7 - 1.9 \cdot 10^{10}$ Ом*м, т.е. выше чем у пыли осадочных пород.

Пыль осадочных пород относится к группе средней проводимости, а цементная пыль – к высокоомной группе. Электрический заряд частиц повышает их взрывоопасность в воздухоочистительных аппаратах, влияет на адгезионные свойства и сыпучесть пыли.

Определение прочности контакта между частицами позволяет отнести цементную пыль к слабослипающимся материалам.

Использование цементной пыли в качестве вяжущего требует проведение серии испытаний, объясняющих особенности процессов твердения этого материала.

Пробы цементной пыли Бахчисарайского комбината испытаны по ГОСТ 310 – 76.81.

Результаты физико – механических испытаний представлены в табл. 1, химических испытаний – в табл. 2.

Химический состав цементной пыли колеблется в широких пределах. По сравнению с химическим составом портландцемента химический состав пыли характеризуется повышением содержанием ангидрида серной кислоты SO₃ и щелочей K₂O+Na₂O. Более высокое содержание SO₃ (> 3.5%) может вызвать неравномерное изменение объема цемента вследствие образования гидротрисульфомината кальция.

Щелочи K₂O+Na₂O обычно присутствуют в цементном клинкере до 1%. Если щелочей более 1%, то они вызывают непостоянство сроков схватывания цемента и образование выцветов на поверхности растворов или бетонов. Щелочные соединения могут явиться причиной опасных деформаций бетонов на кремнеземистых заполнителях.

Цементная пыль твердеет в результате возникновения гидратных новообразований при взаимодействии вяжущего вещества с водой.

Поэтому она относится к гидравлическим вяжущим веществам, качество которых характеризуется численными значениями модулей, выражающих соотношения между количествами главных оксидов в процентах.

Таблица 1

Результаты физико – механических испытаний по ГОСТ 310 – 76.81 проб цементной пыли

№ состава	Проба вяжущего	Норм. Густота, %	Насыпная плотность, кг/м ³	Удельн. повт., тонкость помола	Предел прочности при сжатии при изгибе, МПа				
					Твердение в воде		Про-парка	Твердение во влажной среде	
					3 Сут.	28 Сут.		7 Сут.	28 Сут.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Проба 1 молотая	42,3	645т	7908	<u>0,45</u> 0,45	<u>1,6</u> 0,7	<u>1,6</u> 1,0	<u>1,6</u> 0,9	<u>2,2</u> 1,0
2	Проба 2 немолотая	55,0	-	1042	<u>0,9</u> 0,9	<u>2,5</u> 0,8	<u>2,9</u> 1,5	<u>2,8</u> 1,0	<u>3,0</u> 1,0
3	Проба3 молотая	40,8	715	2,8% остаток на сист 008	<u>4,5</u> 1,62	<u>5,3</u> 3,1	<u>6,0</u> 2,0	<u>4,0</u> 2,2	<u>6,0</u> 2,42
4	Проба 4 немолотая	42,05	785	12%	<u>4,2</u> 1,7	<u>3,9</u> 2,65	<u>2,0</u> 1,5	<u>4,0</u> 2,0	<u>8,2</u> 2,0
5	Проба 5 молотая	42,75	635	8559	<u>3,0</u> 0,6	<u>6,2</u> 1,93	<u>5,0</u> 1,8	- -	<u>8,5</u> -
6	Проба 6 немолотая	50,25	585	5680	<u>2,4</u> 0,8	<u>6,0</u> 1,5	<u>4,0</u> 1,0	- -	<u>8,5</u> -
7	Цем.пыль – 5% Цемент – 95%	0,48			<u>15,6</u> 3,1	<u>38,5</u> 6,27	<u>22,2</u> 3,6	- -	- -
8	Цем.пыль – 10% Цемент – 90%	0,50			<u>15,8</u> 3,45	<u>37,0</u> 5,65	<u>23,7</u> 3,78	- -	- -

Таблица 2.

Результаты химического анализов проб цементной пыли (%).

Номер пробы (состав)	ППП	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Mg O	SO ₃
Проба 1	23,80	13,6	4,12	2,94	1,5	6,95
Проба 2	23,50	13,8	4,10	2,94	2,17	7,15
Проба 3	22,64	10,0	3,25	3,18	-	-
Проба 5	23,84	13,55	4,05	2,38	-	-
Состав 7	2,94	21,22	5,70	4,75	-	2,7
Состав 8	3,68	21,0	5,70	4,66	-	2,9

Гидравлический модуль – выражает отношение количества связанного оксида кальция (%) к количеству кислородных оксидов (%): дов (%)

$$OM = \frac{CaO}{SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3}$$

ВЫВОДЫ:

Результаты испытаний (табл. 1 и 2) свидетельствуют о том, что цементная пыль неоднородна. В пылеосадительной камере идет накопление крупных частиц (удельная поверхность 1042 см²/г). Средняя по крупности цементная пыль получена из всех точек пылеосадительных камер. Мелкая цементная пыль накапливается главным образом в электрофильтрах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Борзилов Н.В. Минеральные ресурсы, их комплексное и безотходное использование. –М: 1986 г., 125 с.
2. Зарайский В.Н. Рациональное использование и охрана недр на горнодобывающих предприятиях. –М: Недра, 1987 г., 293 с.
3. Козлова В.К. Минералогический состав цементов, получаемых на основе отходов производства. Журнал «Цемент», 1995 г., №8, с. 4-5.

Раздел 5. Техногенная безопасность

УДК 502.35 (477)

Ветрова Н.М., к.э.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Об основных тенденциях развития экологической ситуации в Украине

Исследованы современные тенденции развития экологической ситуации в Украине по основным составляющим антропогенного воздействия. Выявлены особенности проявления экологической опасности окружающей среда, антропогенные воздействия, экологические показатели.

«Живая материя взаимодействует со средой, берет надолго или навсегда строго фиксируемый состав элементов, использует каждый из них с достаточной степенью эффективности в пределах своего биоцикла, замыкая его, то есть действует принцип «беру необходимое – экономно использую – отдаю «остатки» в приемлемой для среды форме [1, с.37]». Приведенное толкование Вернадским В.И. принципа взаимодействия элементов экосистемы и собственно особенностей экосистемы в полной мере отражает жесткость связей в системе подобного рода. Учитывая такие закономерности, человечество должно осуществлять и планировать масштабы экономической деятельности, поскольку нарушение баланса «беру-отдаю» вызывает экологические нарушения, выявление основных тенденций по которым в Украине в текущий период, является **целью** данной статьи.

Процессы, протекающие в среде обитания, исследуются системой наук и экология как специальное научное направление, имеющее цель изучения общих законов функционирования экосистем разного иерархического уровня [2], практически синтезирует различные методы и подходы. Значительный вклад в экологическую науку внесли В.И.Вернадский [1], Н.Ф. Реймерс [2], С.А. Боголюбов [3], К.Ф. Фролов [4], В.И. Данилов-Данильян [5], С.И. Дорогунцов, А.Н. Ральчук [6], В.А. Боков, А.В. Луцик [7], А.Г. Шапарь [8], Б.В. Буркинский [9], В.М. Шмандий [10] и другие ученые, однако, экологические процессы слишком динамичны и требуют мониторинга постоянно.

Природная среда испытывает различные воздействия, в силу которых постоянно изменяется. При этом неблагоприятные явления в биосфере могут возникать в результате природных процессов, без влияния самого человечества (землетрясения, наводнения, катастрофы и др.), а также следует учитывать результаты воздействия человека на природную среду (антропогенные) – целенаправленные и непреднамеренные, которые изменяют состояния среды обитания. Целенаправленные воздействия в одних случаях направлены на приспособление среды к потребностям человека, в других случаях преследуют противоположную цель — изменить среду обитания. Непреднамеренные воздействия являются следствием необходимости удовлетворения жизненных потребностей человека по получению ресурсов, производству товаров, созданию культурных ценностей и т. д. И, что очень важно, наблюдаемые тенденции развития экологических ситуаций на различных уровнях – планетарный (высший), национальный, региональный, локальный, полностью подтверждают степень взаимосвязей и взаимозависимостей состояния окружающей среды и уровнем хозяйствования.

Так, на протяжении многих веков в среде обитания человечества незначительно менялись виды и уровни негативных ситуаций для жизни с одной стороны, и уровни воздействий на окружающую среду со стороны человека. В тот период человечество обеспечивало свои жизненные потребности через естественно-природные процедуры получения продуктов питания: собирательство, корректное земледелие (использовались естественные биоритмы роста, обеспечивались объемы продуктов природного уровня – урожай и его потребление зависело от естественных климатических, почвенных условий, гидроресурсов), разумное истребление животных в объемах потребления из-за имевшихся естественных ограничений срока хранения продуктов и др. Воздействие человека на геопроцессы также было на допустимом уровне: жилища возводились из натуральных материалов с учетом естественных рельефов и планировок территорий, а при численности населения на уровне допустимого средой выживания, не создавались предпосылки значительного нарушения равновесия в экосистеме.

Однако происходит эволюционное нарастание количественных характеристик человечества – изменяются антропологические показатели, включая объемы мозга, тела и других характерис-

тик, которые переходят в качественные – развивается объем знаний об окружающем мире, группируются, а затем расширяются потребности, повышается социализация сообщества людей на отдельных территориях. Как результат – человечество постепенно создает установку на развитие материальных благ в пропорциях, которые выходят за рамки естественного биогеноценоза. Активно развивается техносфера, включающая искусственные сооружения и системы переработки природных ресурсов – добыча и переработка химических элементов для создания средств производства (металлы), строительства (нерудные ископаемые), освоение значительных территорий под земледелие, застройку и др. При этом до XX века развитие техногенной цивилизации практически не проявляло проблемы, связанные со способностью природных систем выдерживать антропогенную нагрузку. Однако расширение доминирования принципа о возможности безграничного преобразования природы на благо общества посредством развития науки и техники способствовало нарастанию сверх эксплуатации жизненных ресурсов планеты, что в результате привело к перегрузке и резким нарушениям равновесия в экосистеме – кризисным явлениям [3].

«Загрязнение антропогенное – загрязнение, возникающее в результате хозяйственной деятельности людей, в том числе их прямого или косвенного влияния на состав и интенсивность природного загрязнения, напр., путем гидростроительства, создания дорожных покрытий и т.п. Наиболее катастрофично з.а., связанное с военной промышленностью.»

Загрязнение атмосферы – привнесение в воздух или образование в нем физических агентов, химических веществ или организмов, неблагоприятно воздействующих на среду жизни или наносящих урон материальным ценностям;

Загрязнение гидросферы – поступление в гидросферу загрязнителей в количествах и концентрациях, способных нарушить нормальные условия среды значительных по размерам водных объектов: рек и эстуариев, водохранилищ, др. искусственных водоемов, озер, океанов и морей, грунтовых и подземных вод [2, с. 130-131]».

Выделяют [2] следующие виды загрязнений окружающей природной среды; физические (параметрические), химические (ингредиентные) и биологические. К физическим загрязнениям относят шум, вибрацию, электромагнитные поля, тепловое загрязнение, световое загрязнение, радиацию, которые с позиций антропоцентрического подхода являются важными факторами формирования экологической опасности. Шум – является одним из самых неблагоприятных факторов современной жизни человека. Шум приводит к нервным расстройствам, повышает утомляемость, ухудшает слух, поражает важнейшие системы человеческого организма (центральную и вегетативную нервную, эндокринную, сердечно-сосудистую, иммунную), способствуя появлению гипертонии, неврозов, язвы желудка, диабета, нарушений сна и др. [11]. Шум в 20 - 30 дБ для человека безопасен и указанный уровень создают естественные ландшафты, он характерен для сельских поселений. Следует также отметить, что для организма человека более вредны импульсные шумы, чем непрерывные. Важной экологической проблемой является высокий уровень шума, связанный с развитием различных транспортных средств: транспорт — основной источник шума на планете. Наибольший уровень шума создают дизельные автопоезда: до 95 дБ, железнодорожные поезда: до 100 дБ, самолеты на взлете: до 150 дБ [7; с.94]. Источниками высокоинтенсивного (порядка 125 дБ) импульсного шума на промышленных предприятиях являются пневмоцилиндры различного назначения, работающие на сжатом воздухе, стравливаемый воздух компрессоров, сжатый пар и т.п. Анализ акустического спектра выхлопа сжатого воздуха показывает, что наибольшую интенсивность имеет шум с частотой от 500 до 8000 Гц.

Рассмотрим экологическую опасность, создаваемую электромагнитным загрязнением. Электромагнитные загрязнения связаны с утечками электрического тока в грунт, что приводит к возникновению полей блуждающих токов, а также с созданием электромагнитных полей (ЭМП) в зоне электротехнического оборудования. В первом случае вызываются коррозионные повреждения металлических и железобетонных конструкций. При повреждениях водопроводной сети и сточно-фекальной канализации происходят подтопление грунтов, оползни, бактериальные и химические загрязнения грунтов, подземных вод и даже воды в водопроводах. Во второй схеме биологическое действие ЭМП изучено недостаточно, однако известно, что ЭМП с частотой 50 Гц вли-

ают на кроветворную и нервную системы, нарушают обмен веществ. Действие ЭМП радиодиапазона зависит от частоты волны и наиболее выражено для высоких частот [12: наблюдается нарушение функций центральной нервной, эндокринной, сердечно-сосудистой систем, изменение морфологического состава крови и другие негативные явления. В настоящее время не существует единой теории механизма воздействия ЭМП на человека. Авторы работы [13] считают, что нарушения в организме человека обусловлены воздействием ЭМП на электромагнитные процессы, связанные с регуляцией физиологических функций, что нарушает нормальное функционирование систем регуляции. Исследования пространственного распространения электромагнитного загрязнения в региональных условиях представляет определенный интерес в плане анализа состояний экологической опасности.

Вибрация как загрязнение окружающей среды связана с механическими колебаниями упругих тел. Их источниками являются кузнечно-прессовое оборудование, поршневые компрессоры, дизель-молоты, транспорт и др. Обычно вибрация распространяется от источника на расстояние до 100 м. Наиболее мощный источник вибрации — железнодорожный транспорт. Колебания грунта вблизи железнодорожных путей оцениваются на уровне колебаний при землетрясении силой 6—7 баллов [12].

Инфразвуковое излучение (частота составляет 16—20 герц) также является загрязнением окружающей среды, поскольку данные волны характеризуются большой проникающей способностью. Источниками технического инфразвука являются газотурбинные станции, всасывание воздуха компрессорными и дизельными электростанциями, потоки движущегося транспорта, двигатели ракет и самолетов, звуковые «хлопки» сверхзвуковых летательных аппаратов.

Радиационные загрязнения отражают опасность, угрожающую человеку и другим живым организмам — ионизирующая радиация. Естественный фон, образованный космическими лучами и рассеянными в земной коре радиоактивными элементами (уран, радий, торий и др.), в большинстве случаев не представляет угрозы организмам (лишь в некоторых местностях земного шара естественный радиационный фон повышен, причем иногда значительно, но организмы в этих местностях адаптировались к сложившемуся излучению). Главным источником радиационной опасности являются атомные станции, поскольку с одной стороны имеют запасы радиоактивных отходов и на АЭС не существует полный цикл переработки отходов в соответствии с нормами, правилами и стандартами ядерной радиационной безопасности. В 30-километровой зоне Чернобыльской АЭС опасным остается объект «Укрытие», в котором сохраняются опасные вещества и материалы, радиоактивность которых достигает 20 млн. кюри. При этом ввиду существования большого количества источников радиоактивного излучения (более 100 тыс.) в Украине сложилась очень сложная радиоэкологическая ситуация, которая требует создания системы радиоактивной защиты населения и окружающей среды [14].

Химические загрязнения - загрязнение химическими элементами и соединениями (десятки тысяч видов) атмосферы, почв и грунтов, гидроресурсов. Наибольшее загрязнение атмосферного воздуха приходится на долю оксидов углерода (выбрасывается в год 20 млрд. т диоксида углерода и 200 млн. т оксида углерода), диоксида серы (150 млн. т), оксидов азота (53 млн. т), пыли (свыше 250 млн. т), золы (120 млн. т), углеводородов (более 50 млн. т). В воды суши, моря и океаны поступают нефтепродукты (12 — 15 млн. т), ядохимикаты, минеральные удобрения, синтетические моющие средства, соли металлов, фенолы и другие вещества.

В загрязнении почв преобладают производственные, бытовые отходы и строительный мусор, ядохимикаты, удобрения, фекалии, углеводороды, тяжелые металлы, оксид азота. Так, по данным [14] за период 1981-1990 г.г. общий объем образования в Украине всех отходов достигал 1,8-1,9 млрд. т в год. Основную часть из них составляли малотоксичные отходы: вскрышные породы горнодобывающих предприятий - 1,4-1,5 млрд. т, шламы обогатительных производств - 0,25 млрд. т. Отходы химической и металлургической промышленности образовывались в количестве 75 млн. т, золы и шлаки тепловых электростанций - 14-15 млн. т. В условиях экономического кризиса образование отходов заметно уменьшилось и достигло по данным статистической отчетности 0,70 – 0,72 млрд. т в 2000 году [15]. Однако негативным процессом является накопление отходов на одного жителя страны.

Основными источниками образования и накопления отходов в Украине являются объекты следующих хозяйственных комплексов: горнорудного, химико-металлургического, машиностроительного, топливно-энергетического, строительной индустрии, целлюлозно-бумажного и агропромышленного. Несмотря на то, что у нас в стране накоплен определенный опыт обращения с отдельными видами отходов (золошлаковые отходы тепловых электростанций, шлаки доменного и сталеплавильного производства, отходы обогащения угля и др.), наблюдается устойчивая тенденция к снижению объемов использования отходов [16, с.79]. В настоящее время в Украине имеется около 2760 объектов локализации промышленных отходов (преимущественно шламонакопители и хвостохранилища промышленных предприятий) и порядка 700 свалок бытовых и смешанных промышленных и бытовых отходов. Отвалы и накопители предприятий занимают площади порядка 31,5 тыс. га. Анализ ситуации в Украине, в том числе и на территории АР Крым, показывает [16, с.80], что на полигонах в большинстве случаев отсутствуют минимально необходимые природоохранные сооружения, системы отвода и обезвреживания фильтрата и поверхностных вод, ограждения границ полигона, оборудование для мойки машин после выгрузки отходов и т.п. Часто на территориях полигонов вместе с ТБО складировать токсичные промышленные отходы, что совершенно недопустимо из соображений экологической безопасности.

Транспорт также является источником химических загрязнений окружающей среды (атмосферы, почв и грунтов, вод) – в отработанных газах автомобиля содержится более 200 различных химических элементов и соединений, а также значительный вред оказывают нефтепродукты, которые попадают в среду [17, с. 133]. Для технических целей транспорт (в первую очередь автомобильный и железнодорожный) расходует пресную воду и образует сточные загрязненные отходы. Кроме того, происходит загрязнение воды морским и речным транспортом - нефтяная пленка, образующаяся на ее поверхности, снижает интенсивность фотосинтеза и образования биомассы, так как задерживает до 40% ультрафиолетового излучения. Подсчет показывает, что 1 т нефти поглощает весь кислород, растворенный в 400 тыс. т воды и снижается объем морепродуктов от 5 до 20% (по разным оценкам) [7, с.84]. Нефтяная пленка на поверхности воды серьезно снижает испарение, уменьшает количество водяных паров в атмосфере, что влияет на климат. Загрязнения, поступающие в воды из судоремонтных предприятий, большинство из которых расположены в Севастополе и Керчи — это токсические соединения сернистого и хлористого железа, хлористой и сернистой меди, соединения никеля, свинца, хрома, цинка, нефтепродукты, поверхностно-активные вещества. Положение с промышленными стоками усугубляется тем, что некоторые из загрязняющих веществ практически не удаляются на очистных сооружениях (дихлорэтан, изопран, карбофос, гексоген и др.).

Серьезную экологическую опасность представляют нефтяные отложения, извлекаемые из резервуаров и магистральных нефтепроводов. Общее количество образующихся нефтяных отложений по Украине составляет около 80 тыс. т в год [18, с.77]. Хотя они содержат высокомолекулярные парафино-нафтеновые углеводороды и могут быть использованы для получения антикоррозионных смазочных материалов, переработка их организована недостаточно. Отработанные смазочные масла (ОСМ) представляют серьезную экологическую опасность практически в любом регионе страны. В отличие от нефти и топлив, ОСМ имеют низкую испаряемость и в меньшей степени подвержены биоразложению. Загрязнение ими природной среды происходит, главным образом, при просачивании в почву и попадании в поверхностные и грунтовые воды вследствие проливов и утечек. Распространение масел в почве и ее загрязнение зависят от характера подпочвенного слоя, гидрологических условий, состава и свойств самих масел. Скорость просачивания и бокового распространения нефтяного масла в почве составляет 10^{-2} - 10^{-5} м/с [18] и снижается с увеличением водонасыщенности последней. При контакте с грунтовыми водами некоторые компоненты масел мигрируют с водой. При этом отечественные отработанные масла характеризуются большой степенью загрязненности. Основной проблемой является удаление из них загрязнений. Значительное количество ОСМ сжигают как низкокачественное топливо, при этом происходит загрязнение атмосферного воздуха диоксидом серы, органическими соединениями хлора и тяжелых металлов, другими веществами.

В последние 10–15 лет качество подземных и поверхностных природных вод в Украине заметно ухудшилось [14]. Основным источником первичного загрязнения водоемов являются бытовые, производственные, сельскохозяйственные и ливневые сточные воды. Кроме того, немаловажную роль играют смывы с площадей водосбора при орошении, часть загрязнений попадает в водоем с подземными водами и из воздуха. Так, многолетние наблюдения гидроресурсов Крыма [19-21] показали, что в силу природных условий подземные воды являются основным (в Равнинном Крыму – единственным) источником хозяйственно-питьевого водоснабжения. Отмечено загрязнение подземных источников азотными соединениями - от 1,5 до 12 ПДК, содержание иона аммония в водоносном горизонте плиоценовых отложений достигает 26 ПДК, также выявлен высокий уровень бактериальных загрязнений вод [19-21]. Загрязнение нитратами водоносного горизонта встречено в Симферопольском районе (п. Гвардейский) - 104,5 мг/дм³ (2,3 ПДК) и г. Симферополе - 88 мг/дм³ (1,8 ПДК). В пределах Перекопского перешейка под влиянием стоков и выбросов предприятий Армянско-Красноперекольского промышленного узла, сохраняется большой очаг загрязнения подземных вод токсичными металлами, захватывающий три водоносных горизонта (четвертичных, верхне-среднеплиоценовых и понт-мэотис-сарматских отложений). Анализ подземных вод равнинного Крыма на содержание остаточных количеств пестицидов указывает на наличие в них ряда хлор- и фосфорорганических соединений, но в пределах ПДК.

Следует отметить, что в АР Крым потребляется вода Днепра по системе Северо-Крымского канала, в которой реальное содержание вредных веществ в водах превышает фоновые (первоначальные) уровни качества воды. Наиболее распространенными загрязняющими веществами вод Днепра являются нитриты (NO_2^-), азот аммонийный (NH_4^+), биогенные и органические вещества, тяжелые и цветные металлы, нефтепродукты и фенолы. Их концентрации достигают следующих значений: NO_2^- - до 10-15 ПДК, органические вещества – до 3 ПДК, фенолы – до 5 ПДК. Вода Днепра загрязнена хлорорганическими веществами в концентрациях, превышающих ПДК для водоемов рыбо-хозяйственного использования [22].

Биологическое загрязнение - связано с присутствием в воде, воздухе и почве патогенных микроорганизмов, личинок и куколок синантропных мух, яиц гельминтов, кишечных палочек и т.п. Некоторые микроорганизмы и вирусы вызывают массовое распространение заболеваний в виде эпидемий и пандемий.

Рассматривая антропогенные воздействия по типу деятельности, изменения естественных (природных) ландшафтов выделяют в отдельную проблему, поскольку роль ландшафта в окружающей среде специфична – это естественная среда для биоценозов, растений, животных, человека [23, с. 86]. Выделяют разнообразные виды естественных ландшафтов в соответствии с системой признаков (расположение над уровнем моря, климат, растительность и др.) – равнинный, горный, приморский, равнинный степной, горный лесной, предгорный, низменный сухостепной, горный приморский, равнинно-приморский и др. При освоении естественных ландшафтов общество и элементы техносреды для естественных ландшафтов являются внешними факторами и происходит трансформация естественных (природных) ландшафтов в природно-антропогенные (природно-техногенные) [2]. Возникает комплекс взаимовлияния: из-за монолитных покрытий поверхности земли (асфальт, бетон и др.) нарушаются естественные схемы водостоков атмосферных осадков, что приводит к изменениям геологическим, растительности и даже климатических характеристик естественных ландшафтов; сельскохозяйственное использование ландшафтов нарушает естественные биоценозы растений, животных. Транспорт существенно изменяет естественные ландшафты и уменьшает их общую площадь, в том числе общую площадь плодородной земли. Происходит эрозия почвы, а для воссоздания плодородного слоя глубиной 1 см необходимо около 100 лет [23]. Однако отсутствие твердого покрытия дорог приводит к прямому разрушению и эрозии почвы, повышает уровень загрязнения придорожных территорий и придорожных растений. В городских агломерациях при отсутствии естественного почвенного покрова, развитие разветвленных систем застройки формируются особые микроклиматические условия (повышенная температура почвы, воздуха, изменение скорости ветров и др.), что нарушает природные ландшафты. Отмечаются так называемые цепные реакции трансформации ландшафта [23, с. 92-93], которые

связаны с уровнем устойчивости ландшафтов.

Данный аспект глубоко исследован [2, 23, 7 и др.], однако в условиях нарастания антропогенного воздействия на ландшафты следует оптимизировать процессы преобразования природных ландшафтов в зависимости от соотношения на них систем разного функционального назначения [23, с. 159-160; 1]. Так, анализируя качество ландшафтов и структуру их антропогенного использования по направлениям деятельности по широко известной модели Г. Одум, Ю. Одум [24] (поддерживается Н.Ф. Реймерсом, К. Доксиадисом, В. В. Владимировым) выявляется эколого-социально-экономический оптимум использования территории: при сохранении 50-60% естественных ландшафтов и 50-40% антропогенно преобразованных ландшафтов. Указанные пропорции использования ландшафтов рядом ученых постепенно смещаются в сторону уменьшения степени преобразования, что с одной стороны отражает попытки обеспечить первоначальный уровень качества ландшафтов хотя бы в тех регионах, где еще отмечено наличие естественной природной среды, а с другой – реальными процессами экологического кризиса, которые требуют жесткой системы мер по его преодолению. Рассматривая ситуацию в Украине, в целом естественные ландшафты составляют около 30-40% [25], что позволяет констатировать наличие проблемы антропогенного воздействия на ландшафты.

Среди экзогенных геологических процессов выделяют оползневые, обвальные абразионные и селевые процессы. Данные процессы развиты в горных районах, а также на территориях добычи полезных ископаемых (строительные материалы, уголь, руды и др.). В пределах территории Крыма оползни, обвалы, сели активизировались в береговой полосе и горной части Крымского полуострова. В пределах Азово-Черноморского побережья от с. Ишунь на западе до с. Каменка (Арабатская стрелка) на востоке на 01.01.05 в «Кадастре оползней АР Крым» зарегистрировано 1548 оползней, в том числе активных 490 (34,75%). Особую обеспокоенность вызывает устойчивая тенденция роста как числа, так и площади оползней в Крыму – к 2005 г. отмечено на 456 оползней больше, чем в 1995 году (+41,73%) [22, с.35]. Общая площадь оползней составляет 57,645 км², активных – 35,48 км². В 2004 г. выполнено картографирование 48 первичных оползней площадью 0,074 км², из них 22 оползня находится в активном состоянии, имеют площадь 0,034 км². Рост активности оползневых процессов вызван, главным образом, природными условиями 2004 года, при которых отмечено превышение норм осадков в 1,3 – 1,4 раза. При этом даже незначительные оползни вызывают деформации многих участков автотрассы Севастополь - Ялта - Алушта - Симферополь, угрожают разрушениями жилым и промышленным объектам Крыма от Севастополя до Керчи [26, с.215].

Значительную опасность составляют обвально-абразивные процессы, распространенные на протяжении 745 км вдоль побережья Крымского полуострова. Интенсивное размывание берега имеет место на локальных участках между мысами Евпаторийский и Карантинный, в селе Морское - от балки Чобан-Куле до р. Ворон, в г. Алушка и сан. «Ай-Даниль», на побережье Керченского полуострова в районе м. Зюк и на Аршинцевской косе. Обвалы составляют угрозу населению в рекреационных зонах: мыс Айя-мыс Батилиман, сел. Кача, в районе мыса Фиолент и г. Крестова. Селевые процессы наиболее активно проявляются в границах селеопасных долин южно-восточного, реже – западного побережья полуострова. Это, в основном, водно-каменные сели с потерями 10-15 м³/с и скоростью потока до 2-4 м/с. Интенсивность склоновых и русловых процессов повышается в периоды высоких уровней атмосферных осадков и при отсутствии инженерных сооружений, направленных на их ослабление в последние годы растет.

Возрастающая техногенная нагрузка, сокращение естественных мест обитания животных и растений, ухудшение качества характеристик природной среды приводят к сокращению ареалов и численности зоо- и фитоценозов. Необходимость сохранения редких, реликтовых и эндемичных растений и животных требует организации в Украине единой системы заповедных территорий и объектов.

ВЫВОДЫ.

Экологические проблемы в Украине (и в частности, в Крыму) постепенно нарастают, несмотря на определенное снижение ряда показателей загрязнения и нарушения состояния окружающей среды, что связано со структурными изменениями в экономике. Экологические процессы очень динамичны и требуют постоянного мониторинга, как на национальном, так и на региональном уровнях, поскольку имеют особенности территориальной организации и контроля. Особое значение данная задача приобретает в период интеграции Украины в европейское содружество, где проблемам защиты окружающей среды и поддержания экологически безопасной деятельности уделяется огромное внимание. Именно поэтому исследования экологических характеристик территории и состояния здоровья нации должны стать первоочередной научно-практической задачей на перспективу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вернадский В.И. Биосфера. Очерк первый // Биосфера. –1967.- №.6 –С. 38-52.
2. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637 с. [2], ил., табл. карт. схем, граф.
3. Экология: Учеб. пособ. /Под общ. ред. С.А. Боголюбова. – М.: Знание, 1997.– 288 с.
4. Экологическая безопасность, устойчивое развитие и природоохранные проблемы /Под ред. К.Ф. Фролова.– М.: МГФ «Знание», 1999.– 704с.
5. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Экологический вызов и устойчивое развитие – М.: Прогресс-традиция, 2000. – 406 с.
6. Дорогунцов С.И., Ральчук А.Н. Управление техногенно-экологической безопасностью в контексте парадигмы устойчивого развития: концепция системно-динамического решения. – К.: Наукова думка, 2002. – 200 с.
7. Боков В.А., Лущик А.В. Основы экологической безопасности: Учеб. пособ. – Симферополь: СОНАТ, 1998. – 224с.
8. Методические подходы к выбору стратегии устойчивого развития территорий: В 2т. / Под научн. ред. А.Г. Шапаря.– Днепропетровск: ИППЭ НАН Украины, 1996.–Т.1.– 162 с.
9. Экология: истоки, проблемы, перспективы. Сб. науч. тр. /АН Украины, Ин-т проблем рынка и экономико-экологических исследований /Отв. ред. Б.В. Буркинский. - Одесса, 1995. – 132 с.
10. Шмандий В.М. Управление техногенной безопасностью урбосистемы на стадии образования и поступления отходов в окружающую среду.– Библиотека журналу ІТЕ: Том 2.– Харків: КДПУ, 2001.–152 с.
11. Шандала М.Г., Звиняцковский Я.И. Окружающая среда и здоровье населения. – К.: Высшая школа, 1988. – 348 с.
12. Кочуров Б.И. Экологический риск и возникновение острых экологических ситуаций // Известия РАН. Сер. географ.– 1992.– №2.– С.112-122.
13. Масленникова И.В. Управление экологической безопасностью.– СПб. Из-во гос. университета, 2001. – 130 с.
14. Качинський А.Б., Хміль Т.А. Екологічна безпека України: аналіз, оцінка та державна політика. – К.: НІСД, 1997. – 127 с.
15. Україна у цифрах. 2002. – К.: Держкомстат України, 2003. – 272 с.
16. Сиволап А.В. Основные направления утилизации отходов городских агломераций // Экономика и управление. 2005.– №2-3 (51-52).–С.79-83.
17. Муровский С.П., Сапронова Т.А. Загрязнение геологической среды автомобильным транспортом и объектами его инфраструктуры // Строительство и техногенная безопасность. Сб. научн. тр. Вып. 8 – Симферополь, «Крымская академия природоохранного и курортного строительства», 2003. – С. 133-137.
18. Василенко С.К., Осташко О.І., Овчаренко О.І. Придніпровські магістральні нафтопроводи: Історичний нарис. – К.: ТОВ Торговий дім “Слов’янський базар” 2000.–207с.
19. Республиканский доклад «О состоянии окружающей природной среды в Крыму за 1995 г.» - Симферополь: Государственный комитет по охране окружающей среды и природных ресурсов Автономной Республики Крым, Экологический центр «Синтез НТ», 1996. – 100с.
20. Республиканский доклад «О состоянии окружающей природной среды в Крыму за 1997 г.» - Симферополь: Республиканский комитет по охране окружающей среды и природных ресурсов Автономной Республики Крым, Экологический центр «Синтез НТ», 2000. – 99с.
21. Республіканська доповідь „Про стан навколишнього природного середовища Автономної Республіки Крим в 2004 році” - Сімферополь: Республіканський комітет з охорани навколишнього середовища та природних ресурсів АР Крим, Екологічний центр «Синтез НТ», 2005.
22. Економіка і екологія водних ресурсів Дніпра / За ред. В.Я.Шевчука – К.: Вища школа, 1996.– 207с.
23. 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.
24. Одум Ю. Основы экологии. – М.: Мир, 1975. – 740с.
25. Хлобистов С.В. Екологічна безпека трансформаційної економіки / РВПС України НАН України / Відп. ред. Дорогунцов С.І. – К.: Агентство «Чорнобильінтерінформ», 2004.- 336 с.
26. Ерыш И.Ф., Саломатин В.Н. Оползни Крыма. Часть 1. – Симферополь: Изд-во Апостроф», 1999. -248с., ил., схем.

Ковалев А.А., к.т.н., доцент, Кучкина М.Г., студентка.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Охрана труда при эксплуатации аквапарков

Рассмотрены основные требования безопасности к проектированию и эксплуатации водных рекреационно-развлекательных туристических комплексов.

Охрана труда, развлекательно-туристический комплекс, аквапарк, искусственное солнце, условия безопасности, авария, средства защиты.

Человечество использует воду для коммунальных, гигиенических, спортивных, развлекательных и других целей многие века.

Традиционный набор разнообразных услуг ([1, 2, 5]), предоставляемых только с мая по октябрь, заставляет владельцев курортов, пляжей, гольфклубов, бассейнов, саун, и прочих центров отдыха искать новые направления вложения капитала.

Одним из современных направлений индустрии пляжного отдыха является адаптация достижений американского диснейлендовского парка в технологию водных развлечений.

Так, в период с 2001 по 2005 год, в Украине и в Крыму построены крытые и открытые аквапарки ([7]): «Посейдон» (п. Чабанка под Одессой), «Голубой залив» (п. Симеиз, под Ялтой), «Волна» (г. Харьков), «Миндальная роща» (г. Алушта), «Банановая республика» (между городами Саки и Евпатория) и пр.

Темой для статьи послужила авария крытого аквапарка «Трансвааль-парк» (г. Москва, Россия), произошедшая в результате обрушения перекрытия в феврале 2004 года.

Если учесть, что в январе 2003 года Европейская ассоциация поставщиков индустрии развлечений провела презентацию проекта европейского стандарта EN 13418 «Оборудование и конструкции аттракционов механизированных. Безопасность», то целесообразность разработки норм охраны труда, регламентирующих характеристики безопасности в индустрии развлечений актуальна.

Объект исследования – технология охраны труда при проектировании водных развлекательно-туристических комплексов в ландшафтной архитектуре.

Предмет исследования – архитектурно-технические приемы и средства безопасной организации производственной среды при проектировании водного рекреационно-развлекательного туристического комплекса, расположенного в естественных природных условиях, точнее:

- уточнение требований безопасности к формированию конструктивных и санитарно-гигиенических решений по вентиляции, освещению, микроклимату искусственных крытых пляжей, водному хозяйству закрытых гидропарков;
- отработка требований безопасности к обслуживанию оборудования зон активного отдыха, садово-парковых растений и деревонасаждений закрытых гидрокомплексов;
- создание легких конструкций из растений и пластмасс, способных длительное время работать в агрессивной среде закрытого водного комплекса;
- регулирование энергопотребления аквапарка.

Цель исследования – уточнить требования охраны труда при организации пляжей и акваторий водных объектов закрытого типа.

Аквапарк – комплекс водных аттракционов и различного назначения бассейнов, с соответствующей инфраструктурой, предназначенные для активного отдыха и развлечений всех возрастных групп населения.

Аквапарк открытого типа представляет собой территорию, состоящую из нескольких взаимосвязанных водоемов, горок, вышек для прыжков, искусственных пляжей.

Кратко изложим основные требования санитарно-технической безопасности при эк-

сплуатации аквапарков.

Юридические лица и индивидуальные предприниматели, эксплуатирующие плавательные бассейны несут ответственность за своевременность, полноту и достоверность осуществляемого производственного контроля и обязаны предоставлять информацию о его результатах в органы Госсанэпиднадзора.

В процессе эксплуатации осуществляется лабораторный надзор за: качеством воды; параметрами микроклимата; состоянием воздушной среды в зоне дыхания пловцов; уровнями техногенного шума и освещенности.

Производственный контроль включает: контроль за соблюдением технологического регламента водоподготовки; организацию медицинских осмотров персонала; соблюдение правил организации движения посетителей; наличие правил пользования бассейном для посетителей; работа душевых и ножных ванн, а также состояние для отвода стоков в душевых, туалетах, на обходных дорожках; наличие актов обследования бесперебойной работы вентиляции спецлабораторией и пр.

Внутренняя планировка бассейна должна осуществляться по гигиеническому принципу поточности: продвижение посетителей осуществляется по функциональной схеме – гардероб, раздевалка, душевая, ножная ванная, ванна бассейна. При этом необходимо разделение зоны «босых» и «обутых» ног, для чего на пути движения от душа к ванне бассейна необходимо размещать ножные ванны с проточной водой, размеры которых должны исключать возможность их обхода: по ширине они должны быть 0,1 – 0,15 м.

Обходные дорожки и стационарные скамьи должны обогреваться, поверхность обходных дорожек должна быть не скользкой и иметь уклон 0,01 – 0,02 в сторону трапов.

Освещенность поверхности воды должна быть не менее 100 лк, в бассейнах для прыжков в воду – 150 лк, для водного поло – 200 лк. Во всех бассейнах, кроме рабочего освещения, требуется автономное аварийное освещение, обеспечивающее освещенность поверхности воды не менее 5 лк.

Уровень шума в залах не должен превышать 60 Дб, а уровень шума при проведении занятий во время соревнований допускается до 82 Дб и 110 Дб соответственно.

Потребные размеры бассейнов определяются по формуле [6]:

$$F = \frac{N \times p \times k \times f \times n}{100 \times t},$$

где F – искомая площадь бассейна, м²; N - количество населения в городе или отдельном районе, чел; p - процент населения, посещающего бассейн; k - коэффициент неравномерности посещения (1,2); f - норма площади зеркала воды на одного человека, м²; t - количество часов эксплуатации в неделю; n - число посещений в неделю.

Для бассейнов с морской водой выбор места водозабора с учетом санитарной ситуации вне зон источников загрязнения – выпусков сточных вод и канализации предприятий.

Обеззараживание воды, поступающей в ванны плавательных бассейнов проводится методами хлорирования, озонирования, бромирования и должно быть обязательным для всех бассейнов с рециркуляцией воды, а также для проточных бассейнов с морской водой.

При этом в нормах не предусмотрены меры безопасности по защите конструкций перекрытий от воздействия парообразной среды и конденсата.

Поэтому авария в Трансвааль-парке, могла произойти и по причине того, что колебание веса конструкций под воздействием пара и конденсата (особенно при ошибках эксплуатации системы вентиляции в зимнее время), способствовало созданию циклов знакопеременной нагрузки на конструкции перекрытия на фоне ускорения коррозии сварных швов и, как следствие, образованию трещин в сварных швах крепления ферм перекрытий к оголовкам колонн.

Поэтому с точки зрения охраны труда, для защиты от негативных последствий парового эффекта, создаваемого при эксплуатации крытых водных комплексов необходимо уточнить взаимосвязь коэффициента объема крытого аквапарка (как, отношения объема помещения к площади поверхности испарения) с параметрами воздушной среды (температура воздуха, влагосодержание, скорость подачи теплого воздуха и скорость испарения влаги и пр.) создаваемыми калорифером с точки зрения минимизации энергозатрат.

Пляж – это комплекс благоустройства и оборудования суши, акватории и сооружений для организации лечения, отдыха и купания.

По данным Сочинского НИИ курортологии и физиотерапии, комфортными условиями для человека являются: температура воздуха – 18 – 21°C; относительная влажность – 40...60%; скорость движения воздуха – до 3 м/с; наиболее оптимальным для принятия ванн гелеотерапии является стояние солнца над горизонтом 40-50°.

Морские купания различают: теплые с температурой воды - 25 – 26°C, умеренно теплые - 20 – 24°C, прохладные - 18 – 19°C, холодные - 16 – 17°C.

Для небольших лечебных пляжей предусматривается индивидуальная актинометрическая станция (метеорологическая), которая располагается в одном здании со спасательной станцией, медпунктом.

Для проведения аэрогелиотерапии предусматриваются две группы помещений: для холодного периода года – аэросолярии и аэрофотарии, залы лечебной физкультуры; помещения для круглосуточного пребывания на воздухе.

Важное значение приобретает использование вентиляционной техники и осветительных установок типа - «искусственное солнце» для крытых аквапарков.

Пляжи подвержены загрязнению, поэтому их необходимо периодически очищать от мусора. Гигиенической нормой предусмотрено не менее 3 м² на одного человека.

Для очистки пляжей необходимы экологически чистые пневмомеханические установки и дорожные машины, которые могут вспахать, отделить примеси, прокалить и уложить песок на место.

Оборудованием пляжа также являются скамьи, лежаки, шезлонги, деван-качалки, кабины для переодевания, тенты, зонты, цветочницы, урны и пр.

Традиционный набор аттракционов предусматривает: скоростные желоба, трубы различной пространственной конфигурации, открытые каналы и горки-спуски, водные резервуары, надувные резиновые конструкции, водные резервуары, гидромассажи, фонтаны, души и пр.

Сооружения подобного типа, с точки зрения охраны труда, каждый год должны проходить техническое освидетельствование и статические и динамические испытания на прочность и жесткость. Однако, на сегодняшний день, только в России действует аттестованная Государственным техническим надзором России лаборатория аттракционной техники, как лаборатория неразрушаемых методов контроля.

Кроме того, в настоящее время в открытой печати в Украине все больше появляются публикации [3, 4], связанные с обеспечением безопасности высотных работ, то есть работ выполняемых в безопасном пространстве.

Учитывая тот факт, что в условиях крытого аквапарка необходимо осуществлять уход за тропическими деревонасаждениями, а также обслуживать пластмассовые лотки, трубопроводы сложной конфигурации по высоте и в плане, необходимо решать организационные вопросы обеспечения безопасности при выполнении подобных работ.

ВЫВОДЫ

1. В условиях рыночной экономики и конкуренции на рынке товаров, услуг и информации первостепенное значение приобретает проблема реализации положительных свойств отечественных и зарубежных технологий к решению проблем качества, безопасности, надежности отдыха [5] в туристическом бизнесе, в том числе, и с точки зрения ландшафтной архитектуры;
2. Аквапарк будущего – водный рекреационно-туристический комплекс со всей инфраструктурой встроенный во внутреннее пространство естественного ландшафта (по типу крымского ласточкиного гнезда) или искусственного геотехнического сооружения (по типу японского города в пирамиде);
3. При проектировании ключевых объектов, оказывающих доминирующее воздействие на формирование внутренней среды крытых аквапарков, необходимо учитывать специфические особенности их влияния на условия обеспечения технической и энергетической безопасности;
4. При эксплуатации бассейнов необходимо разделять процессы регулирования микроклимата с помощью систем вентиляции воздуха и защиту перекрытий от воздействия агрессивной паровоздушной среды с помощью каскадов висячих садов, подвесных архитектурных композиций из растений и пластмасс;
5. Для повышения качества пляжей необходимо создание не только теплых дорожек, систем искусственного солнца, но и пневмомеханической техники, позволяющей производить санитарно-техническую переработку и удаление песка из труднодоступных мест;
6. Необходимо уточнить по критерию минимальной энергоемкости связь удельных геометрических характеристик крытого аквапарка с параметрами микроклимата при использовании в качестве парозащиты легких конструкций из растений и пластмасс;

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волковский И. Аквапарки./ АСД. - М.: ЗАО Архитектура. Строительство. Дизайн., 2000. - №2. - с.54-57.
2. Иванова А. Особенности банного климата /Бассейны и сауны.- М.: ЗАО ИД «Красивые дома пресс», 2004.-№2(24).- с.118-126.
3. Кузнецов В.С. Учебное пособие по освоению навыков выполнения высотно-верхолазных работ в безопасном пространстве с применением специальной оснастки и страховочных средств.- Симферополь: Таврия, 2005.- 384 с.
4. Справочник по охране труда в жилищно-коммунальном хозяйстве Украинской ССР: Специальные работы /А.А.Соломко, Л.Ф. Михайленко, А.М. Коржов, В.Д. Бойко; Под ред. К.Н. Зайцева.-К.: Будифэльнык, 1989.-480 с.
5. Туризм и гостиничное хозяйство. Учебник/Под. ред. проф., д.э.н. Чудновского А.Д. –М.: Ассоциация авторов и издателей «Гандэм». Изд-во ЭКМОС, 2001. – 400 с.
6. Федоров Н.Ф. Санитарное благоустройство городов.М.:Изд-во Минкомунхоза, 1957.- 302 с.
7. Волочаева К.А, Нагорная В.В. Принципы проектирования аквапарков летне-зимнего функционирования. Дипломный проект, руководитель проф., канд.,арх. Танаков В.В., Симферополь: НАПКС, 2006. – 86 с.

Мокрицкий В.А., ст. преподаватель

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

К вопросу о составе электронного кадастра оползней

Рассмотрены предпосылки создания электронного кадастра оползневых территорий. Дан состав и структура электронного кадастра оползней на примере оползней южного берега Крыма, предназначенного для расчета устойчивости оползневых участков.

Геоинформационные системы, ГИС-технологии, оползни, электронный кадастр, устойчивость оползней

Статья подготовлена под руководством профессора Саломатина В.Н.

Мониторинг геологической среды, в том числе и оползнеопасных территорий, рассматривается как система контроля, прогноза и подготовки управленческих решений.

Под геодинамическим мониторингом оползнеопасных территорий подразумевается система постоянных наблюдений, оценки, прогноза и управляемого контроля за состоянием этих территорий, которые проводятся в рамках разноранговых природно-техногенных систем.

Объектом мониторинга является природные, природно-техногенные и техногенные оползневые процессы, которые развиваются в рамках разноранговых природно-техногенных систем [4]. Главным заданием системы геодинамического мониторинга оползнеопасных территорий является минимизация инженерного риска и повышение уровня экологической безопасности.

Система геодинамического мониторинга должна включать такие основные функциональные подсистемы:

- подсистема контроля;
- подсистема моделирования и прогноза;
- подсистема управляемого контроля.

Первая подсистема обеспечивает получение необходимой режимной информации. Она складывается с результатов дистанционных работ, а также региональных, специальных и стационарных исследований.

Вторая подсистема включает три основные блока:

- информационно-поисковый блок, который обеспечивает сохранение и поиск режимной информации;
- блок автоматизированной обработки информации, который выполняет целенаправленную обработку результатов наблюдений;
- прогнозно-диагностический блок, который обеспечивает построение и функционирование разномасштабных постоянно действующих картографических моделей и выполнение перманентных прогнозов.

Подсистема управляемого контроля позволяет обеспечивать выполнение оптимизационных задач. Она функционирует на основе использования прогнозных оценок и осуществляет разработку сценариев взаимодействия в системе человек – геодинамические процессы, а также формирование стратегии, тактики и технологии управления процессоопасными территориями [4].

В рамках такого мониторинга оползневых и оползнеопасных территорий предлагается создание электронного кадастра с элементами расчета устойчивости склонов при использовании различных методов и прогнозирование на основе использования геоинформационных систем или ГИС – технологий.

Данный кадастр должен входить во вторую подсистему геодинамического мониторинга - подсистему моделирования и прогноза.

Создание единого кадастра оползневых и оползнеопасных территорий необходимо разбить на несколько этапов или составных частей. Первый этап: создание расширенного кадастра оползневых и оползнеопасных территорий. Для этого необходимо разработать единую базу данных для всех организаций и ведомств, включающую в себя всю информацию по состоянию экзогенных геологических процессов на определенной территории.

В состав действующей формы кадастра оползней входит[4]:

- номер оползня;
- место положение оползня (административно-территориальная привязка, привязка к эрозийной и гидрографической сети);
- форма склона в плане;
- ведомости про угол наклона склона, экспозиция и форма склона в профиль;
- описание геоморфологическая принадлежность оползневого склона;
- сведения о возрасте и составе пород основного горизонта;
- описание гидрогеологических и гидрологических условий;
- визуальная оценка водонасыщенности;
- тип оползня по форме в плане;
- ориентировочная оценка объема оползневого тела или его части;
- генетический тип оползня;
- оползнеобразующие факторы;
- динамика процесса;
- физико-геологические процессы;
- рекомендации по стабилизации оползня.

Данный кадастр носит наблюдательный характер, т.е. фиксируются основные показатели оползней. Такая форма кадастра не предполагает ведение расчета устойчивости склонов, так как он не имеет необходимый набор показателей для таких расчетов.

На сегодняшний день такой кадастр работает в Ялтинской комплексной гидрогеологической и инженерно-геологической партии. Кадастр существует в двух видах: на бумажном носителе и в электронной версии.

На бумажном носителе данный кадастр существует уже на протяжении 30 лет (данная форма кадастра появилась приблизительно в 1976 году, разработана в Ялтинской КГГИГП) и по своему составу незначительно отличается от предлагаемой формы. Такое отклонение зависит в основном за счет того, что на бумаге невозможно отобразить все необходимые сведения. На сегодняшний день в таком кадастре зафиксировано около 1500 участков подверженных оползням.

Электронная версия кадастра имеет более расширенный вид и в большей степени соответствует требованиям или критериям для ведения мониторинга, в соответствии с современным информационным полем.

Но на сегодняшний момент кроме имеющихся данных необходимо еще предусматривать ряд показателей необходимых для расчета устойчивости оползнеопасных территорий. Такие данные напрямую зависят от типа оползней и от метода расчета устойчивости.

Существует ряд методов расчетов устойчивости, такие как: метод «горизонтальных сил» Маслова – Берера. «прислоненных откосов» Г.М. Шахунянца, метод «наклонных сил» Р.Р. Чугаева. Рядом ученых были проведены сравнения данных методов при расчете устойчивости на различных участках. За исключением некоторых выпадающих, явно ошибочных цифр, значения коэффициента запаса, относящегося к совершенно различным объектам и установленным различными расчетными методами, оказались весьма близкими друг к другу. Расхождение результатов расчетов по коэффициенту запаса от средних величин лежит в пределах 5 – 10%, что является вполне допустимым[7].

Для использования тех или иных методов оценки степени устойчивости склонов, а также для разработки и назначения наиболее целесообразных противооползневых мероприятий необходимо знать форму проявления или возможного развития оползневого процесса его механизм (характер движения оползневых масс, по В.Д. Ломтадзе). Форма проявления является следствием природной обстановки и факторов или причин, вызывающих в данной обстановке нарушение устойчивости склона.

Разделение оползней целесообразно проводить по их механизму, выделяя несколько значительно отличительных друг от друга типа оползней: структурно-пластичные, структурные, пластичные, проседания, разрежения (или оползни – скольжения, сдвига, потоки, проседания)

При оценке устойчивости оползней необходимо учитывать все многообразие причин их образования и условий. Каждый оползень, в зависимости от состояния равновесия слагающих его пород, имеет определенную подвижность, которая проявляется в рельефе оползневого участка, в изменении его внутреннего строения и нарушении устойчивости местности и сооружений.

Исследование устойчивости склонов и откосов ведется в двух направлениях. Во-первых, строится на предположении о том, что предельное равновесие в грунте имеет место лишь в точках на поверхности скольжения. Во-вторых, обобщаются методы, основанные на применении и развитии теории предельного равновесия земляной среды уравнениями равновесия, условного предельно-напряженного состояния, однако сложность, громоздкость расчетных зависимостей, трудность учета неоднородности грунта, фильтрационных сил и других факторов препятствуют широкому внедрению методов предельного равновесия.

Многочисленные обследования аварий показывают, что обрушение склонов происходит по наиболее резко выраженным поверхностям скольжения.

Существует несколько групп методов расчета устойчивости:

- методы расчета, в котором задаются определенной формы поверхности скольжения: предложение о плоской линии ломаной поверхности скольжения (Маслов, 49, 65 гг., Чугаев, 1964, Шахунянц, 1941, 61 гг.); методы в которых принимается криволинейная поверхность скольжения (Гольдштейн 1950 г. Маслов 1955 г., Терцаги 1951 г., Тейлор 1960 г., Федоров 1961, 62 гг., Чугаев 1963 г.)
- методы расчета, в котором форма поверхности скольжения и ее положение определяется расчетом.

Наиболее распространенным методом расчета устойчивости является метод «прислоненных откосов» Г.М. Шахунянца.

Согласно данному методу коэффициент $k_{уст}$ оползневого давления определяется по формуле:

$$k_{уст} = \frac{\sum_{i=1}^m (P_i \cdot \cos \alpha_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_i + c_i l_i + P_i \cdot \sin \alpha_i) \cdot \frac{\cos \varphi_i}{\cos(\alpha_i - \varphi_i)}}{\sum_{i=1}^n \left[P_i \cdot \sin \alpha_i \cdot \frac{\cos \varphi_i}{\cos(\alpha_i - \varphi_i)} + \gamma_b \cdot \omega_i \cdot I_i + Q_c \right]} \quad (1)$$

где:

l_i - длина линии скольжения; α_i - угол поверхности скольжения; P_i - вес грунта отсека; ω_i - площадь отсека;

$I_i = \frac{\Delta H}{l}$ - градиент потока; Q_c - сейсмическая сила, по СНиП; γ_i - средневзвешенный объем грунта отсека;

Для расчета коэффициента оползневого давления необходимо иметь нормативные и расчетные показатели физико-механических свойств грунтов. Для этого необходимо предусмотреть ввод в электронный кадастр сведений о грунтах слагающих тот или иной участок.

Поэтому форму кадастра необходимо дополнить следующими сведениями:

- геологическое описание разведочных скважин (необходимо для построения геологических разрезов);

- нормативные и расчетные показатели физико-механических свойств грунта.

Геологическое описание скважин состоит из следующих данных:

номер скважины; координаты скважины; отметка устья скважины; уровень грунтовых вод; - номер геологического слоя; геологический возраст слоя; глубина залегания от; глубина залегания до; мощность слоя.

Нормативные и расчетные показатели физико-механических свойств грунта:

номер слоя; объемный вес; природная влажность; степень влажности; число пластичности;

показатель консистенции; коэффициент пористости; модуль общей деформации; удельное сцепление грунта; угол внутреннего трения; временное сопротивление сжатию; коэффициент фильтрации; объемный вес; удельное сцепление;

Имея данные сведения и используя возможности ГИС - технологий возможно произвести расчет устойчивости оползней с использованием различных методов расчета.

Полученная в процессе ведения мониторинга информация должна отображать текущее состояние и прогнозные оценки сценариев развития различных природно-техногенных систем при любом изменении внешних и внутренних показателей, как природного, так и техногенного проявления.

ВЫВОДЫ

Предлагаемый кадастр оползневых и оползнеопасных территорий, созданный с использованием современных ГИС-технологий, должен систематизировать необходимую информацию и представлять собой целенаправленную систему показателей, объединенных в разделы, каждый из которых несет определенную информационную нагрузку, подчиненную решению главной задачи – прогнозирование оползневых процессов при изменении любых факторов, как природного так и техногенного воздействия [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демчишин М., Самойленко Л., Шехунова С. Інформаційне забезпечення прогнозу та попередження надзвичайних ситуацій можливих при проявах зсувів. Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології управління екологічною безпекою, ресурсами та заходами у надзвичайних ситуаціях». 8 – 11 вересня 2002 . Київ, Харків, Крим, 2002 г.
2. Ерыш И.Ф., Саломатин В.Н. Оползни Крыма. Часть 1. История отечественного оползневедения. Издательство «Апостроф», Симферополь 1999 г., 246 с.
3. Ерыш И.Ф., Саломатин В.Н. Оползни Крыма. Часть 2. Методы изучения оползней. Издательство «Апостроф», Симферополь 1999 г., 246 с.
4. Інженерно-геологічний аналіз, моніторинг та захист території від зсувів/ С.В. Гошовський, Г.І. Рудько, П.В. Бінов. – Львів: ЗУКЦ, 2004. – 152 с.: шд.39, табл.. 2.
5. 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.
6. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Специальная инженерная геология. – Л.: Недра, 1978. – 496 с.
7. Маслов Н.Н. Механика грунтов в практике строительства (оползни и борьба с ними). Учебн. пособие для вузов. М., Стройиздат, 1977. 320 с.

Пашенцев А. И. к.т.н. доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Оценка надежности систем теплоснабжения

Предложен метод расчета надежности систем теплоснабжения, в основе которого находится показатель – вероятность безотказной подачи теплоносителя

Теплоснабжение, надежность, отказ, интенсивность, эффективность

Современное направление развития теплоснабжения характеризуется внедрением сложных технических систем, для которых свойственно появление не полных, а частичных отказов, которые не приводят к прекращению функционирования системы, а лишь снижают ее эффективность. Поэтому в такой системе теплоснабжения на первое место выходит не само понятие отказа, а его влияние на эффективность системы. Для системы теплоснабжения характерно наличие не только технических элементов, но людей, которые в процессе функционирования системы выполняют определенную работу, принимают управленческое решение. Происходит взаимодействие технических частей системы и людей, что носит вероятностный характер. Это обстоятельство вызывает необходимость оценки работы системы теплоснабжения с позиции теории вероятностей.

Характерной особенностью систем теплоснабжения является периодичность работы отдельных элементов (трубопроводная арматура, вантузы, гасители гидравлических ударов) на общем фоне постоянства функционирования магистральных, распределительных теплопроводов, которые обладают достаточно высокой интенсивностью отказов, что может привести к нарушению графика подачи теплоносителя. К полному отказу системы теплоснабжения приводит отказ магистрального теплопровода, а это указывает на неравнозначность элементов системы теплоснабжения, которая может быть учтена комплексным показателем – вероятностью безотказной подачи теплоносителя. Этот показатель предлагается определять по следующей зависимости:

$$P_{\text{вбпг}} = 1 - \sum Q_i \lambda_i / Q_0 \sum \lambda_i [1 - \Pi P_s(t)]; \quad (1)$$

где, Q_0 – расчетная подача теплоносителя от источника тепла, т/час;

Q_i – недоподача теплоносителя в i – ой аварийной ситуации, т/ час;

λ_i – интенсивность отказов аварийного элемента на 1 км, 1/ час.

Для теплопроводов этот показатель можно определить по следующей формуле:

$$\lambda_i = (1/T_i) L; \quad (2)$$

где, L – протяженность рассматриваемого участка теплопровода, км.

Для трубопроводной арматуры интенсивность отказов можно определить по формуле:

$$\lambda_i = (1/T_i); \quad (3)$$

Среднюю наработку на отказ элемента системы теплоснабжения можно определить по формуле:

$$T_{\text{cp}} = (t_1 + t_2 + t_n) / n; \quad (4)$$

Предлагаемый метод расчёта надежности системы теплоснабжения можно использовать на стадиях проектирования и эксплуатации системы. Для проведения расчета необходимо располагать следующими данными:

- длиной участка теплопровода, км (для обеих стадий принимается со схемы системы теплоснабжения);
- наработкой на отказ i – ого элемента. Для стадии проектирования принимается по справочным данным, для стадии эксплуатации по фактической наработке;
- интенсивностью отказов i – ого элемента системы. Для стадии проектирования рассчитывается по формуле 2. Для стадии эксплуатации расчет проводится по формуле 5:

$$\lambda_i = n(t) / N_{\text{cp}}(t); \quad (5)$$

где, N_{cp} – среднее число исправно работающих элементов системы теплоснабжения в некотором интервале времени, шт;

n – общее количество элементов системы теплоснабжения, шт.

Для расчета надежности системы теплоснабжения составляется схема с разбивкой ее на отдельные элементы: участки теплопроводов с указанием материала, диаметра, длины, а также трубопроводная арматура: вентузы, гасители гидравлических ударов, задвижки. Нумерация ведется отдельно для каждого вида элемента.

Расчет надежности системы теплоснабжения можно проводить для:

- внесения в проектную документацию показателя надежности для последующего сопоставления с фактической оценкой в процессе эксплуатации системы;
- оценки состояния в фиксированные моменты времени;
- определения «слабых» с точки зрения надежности элементов системы с целью проведения мероприятий по ее повышению;
- разработки стратегии обслуживания ремонта системы.

Данный метод был применен для оценки надежности магистральных теплопроводов по микрорайону ул. Бела Куна, обслуживаемого котельной Алтайская 2 (г.Симферополь) в интервале времени октябрь 2005г.- апрель 2006г. Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Вероятность безотказной работы магистральных теплопроводов микрорайона ул. Бела Куна (котельная Алтайская 2, г. Симферополь)

Период наблюдений	Оценки надежности магистральных теплопроводов
Октябрь 2005	0,646
Ноябрь 2005	0,645
Декабрь 2005	0,629
Январь 2006	0,606
Февраль 2006	0,615
Март 2006	0,652
Апрель 2006	0,645

Из таблицы 1 видим, что надежность магистральных теплопроводов не постоянная, она изменяется в зависимости от нагрузки. Ее максимальная оценка приходится на октябрь 2005г. (0,646), минимальная – на январь 2006г. (0,606), что можно объяснить максимальным потреблением тепла в эти периоды времени, что подтверждают реальные погодные условия. В табл. 2 приведенные данные по надежности выявленных «слабых» элементов анализируемой системы.

Таблица 2

Оценки надежности «слабых» элементов системы теплоснабжения

Элемент	10.05	11.05	12.05	01.06	02.06	03.06	04.06
1	0,720	0,727	0,716	0,727	0,682	0,684	0,612
2	0,624	0,540	0,655	0,657	0,368	0,633	0,657
3	0,604	0,668	0,657	0,618	0,614	0,574	0,465
4	0,642	0,569	0,695	0,647	0,642	0,613	0,500

В результате обработки данных о характере отказов на рассмотренной системе можно выделить следующие «слабые» элементы:

- первый элемент (сталь, диаметр 600, длина 0,275 км, переход под трассой ул.Кечкеметская);
- второй элемент (сталь, диаметром 300, длина 0,310 км. ул. Кечкеметская 190);
- третий элемент (сталь, диаметром 300, длина 0,512 км. ул. Кечкеметская 184);
- четвертый элемент (сталь, диаметром 300, длина 0,454 км. ул. Кечкеметская, 186).

Для повышения надежности по определенным участкам теплопровода были проведены ремонтные работы, что позволило увеличить показатель надежности и снизить аварийность на них. В табл. 3 приведены данные по надежности прежде выявленных «слабых» элементов системы.

Таблица 3

Значения надежности элементов теплопровода после проведения ремонтных работ

Элемент	02.04.06	05.04.06	08.04.06	11.04.06	14.04.06	17.04.06.
1	0,876	0,789	0,823	0,856	0,890	0,811
2	0,712	0,737	0,789	0,765	0,789	0,734
3	0,813	0,780	0,845	0,816	0,735	0,856
4	0,780	0,734	0,789	0,733	0,781	0,831

Анализируя полученные результаты можно сделать вывод, что надежность по выделенным элементам теплопровода существенно повысилась:

- 1 – ый элемент – на 20,92%;
- 2 – ой элемент – на 28,16%
- 3 – ий элемент – на 32, 67%;
- 4 – ый элемент – на 23,52 %.

ВЫВОД

- 1.Предложенный метод расчета надежности систем теплоснабжения является универсальным, так как его можно использовать на стадиях проектирования и эксплуатации системы.
- 2.Метод позволяет определить надежность в фиксированные моменты времени и разработать мероприятия по повышению надежности системы теплоснабжения, что доказывают проведенные расчеты на примере реального магистрального теплопровода по ул. Бела куна г. Симферополь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров А. с. Математические методы исследований.- М.: Инфра, 1990, 234 с.

Пашенцев А. И. к.т.н. доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Модель оптимизации платы за использование водных ресурсов промышленными предприятиями

Предложена математическая модель определения оптимальности платы предприятиями за водные ресурсы, на основании использования показателей чистой прибыли, дополнительной прибыли, объема вложения средств в модернизацию очистных сооружений, коэффициента соответствия, объема средств, направляемых на расширение производства.

Промышленное предприятие, водные ресурсы, загрязнение, плата за воду, модель оптимизации

Водные ресурсы являются важнейшим компонентом окружающей природной среды, возобновляемым, ограниченным природным ресурсом. Они используются и охраняются в Украине, как основа жизни и деятельности народов, проживающих на ее территории, обеспечивают экономическое, социальное, экологическое благополучие населения. Водный Кодекс Украины регулирует отношения в области использования и охраны водных объектов. Основная цель – обеспечение прав граждан на чистую воду и благоприятную водную среду, поддержание оптимальных условий водопользования, качества поверхностных и подземных вод в состоянии, отвечающем санитарным требованиям защиты водных ресурсов от загрязнения и истощения.

Наибольшее негативное влияние на водные ресурсы оказывают стоки промышленных предприятий, которые поставляют в природную среду твердые суспензии, растворы органических веществ, тяжелые металлы и их токсические соединения, кислоты. В результате функционирования химических предприятий в сточные воды попадает большое количество разнообразных по составу и свойствам органических соединений. В настоящее время среди сбросов промышленных предприятий преобладают синтетические вещества, содержащие в большом количестве активный фосфор, приводящий к увеличению количества фосфатов в поверхностных водах [2, с. 208].

Кроме известных химических заводов в гг.Саки, Армянск, Красноперекопск (Автономная республика Крым) к числу предприятий, интенсивно загрязняющих поверхностные и подземные воды, можно отнести консервные заводы, автотранспортные предприятия.

Загрязнения, поступающие в водные источники из судосторительных предприятий гг.Керчь, Севастополь, представлены токсическими соединениями сернокислого и хлористого железа, хлористой и сернокислой меди, соединений никеля, хрома, свинца. Особую опасность представляют те загрязняющие вещества, которые практически не удаляются на очистных сооружениях: изопран, карбофос, гексоген. Чтобы довести стоки до состояния, соответствующего требованиям санитарных норм и правил, предприятия прибегают к разбавлению их чистой водой. Это требует привлечения дополнительных водных ресурсов в производство и к сожалению не уменьшает количество загрязняющих веществ, содержащихся в промышленных сточных водах.

Промышленные предприятия, использующие ресурсы водного источника, самостоятельны в своей производственной деятельности, но оказываются связанными с качественными характеристиками воды данного источника, так как использование в производственном цикле загрязненных водных ресурсов может привести к выпуску продукции предприятия низкого качества. Характеристика водного источника в данном случае зависит от суммарного воздействия предприятия на источник. Добиться улучшения качественных характеристик водного источника можно только экономическими мероприятиями, которые должны включать в себя систему отчислений на забор, очистку воды [1, с. 189]. В этой связи целесообразно предложить модель оптимизации платы за воду промышленными предприятиями.

Предположим, что некоторое предприятие по итогам текущего года получило чистую прибыль - ЧП_п. Так как продукция предприятия пользуется спросом, то экономический субъект планирует осуществить вложения финансовых ресурсов в расширение производственной деятельности – РПД_п. Однако, для выпуска качественной продукции предприятию необходимо осуществить

вложения средств в модернизацию очистных сооружений $МОС_n$. На основании этого можно записать следующее уравнение:

$$МОС_n = ЧП_n - РПД_n; \quad (1)$$

Несомненно, те финансовые средства, которые предприятие вкладывает в производство, приносят ему дополнительную прибыль $ДП_n$. Тогда качество воды в источнике будет зависеть от эффективного решения экономическим субъектом следующего уравнения:

$$F(МОС_n) = F(ЧП_n - РПД_n); \quad (2)$$

Промышленное предприятие сможет достигнуть паритета своих интересов (рост дополнительной прибыли, оптимальные вложения в повышение качества очистки сбросов) при решении двуединой задачи:

$$F(ДП_n) \rightarrow \text{максимум}; \quad (3)$$

$$F(ЧП_n - РПД_n) \rightarrow \text{максимум}; \quad (4)$$

Для установления оптимальности платы за использованные водные ресурсы, промышленному предприятию целесообразно в дальнейших расчетах использовать коэффициент соответствия \hbar , равный отношению прибыли экономического субъекта и уровня чистоты воды, определяемого на основании санитарных требований и норм. Тогда предлагаемая модель оптимизации платы предприятием за водные ресурсы может быть записана в следующем виде:

$$F(ЧП_n - РПД_n) = \hbar F(ДП_n); \quad (5)$$

ВЫВОДЫ

1. Предлагаемая модель оптимизации платы промышленным предприятием за водные ресурсы учитывает техническую и экономическую составляющие деятельности предприятия.
2. Данная модель может быть применена для решения задачи долевого участия предприятий в финансировании очистки промышленных стоков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пашенцев О. И. Сучасний стан і методи управління екологічною безпекою Криму. Монографія. – Симферополь: Доля, 2006. - 246 с.
2. Экология Крыма. Справочное пособие / Под. Ред. Н. В. Багрова и В. А. Бокова. – Симферополь: Крымское учебно – педагогическое государственное издательство, 2003. – 360 с.

Сапронова З.Д., к.г.-м.н, профессор, Муровский С.П., инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Влияние объектов инфраструктуры автотранспорта на окружающую природную среду городов

В данной работе проанализировано размещение автозаправочных станций на территории г. Симферополя, их влияние на окружающую природную среду города. Проанализированы параметры выпускаемого на нефтеперерабатывающих заводах Украины и реализуемого в розничной сети топлива. Показано влияние различных объектов инфраструктуры автотранспорта на окружающую природную среду и безопасность движения на дорогах города.

Автозаправочные станции, станции технического обслуживания, гаражи, стоянки, загрязняющие вещества, свинец, сера, ртуть

Введение. Развитие процесса урбанизации, как следствие реализации достижений научно-технического прогресса в автомобильной отрасли и перехода в экономике на рыночные отношения, требует дополнительных территорий для дислокации быстрорастущих объектов городской инфраструктуры – автозаправочных станций (АЗС), станций технического обслуживания (СТО), гаражей, автостоянок, как мест приложения труда при необходимости сохранения экологического равновесия.

За период 1996 - 2005 годы в Крыму сложилась ситуация, которая характеризуется стремительным увеличением автомобилизации, в особенности в Симферополе. В столице Крыма количество автотранспорта за последние 15 лет увеличилось в пять раз. Для обслуживания автомобильной отрасли города необходимо размещение дополнительных объектов инфраструктуры – АЗС, СТО, гаражей, автостоянок, которое возможно только путем уплотнения и переуплотнения городской застройки в прилегающим городским автомагистральным улицам участкам, что увеличивает экологическую нагрузку и ухудшает условия проживания городского населения.

Целью работы является оценка воздействия на окружающую природную среду (ОПС) объектов инфраструктуры автотранспортного комплекса (АТК) при их строительстве и эксплуатации.

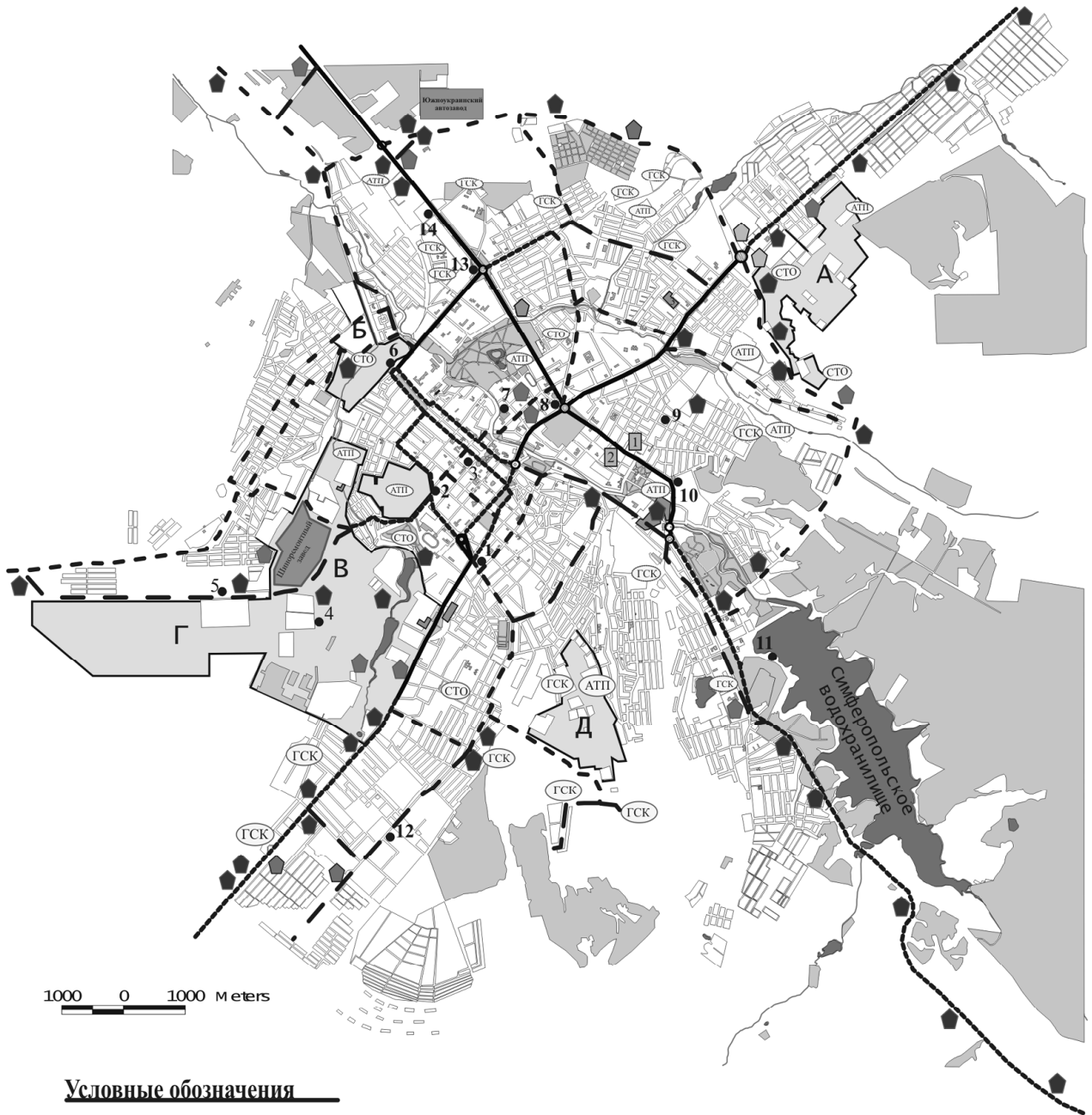
Воздействие АЗС. Плотность размещения АЗС в Симферополе имеет максимальные показатели в Крыму. На 1999 год из 200 АЗС, действующих в Крыму, 130 находилось в границах г. Симферополя [1].

Места размещения АЗС в соответствии с их функциональным назначением должны иметь благоприятную экологическую оценку, градостроительное обоснование по санитарно-защитным разрывам, по совместимости жилых, производственных или промышленных объектов и др.

Симферополь расположен в предгорной части Крымских гор. Горный рельеф создает препятствия для ветров и воздушных масс, что способствует образованию микроклиматических зон, параметры которых неоднократно меняются в течение суток, что оказывает негативное воздействие на распространение выбросов при эксплуатации АЗС.

Обследованные авторами АЗС расположены в различных геоморфологических зонах города – в долинах рек Салгир, Малый Салгир, на северном склоне и поверхности Внутренней (второй) гряды Крымских гор.

Исследования экологического состояния территорий АЗС и их обрамления проводились с целью выявления строительных и экологических несоответствий проекта. Опробование почв, техногенных отложений, атмосферного воздуха, воды водоемов (при наличии их в радиусе воздействия АЗС) проводилось с целью определения наличия и концентрации загрязняющих веществ. Аналитические исследования включали определение тяжелых металлов в почвах и техногенных отложениях (наличие значительного количества Рb, как фактора использования этилированного бензина, запрещенного на территории Украины), определение Hg в почве и почвенном воздухе, нефтепродуктов в почве и воде, паров бензина в атмосферном воздухе [2].



Условные обозначения

<p>Функциональные зоны города</p> <ul style="list-style-type: none"> Селитебная Промышленная А Кубанская Б Евпаторийская В Железнодорожная Г Юго-западная Д Крыловская Рекреационная Река Салгир 	<p>Интенсивность автотранспорта (автомобилей в час)</p> <ul style="list-style-type: none"> 120 - 500 500 - 850 850 - 1500 1500 - 2500 2500 - 3500 	<p>10 Пункты наблюдения засодержанием CO, NOx, SO2, SpHm</p> <ul style="list-style-type: none"> АЗС (детально обследованные) АЗС 1 Завод "Сантехпром" 2 завод "Фиолент" 3 Завод авторулей АТП, ГСК, СТО
---	--	---

Рис. 1. Картосхема размещения объектов инфраструктуры автотранспорта на территории г. Симферополя.

Увеличение производительности АЗС достигается благодаря принципиально новой планировке, которая обеспечивает возможность одновременного использования всех топливораздаточных колонок (ТРК), создает условия для визуального контроля процесса заправки оператором станции и значительно расширяет зону, где можно дождаться очереди на заправку, не загромождая проезжую часть дороги.

Автомобильное топливо. Загрязнение ОПС выхлопными газами автомобилей является крупнейшей проблемой экологии. В национальном докладе о состоянии природной среды Крыма указывается, что в 2004 г. до 75% всех загрязнений атмосферного воздуха по крупным городам Крыма приходится на выбросы от автотранспорта.

Одним из первых направлений в решении данной проблемы необходимо улучшение качества используемого топлива для АТС. В Украине разработаны технические условия (ТУ) на выпускаемые бензины. В ТУ предусмотрено выпуск 5 марок бензина: 4 марки неэтилированного (А-80, А-92, А-95, А-96) и одна этилированного А-96 с содержанием свинца не более 0,1 г/дм³ [3].

С 2000 г. на всех нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) Украины проведено реорганизационно-техническое переоборудование, что позволило полностью исключить выпуск бензина с добавками свинца. Единственная установка каталитического реформинга на НПЗ «Галичина», работающая по новейшей технологии, позволила с 2000 г. наладить выпуск неэтилированного бензина А-96.

Данным ТУ также нормируется содержание серы в бензине не более 0,05% и меркаптановой серы не более – 0,001%. Украинские нормы по содержанию серы жестче, чем Европейские. Так в странах Западной Европы содержание серы в бензинах составляет 0,1%, а меркаптановой серы вообще не нормируется (табл. 2)

Таблица 2.

Некоторые технические требования к бензинам, выпускаемым на Украинских НПЗ [3].

Название показателя	Значение				Методы испытания
	А-80	А-92	А-95	А-96	
Детонационная стойкость: - октановое число, исследовательским методом - октановое число, моторным методом	80,0	92,0	95,0	96,0	ГОСТ 8225 или ASTM D 2699
	76,0	82,5	85,0	85,0	ГОСТ 511 или ASTM D 2700
Массовая часть серы *, %	0,05	0,05	0,05	0,05	ГОСТ 19121 или ASTM D 2622
Массовая часть меркаптановой серы, %	0,001	0,001	0,001	0,001	ГОСТ 17323 или ASTM D 3227
Концентрация Рв, г на 1 дм ³ бензина: - этилированный - неэтилированный	-	-	-	0,05	ГОСТ 28828 или ASTM D 3237
	0,013	0,013	0,013	0,013	ГОСТ 28828 или ASTM D 3341
Массовая доля бензола, %	5,0	5,0	5,0	5,0	ГОСТ 29040 или EN 238

Примечание: *) – при переработке нефти с содержанием серы 1,5% и выше, допускается содержание массовой доли серы в бензине не более 0,1%.

Для оценки качества реализуемого на АЗС топлива исследовались пробы бензина на предмет содержания свинца в г. Харькове [4]. Были отобраны 20 проб неэтилированного бензина А-95. Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3.

Содержание свинца в пробах неэтилированного бензина А-95 на АЗС г. Харькова [4].

Содержание свинца, г/л	более 0,5	0,5 – 0,1	0,1 – 0,01	менее 0,01
Количество проб	3	12	5	-

Полученные результаты показали, что бессвинцового бензина на АЗС города не было обнаружено вообще.

СТО, гаражи, автостоянки. Развитие процесса урбанизации, как следствие реализации достижений научно-технического прогресса в автомобильной отрасли требует дополнительных территорий для дислокации быстрорастущих объектов городской инфраструктуры - СТО, гаражей, автостоянок. В городской черте размещение дополнительных объектов автотранспорта возможно только путем уплотнения и перепланирования городской застройки в прилегающих к городским магистральным улицам участках, что увеличивает экологическую нагрузку и ухудшает условия проживания городского населения.

В наших городах подавляющая часть автомобилей размещается во дворах жилых домов, иногда на зелёных газонах и площадках отдыха. Это обстоятельство, прежде всего, ухудшает условия проживания населения. Автомобили оставляют также на проезжей части улиц. А это затрудняет городское движение, становится одной из причин дорожно-транспортных происшествий. Подобные «стоянки» занимают огромные площади городской территории, портят внешний облик городов.

Размеры земельных участков, отводимых под площадки для стоянки и хранения автомобилей и других транспортных средств, принимают (на одно место): для легковых автомобилей - 25 м², мотоциклов с коляской - 8 м², без коляски - 3 м², для велосипедов - 0,9 м² (в указанные размеры не входит площадь земельных участков для устройства подъездов и зелёных насаждений).

Прогрессивной тенденцией в решении проблемы хранения индивидуального автотранспорта является сооружение многоэтажных кооперативных гаражей и гаражей-гостиниц. Если при одноярусном способе хранения (в одноэтажных гаражах, боксах, на открытых стоянках) на один автомобиль в среднем требуется 25-30 м² земельного участка, то при хранении в многоярусных гаражах - не более 15 м² (вместе с проездами, подъездами, накопительными площадками и защитными зелёными насаждениями). Наиболее приемлемым типом сооружения для хранения автомобилей является многоярусный гараж-стоянка на 500-1000 машино-мест. Вследствие нехватки гаражей тысячи индивидуальных автомобилей хранятся на открытых площадках, во дворах жилых застроек, а в последние 2-3 года – на тротуарах, вдоль обочины проезжей части, что превращает 3-х полосный проезд в 2-х или даже в однополосный, провоцируя аварийные ситуации. Положение усугубляется ещё и тем, что сеть ремонтных служб для автомобилей личного пользования недостаточно развита. Это вынуждает их владельцев производить ремонт и техническое обслуживание своими силами, что они и делают, конечно, без учёта экологических последствий. Взять, к примеру, мойку автомобилей. Из-за нехватки моечных пунктов эту операцию зачастую выполняют на берегу реки, озера или пруда. Между тем автолюбители всё в больших объёмах пользуются синтетическими моющими средствами, которые представляют определённую опасность для водоёмов.

ВЫВОДЫ:

1. Места размещения новых и перепланируемых АЗС должны иметь благоприятную экологическую оценку, градостроительное обоснование по санитарно-защитным разрывам, по совместимости жилых, производственных или промышленных объектов.
2. В процессе эксплуатации АЗС, являющейся объектами отраслевой инфраструктуры автотранспорта, загрязняется ОПС в результате смыва и пролива горюче-смазочных материалов (ГСМ), в атмосферный воздух испаряется бензин, дизельное топливо, техническое масло.
3. С целью снижения загрязнения почв и техногенных отложений Рв необходимо улучшение качества используемого топлива для АТС с целью полного исключения оборота этилированного бензина.
4. Для решения проблемы хранения индивидуального автотранспорта необходимо сооружение многоэтажных гаражей и гаражей-гостиниц.
5. Для уменьшения аварийности в городе необходимо создание специализированных мест временной парковки АТС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние автотранспорта на экологическую ситуацию АРК. - Симферополь: Госкомстат Украины, 2001. - 9с.
2. Муровский С.П., Сапронова Т.А. Загрязнение геологической среды автомобильным транспортом и объектами его инфраструктуры. // Строительство и техногенная безопасность / Сб. научных трудов КАПКС. - Симферополь: КАПКС, 2003. - 184 с.
3. ТУ У 00149943. 501-98. Бензини автомобільні з підвищеним кінцем кипіння, К.: 1998. - 16с.
4. Павлов С.Б., Михайлов Б.В. «Автомобильные катализаторы» - угроза экологической безопасности Украины. // Сб. науч. тр. МОЗ Украины. - Харьков.: 1997. - С. 141-143.

Сидякина Г.Г., к.б.н., доцент

Крымское отделение Украинского государственного института (КО УкрГГИ)

Экологически прогрессивные способы извлечения золота из техногенных россыпей

Рассмотрены принципиально новые, экологически чистые способы извлечения золота из техногенных россыпей, образованных на базе обогатительных фабрик. Показана реальная возможность вторичного доизвлечения золота из продуктов обогащения золотоизвлекающих фабрик.

Техногенные россыпи, биовыщелачивание, биогравитация, биофлотация, цианиды, биореагенты, выщелачивание

В настоящее время в переработку все больше вовлекаются труднообогатимые руды природных и техногенных месторождений, которые характеризуются сложным вещественным составом, низким содержанием ценных компонентов, тонкой вкрапленностью и близкими технологическими свойствами минералов. В этих условиях задачи повышения полноты и комплексности использования минеральных ресурсов, создания высокоэффективных, экологически безопасных технологий приобретает первостепенное значение (3).

Особый интерес представляют техногенные россыпи, образующиеся на базе обогатительных фабрик. Запасы горной массы в хвостохранилищах обогатительных фабрик на коренных месторождениях благородных металлов или комплексных руд измеряются миллионами тонн, мощность отложений нередко превышает 10 м. Хвостохранилища представляют интерес в качестве объектов повторной переработки с целью извлечения золота. По характеру распределения золота хвостохранилища приближаются к отвалам береговых фабрик, но дифференциация материала в них менее контрастная в связи с тем, что часть золота находилась в пульпе в нераскрытом состоянии (2). В хвостохранилище повышенные концентрации золота наблюдаются вблизи точки сброса хвостов (свободное золото) и на максимальном удалении от нее, где накапливается иловая фракция, обогащенная сульфидами (1).

Наличие в большинстве руд цветных и благородных металлов тонкодисперсных фракций приводит к осложнению процесса обогащения и повышенным потерям ценных компонентов с отвальными хвостами или шламами, которые образуют техногенные месторождения. Промышленная переработка лежалых и текущих золотосодержащих хвостов осуществляется по схемам, включающим измельчение и гравитационное обогащение. Традиционными аппаратами удовлетворительно извлекаются в потоке лишь зерна крупнее 0,2-0,25 мм. Мелкое и тонкое золото (менее 0,1 мм) извлекается неудовлетворительно. В связи с этим, все большее внимание привлекают новые технологии, позволяющие вовлечь в переработку забалансовые руды и отходы обогатительных фабрик (4,5).

В лаборатории биотехнологических исследований КО УГГРИ была предпринята попытка оптимизировать традиционные технологические операции обогащения. В связи с чем, начата разработка принципиально новых способов обогащения: биовыщелачивания, биогравитации и биофлотации, основанных на введении в процесс биомассы, способной доизвлекать тонкое золото.

1. Биовыщелачивание

Как известно, мировые технологии по извлечению золота из руд и продуктов их обогащения ориентировочны на цианиды. Однако, из-за высокой токсичности, применение их запрещено во многих странах Европы. Принятыми стандартами (<0,05 мг/л в сбросовых водах) они практически запрещены и в Украине.

В КО УкрГГРИ разработан нетоксичный биореагент-заменитель цианидов, который успешно испытан на рудах месторождений Украины, Китая, России, Греции. Извлечение золота составляло от 68 до 96%. Особый интерес представляет апробация предлагаемой технологии на золото-содержащем сырье действующих обогатительных фабрик, что является реальной предпосылкой

для возможного внедрения биореагента в производство. В связи с этим, проведены детальные исследования на концентратах, а также текущих и лежалых хвостах действующей Мужиевской ЗИФ Украины (табл.1).

Результаты исследований свидетельствуют о высоком извлечении золота биореагентом, что подтверждено пилотными и укрупненными (на 5 тонных руды) испытаниями, проведенными в Украине, Китае России.

В 2002 году осуществлены пилотные испытания биореагента ЮГ-2 на промпродукте стола Джемени Мужиевской ЗИФ (Au-332 г/т). Извлечение золота биореагентом составило 92% цианидами – 93,2%. В 2003 году эффективность реагента ЮГ-2 апробировалась в пилотных испытаниях в Китае на руде месторождения Пайшаньлоу (Au-2,4 г/т). В раствор переведено 84% золота, цианидами извлечено 75,6 % (Au). В 2005 году на базе Тульского НИГП (Россия) проведены укрупненные испытания на 4,5 тоннах глинисто-кварцевой руды (Au-5,4 г/т). Извлечение золота составило 72%. В связи с отсутствием на установке линии сорбции золота, наблюдалось вторичное пересаживание Au, что снизило показатели его извлечения. Продолжительность биовыщелачивания составляет от 24 до 72 часов. Следует отметить, что процесс биовыщелачивания не требует реконструкции золотоизвлекательных фабрик, работающих с цианидами и может огранично вписываться в существующую технологическую схему. Концентрация биореагента, в зависимости от типа руды, от 0,2 до 1%. Золото из растворов может быть сорбировано, как и в процессе цианирования, на коксовый уголь, ионнообменные смолы и цинковую пыль. Процесс десорбции Au традиционный.

В Украине и России имеются производства, которые уже наработали опытные партии биореагента. По предварительным расчетам, проведенным производителями, стоимость 1 м³ 50% раствора биореагента в 1,5 раза дешевле цианидов.

Таблица 1

Биовыщелачивание золота из продуктов обогащения Мужиевской ЗИФ

№№ пп	Продукт	Выход кека, %	Массовая доля Au в исходной пробе, г/т	Массовая доля Au после биовыщелачивания, г/т	Извлече- ние Au, %
1	Концентрат трехдечного стола	95,4	28,2	2,4	91,9
2	Промпродукт стола Джемени	92,7	186,9	20,7	89,7
3	Хвосты Кнельсона	95,8	2,14	0,4	78,7
4	Лежалые хвосты	95,4	1,6	0,18	88,9
5	Текущие Хвосты	96,8	1,3	0,14	89,5

Однако основным преимуществом биореагента является его экологическая безопасность. В связи с этим, биореагент-заменитель цианидов можно успешно применять как в чановых, так и кучных процессах. Последний представляет особый интерес при переработке техногенных отходов, так как может осуществляться на местах хранения хвостов обогащения, что в значительной степени удешевит процесс доизвлечения ценных компонентов. Представляется целесообразным провести испытания новых технологий на базе Мужиевской ЗИФ.

2. Биогравитация

Впервые в практике гравитационного обогащения золотосодержащих руд Украины в КО Укр-ГГРИ начата разработка принципиально нового способа – биогравитации. Процесс отличается тем, что с целью снижения потерь золота с тонкой шламовой частью, руда перед подачей на концентрационный стол обрабатывается специфическими микроорганизмами, выполняющими роль собирателей мелкого и тонкого золота. Предварительные испытания биогравитации проведены на шламах зоны С, хвостохранилища Мужиевской ЗИФ (рис. 1) характеризующейся наибольшим количеством (40%) золота, связанного с классами – 0,056 мм и + 0,03 мм. Для гравитации отквартовывали пробы хвостов весом 3 кг и после биообработки пропускали их на обычном гравитационном столе по следующей схеме (рис. 2).

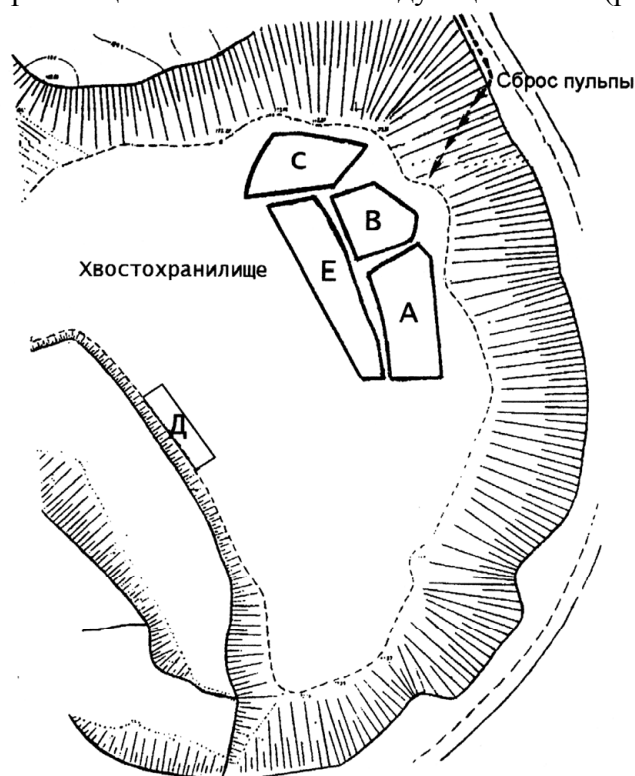


Рис. 1. Схема хвостохранилища Мужиевской ЗИФ

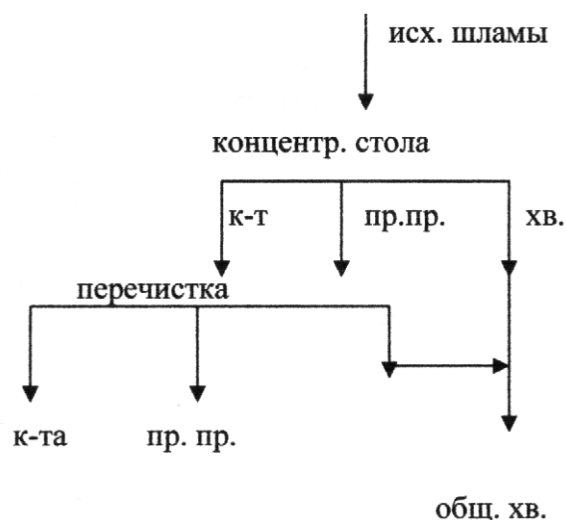


Рис. 2. Схема гравитации хвостов обогащения

Биообработка шламов в процессе гравитации позволила повысить на 15-20% извлечение золота в концентрат и снизила содержание Au в хвостах с 0,52 до 0,38 г/т, что является доказательством перспективности нового метода в процессе обогащения золотосодержащего сырья (табл. 2).

Таблица 2

Результаты гравитации хвостов обогащения Мужиевской ЗИФ

№№ пп	Условия проведения опыта	Продукт	Выход, %	Золото	
				массовая доля, г/т	извлечение, %
1	Контрольная гравитация	Концентрат	1,8	15,2	35,2
		Пром. продукт	23,8	0,49	15,0
		Хвосты	74,4	0,52	49,8
		Исходная проба		0,77	
2	Биогравитация (время агитации 30 мин.)	Концентрат	1,85	18,2	39,7
		Пром. продукт	34,2	0,56	22,6
		Хвосты	63,95	0,50	37,7
		Исходная проба		0,84	

3	Биогравитация (время агитации 2 часа)	Концентрат	1,7	19,64	45,2
		Пром. продукт	37,1	0,35	17,6
		Хвосты	61,2	0,45	37,2
		Исходная проба		0,73	
4	Биогравитация (время агитации 3 часа)	Концентрат	2,6	15,0	55,7
		Пром. продукт	43,1	0,24	14,8
		Хвосты	54,3	0,38	29,5
		Исходная проба		0,69	

Данное направление только начинает прорабатываться, но представляет несомненный интерес для оптимизации гравитационного процесса с целью снижения потери золота со шламовой частью. Требуется серьезная проработка как биотехнологических, технологических параметров, так и конструкторского решения гравитационных столов применительно к исследуемому процессу. В целом, после решения вышеобозначенных вопросов, биогравитация без серьезных изменений аппаратного оснащения, может быть успешно внедрена в производство и в первую очередь для переработки техногенных месторождений с высоким содержанием шламовых продуктов.

3. Биофлотация

Анализ хвостов гравитационного обогащения показал, что основная масса свободного золота (73%) в зоне Д теряется с классом $-0,02 \text{ мм} + 0,01 \text{ мм}$.

Исследованиями, проведенными в КО УкрГГРИ, установлена возможность извлечения тонкодисперсного золота и серебра путем агрегирования их с клетками микроорганизмов и последующим извлечением из пульпы флотацией. Результаты биофлотации, осуществленной на высокошламистой пробе зоны Д хвостохранилища Мужиевской ЗИФ, свидетельствуют о довольно высокой ее эффективности. Извлечение золота в концентрат повысилось на 10-15%, при этом существенно снизилось содержание Au в хвостах обогащения, что подтверждает способность микроорганизмов флотировать тонкое золото (таблица 3).

Таблица 3

Флотационное извлечение золота из лежалых хвостов Мужиевской ЗИФ

№№ пп	Условия проведения опыта	Продукт	Выход, %	Золото	
				массовая доля, г/т	извлечение, %
1	Одностадиальная контрольная флотация	Концентрат	11,4	9,85	67,5
		Хвосты	88,6	0,61	32,5
		Исходная проба	100,0	1,60	100,0
2	Одностадиальная биофлотация	Концентрат	9,3	11,37	75,4
		Хвосты	90,7	0,38	24,6
		Исходная проба	100,0	1,40	100,0
3	Двухстадиальная контрольная флотация	Концентрат	12,8	7,45	76,2
		Хвосты	87,2	0,35	23,
		Исходная проба	100,0	1,25	100,0
4	Двухстадиальная биофлотация	Концентрат	18,4	7,96	912,3
		Хвосты	81,6	0,15	7,7
		Исходная проба	100,0	1,59	100,0

Начато исследование и подбор наиболее активных культур-микроорганизмов сорбентов золота. Эффективность биофлотации определяется многими факторами, в частности, расходом биомассы и способом ее приготовления (таблица 4).

Результаты биофлотации тонкого золота лежалых хвостов Мужиевской ЗИФ

№№ пп	Продукты флотации	Выход продуктов, %	Золото		Условия опыта
			массовая доля, г/г	извлечение, %	
1	Концентрат	12,8	7,45	75,2	Исходная флотация без перемешки концентрата
	Хвосты	87,2	0,36	24,8	
	Исходная проба	100	1,26	100	
2	Концентрат	15,8	7,37	78,8	Биофлотация с подачей биореагента 50 г/г
	Хвосты	87,2	0,36	21,2	
	Исходная проба	100	1,47	100	
3	Концентрат	13,3	8,69	85,3	Биофлотация с подачей биореагента 100 г/г
	Хвосты	86,7	0,23	14,7	
	Исходная проба	100	1,35	100	
1	Концентрат	15,9	7,73	89,0	Биофлотация с подачей биореагента 150 г/г
	Хвосты	84,7	0,18	11,0	
	Исходная проба	100	1,38	100	

Возможна оптимизация процесса биофлотации за счет подбора активных культур микроорганизмов, режимов подачи биомассы, отработки расходных параметров процесса. Ведется работа по поиску более экологичных и дешевых флотационных реагентов.

ВЫВОДЫ:

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Разработанный в КО УГГРИ биореагент-заменитель цианидов показал высокую эффективность на различных типах руд и продуктах их обогащения. Извлечение золота составляет от 68 до 96 %.
2. Биогравитация – метод, позволяющий улучшить эффективность извлечения мелкого и тонкого золота, которое теряется при традиционном обогащении.
3. Применение биофлотации способствует повышению извлечения золота в концентрат на 10-15%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амосов Р.А., Парий А.С., Мелкое и тонкое золото в россыпях и корях выветривания - прогресс за 15 лет. – Труды XII Международного совещания по геологии россыпей и месторождений кор выветривания. Москва. 2000, с. 17.
2. Амосов Р.А., Парий А.С., Московец И.А. К методике разведки техногенных россыпей благородных металлов - Труды I Международной научно-практической конференции. Симферополь. 2002, с. 5.
3. Башлыкова Т.В., Пахомова Г.А., Дорошенко М.В., Чернова А.Е., Лагов Б.С. Эколого-технологическая оценка техногенного минерального сырья. Труды I Международной научно-практической конференции. Симферополь. 2002, с. 17.
4. Минеев Г.Г. Биометаллургия. - М.: Металлургия. 1989, с. 109.
5. Сидякина Г.Г., Брагин Ю.Н. Внедрение новых технологий извлечения золота из руд и концентратов на примере украинских и зарубежных месторождений. Збірник наукових праць УкрДГРІ. Киев, №1, 2005 г., с. 180.

Стоянов В.У., д.т.н., профессор, Котков А.А., инженер, Бакулина М.В., инженер
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Проблема химической опасности при хранении запрещенных к применению пестицидов

В статье исследуются проблемы хранения ядохимикатов (пестицидов) на территории Украины и Автономной Республики Крым

пестициды, перетаривания, рекреационная зона, сильнодействующие ядовитые вещества, утилизация, обезвреживание

Одним из основных источников химической опасности в Украине являются склады и базы, на которых находятся запасы отравляющих веществ, ранее широко применяемых в сельском хозяйстве для борьбы с сорняками и вредителями. До настоящего времени на 5831 складе хранится около 22 тыс. тонн ядовитых химических веществ непригодных или запрещенных к использованию. В части складов, во время долгосрочного хранения, в неблагоприятных климатических условиях, вследствие химических реакций, образовались смеси новых, неизвестных составов с неизученными свойствами и характеристиками.

По своему назначению хранящиеся пестициды способны уничтожать все живое, вызывают нарушение функционирования основных органов жизнедеятельности человека и животных.

В Винницкой, днепропетровской, Житомирской, Полтавской, Тернопольской, Харьковской, Черкасской и Черниговской областях и Автономной Республике Крым ситуация с хранением непригодных для использования в сельском хозяйстве химических средств является крайне неудовлетворительной. Особую угрозу для окружающей среды АРК представляют пестициды, хранящиеся на 137 складах – 345,8 т группы «А», 126,7 т группы «Б» и 366,1 т группы «В». Распределение складов, их состояние по районам Автономной Республики Крым представлено в табл.1. [1]

При этом наблюдается весьма характерное социальное явление: с одной стороны, территория Автономной Республики Крым представляет собой уникальный район Украины, весьма ценный как мирового значения курорт и здравница; с другой стороны - продолжается нерациональная, а порой и бесхозяйственная его эксплуатация, связанная с применением и хранением сильно действующих ядовитых веществ. Нахождение такого количества сильно действующих отравляющих веществ на территории АРК, предназначенной для использования в качестве рекреационной зоны всей Украины является крайне опасным.

Для решения данной проблемы в 1996 г. Главным управлением МЧС Украины в Автономной Республике Крым совместно с Министерством сельского хозяйства АРК создана специальная комиссия, которая разработала и утвердила Верховном Совете Крым о «Программу по утилизации ядохимикатов, хранящихся на складах объектов хозяйственной деятельности». Согласно этой программе предполагалось на первом этапе для сохранения химической стабильности ядохимикатов, хранящихся фактически под открытым небом, как в бочках и мешках, так и россыпью, начать процесс срочного перетаривания с целью изоляции их от воздействия климатических факторов и предотвращения попадания в атмосферу и грунтовые воды. На рис. 1 показан процесс выполнения работ по перетариванию хранящихся пестицидов из мешков в бочки. К настоящему времени осуществлено перетаривание 62 тонн ядохимикатов.[1]

На втором этапе разработанной программы предполагалось начать вывоз хранящихся ядохимикатов за пределы Крыма с целью уничтожения на перерабатывающих заводах. К настоящему времени вывезено для переработки порядка 14 тонн ядохимикатов, что является крайне недостаточным для решения поставленной проблемы.[1]

В условиях жесткого лимита финансирования, реализация требований Закона Украины «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера» (г. Киев, 2000 г.) требует кардинального совершенствования существующей практики решения проблемы безопасности хранения разбросанных на значительной территории Автономной Республики Крым ядохимикатов.

Таблица 1.

Общие данные о состоянии хранения, запрещённых и непригодных к применению в с/х пестицидов в АР Крым по состоянию на 8 октября 2004 года.

№ п/п	Наименование района	Кол-во складов			Состояние складских помещений			Данные о пестицидах хранящихся в складах			
		шт.	шт.	шт.	хорошее	удовлет.	из них паспорт	неудовл.	группа «А»	группа «Б»	группа «В»
1	2	3	9	4	4	5	6	8	9	10	10
1	Бахчисарайский	9	9	8	8	9	8	33209	1392	3492	3492
2	Белогорский	14	4	4	4	4	4	8712	13672.34	17650	17650
3	Джанкойский	9	6	4	4	2	2	21890	5200	-	-
4	Кировский	5	5	5	5	5	5	5479	-	1960	1960
5	Красногвардейский	3	2	2	2	1	2	11906	-	-	-
6	Краснопереконский	9	9	9	9	9	9	28018	-	5835	5835
7	Ленинский	9	8	8	8	8	8	9020	3425	14525	14525
8	Нижнегорский	9	4	4	2	4	2	15140	500	24800	24800
9	Первомайский	10	1	1	1	4	3	1970	210	19830	19830
10	Раздольненский	4	9	11	9	3	3	3195	-	10200	10200
11	Симферопольский	22	11	6	2	2	2	8651	22125	154983	154983
12	Сакский	11	5	5	5	5	5	35928	850	12260	12260
13	Советский	5	3	1	1	1	1	4600	-	1500	1500
14	Черноморский	3	2	2	2	2	2	5567	148	2000	2000
15	г. Алушта	2	7	5	4	4	4	8063	375	-	-
16	г. Севастополь	7	3	3	1	1	1	12991	1782	300	300
17	г. Ялта	3	134	20	20	77	69	2858	49679.34	1073	1073
18	ИТОГО по с/х предприятиям	1	1	1	1	1	1	217197	22100	270408	270408
19	ООО «Бахчис. Райагрохлм.»	2	3	3	3	3	3	89587	54863	24355	24355
20	ООО «Джак. Райагрохлм.»	2	3	3	3	3	3	39020	76963	71400	71400
21	ИТОГО по базам	3	3	3	3	3	3	128607	126642.34	95755	95755
22	ВСЕГО ПО АР Крым	137	20	78	20	70	39	345804	126642.34	366163	366163



Рис. 1. Перетаривание пестицидов из мешков в более герметичную тару.

При выборе метода решения данной проблемы необходимо, в первую очередь, исходить из того, что:

- на территории Автономной Республики Крым рядом со складами ядохимикатов находятся уголья, предназначенные для ведения сельскохозяйственной деятельности и малые населенные пункты, предназначенные для организации отдыха и лечения курортников;
- Автономной Республики Крым на ограниченных территориях широко используются такие виды рекреационной деятельности, как оздоровительная, спортивная, купально-пляжный отдых, рыбная ловля, сбор ягод, грибов, горный туризм, конные маршруты и т.д.;
- хранилища запрещенных к применению пестицидов не строились как объекты, предназначенные для длительного хранения химических веществ, а являются обычными, вынесенными за жилую зону, временными навесами, причем 37 из них не соответствуют стандартам противопожарной безопасности и находятся в неудовлетворительном состоянии.

Таким образом, можно констатировать сложность существующей проблемы, связанной с хранением в разбросанных по территории Автономной Республики Крым складских помещениях таких химически опасных веществ как ДДТ, кубовые остатки дихлорэтана, серы и др.

В связи с чем на кафедре Гражданской обороны и военной подготовки Национальной академии природоохранного и курортного строительства предпринята попытка в рамках существующей в Автономной Республике Крым «Программы по утилизации химикатов» разработать методику обезвреживания и вторичного использования химически опасных веществ, запрещенных к использованию в сельском хозяйстве.

При этом преподаватели кафедры исходят из понимания того, что в полном объеме силами одной науки решение данной проблемы найти практически невозможно. Мы считаем, что здесь необходимы совместные усилия специалистов разного профиля: химиков, экономистов, геологов, социологов, медиков, экологов, представителей МЧС и других ведомств.

Говоря иначе, поднимаемая в данной статье проблема не укладывается в традиционные рамки конкретного научного знания и имеет ярко выраженный комплексный характер.

При этом как показали предварительные исследования, несмотря на общепризнанную необходимость комплексного подхода к решению данной проблемы пока отсутствует единое и достаточно ясное представление о способах интегрирования результатов работ различных специалис-

тов в области обезвреживания и вторичного использования ядовитых веществ.

В связи с чем на кафедре создается специальная экспериментальная база, позволяющая:

- путем ускоренных климатических испытаний оценить процессы, происходящие в исследуемых химических веществах при климатических воздействиях;
- проводить экспериментальные исследования, связанные с очисткой грунта и воды от ядовитых веществ;
- подбирать вещества способные путем химического воздействия уменьшить токсичность ядохимикатов;
- разработать методику переработки и вторичного использования пестицидов.

Для решения указанной проблемы (утилизации ядовитых веществ, очистки уже загрязненных грунтов и вод), возможно использование лигниновых сорбентов, производимых на основе пищевых отходов.

Перспектива применения лигнина, в частности изготовленного из виноградной косточки очень широка т.к. можно учесть и последующую утилизацию отработанного сорбента в комплексе с энергосберегающими технологиями.

При этом необходимо разработать методику позволяющую оценить отрицательные воздействие вредных химических веществ применяемых в сельском хозяйстве, на окружающую среду не только с социальной стороны, но и в стоимостной форме.

При этом экологическое обоснование, предлагаемых кафедрой мероприятий по обеззараживанию и уничтожению отравляющих веществ будет производиться путем сопоставления экологических результатов от этих мероприятий с затратами, необходимыми для их осуществления.

ВЫВОД:

В настоящее время на территории Украины, в том числе и в Автономной республике Крым сложилась угрожающая обстановка, связанная с хранением ядохимикатов в условиях, не приспособленных для этого, что может повлечь за собой возникновение ЧС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Доклад начальника главного управления МЧС Украины в Крыму Разумовского Н.И. (генерал-майор)., март 2005г.,.
2. Под редакцией А.В. Павлова, "справочник по пестицидам", Киев, Урожай 1986г.

Фокина Н. А. инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Антропогенные факторы процессов абразии

В работе исследуются основные антропогенные предпосылки процессов абразии - уменьшение твердого стока в море, воздействие жестких искусственных конструкций на песчаные аккумулятивные формы и изъятие осадочного материала, рассматриваются примеры негативных последствий воздействия человека на природную среду.

абразия, береговая линия, берег, прибрежная зона, антропогенный фактор, твердый сток, берегозащитные сооружения, портовое строительство, рекреационное строительство, пляжеобразующий материал.

Абразия – многофакторный процесс, зависящий от геологического строения, геодинамического состояния побережья, литологии пород, климата, гидрологического режима моря и характера деятельности человека. Береговая зона испытывает непрерывную активизацию хозяйственной деятельности человека, вследствие чего повышается антропогенная нагрузка на прибрежную зону, вызывающая процессы абразии.

Факторы антропогенного воздействия на усиление абразионных процессов можно объединить в следующие группы:

- 1) уменьшение твердого стока в море: задержка твердого стока плотинами водохранилищ; противоселевые барражи; засыпка рек, ручьев, оврагов;
- 2) воздействие портового, берегозащитного, рекреационного и навигационного строительства.
- 3) изъятие осадочного материала: песка, галечника, гравия из пойменных террас, пляжей; морская добыча песка на шельфе; дноуглубительные работы;
- 4) ослабление сопротивляемости берега: подсечка склонов; развитие антропогенных склоновых процессов, искусственное увлажнение склонов, уничтожение растительности;
- 5) уменьшение численности донных растительных сообществ, закрепляющих грунт, вследствие загрязнения вод коммунальными и промышленными, а также сельскохозяйственными стоками.

Цель данной работы – проанализировать основные антропогенные факторы развития абразионных процессов на Черноморском побережье – уменьшение твердого стока в море реками бассейна Черного моря Грузии, Турции, Болгарии, Украины; воздействие жестких искусственных конструкций на песчаные аккумулятивные формы и изъятие осадочного материала.

1. Уменьшение твердого стока в море.

Преобладающее большинство терригенного материала в Черное море поступает в виде речных наносов. Несмотря на актуальность и практическую значимость, сток наносов Черноморского бассейна изучен не в одинаковой степени, а в некоторых регионах этот показатель вообще не исследован. Ввиду этого нет достоверных данных об общем количестве наносов поступающих в замкнутый водоем Черного моря и их дальнейшем распространении. В отличие от речного стока, поступление и распределение наносов в море происходит гораздо сложнее. Если вода, в конечном итоге, все же оказывается в море и продолжает участвовать в общем круговороте, наносы могут навсегда задерживаться в водохранилищах зарегулированных рек, или использоваться на хозяйственные нужды. Даже после поступления в море они могут аккумулироваться в закрытых бухтах и лиманах, откуда их выход в море резко ограничен. Не редки случаи, когда донные наносы рек, которые по своей крупности существенно важны для береговой зоны, безвозвратно уходят на большие глубины по каналам стока подводных каньонов.

На многих реках бассейнов Черного и Азовского морей построено большое число плотин и водохранилищ, которые уменьшили твердый сток и поступление в моря терригенного материала, что привело к истощению естественного питания пляжей. В Крыму построено большое число искусственных водоемов объемом от 3 до 300 тыс. м³ при глубине от 1,5 до 12 м [11].

Примером негативного влияния стало строительство водохранилищ на рр. Кача, Альма, Булганак,

значительно ослабивших поступление потока наносов, который обеспечивал формирование и устойчивое существование аккумулятивных форм северного побережья Каламитского залива [12].

Строительство водозаборного сооружения на пересыпи оз.Кызыл-Яр (в 1979- 1982гг.) оказало влияние на характер поступления наносов, перекрыв движение потока наносов к Сакской и Сасыкской пересыпям. По расчетам, водозаборное сооружение полностью перехватывало поток наносов гравийно-галечникового состава (в среднем 27,8тыс. м³/год), а около 50тыс. м³ песка переносилось ежегодно мимо водозабора во взвешенном состоянии и только частично поступало на пляжи Сакской пересыпи. Наряду с изменением количества наносов, в этой части побережья произошло перераспределение участков абразии и аккумуляции.

Крупные реки Украины зарегулированы, и суммарное количество твердого стока сокращено на 45%, к тому же они впадают в обширные лиманы, где оседает около 1 500 тыс.м³ наносов [2,4,6,8,14]. По этой причине в море они выносят ничтожно малое количество наносов, ориентировочно около 160 –170 тыс. м³

На Черноморском побережье Кавказа в широких масштабах осуществлялось гидротехническое строительство – возведение плотин, создание водохранилищ и строительство ГЭС на крупных реках (Мзымта, Ингури, Риони, и др.) Регулирование стока начато давно, с начала 30-ых годов XX века. Ирригационное водопользование и использование наносов насчитывает века. В результате уменьшился эрозийный привнос обломочного материала и сократилось питание пляжа. Особая интенсивность абразийных процессов отмечается на участках Гагра, Пицунда, Новый Афон, Очамчире, Анаклия, Потти, Кобулет, Чаква и Адлия, что сильно препятствует развитию курортного строительства. В районе Очамчире за 40-50 лет море наступило на сушу шириной в 300 м, подступило к городским постройкам и начало размывать шоссейную дорогу [5].

В 1939 году, с целью защиты г. Потти от наводнений, устье р. Риони было переброшено севернее города. В результате размывлась густонаселенная городская территория площадью почти 300 гектаров; в г. Потти, по данным В. Зенковича, море размывло берег протяженностью 700м, пострадали городские строения. До переброски реки в новое русло Риони поставляла к берегу более 600тыс. т. песка в год. После переброски, севернее, за 30 лет, образовалась новая дельта и суша выросла на 800 гектаров. К 80-ым годам берег вырос до такой степени, что изменился азимут береговой линии, в связи с чем перестроилась динамика берега и наносы Риони начали уходить на север. В настоящее время участок берега между устьями Риони и Хоби испытывает аккумуляцию, и берег интенсивно нарастает.

На Риони и ее притоках построены Рионская (1933г.), Гуматская (1958г.), Ладжанурская (1962г.) и Варцихская (1971г.) ГЭС. Влияние Рионской, Ладжанурской и Варцихской ГЭС мало отразилось на стоке наносов. Наибольшее влияние на сток наносов Риони оказало строительство Гуматской ГЭС. С 1958 года сток наносов уменьшился почти в 2 раза. Уменьшению наносов в устье способствовало также изъятие наносов и разработка русловых карьеров песка, на это тратилось до 15% стока наносов. С заполнением Гуматского водохранилища аллювием, в 80-ые годы, величина стока наносов восстановилась до прежней (до зарегулирования) величины [14].

На территории г.Гагра уничтожение пляжа, главным образом, вызвано противоселевыми сооружениями, построенными на р.Жове-Квара в начале 1950 года. На берегах Анаклии на протяжении 40км активный размыв начался после сооружения арочной плотины ГЭС на р.Ингури. Ниже плотины по широкому руслу р.Ингури началась усиленная аккумуляция аллювия, а в прибрежной зоне изменился режим и химизм грунтовых вод. Из-за сооружения арочной плотины ГЭС на р.Ингури, объем стока наносов в устье сокращен на 83 %. Отрицательно повлияло строительство Сухуми ГЭС на сток наносов р.Гумиста. Несмотря на то, что верхний бьеф промывается, в водохранилище на Восточной Гумисте с 1948 по 1964 годы накопилось 51,9 тыс.м³ аллювия [1], а сток наносов в устье уменьшился на 20 –25 % [3].

Вдоль берегов Колхидской низменности в пределах Грузии критическое уменьшение речного стока наносов привело к смене процессов аккумуляции процессами размыва и отступления береговой линии со скоростями до 2-5м/год [15].

На Черноморских реках Турции сооружены десятки малых и больших плотин и водохранилищ. Зарегулированный сток используется для работы гидроэлектростанций, на хозяйственные нужды и

для мелиорации. По этой причине естественный ход транспортирования речного аллювия полностью изменён. Из-за регулирования и водохозяйственного использования стока многократно занижено количество наносов на крупных реках. В частности на Ешиль-Ирмак и Кызыл-Ирмак больше чем на 97 % и на Сакарья почти на 19 %. Особенно резко сокращено количество крупных донных наносов, которые полностью оседают в водохранилищах и ниже плотин они практически отсутствуют. Резкое сокращение количества наносов поступающих в море вызвало сооружение плотин Хасан-Угурлу и Суат-Угурлу (1981г.) на реке Ешиль - Ирмак, а также Алтинкаиа (1988г.) и Дербент (1991г.) на Кызыл-Ирмак, которые расположены не далеко от моря [17].

Реки Болгарии не отличаются высокими транспортирующими свойствами. Вместе с тем, самые крупные из них Велека и Камчия зарегулированы и количество их наносов соответственно сокращено на 17% и 59%. Из-за водопользования на 27 % меньше наносов выносятся, по сравнению с зональной величиной, реки Хаджийска и Батова. Реки: Факийска, Средецка, Айтоска и Провадийска впадают в прибрежные озёра и, таким образом, соединяются с морем, ввиду этого их наносы не продвигаются дальше озёр [2]. В итоге, реки Болгарии в море выносят всего 450 тыс.м³ наносов. В естественных условиях реки Болгарии в море выносили 850 тыс.м³.

В настоящее время сток наносов Дуная имеет тенденцию уменьшения, особенно резко сократился сток после 1960 года. В прошлом годовой объём наносов составлял 80 –85млн.т/год, а в настоящее время снизился до 50 –55 млн.т/год [3, 9, 10].

В общем, Черноморскими реками Грузии, Турции, Болгарии и Украины ежегодно в Черное море поставляется 52,2 млн.м³ наносов. Из этого количества до 11,7 млн.м³ по своей крупности являются берегоформирующими и образуют прибрежно-морские отложения в виде пляжей, около 2,0 млн.м³ береговых наносов уносятся на большие глубины по каналам стока подводных каньонов, около 40,5 млн.м³ мелких наносов являются морскими, которые участвуют в современном процессе седиментации в глубокой части моря. Эти последние хоть и названы морскими, преобладающее большинство из них (больше 90 %)оседает в зоне шельфа, не более в 15 –20 км от берега. Такое количество наносов в море поступает в условиях регулирования и водохозяйственного пользования стока, в естественных условиях (без водохранилищ) общее количество стока наносов составляло бы не менее 95,0 млн.м³ [2].

В современных условиях (с учетом регулирования стока) самое большое количество наносов выносят: Дунай (30,0 млн.м³), далее идут Чорохи (4,92 млн.м³), Риони (3,54 млн.м³), Сакарья (2,23 млн.м³), Филос (2,17 млн.м³), Днестр (1,00 млн.м³) и т.д.

Регулирование стока и хозяйственная деятельность особенно тяжело влияет на режим береговых наносов и на береговую зону в целом. В результате чего активизируются абразионные процессы, размываются населённые и сельскохозяйственные территории, исчезают пляжи. Отрицательное влияние на динамику берега оказывают порты и неграмотно построенные берегоукрепительные сооружения.

2. Воздействие портового, берегозащитного, рекреационного и навигационного строительства.

Сооружение портов, молов, пристаней вносит изменения в гидрологический режим моря, что, в свою очередь, вызывает изменения в режиме вдольберегового перемещения наносов.

Например, в Сочи размыв берега усилился в связи с сооружением в 1936г. мола, под влиянием которого изменился режим движения морских твердых наносов, участвующих в формировании пляжей. К югу от мола после его сооружения резко усилился размыв берега, в результате чего в ряде мест пляжи шириной 30-40м были полностью размыты. Наряду с этим к северу от порта на отрезке протяженностью до 5км стало происходить нарастание берега.

Сооружение в 1936г мола Очамчирского морского порта без учета движения вдоль береговых потоков изолировало берег от поступления наносов рек Кодори и Тамыш, что привело к его размыву до 100-150м.

Песчаные аккумулятивные формы несут существенный ущерб от жестких искусственных конструкций (каменных, металлических, бетонных, железобетонных и др.). Само сооружение, как правило, в месте строительства стабилизирует берег, и отступление береговой линии прекращается. Зато сопредельные участки, особенно с наветренной стороны жестких сооружений, испытывают сильные де-

формации, подвергаются разрушению и отступанию береговой линии. При этом исчезают песчаные пляжи вдоль всего фронта сооружения, которые служат не только защитным элементом, но и источником питания береговых эоловых форм рельефа [15]. Например, в периоды сильного штормового волнения волноотбойные стенки способствуют быстрому размыву пляжа, вплоть до его исчезновения, образованию ныряющего буруна. Как следствие, создается угроза безопасности состояния рекреационных зданий и сооружений и изменяется механический состав и морфоструктура пляжевых отложений [16].

Во время сильных штормов в 1969, 1970гг. были размывы пляжи, набережная курорта Пицунды и вертикальная стена вдоль пляжа. Вертикальная стена вдоль набережной и близко расположенные к урезу моря здания служили препятствием для прибойной волны, которая с огромной силой откатывалась назад, унося с собой в море береговой песок и гальку. Аналогичное исчезновение пляжей, усиленное строительством вертикальных волноотбойных стен, наблюдается в Крыму – в Партените, Карасане и во многих других поселках.

3. Изъятие осадочного материала.

Исключительно отрицательное влияние на естественную динамику речных наносов оказала разработка русловых карьеров инертных материалов и просто изъятие наносов из русел рек, это происходило и происходит, как законным, так и незаконным путём. На реке Чорохи в 7 км от устья с 1972 года действовал завод инертных материалов, из русла изымалось 600 тыс.м³ крупного аллювия. На Риони около села Саджевахо (50 км от устья) в год изымали до 500 тыс.м³ песка. С русла Кодори изъятия достигали 150 тыс.м³. Кроме этого небольшое изъятие аллювия происходило повсеместно. Особенно тяжело это сказывалось на режиме малых рек, где разовое изъятие иногда превосходило годовой объём стока наносов, чем резко нарушалась динамика русла. С начала 90-ых годов, с развалом Советского Союза и экономики, резко сократился объём изъятия из русел. К концу века этот показатель вновь пошёл вверх.

Пожалуй, наиболее впечатляющая катастрофа случилась в 1969г. на побережье курорта Пицунда (Абхазия). Два шторма 7-9 января и 17 февраля уничтожили пицундский пляж, повредили набережную, здания санаториев «Бзыбь», «Амра», «Колхети», «Золотое руно», столовую и курзал [7]. По самым скромным подсчетам убытки составили десятки млн. руб. Лавинное усиление абразии было вызвано двумя причинами: отбором аллювиального материала из пойменных террас и русла р. Бзыбь на нужды строительства и непродуманным гидротехническим строительством тыловой части курорта. Пицундский мыс целиком сложен наносами, выносимыми р.Бзыбь. Дефицит твердого стока реки, образовавшийся из-за изъятия аллювиального материала немедленно сказался на устойчивости берегов аккумулятивного мыса.

По подсчетам А.М. Жданова, на участке от Туапсе до Адлера за 40 лет выбрано около 5млн.м³ пляжевого материала, а на грузинском побережье – около 12млн.м³. У оползневых берегов Одессы отбиралось песка 1млн.м³ в год. Вывоз песка с пересыпи Сасыкского и Сакского озер составил по разным источникам от 6 до 10млн.м³. В результате создавалась угроза прорыва морских вод в Сакское озеро и выхода из строя грязелечебных курортов [5].

В течение 1998г. с поверхности пересыпи Будаковского лимана было необоснованно отобрано и вывезено для строительных нужд более 170 тыс.м³ песка. В итоге после сильных штормов, в том числе в июне 2000г., на большинстве участков удельный объём наносов уменьшился в 2-3 раза (потери до 75м³/м), а береговая линия со стороны моря отступила до 72м – в 2,2 раза больше, чем в режиме естественного средневекового регулярного отступления. Это привело к уменьшению ширины пересыпи до 65м, что в 2 раза меньше по сравнению с естественным состоянием, в некоторых местах она сократилась до 60м, что означает активную деструктивную фазу [15].

В акватории Ялтинской бухты подводная добыча песка велась с 1952г. За 19 лет здесь было добыто около 5.4 млн.т. песка [11]. 20 лет назад из-за опасности размыва пляжей и провоцирования движения оползней Совмин УССР специальным постановлением запретил вывозить песок с южного берега Крыма. Добыча его, разрешенная в 50-е годы прошлого столетия, привела к нарушению веками складывавшегося профиля естественного равновесия, что активизировало разрушительные набеги волн, особенно во время зимних штормов, и способствовало активизации ополз-

невых процессов на южном берегу. Несмотря на это, в 2006 году было дано разрешение на добычу песка в Ялтинской акватории Черного моря. Район добычи – прибрежная полоса протяженностью 20 км между горами Аю-Даг и Крестовая. Площадь карьера превышает 645 га с запасом песка более 50 млн. м³.

ВЫВОДЫ:

Таким образом, антропогенные факторы, усиливающие абразию, вызывают усиление волнового воздействия, течений и понижение сопротивляемости берегов. Инженерно-хозяйственная деятельность человека приводит к изменению хода абразионно-аккумулятивных процессов и морфо-литодинамических условий береговой зоны, изменяет естественный процесс прибрежной седиментации осадков, формирования пляжей и шельфовой отмели, нарушает баланс наносов. Основным антропогенным фактором, вызывающим и усиливающим абразию Черноморского побережья Крыма и Северного Кавказа, является уменьшение твердого стока рек. Как было сказано выше, в Черное море, вместе со стоком, в среднем ежегодно поступают 52,2 млн.м³ речных наносов в условиях регулирования и водохозяйственного пользования стока, в естественных условиях общее количество стока наносов составило бы не менее 95,0 млн.м³. Проблема зарегулированности рек, является одной из основных, так как преобладающее большинство терригенного материала в Черное море поступает в виде речных наносов.

Морская абразия, активизированная деятельностью человека, приобрела широкое распространение и наносит большой вред экономике. Абразия связана с другими геологическими процессами, вызывает оползни, обвалы и осыпи. Береговые процессы, в том числе абразионные, требуют постоянного изучения и регулярного наблюдения с периодичностью, определяемой безопасным состоянием береговой зоны и интенсивностью воздействия метеорологических, гидрологических, геодинамических и техногенных факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Виноградова Н.Н. О роли побочной и осередков в транспорте наносов горных рек //Вестник МГУ, География. 1987 №6. С.98–102.
2. Дедков А.П., Можжерин В.И. Эрозия и сток наносов на Земле. Казань: КГУ, 1984. С.-246
3. Джаошвили Ш.В., Маткава Д.И., Дзизикашвили Н.И. Деформации морского берега вблизи устья реки Ингури в связи со строительством плотины // Береговая зона моря. Москва:Наука, 1981. С.91–94.
4. Днепровско-Бугская эстуарная экосистема. Киев: Наукова думка, 1989. с.-237
5. Котлов Ф.В. Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека. Москва: Недра, 1978. С. 107-119
6. Лиманы северного Причерноморья. Киев: Наукова Думка, 1990. С.-203
7. Меньшиков В.П., Пешков В.М. Берег Пицунды. Факты и гипотезы. Москва: Мысль, 1980. – 128с
8. Михайлов В.Н. Устья рек России и сопредельных стран: Прошлое, настоящее и будущее. Москва:ГЕОС,1997. С.-413
9. Михайлов В.Н., Морозов В.Н., Михайлова М.В., Гранич П.С. Гидрологические процессы в устьевой области Дуная и их возможные изменения //Водные ресурсы. 1988.№1. С.24-32
10. Михайлова М.В. Формирование дельты выдвигания Килийского рукава и баланс наносов в устье Дуная //Водные Ресурсы,1995.Т.22,№4.С.489–495.
11. Прогноз экзогенных геологических процессов на Черноморском побережье СССР. Под ред. Шеко А.И./ВСЕГИНГЕО. Москва: Недра, 1979. с.223-224
12. Романюк О.С., Лущик А.В., Морозов В.И. Условия формирования и динамика морского побережья в районе Сакской курортной зоны. - Симферополь: ГИМР, 1992.
13. Сакварелидзе В.В., Пирумов С.С. Расчёт осаждения речных наносов на устьевом взморье и оценка устойчивости конуса выноса //Водные ресурсы. 1982 №1 с.120–127
14. Тимченко В.М. Эколого-гидрологические исследования водоёмов Северо-западного Причерноморья. Киев:Наукова Думка,1990. С.-238
15. Шуйский Ю.Д., Выхованец Г.В., Рябкова О.И., Басс О.В. Особенности хозяйственной деятельности на береговых аккумулятивных формах непривливаемых морей. Научно-технічний журнал «Екологія довкілля та безпека життєдіяності» № 3 Київ, 2001. С.-30-34
16. Юровский Ю.Г. Техногенные факторы в развитии абразионных процессов на морских побережьях. Тезисы доклада научно-практической конференции «Проблемы техноприродных аварий в связи с развитием опасных геологических процессов» Часть 1. Киев, 1997. С. 24-25
17. Turkiye Deki Barajlar ve Hidroelektrik Santrallar. Ankara:DSI BASIM EVI,1991.p-33

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

УДК 628.16.004

Бойчук С.Д., инженер, Мякишев В.А., к.т.н., доцент, Пастушенко А.В., Котовская Е.Е.
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Гироль Н.Н., д.т.н., профессор

Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г.Ровно

Разработка технологии производства керамического гравия из осадков промстоков водоочистной станции для их утилизации

Проверены методы обезвоживания осадков промстоков водоочистной станции, предложена и испытана технология получения керамического гравия для использования в строительстве

Отходы водоочистной станции, осадки, химсостав, формование, обжиг, испытания, керамический гравий, утилизация

В процессе подготовки питьевых вод на симферопольских городских очистных сооружениях образуется более 450 тыс. т/год водопроводных технологических сточных вод, которые подразделяются на грязные промывные воды после регенерации скорых фильтров и загрязненные воды после сброса накопленного осадка из отстойников. В практике коммунального водоснабжения сточные воды сбрасывают без очистки в природные водные объекты или в накопители, загрязняя при этом подземные и поверхностные источники воды. Эти жидкие отходы водоочистных станций содержат высокие концентрации примесей, которые формируются из загрязнений, характерных для конкретного источника водоснабжения (SiO_2 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , металлы, органические и биогенные вещества антропогенного и природного происхождения) и из реагентов, применяемых в технологии очистки воды. Использование иловых прудов-накопителей для обработки осадков водоочистных станций по европейским природоохранным стандартам запрещается. Локализация и обезвреживание больших объемов технологических отходов требует изъятия значительных площадей земли на урбанизированных территориях или из природного комплекса, что с экономической точки зрения крайне не выгодно.

Основная задача исследований заключалась в разработке технологии приготовления керамического гравия из осадков промышленных технологических стоков водопроводных очистных сооружений (ВОС) с целью их обезвреживания и утилизации. Реализация задачи выполнена нами по следующим направлениям:

1. Изучение физико-химического состава обезвоженного осадка промстоков водоочистной станции и выбор оптимального состава сырья для приготовления формовочной смеси;
2. Выбор состава сырья, режима приготовления формовочной смеси из осадка промстоков и метода её термообработки;
3. Испытание на прочность образцов керамического гравия;
4. Определение токсичности водной вытяжки из образцов керамического гравия и удельной радиактивности;
5. Разработка технологической схемы производства керамического гравия из осадка промстоков водоочистной станции.

Образцы обезвоженного осадка промстоков ВОС после промывки скорых фильтров водоочистной станции «Петровские скалы» Симферополя имели следующий состав:

- кварц – 17-29 %;
- гидрослюда – 18-22 %;
- монтмориллонит – 19-24 %;
- гипс – 11-15 %;
- хлорит – 4,5-6 %;

- кальцит - 2,2-3,6 %;
- коллоидные, мелкодисперсные, органические вещества – 21-28 %.

Выбор состава формовочной смеси из осадков ВОС для получения керамического гравия был обусловлен следующими требованиями:

- получаемые после обжига керамический щебень и гравий должны обладать прочностью, прочностной стойкостью при воздействии воды, химической стойкостью в водном растворе кислоты и растворе щелочи;
- число пластичности формовочной смеси должно соответствовать требованиям производства (не менее 15);
- формуемость формовочной смеси должна быть пригодна для получения образцов щебня и гравия.

В качестве добавочного материала (наполнителя) для получения формовочной смеси принят глинистый сланец карьера «Марьинский» (керамическая глина), который используют на Симферопольском кирпичном заводе при изготовлении кирпича.

По гранулометрическому составу данный глинистый сланец относится к тонкодисперсным глинам. В нем на долю пелитовых частиц приходится 82 % горной породы, а самые дисперсные тонкопелитовые частички размером менее 0,001 мм составляют от 6,3 до 16,2%. Реакция водной суспензии глины слабощелочная - pH от 7,5 до 9,0. Глинистый сланец - высокопластичная горная порода с числом пластичности - более 25.

Гранулометрический состав сланца (в процентах для диаметра зерен, в мм): частиц сланца диаметром 0,25-0,05 мм содержится 20,0-34,7 %; 0,05-0,01 мм – 23,9-35,6%; 0,01-0,005 мм -9,7-13,9 %; 0,005-0,001 мм - 13,3-22,3 %; менее 0,001 мм - 6,3 – 16,2 %. Физические свойства сланцев: температура плавления 1140° С; температура спекания 1060 °С; оптимальная температура обжига - 1020° С; оптимальная температура вспучивания - 1160 ° С; коэффициент вспучивания – 2,1-3,0. Химический состав глинистого сланца следующий (в массовых процентах): SiO₂ – 42,6 - 50,2 %; Al₂O – 16,0-17,1; Fe₂O₃ – 5,3 –6,9; TiO₂ - 0,08-0,20; MgO - 1,2-2,1; CaO - 11,5 – 13,2; Na₂O - 1,03-1,47; K₂O – 2,62-2,83; H₂O - 4,02-7,80; P₂O₅ - 0,03-0,11; SO₃ - 0,3-0,6 [1].

В состав формовочной смеси в качестве заполнителя кроме осадка ВОС, керамической глины, в группе образцов включен также кварцевый песок фракции 0,05-0,5 мм. После приготовления формовочной смеси и высушивания при температуре 20 градусов изготавливали образцы керамического гравия в виде шариков диаметром 15-25 мм. Общая масса одного образца равнялась 20-30 г.

Состав формовочной смеси для изготовления образцов:

- Первая группа образцов – 100% осадок промстоков водоочистной станции.
- Вторая группа образцов - 50 % осадок промстоков ВОС и 50% -заполнитель (глина керамическая).
- Третья группа образцов - 50 % осадок промстоков водоочистной станции, 25% - заполнитель (глина керамическая), 25% - кварцевый песок.

После тщательного перемешивания формовочную смесь из обезвоженного осадка промстоков ВОС или с добавками оставляли их на 6 часов в эксикаторе. Затем формовали образцы и подсушивали их при температуре 20 - 22 градусов в течение 5 суток.

Далее высушивали образцы до постоянной температуры в сушильном шкафу 6 часов при температуре 110 градусов.

Термообработку и приготовление керамического гравия выполняли путём обжига образцов в течение 20-60 мин, в предварительно разогретой до требуемой температуры муфельной печи:

- 1-я группа образцов обожжена при температуре 600 градусов С в течение 20 мин.;
- 2-я группа образцов - 900 градусов С - 60 мин;
- 3-я группа образцов – 1120 (1100) градусов С - 60 мин.

После охлаждения образцы испытывали на прочность по стандартным методикам на специальных лабораторных гидравлических прессах, с использованием стального составного цилиндра. Полученные результаты испытаний представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты испытаний на прочность образцов керамического гравия

Номер группы образцов	Содержание осадка стоков в смеси, %	Содержание глины в смеси, %	Содержание кварцевого песка в смеси, %	Температура обжига, °С	Прочность сжатия в цилиндре, кг/см ²	Марка (методика испытания гравия)
1	100	0	0	600 (900)	6,3	250 (Б)
2	50	50	0	600 (900)	4,0	200 (Б)
3	50	25	25	600 (900)	0,8	-
4	100	0	0	110	33,1	550 (А)
5	50	50	0	1120	14,8	350 (А)
	50	25	25	1120	2,3	-

Образцы керамического гравия из осадка ВОС, обожженные при температуре 600 и 900 градусов, по нормам на прочность ГОСТ 9757-90 «Гравий, щебень и песок – искусственные пористые, (ТУ)» соответствовали марке «200». Образцы гравия из осадка ВОС, обожженные при температуре 1120 градусов, соответствовали марке «500». У образцов гравия из осадка с добавлением керамической глины марки прочности не превышала «350». Гравий из смеси осадка, керамической глины и песка не обладал необходимой прочностью. Коэффициент формы зерна K_{ϕ} гранул керамического гравия равен 1,1-1,4.

В дальнейшем образцы керамического гравия из осадка промстоков водоочистной станции после измельчения в ступе помещали в первом опыте в 1 л дистиллированной воды на 72 часа, во втором опыте – в растворенную кислоту, в третьем опыте – в раствор соды. После выдержки в течение 72 часов прокаленных и измельченных образцов керамического гравия из осадка промстоков водоочистной станции в двух растворах с рН равном 4,8 и рН – 9, содержание железа в растворе не превышало 0,05 мг/л.

Содержание токсичных элементов в осадке выполняли путем химического анализа водной вытяжки из образцов сухого и обожженного осадка промстоков водоочистной станции в водной среде определяли при значениях рН от 4,8 до 9,0. Результаты анализа по содержанию основных токсичных элементов в образцах обезвоженного осадка приведены в таблице 2.

Таблица 2

Содержание токсичных элементов в водных вытяжках из обезвоженного осадка, г/т

Содержание металлов в вытяжке	Fe	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd	Ni	Sr	Al
Водная вытяжка при рН=7	0.4	0.03	0.1	0.25	0.03	0.003	0.3	14.4	0.1
Водная вытяжка при рН=4,8	1477	2,9	2,1	9,4	0,05	0,005	5,8	115	8250
Водная вытяжка при рН=9	1	0,05	0,7	0,5	0,05	0,003	0,5	15,5	25,7

В обезвоженном осадке промстоков ВОС при рН 4,8 содержание железа и алюминия (1477) (8250) г/т превышает допустимые нормы, поэтому он не пригоден для захоронения, для добавления в строительные смеси без специальной обработки, а также для сброса в пруды-накопители с естественным основанием.

Исследования химического состава обезвоженного осадка промстоков водоочистной станции показали, что он состоит из окислов, %: CaO – 11,4; Al₂O₃ – 21,7; SiO₂ – 32,2; F₂O₃ – 4,5; SO₃ – 1,9; MgO – 0,96.

Образцы осадка ВОС обожженного при температуре 1100 градусов также помещали в вод-

ные растворы и в водной вытяжке определяли содержание токсичных элементов (табл. 3).

Таблица 3

Содержание токсичных элементов в водных вытяжках из образцов обожженного осадка при температуре 1100 градусов, г/т

Содержание металлов в вытяжке	Fe	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd	Ni	Sr	Al
Водная вытяжка при pH=7	0,1	0,03	0,1	0,25	0,03	0,003	0,3	2,0	0,1
Водная вытяжка при pH=4,8	273	1,34	1,3	2,8	0,05	0,005	1,2	14,9	1584
Водная вытяжка при pH=9	0,2	0,05	0,2	0,5	0,05	0,003	0,5	5,1	45,5

Химический анализ образцов прокаленного осадка промстоков водоочистной станции показал, что он состоит из окислов, %: CaO – 18,8; Al₂O₃ – 26,5; SiO₂ – 45,8; F₂O₃ – 6,05; SO₃ – 1,15; MgO – 1,32. Удельная радиоактивность исходного осадка и обожженных при 1100 °С образцов из осадка промстоков водоочистной станции определена по показателям НРБУ-97 (табл.4).

Данные о содержании токсичных элементов и удельной радиоактивности

в водных вытяжках из образцов керамического гравия представлены по заключению «Аккредитованного испытательного центра» государственного предприятия «Крымстандартметрология» от 06.02.2006 г

Таблица 4.

Удельная радиоактивность исходного необожженного и прокаленного осадка промстоков (Т – 1120 С°)

№№ п/п	Удельная радиоактивность				Нормативная документация на методы испытания
	Радионуклид	Ед. изм.	Фактическое значение (необожженный осадок)	Фактическое значение (прокаленный осадок)	
1.	⁴⁰ K	Бк/кг	330,0	560,0	Нормативная документация на методы испытаний - АК-1 1998 г.
2.	²²⁶ Ra	Бк/кг	13,8	11,9	
3.	²³² Th	Бк/кг	34,9	55,3	
4.	¹³⁷ Cs	Бк/кг	6,5	7,3	
Сумма:		Бк/кг	385,2	634,5	
A _{эф} (²²⁶ Ra+0,085 ⁴⁰ K+ +1,31 ²³² Th+0,31 ¹³⁷ Cs)		Бк/кг	89,6	141,9	НРБУ-97

Удовлетворительные показатели химической стойкости и радиоактивной безопасности керамического гравия получены также из формовочной смеси, состоящей из осадка промстоков водоочистной станции (по сухому веществу)– 50 % с добавлением наполнителя - керамической глины 50 % (по сухому веществу) и воды.

По предложенной нами технологии обработку и утилизацию осадка сточных вод водоочистной станции предложено выполнять в две стадии, первоначально он обезвоживается до заданной влажности и получения сырья для керамического производства. На второй стадии приготавливается формовочная смесь, выполняется пластическое формование гранул, затем производится термообработка, обжиг и складирование керамического гравия. Принципиальная схема технологии обезвоживания осадка промстоков водоочистной станции разработана нами на основании полученных нами результатов исследований процесса реагентного фильтрования его через пенополистирольную крупнозернистую загрузку, а также по рекомендуемым параметрам уплотнения осадка грязной промывной воды в центрифуге [2].

Формовочная смесь подсушенного осадка промстоков водоочистной станции проходит через дезинтеграторные вальцы, глиномешалки, ленточный пресс и сушильный барабан, вращающуюся обжиговую печь. После сушки и обжига в перечисленных аппаратах из осадка с добавками керамической глины приготавливается керамический гравий с последующим использованием его в качестве строительного материала. На рис. 1 показаны образцы полученного керамического гравия.



Рис. 1 Фотография образцов керамического гравия из формовочной смеси

(осадок промстоков с добавлением керамической глины, обжиг при 1100°С).

Результаты анализов по химической стойкости и данных о механической прочности полученных нами образцов керамического гравия свидетельствуют о том, что технология использования обезвоженного осадка для производств керамического гравия является перспективной и позволяет утилизировать отходы водоочистной станции в производстве керамзита для промышленного или гражданского строительства.

ВЫВОДЫ

1. Экспериментально проверено, что влажный или обезвоженный осадок промстоков водоочистной станции «Петровские Скалы» не пригоден для захоронения или использования в строительстве без специальной обработки.

2. Разработана технология по обезвоживанию осадков водоочистных станций и производству керамического гравия с целью утилизации его в качестве строительного материала.

3. На основании результатов аналитических исследований по определению содержания токсичных элементов и удельной радиоактивности в водных вытяжках обожженных образцов из осадка промстоков водоочистных станций и в соответствии с требованиями НРБУ-97 сделан вывод о том, что разрешается применение керамического гравия во всех видах строительства без ограничения.

4. Эколого-экономический эффект от внедрения технологии утилизации осадков на водоочистных станциях Крыма и от сокращения ущерба природной среде может составлять более миллиона гривен.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лушпаева П.П. Строительные материалы Крыма. Изд. «Таврия», Симферополь. 1987, 160 с.
2. Алексеев В.И., Винокурова Т.Е., Пугачева Е.А. Проектирование сооружений переработки и утилизации осадков сточных вод с использованием элементов компьютерных информационных технологий. Издательство АСВ, –М.: 2003. 173 с.

Боровский Б.И., д.т.н., профессор, Козлов А.К., аспирант

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Использование корреляционно-регрессионного анализа с целью уточнения математической модели для температуры наружной поверхности дымохода газовых печей и ресторанных плит

Существующей математической модели соответствует погрешность, достигающая 33,6%, при несущественной корреляционной связи между расчетными и экспериментальными значениями температуры. С помощью корреляционно-регрессионного анализа математическая модель уточнена при максимальной погрешности 8,6% и существенной корреляционной связи.

корреляционно-регрессионный анализ, газовые плиты и печи, дымоход, математическая модель.

Ресторанные газовые плиты, а также газовые отопительные и отопительно-варочные печи нашли широкое применение в коммунально-бытовой сфере [1,2]. Продукты сгорания газа из указанных приборов поступают в дымоход, часть которого, находящаяся в помещении, служит для его отопления. С целью энергосбережения следует обеспечить оптимальную теплоотдачу продуктов сгорания, которая характеризуется температурой наружной поверхности дымохода. При оптимизации теплоотдачи необходимо учитывать требование исключения в дымоходе конденсата [3]. Это условие выполняется, если температура дыма на выходе дымохода превышает температуру росы дыма, равную 60°C.

Температура наружной поверхности дымохода зависит от многих факторов. Математическая модель для этой температуры получена в работе [4] и имеет сложный вид:

$$t_{нар} = t_{пом} + t_{yx} \left[1 - \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^u \exp(-u^2) du \right], \quad (1)$$

где $t_{пом}$ - температура воздуха в помещении, °C; t_{yx} - средняя температура продуктов сгорания в сечениях дымохода, °C:

$$t_{yx} = t_{мон} \exp(-2S\lambda/BV_r C_r \sqrt{\pi a \tau}) + t_{пом}; \quad (2)$$

где $t_{мон}$ - температура продуктов сгорания на входе в дымоход, °C; S – внутренняя тепловоспринимающая поверхность дымохода, м²; λ, α – коэффициенты теплопроводности (ккал/м·ч·град) и температуропроводности (м²/ч); τ - время, ч; B - расход газа, м³/ч; V_r, C_r – объем (м³) и теплоемкость продуктов сгорания (ккал/м³·град); $u = x/2\sqrt{a\tau}$ - параметр интеграла Гаусса (x-координата сечения по высоте дымохода).

Для четырех точек на наружной поверхности дымохода рассчитаны по формулам (1) и (2) и получены экспериментально значения температуры, приведенные в табл. 1 [4].

Таблица 1.

Расчетные $t_{нар.р}$ и экспериментальные $t_{нар.э}$ значения температуры, °C:

№ п/п	$t_{нар.р}$	$t_{нар.э}$	$\delta = \frac{t_{нар.р} - t_{нар.э}}{t_{нар.э}} \cdot 100\%$
1	179	134	33,6%
2	106	95	11,6%
3	70	62	12,9%
4	45	42	7,1%

Из табл. 1 следует, что максимальное наблюдаемое различие между расчетными и экспериментальными значениями температура d составит 33,6% при среднеквадратичном отклонении 27,2 °С. Рассмотрим корреляционную связь между расчетными и экспериментальными значениями температуры. Для этого воспользуемся общим выражением для коэффициента корреляции [5]:

$$r = \sqrt{1 - \frac{\sum (t_{нар.р} - t_{нар.э})^2}{\sum (t_{нар.э} - t_{ср})^2}},$$

где $t_{ср} = \sum t_{нар.э} / n$ (n – количество экспериментальных точек).

В результате расчета получим $r=0,738$ (сильная корреляционная связь).

Стандартная ошибка коэффициента корреляции определяется по формуле

$$S_r = \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}} = \sqrt{\frac{1-0,738^2}{4-2}} = 0,475.$$

Видно, что ошибка коэффициента корреляции значительна. С использованием величины ошибки найдем критерий существенности коэффициента корреляции

$$t_r = r/S_r = 0,738/0,475 = 1,55.$$

Сравним этот критерий с критерием Стьюдента $t_{см}$. При $n = 4$ и доверительной вероятности 0,9 значение $t_{см} = 2,35$ [5]. Поэтому $t_r < t_{см}$, то есть полученная корреляционная связь не существенная. Другими словами, расчетные значения температуры, полученные с помощью математической модели, не коррелируются с экспериментальными данными.

В связи с этим требуется уточнение математической модели (1). Ввиду сложности модели не представляется возможным уточнить ее введением дополнительных параметров и коэффициентов. Возможно уточнение модели с использованием корреляционно-регрессионного анализа [6]. Для этого установим регрессионную связь экспериментальных значений температуры с расчетными, используя вместо значений $t_{нар}$ разность $t_{нар} - t_{пом}$. Полученная линейная регрессионная связь, уточняющая математическую модель (1), имеет вид:

$$t_{нар} = 8,45 + t_{пом} + 0,685t_{xy} \left[1 - \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^u \exp(-u^2) du \right], \quad (3)$$

где t_{xy} определяется по выражению (2).

Коэффициент корреляции значений температуры $t_{нар}$, рассчитанных по формуле (3), с экспериментальными значениями температуры $t_{нар.э}$ составляет 0,991 (полная корреляционная связь); корреляционная связь существенная.

Сравнение наружной температуры $t_{нар}$, рассчитанной по формуле (3), с экспериментальными значениями приведено в табл. 2.

Таблица 2.

Сравнение рассчитанных температур $t_{нар}$ с экспериментальными значениями $t_{нар.э}$, °С:

N п/п	$t_{нар}$	$t_{нар.э}$	$\delta = \frac{t_{нар} - t_{нар.э}}{t_{нар.э}} \cdot 100\%$
1	137,4	134	2,5%
2	87,4	95	-8,0%
3	62,7	62	1,1%
4	45,6	42	8,6%

Максимальное наблюдаемое отклонение рассчитанных значений температуры от экспериментальных d составляет 8,6 %, при среднеквадратичном отклонении 5,3% °С. таким образом среднеквадратичное отклонение снизить в 5 раз, а наблюдаемое максимальное отклонение в 4 раза.

ВЫВОДЫ:

1. С использованием корреляционно-регрессионного анализа уточнена математическая модель для температуры наружной поверхности дымохода.
2. Полученные результаты показывают эффективность уточнения сложных математических моделей с помощью корреляционно-регрессионного анализа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ионин А.А. Газоснабжение. - М.: Стройиздат, 1989. – 439 с.
2. ДБН В.2.5 – 20 – 2001. Газоснабжение: - К.: Госстрой, 2001.- 287 с.
3. СНиП – 35-76. Нормы проектирования. Котельные установки М.: Стройиздат, 1976.-37с.
4. Соснин Ю.П. Газовые отопительные и отопительно-варочные печи. - М.: Изд-во министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1960.-268 с.
5. Вознюк С.Т., Гончаров С.М., Ковалев С.В. Основы научных исследований К.: Вища школа, 1985.-192 с.
6. Боровский Б.И. Оценка достоверности теоретической модели с использованием корреляционного анализа. Сборник трудов КИПКС. - Симферополь, 1998. - с 130.

Давыденков В. А., к.т.н., доцент, Муровская А.С., студентка НИЭ–101
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Перспективы применения вакуумированных коллекторов для систем горячего водоснабжения.

Целью данной работы является анализ внедрения возобновляемых источников энергии на территории Крыма. Дан анализ существующих гелиосистем. Предложена конструкция двух типов солнечных трубчатых вакуумированных коллекторов и создание на их основе гелиосистем круглогодичного использования.

Солнечный коллектор, вакуум, солнечный трубчатый вакуумированный коллектор, прямоточный поглотитель, коаксиальный поглотитель.

Введение. Использование энергии возобновляемых источников (ВИЭ) в качестве альтернативы традиционным энергоносителям в последнее время становится все более актуальным. Традиционные источники иссякают, и с каждым годом энергоресурсы неумолимо растут в цене.

По прогнозам, мировые потребности в энергоресурсах в середине XXI века вырастут в три раза по сравнению с ныне существующими. В среднесрочной перспективе (2006-2020 гг.) ежегодные темпы роста потребления первичных энергоносителей в мире оцениваются в 1,4 – 2,7% в год. Рост потребления электроэнергии ожидается более высоким – 2,1 – 3,5% в год, а мировых разведанных запасов нефти осталось на 40-50 лет, ядерного топлива на 40, природного газа - на 70, угля - на 300 лет. Все возрастающее количество природных катаклизмов, ежегодно происходящих в мире, связано с заметным глобальным потеплением на нашей планете. Они заставляют задуматься даже приверженцев традиционной энергетики, основанной на использовании ископаемых видов топлива. И это не единственный фактор, стимулирующий развитие возобновляемой энергетики [1].

В настоящее время доля возобновляемой энергии составляет около 14% мировых объемов энергопотребления.

В Украине этот показатель составляет всего 3%, в то время как у нас имеются большие резервы в сторону его увеличения, в том числе за счет использования энергии солнца. Среднегодовое количество суммарной солнечной радиации, поступающей на 1м² поверхности, на территории Украины находится в пределах: от 1070 кВт·ч/м² в северной ее части до 1400 кВт·ч/м² и выше в южных регионах Украины. Потенциал солнечной энергии в Украине является достаточно высоким для широкого внедрения как теплоэнергетического, так и фотоэнергетического оборудования практически во всех областях [2].

Современное экономическое развитие Крыма обусловлено, в первую очередь, энергодефицитом собственных топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). В этой ситуации развитие ВИЭ, потенциал которых достаточно велик, является для нас не просто важным, но и перспективным направлением. Это обусловлено не только дефицитом собственных ТЭР, но и экологическими аспектами, а именно, предотвращением развития парникового эффекта и сокращения вредных выбросов в атмосферу.

Климатические условия южного берега Крыма схожи с климатом средиземноморских стран и характеризуются продолжительным и сухим летом, отсутствием сильных морозов, что создает идеальные условия для приема тысяч отдыхающих. В рамках ратифицированного Верховной Радой Украины Киотского протокола создается реальная возможность возвращения Крыму статуса престижного санаторно-курортного региона, сохранения первозданного природного потенциала полуострова при использовании имеемого потенциала ВИЭ.

Целью работы является анализ использования гелиосистем на полуострове и разработка конструкций солнечных трубчатых вакуумированных коллекторов (СТВК).

В Крыму начаты работы практически по всем направлениям использования энергетического потенциала возобновляемых источников энергии. Одним из этих направлений и является использование энергии солнечного излучения.

Анализ динамики внедрения ВИЭ за период 1986-2003 гг. показал, что приоритетными инновационными направлениями в сфере возобновляемых источников энергии в Автономной Республике Крым является внедрение систем, оборудования и технологий для производства электрической и тепловой энергии использующих потенциал солнечного излучения.

В этой связи солнечная энергетика, энергетический ресурс которой значительно превышает суммарное энергопотребление Крыма, может рассматриваться как составляющая топливно-энергетического комплекса региона для выработки тепловой энергии с использованием различных типов солнечных коллекторов (до 20% от общего энергопотребления).

Солнечные системы теплоснабжения обеспечивают экологическую чистоту в процессе производства тепловой энергии при минимальных требованиях к эксплуатации, сравнительно не высокой цене (от 700-1200 грн/кв. м) и продолжительном сроке эксплуатации (10-25 лет).

В настоящее время солнечные коллектора классифицируются на два вида: плоские коллекторы и трубчатые вакуумированные коллекторы.

Плоский коллектор состоит из:

- поглощающей панели (абсорбера) с каналами для теплоносителя, на наружную поверхность которой нанесено покрытие, обеспечивающее поглощение не менее 90% падающего солнечного излучения;
- прозрачной изоляции, пропускающей солнечное излучение к абсорберу, состоящей, как правило, из одного или двух слоев остекления;
- тепловой изоляции, снижающей потери теплоты в окружающую среду через днище коллектора и его боковые грани;
- корпуса, внутри которого расположены конструктивные элементы, закрытого сверху прозрачной изоляцией.

Температура теплоносителя на выходе из плоского солнечного коллектора достигает $t = 55-65^{\circ}\text{C}$.

Солнечный трубчатый вакуумированный коллектор.

Существующие конструкции СТБК делятся на 2 группы в зависимости от материала теплоприемника - металла или стекла. Для первой группы (прямоточные СТБК) особенностью конструкции является наличие вакуумно-плотного спая металла со стеклом или металла с материалом заглушки. Авторами был разработан и спроектирован СТБК прямоточного типа (рис. 1). Данная конструкция имеет поглотитель, выполненный в виде плоской алюминиевой пластины, с наружной поверхности которой нанесено селективное покрытие. С тыльной стороны пластины впрессована медная трубка, по которой движется теплоноситель. В нижней заглушке имеется тройник для подключения к вакуумирующей системе и создания вакуума внутри колбы. Данная конструкция позволяет создавать различную степень вакуума внутри колбы, от чего зависит тепловой КПД установки.

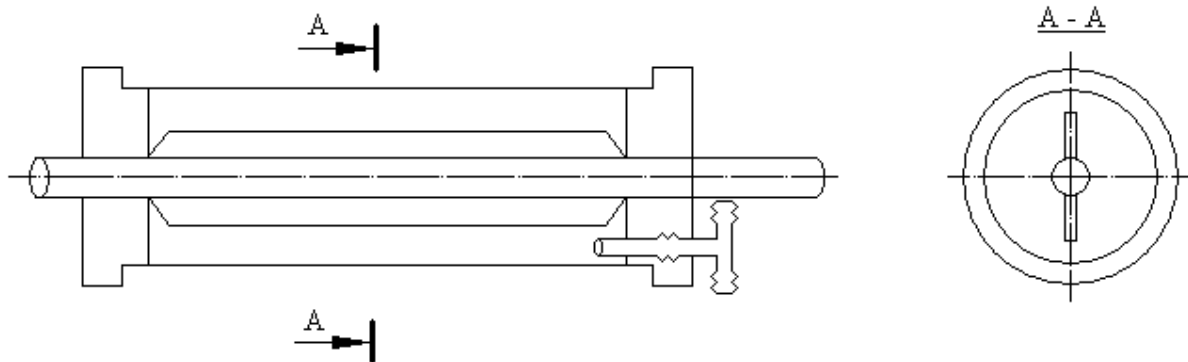


Рис. 1. Прямоточный солнечный трубчатый вакуумированный коллектор.

Для второй группы (коаксиальные СТБК) с целью предотвращения деформации нижнего спая металл-стекло, металл-материал заглушки, подвод теплоносителя осуществляется по наружной, а отвод – по внутренней трубке. СТБК с коаксиальным поглотителем (рис. 2) вакуумируется при

изготовлении, либо снабжается запорной арматурой для вакуумирования после окончательного монтажа системы на объекте. Контроль за степенью вакуума в системе осуществляется при помощи вакуумметра, имеющего обратную связь с форвакуумным насосом.

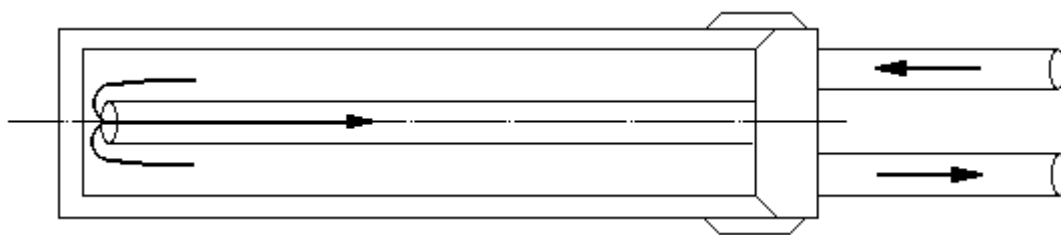


Рис. 2. Коаксиальный солнечный трубчатый вакуумированный коллектор.

Возможность нанесения недорогой диффузно отражающей поверхности, расположенной сзади коаксиального поглотителя удваивает количество энергии, падающей на абсорбер. Теплота отводится вынужденным потоком теплоносителя, который находится в непосредственном контакте со стенкой трубки, поглощающей подающее солнечное излучение.

Эффективное уменьшение тепловых потерь может быть достигнуто при совместном применении селективного поглощающего покрытия на поверхности приемника и глубокого вакуума в замкнутом пространстве, содержащем этот приемник тепла. Стеклопленочная оболочка, ограничивающая приемник тепла, должна быть по возможности более прозрачной относительно солнечного излучения и иметь низкое содержание железа. Вакуум в стеклянных трубках (до давления $P \leq 10^{-4}$ Па) обеспечивает оптимальную теплоизоляцию, что позволяет почти полностью исключить потери на конвекцию между стеклянной трубкой и поглотителем. Это позволяет использовать даже слабое (рассеянное) излучение [3].

При уровне вакуума $P < 0,07$ Па температура теплоносителя на выходе из коллектора может достигать $t = 160-200^\circ\text{C}$.

Данные СТБК можно соединять в коллекторы с любым количеством колб (30шт, 20шт, 10шт), имеющих ряд типоразмеров (1м, 2м, 3м).

ВЫВОДЫ:

1. Произведенный анализ недостатка собственных ТЭР на полуострове и наличие высокого уровня солнечной радиации позволяют сделать вывод о необходимости разработки и внедрения вакуумированных гелиосистем для круглогодичного горячего водоснабжения.
2. Обоснованием для внедрения СТБК в системы горячего водоснабжения является проведение натуральных испытаний разработанных СТБК с целью определения рабочих характеристик в зависимости от типа поглотителя, уровня вакуумирования и метеопараметров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Конечников А.Е. Энергетическая политика будущего // Электропанорама, 2006, №1-2. – С. 54-59
2. Мхитарян Н.М. Основные направления и стратегия развития возобновляемой энергетики в Украине // Відновлювальна енергетика, 2005, №1. – С.8-17
3. Мхитарян Н.М. энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников. – К.: «Наукова Думка», 1999. – 314 с.

Захаров Р.Ю., к.т.н.; Зуева Т.В., инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Исследование экономической целесообразности применения частотных преобразователей для регулирования работы насосных агрегатов подкачивающих оросительных насосных станций

Обоснована экономическая целесообразность применения частотных преобразователей для регулирования работы насосных агрегатов подкачивающих оросительных насосных станций при параллельном соединении или при индивидуальной работе по показателям эксплуатационных режимов

подкачивающая оросительная насосная станция; регулирование работы; частотный преобразователь; экономическая целесообразность

Подкачивающие оросительные насосные станции (ПНС) преимущественно оборудуются главными (основными и разменными) насосами, соединенными параллельно при работе на один напорный трубопровод [1, 2, 3]. В качестве основных и разменных насосов используются центробежные насосы с горизонтальной осью вращения. Для таких насосов выбираются горизонтальные электродвигатели, как правило, асинхронного типа.

Особенностью эксплуатации ПНС является то, что в зависимости от количества одновременно работающих дождевальных машин в определенном интервале времени, насосная станция должна обеспечивать любое значение подачи от нулевого до максимального при изменении напора от минимального до максимального значений.

В связи с таким значительным и частым изменением режимов изменение параметров ПНС обеспечивается регулированием числа работающих насосов и дросселированием задвижками на выходе насосов. Дросселирование как способ количественного регулирования является в значительной мере невыгодным, т.к. снижается коэффициент использования насосной установки [2].

Экономически целесообразным, в т.ч. при параллельной работе, является способ регулирования насоса изменением частоты вращения рабочего колеса в период эксплуатации (качественное регулирование) [4].

С ростом цен на энергоносители необходимо рассматривать возможность усовершенствования способов регулирования ПНС с учетом технических средств, применяемых в других областях.

Современные электронные устройства преобразования частоты обеспечивают плавное регулирование скорости вращения стандартных промышленных трехфазных асинхронных электродвигателей мощностью до 630 кВт (по данным ЗАО «Инженерно-технический центр «Автоматизация технологических процессов»). Применение частотных преобразователей позволяет оптимизировать режим работы (производительность) насосной установки в соответствии с заданной программой и/или текущими параметрами технологического процесса. При этом экономия потребления электроэнергии достигается за счет работы электропривода на пониженных оборотах, когда режимы технологического процесса не требуют постоянной работы насосного агрегата с максимальной производительностью.

Дополнительными преимуществами частотных преобразователей являются: автоматическое регулирование оборотов по сигналу датчика давления, расхода, температуры или другого параметра технологического процесса; программируемый график изменения оборотов; программируемый темп и график ускорения (торможения); полная защита электродвигателя; координированная работа нескольких преобразователей; полная взаимосвязь с другими средствами автоматизации и ЭВМ; отображение параметров и т.д.

Целесообразность применения частотных преобразователей при регулировании работы насосных агрегатов ПНС следует обосновывать технико-экономическими расчетами.

Стоимость современных частотных преобразователей зависит от мощности привода, выбранного варианта исполнения и комплектации устройства. сроки окупаемости капиталовложений на внедрение преобразователей существенно зависят от правильного выбора технологической схемы, параметров насосного агрегата и режимов эксплуатации.

Для существующей комплектации ПНС одномарочными параллельно соединенными центробежными насосами рекомендуется использование одного частотного преобразователя с подключением ко всем основным насосам данной ПНС. При этом регулирование осуществляется комби-

нировано: изменением параметров (производительности) одного насоса и включением-выключением остальных насосов по давлению в главном напорном трубопроводе.

Не является противоречием использование частотных преобразователей при подборе насосов по показателям эксплуатационных режимов. В данном случае регулируется напор насоса в зависимости от работы дождевальных машин на более удаленных или менее удаленных от ПНС полях орошаемого участка [5].

Предварительная оценка экономической эффективности применения частотных преобразователей основывается на определении срока окупаемости единовременных вложений на внедрение данных устройств [6] по величине годового экономического эффекта, возникшего от экономии расходов на электроэнергию (без учета снижения эксплуатационных расходов, обусловленных щадящим режимом работы электродвигателя):

$$T_{ок} = \frac{K_{ед}}{\Delta \mathcal{E}_{год}}, \text{ лет,}$$

где $K_{ед}$ – величина единовременных капитальных вложений (стоимость частотного преобразователя), грн.; $\Delta \mathcal{E}_{год}$ – годового экономического эффекта, возникающий вследствие экономии расходов на электроэнергию, грн.:

$$\Delta \mathcal{E}_{год} = N_{эл} \cdot T_{100} \cdot a - S(N_{эл} \cdot V_{n_i}^3 \cdot T_{n_i} \cdot a),$$

где $N_{эл}$ – мощность электродвигателя расчетная, кВт; T_{100} – время работы расчетное на исходной (100%) частоте, час; a – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, грн/(кВт·ч); V_{n_i} – i -я частота вращения в долях от исходной; T_{n_i} – время работы с частотой V_{n_i} , час.

Рассмотрим пример расчета предварительной величины экономии и срока окупаемости внедрения преобразователя частоты Altivar для асинхронных двигателей.

Предусматривается работа электродвигателя мощностью $N_{эл} = 55$ кВт в течении $T_{100} = 3000$ ч за год эксплуатации. Стоимость 1 кВт·ч электроэнергии $a = 0,23$ грн/(кВт·ч). Стоимость преобразователя Altivar 58 ATV-58HD64N4 $K_{ед} = 37600$ грн.

Расчетный график работы:

- на 100% оборотах – 1000 ч ($V_{n_1} = 1,0$; $T_{n_1} = 1000$ час);
- на 75% оборотах – 1000 ч ($V_{n_2} = 0,75$; $T_{n_2} = 1000$ час);
- на 25% оборотах – 1000 ч ($V_{n_3} = 0,25$; $T_{n_3} = 1000$ час).

Тогда

$$\Delta \mathcal{E}_{год} = 55 \cdot 3000 \cdot 0,23 - (55 \cdot 1000 \cdot 1^3 \cdot 0,23 + 55 \cdot 1000 \cdot 0,75^3 \cdot 0,23 + 55 \cdot 1000 \cdot 0,25^3 \cdot 0,23) = 19768 \text{ грн.}$$

$$T_{ок} = 37600 / 19768 \approx 1,9 \text{ года}$$

ВЫВОДЫ:

1. Применение частотных преобразователей для регулирования работы насосных агрегатов ПНС экономически целесообразно.
2. Дополнительная экономия эксплуатационных расходов обусловлена щадящим режимом работы электродвигателя.
3. Исключается потребность во вспомогательных (бустерных) насосах и другом оборудовании для поддержания требуемого давления в напорном трубопроводе.
4. Отпадает необходимость включений-выключений с целью преимущественно ночной работы насосных агрегатов для экономии на разнице в тарифах пик-полупик-ночь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ДБН В.2.4-1-99 Меліоративні системи та споруди. – К., 2000. – 178 с.
2. Насосы и насосные станции. /Под ред. В.Ф.Чебаевского. – М.: Агропромиздат, 1989. – 416 с.
3. Вишневикий К.П., Подласов А.В. Проектирование насосных станций закрытых оросительных систем.: Справочник. – М.: Агропромиздат, 1990. – 93 с.
4. Вишневикий К.П., Али М.С. Математическое моделирование процессов в напорных системах при автоматическом регулировании работы насосных станций//Мелиорация и водное хозяйство, 1992-№2, - С.12-15.
5. Захаров Р.Ю. Методика подбора насосов для оросительных насосных станций по показателям эксплуатационных режимов//Труды междунар. научно-техн. конфер. «СИНТ'ОЗ», ФГУП «Гурбонасос», Воронеж, 2003. – С.113-115.
6. Зюзик Д.Т. Экономика водного хозяйства. – М.: Колос, 1982. – 339 с.

Карпова Л.Г., инженер

ГП Крымстандартметрология

Анализ работы счетчиков воды типа «СВЭТ»

Рассматриваются устройство и результаты промышленных испытаний счетчиков воды типа «СВЭТ»

Вода, счетчик, испытания, промышленное применение, ресурс работы, точность, компенсация погрешностей.

Счетчик воды электронный тахометрический СВЭТ разработан и производится малым частным предприятием «АМОТ» в городе Керчи.

В отличие от турбинных и крыльчатых счетчиков с механическими часами крыльчатка «СВЭТ» перекрывает только незначительную часть потока воды (рис.1), что позволяет использовать счетчик на загрязненной воде и уменьшает гидравлическое сопротивление потоку воды. Количество оборотов крыльчатки определяется с помощью электроники, что позволяет увеличить диапазон, точность, долговечность, надежность и чувствительность счетчика в сравнении с существующими счетчиками. Каждый счетчик после изготовления тарируется по всему диапазону измерения с введением поправочных коэффициентов.

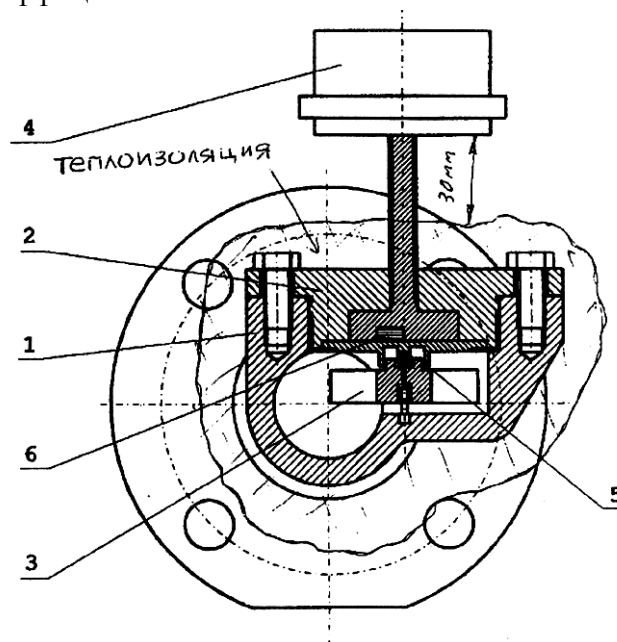


Рис.1. Схема счетчиков воды типа «СВЭТ»

Основные технические данные и характеристики:

Номинальное сечение, мм	50	80
Расход воды максимальный (кратковременно), Q_{max} , м ³ /ч	40	90
Расход воды номинальный, Q_n , м ³ /ч	20	45
Расход воды переходный, Q_t , м ³ /ч	2	4
Расход воды минимальный, Q_{min} , м ³ /ч	0,6	0,8
Погрешность в диапазоне от Q_t до Q_{max}	±2%	
в диапазоне от Q_{min} до Q_t	±3%	
Номинальное давление, МПа	1,6	
Диапазон температуры измеряемой воды, °С	5-150	5-95
Импульсный выход - 1 импульс =	0,1 м ³	
Относительная влажность воздуха не более 80% при 25°С		
Гарантийный срок эксплуатации 24 месяца со дня ввода счетчика в эксплуатацию, но не более 30 месяцев со дня выпуска из производства		
Срок работы от 1 элемента питания	4-5 лет	
Вес, кг, не более	10	15

Счетчики продавались и устанавливались не только в Крыму, но и в других областях Украины. Счетчики «СВЭТ» в основном использовались в комплектах теплосчетчиков, несколько штук - для учета водопроводной воды. «Керчтеплокоммунэнерго» покупает эти счетчики для учета технологической воды (подпиточной и питательной)

Вода в Керчи очень жесткая, дает много накипи, а также в несколько раз в ней превышены нормы по содержанию хлоридов и сульфатов. В трубопроводах систем отопления и водопровода много грязи, мелких предметов и мусора, частичек сульфоугля и т.п., что определяет реальный безремонтный срок работы обычного механического водомера от нескольких часов до 2-3 лет. Более 200 счетчиков «СВЭТ» отработали на предприятиях г. Керчи три года без поломок и остановок. После промывки и частичной очистки от накипи было установлено, что их погрешность осталась в допустимых пределах нормы. Кроме того, после обследования вольфрамовых осей крыльчатки, которые вращаются в корундовых подшипниках, было установлено, что отсутствует износ как осей, так и подшипников, в связи с тем, что ось крыльчатки при вращении не касается подшипников. Это объясняется, на наш взгляд, удачной конструкцией счетчика по сравнению с турбинными и крыльчатными счетчиками с механическим часовым механизмом, так как наша крыльчатка ничего не вращает и не тормозится ни магнитными, ни электрическими полями. Батарейки, рассчитанные на 4-5 лет, отработали уже 4 года и замены пока не требуют.

Кроме того счетчик «СВЭТ» имеет и другие преимущества:

- очень простое и надежное устройство (всего пять частей: корпус, крышка, крыльчатка, ось и вычислитель)
- не обязательна установка фильтра, достаточно обычного грязевика
- отсутствие механического часового механизма, что исключает заклинивание на «девятках»
- отсутствие магнитной муфты, в связи с чем окислы и частички железа не влияют на работу «СВЭТ»
- повышенная герметичность (были случаи затопления до двух суток, но счетчик после этого работал нормально)

На наш взгляд, при измерении количества воды счетчик «СВЭТ» имеет так же преимущества перед ультразвуковыми и индукционными счетчиками:

- дешевле в несколько раз и изготовлен на отечественной элементной базе (продается по цене механического счетчика)
- нет особых требований к замерным участкам и составу воды
- не требует высококвалифицированного и специально обученного эксплуатационного и ремонтного персонала
- простота и дешевизна ремонта и поверки
- отсутствие влияния электромагнитных полей, токов в трубопроводах и т.д.
- хорошая взаимозаменяемость с другими счетчиками объясняется тем, что импульсный выход «СВЭТ» имитирует «герконовый выход», а в основном все тепловычислители работают со счетчиками воды с «герконовым выходом».

Кроме того, и реальный диапазон измерения у «СВЭТ» не хуже. Чувствительность и Q_{\min} у него даже лучше, чем у ультразвуковых, а Q_{\max} на ультразвуковых искусственно завышен, и реально на таком расходе использование счетчиков невозможно. На наш взгляд, «СВЭТ» может работать и на расходах выше Q_{\max} в течение неограниченного времени, так как практически отсутствует износ.

С целью компенсации погрешности механической части счетчика используются весовые (опорные) коэффициенты коррекции. Компенсация происходит с помощью текущего коэффициента коррекции, определяемого на основании трех опорных коэффициентов коррекции, определяемых экспериментально для каждого счетчика.

ВЫВОД.

Счетчики типа «СВЭТ», выпускаемые МЧП «АМОТ» г. Керчи отличаются высокой точностью с регулируемой компенсацией погрешностей, надежностью, долговечностью и могут широко применяться в различных гидроэнергетических устройствах для контроля расхода воды при скорости до 5 м/с, давлении до 1,6 МПа и температуре до 150°С.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Паспорт счетчиков воды типа «СВЭТ-1» (СВЭТ.50.02)
2. Инструкция по вводу коэффициентов и регулировке счетчиков МЧП «АМОТ», 2004 г.
3. Акты приемочных испытаний счетчиков типа СВЭТ.

Кудин М.Ф., к. эк. н., Закусилов Н.А., к.эк.н., профессор, Попович В.В., инженер
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Принципы корпоративного управления водохозяйственным комплексом

Корпоративное управление - особый вид управления, имеющий двойное понятие: во-первых, управление, связанное с акционерными обществами, имеющими в своей правовой основе акционерный капитал; во-вторых, это управление обществами, союзами, имеющими узкогрупповые, профессиональные, отраслевые интересы. Для первого случая разработаны принципы корпоративного управления Украины, которые имеют статус официального документа. В то же время корпоративное управление на отраслевом уровне пока не разработано, тем более в мелиорации, как в силу своей специфики, так и отсутствия до недавнего времени постановки такой задачи.

В теории управления принципы управления занимают ведущее место, располагаясь по иерархии за экономическими законами развития общества, формаций и др.

Впервые всеобщие принципы управления были сформулированы в конце XIX века А. Файо-лем и включают: разделение труда, единство цели и руководства, соотношение централизации и децентрализации, власть и ответственность, цель, справедливость, дисциплина, вознаграждение персонала, единство команд, подчинение главному интересу, порядок, стабильность, инициатива, корпоративный дух. Содержание данных принципов широко освещено в специальной литературе [1], поэтому в данном случае подробно не рассматривается.

Сегодня эти “старые” парадигмы управления подвергаются критике, поскольку всё меньше отвечают новым реальностям: глобализации, электронным средствам, образованной рабочей силе, быстрым переменам в технике и технологии, рынках, потребительском спросе, внешней среды и т. п.

По мнению американских учёных, “ новой задачей руководителя является создание такой организации, которая имела бы чётко сформулированные цели, стратегию умножения добавленной стоимости и в которой люди постоянно стремились бы узнать, как соблюдать установленные принципы, ценности и стратегии” [2]. В этой связи рекомендуется ряд новых принципов:

1. Мыслить стратегически - мыслить и действовать, постоянно помня о конечном результате.
2. Добиваться того, чтобы способные люди захотели взять на себя необходимые обязанности - создавать организацию, в которой люди знали бы, какая грандиозная цель стоит перед ней и лично, перед ними и были бы готовы её достигнуть.
3. Постоянно совершенствовать свои знания, причём опережающими темпами по сравнению с действительностью [3].

Таковы основные современные направления развития теории управления, опирающиеся на исследования и практический опыт ведущих фирм, стран, функционирующих в условиях рыночной экономики. Однако, все эти теории касаются промышленной сферы, имеющей большие различия с предметом наших исследований. Поэтому в целях обоснования научных принципов корпоративного управления следует рассмотреть другие подходы и из всей совокупности подобрать принципы, более точно отвечающие задачам исследования.

Как уже отмечалось, корпоративное управление рассматривается более широко как управление акционерными обществами, что нашло отражение в официальном документе [4]. К принципам корпоративного управления акционерными товариществами относятся: цели, права акционеров, организационная структура, открытость информации и прозрачность финансово-хозяйственной деятельности, контроль и заинтересованность акционеров.

Целью корпоративизации управления мелиоративными системами является обеспечение их жизнеспособности и эффективного функционирования на основе добровольного волеизъявления участников и принятия организационно-экономических мер, обеспечивающих мобилизацию и использование финансовых, трудовых и других ресурсов участников в интересах государства, отрасли, корпорации, трудовых коллективов и отдельных работников.

В соответствии с Хозяйственным кодексом Украины (ст. 122) корпорация имеет высший орган управления (общее собрание участников), образует исполнительный орган (правление объединения) и назначает руководителя (директора) объединения. Управление текущей деятельностью корпорации может быть поручено администрации одного из предприятий (головного предприятия объединения) на условиях, предусмотренных учредительными документами объединения. Остальные условия функционирования корпорации должны быть отражены в учредительном договоре и уставе объединения.

Схема предлагаемой организационной структуры корпорации представлена на рисунке. Назовём её условно “Северо-Крымская водохозяйственная корпорация” (УСКК). Это, на наш взгляд, наиболее приемлемый вариант формирования данной корпорации, поскольку в её состав входит магистральный канал с его инфраструктурой (УСКК), а также сеть взаимосвязанных межхозяйственных каналов, обеспечивающих последовательную водоподачу от одного управления водного хозяйства (УВХ) к другому.

При этом мы не исключаем, что могут быть использованы и другие варианты, например, деление УВХ Крыма по региональному признаку (Северо-Западная водохозяйственная корпорация, включающая Раздольненское, Красноперекоепское, Сакское, Первомайское управления водного хозяйства и управление соединительного канала; Центральная Крымская водохозяйственная корпорация - Джанкойское, Красногвардейское и Салгирское управления водного хозяйства, а также Восточно-Крымская водохозяйственная корпорация - Нижнегорское, Советское, Кировское, Ленинское управления водного хозяйства).

Преимущество первого варианта заключается в том, что все предприятия объединены единой технологической цепью и могут функционировать на единой корпоративной основе, обеспечивая оптимальные условия водоподачи и решения финансовых результатов. Другие варианты могут быть отклонены в силу существующего законодательства. К примеру, УСКК не может объединять на добровольных началах свою деятельность с другими субъектами хозяйствования, то есть может участвовать в одном из возможных объединений, что ставит под сомнение эффективность функционирования других корпоративных формирований.



Рис. Структура органов управления Северо-Крымской водохозяйственной корпорации

С учётом проведенного анализа положений и рекомендаций литературных источников, существующего состояния отрасли сформулированы научные принципы корпоративного управления на отраслевом уровне, к которым можно отнести:

- обеспечение стратегического руководства отраслью путём чёткой регламентации обязаннос-

- тей руководителей всех уровней;
- ориентация корпоративной структуры на конечные результаты и чёткая оценка деятельности организаций по их достижению;
- концентрация ресурсов на решение стратегических целей, справедливое и прозрачное их распределение;
- адаптация к внешней среде, приоритет потребителя, расширение прямых контактов с ними и диверсификация услуг;
- координация взаимодействия различных подразделений внутри корпорации (маркетинговый подход);
- оптимизация процессов принятия решений и контроля за их выполнением;
- адекватная мотивация деятельности коллективов, личности;
- социальная ответственность корпорации перед работниками, корпоративный климат и корпоративная культура, корпоративный дух.

Это, на наш взгляд, наиболее полно связанные с отраслевым корпоративным управлением научные принципы, которые могут быть дополнены информационным обеспечением, централизацией подготовки, обучения кадров, научно-техническим обеспечением и др., являющимися общими для многих других видов организационных структур.

Далее остановимся кратко на обосновании некоторых основных принципов, увязав их с производственной деятельностью мелиоративных организаций.

Принцип обеспечения стратегического руководства отраслью путём чёткой регламентации обязанностей руководителей всех уровней - ведущий принцип в условиях рыночной экономики, позволяющий иметь количественно определённые цели на далёкую перспективу. Применительно к отрасли водного хозяйства в современных условиях это может быть не рост мелиорированных земель или реконструкция мелиоративных систем, а увеличение валового внутреннего продукта на единицу используемых водных ресурсов, повышение водообеспеченности регионов на одного проживающего, единицу площади сельхозугодий и др. При этом эти стратегические цели могут быть определены по стране в целом, отдельным областям, районам, увязанными с деятельностью соответствующих корпоративных структур водного хозяйства. Динамика развития стратегических целей позволяет делать оценку их достижения, а также оценку деятельности организаций по их выполнению.

Принципы ориентации структуры на конечные результаты и чёткая оценка деятельности организаций по их достижению предусматривает деление стратегических целей на отдельные задачи и виды операций. В менеджменте принято положение, при котором определяется 20 % действий, которые обеспечивают 80 % результатов и на решение этих действий должны быть сосредоточены усилия, что существенно продвинет к конечной цели. Кроме того, необходимо иметь в виду, что решение задач следует поручить определенным группам людей, которые могут обеспечить достижение целей организации. Элементами системы оценки хозяйственной деятельности организации являются:

- критерий и показатели оценки по объектам ($Z_i / P_i \geq \min$, где Z_i - затраты по i -ому предприятию; P_i - результаты по i -ому предприятию. Себестоимость водоподачи, объём водоподачи на одного работающего и др.);
- методика расчёта критериев и показателей;
- нормативные и плановые материалы для сравнения;
- методика формирования выводов об оценках;
- периодичность оценки.

Принцип концентрации ресурсов на решение стратегических целей, справедливое и прозрачное их распределение - может служить отправной точкой для конструирования цепочки "средства - цели" и включает комплекс действий:

- выбор общей цели, которую необходимо достичь (увеличение выхода внутреннего валового продукта на единицу водных ресурсов; повышение водообеспеченности на одного жителя, на 1 га сельхозугодий и др.);
- нахождение набора средств из широкого спектра для достижения данной цели (бюджетное

финансирование, спецфонды, местный бюджет, средства населения, предпринимательских структур и др.);

- принятие средств достижения цели, в свою очередь, в качестве новых подчинённых целей и поиск более детальных средств для их достижения и т. д.

Таким способом устанавливается иерархия целей управлений водного хозяйства (УВХ), Облводхоз, Госводхоз, в которой каждый уровень может считаться конечной целью по отношению к нижнему уровню и средством достижения целей относительно верхнего уровня.

Критериями справедливого и прозрачного распределения корпоративных средств являются результаты деятельности и групповое принятие решений оценки деятельности и распределения средств.

Принцип адаптации к внешней среде, приоритета потребителя, расширения прямых контрактов по схеме УВХ - потребитель, диверсификация услуг - важный принцип рыночной экономики, предусматривает учёт в деятельности водохозяйственных организаций, изменений во внешней среде, в частности, реструктуризации сельхозпредприятий, а также в законодательной базе государства, которые необходимо использовать при управлении водными ресурсами. В плановой экономике мелиорация осуществлялась преимущественно для сельхозугодий и практически не касалась населения. В современных условиях приоритеты должны быть изменены на удовлетворение потребностей населения в качественной воде, что будет способствовать решению социально-экологических задач, важнейших на современном этапе. Выделение приоритета потребителя представляет в первую очередь удовлетворение его потребностей. Применительно к мелиорации это может заключаться в водоподаче объёмами, в которых нуждаются водопользователи, тем более при современной организационно-правовой форме собственности. Прямые контакты производителя - потребителя являются основной формой связи в рыночных условиях, и такие связи будут способствовать укреплению рыночных отношений в водном хозяйстве. Диверсификация услуг становится важнейшим фактором увеличения их объёма, роста доходности водохозяйственных организаций. Этому будет способствовать расширение компьютеризации связей с потребителями услуг (компьютерный маркетинг).

Принцип координации взаимодействия различных подразделений внутри корпорации (маркетинговый подход) является развитием ориентации деятельности водохозяйственных организаций на потребителя. С одной стороны вся инфраструктура корпорации должна быть нацелена на удовлетворение потребностей населения, сельхозпроизводителей, других водопользователей. С другой стороны деятельность подразделений конкретной водохозяйственной организации должна быть направлена на удовлетворение таких потребностей. Цепочка взаимоотношений отделов может быть такой - отдел (бюро) маркетинга выделяет сегменты рынка услуг, для которых организует реализацию водоподачи отдел водопользования, по заявкам которого подаёт воду отдел насосных станций и т. п., то есть деятельность каждого функционального подразделения направлена на потребителя. Оказывать необходимо услуги, в которых нуждается потребитель, а не предлагать ему то, что может организация.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Тихонравов Ю. В. Теория управления. М. : Вестник, 1997. - 336 с
2. Мильнер Б. З. Теория организации. М. : ИНФРА - М, 2000. - 480 с
3. Дон Е. Марш Теория и практика управления. В кн. Современное управление т. 1. "Издат центр" М. : 1997
4. Принципи корпоративного управління України. Цінні папери України, № 1, 2004 р.

Лущик А.А., научный сотрудник

Крымское отделение Киевского государственного геолого-разведочного института

Влияние длительного водоотбора на гидродинамическую обстановку эксплуатируемых водоносных горизонтов (на примере Сакского месторождения минеральных вод)

Рассмотрена зависимость изменения напоров и эксплуатационных расходов в водоносных горизонтах термальных минеральных вод Сакского месторождения. Статический уровень подземных вод имеет тенденция к снижению. При дальнейшей эксплуатации и увеличении отбора воды вероятно понижение уровней и уменьшение запасов подземных вод.

термальные минеральные воды, водоотбор, гидродинамическая обстановка, эксплуатационные расходы, снижение уровней, неограниченный пласт, пласт-полоса с $Q=const=0$

В настоящее время на территории Крыма действует 9 крупных централизованных водозаборов питьевых и минеральных вод с напорных водоносных горизонтов с расходами до 25 тыс. м³/сут. Практически все крупные водозаборы Крыма эксплуатируются уже более 30 лет, за которые гидродинамическая, а в некоторых горизонтах и гидрохимическая обстановка значительно изменилась. Например, в районе Перекопского перешейка еще в 70-е годы наблюдалось снижение границы соленых, с минерализацией более 1г/л, вод к Вадимскому и Воронцовскому водозаборам подземных вод [1]. Подсчет запасов, проводившийся предприятиями Министерства геологии СССР 30 и более лет назад, проводился с использованием действующих и сейчас требований, которые определяют расчет на 25-летний срок работы водозаборов.

Целью работы является выявление изменения гидродинамической обстановки в эксплуатируемых водоносных горизонтах, связанной с длительным многолетним водоотбором на примере Сакского месторождения термальных минеральных вод. В связи с установленными изменениями, актуальным является вопрос о переоценке запасов на эксплуатируемых месторождениях подземных вод в Крыму.

Наблюдения за гидродинамической обстановкой на Сакском месторождении подземных вод проводит Сакская Государственная Гидрогеологическая режимно-эксплуатационная станция. Как правило, вблизи водозаборных сооружений наступает режим неустановившейся фильтрации, так как движение подземных вод в напорных пластах, не осушаемых при откачке, обусловлено упругими деформациями водосодержащих пород и воды, происходящими при снижении пьезометрических напоров. Упругими свойствами пласта и воды определяется скорость развития депрессионных воронок, формирующихся при работе водозаборных сооружений. В напорных и безнапорных водоносных горизонтах темпы развития воронок депрессии вокруг водозаборов, как правило, замедляются и со временем неустановившиеся потоки приближаются к установившимся.

Однако на Сакском водозаборе минеральных вод, даже в самых долго работающих скважинах движение можно считать неустановившимся, об этом свидетельствуют графики изменения расходов и статического уровня (рис. 1-4), построенные по данным режимных наблюдений Сакской ГГРС за прошедшее десятилетие. Из этих графиков видно, что даже при относительном снижении эксплуатационных расходов в начале и середине прошедшего десятилетия, осредненный статический уровень на всех скважинах имел тенденцию к снижению. Поэтому расчеты по скважинам будут проводиться по уравнениям неустановившейся фильтрации, т.е. расход Q_{const} , а уровень (S) изменяется во времени.

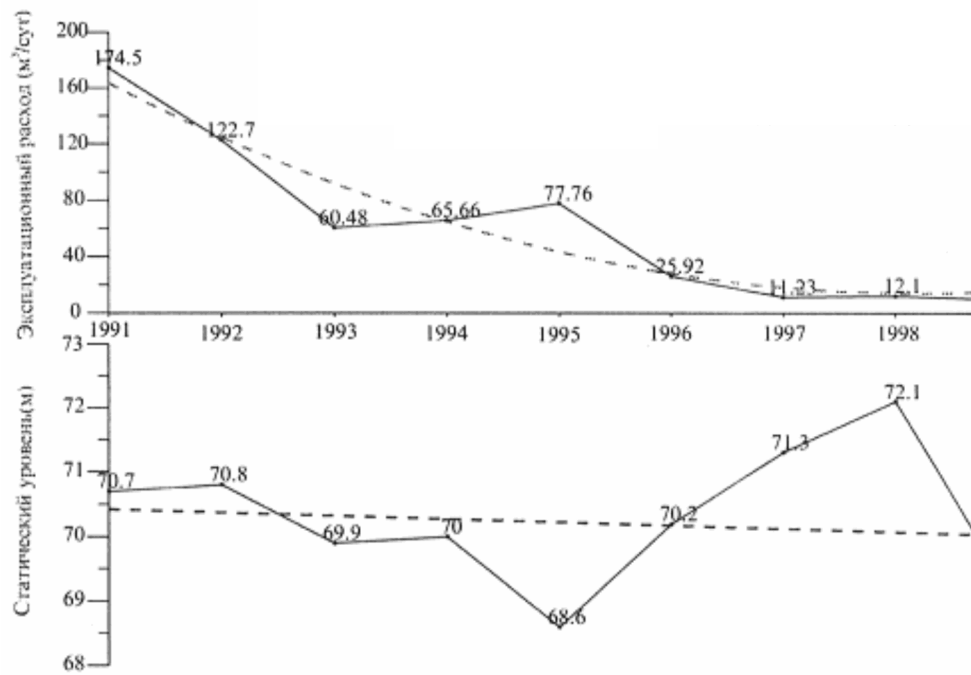


Рис.1 Графики изменения напоров и эксплуатационных расходов (с графиками полиномиального сглаживания - порядок 2) по скважине 3ЭМ Сакского месторождения термальных минеральных подземных вод.

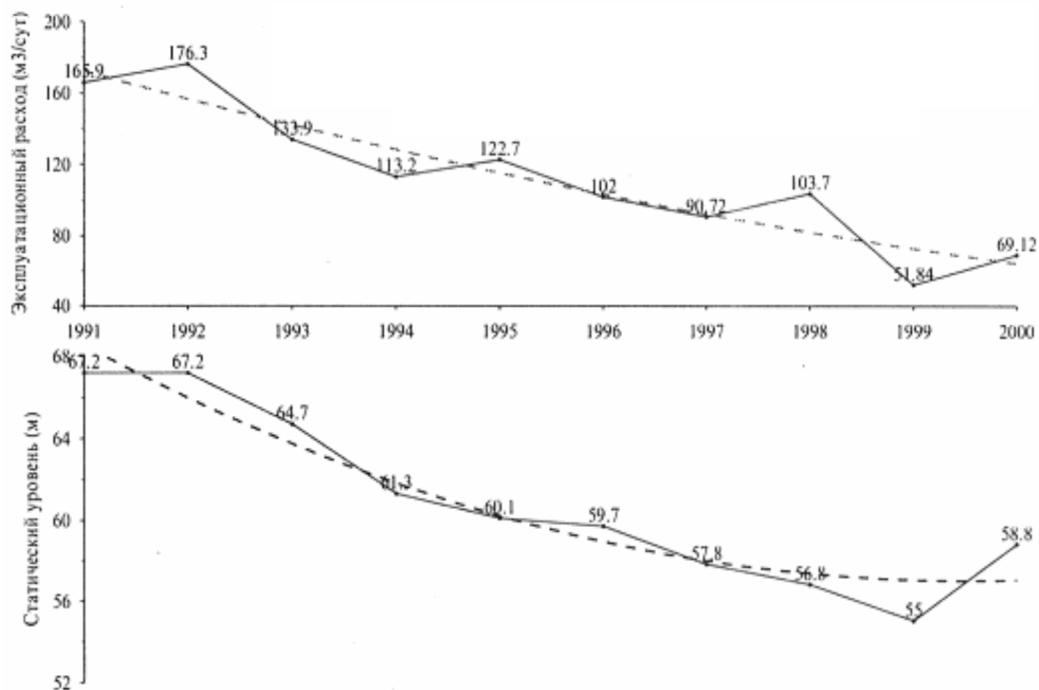


Рис.2. Графики изменения напоров и эксплуатационных расходов (с графиками полиномиального сглаживания - порядок 2) по скважине 2ТМ Сакского месторождения термальных минеральных подземных вод.

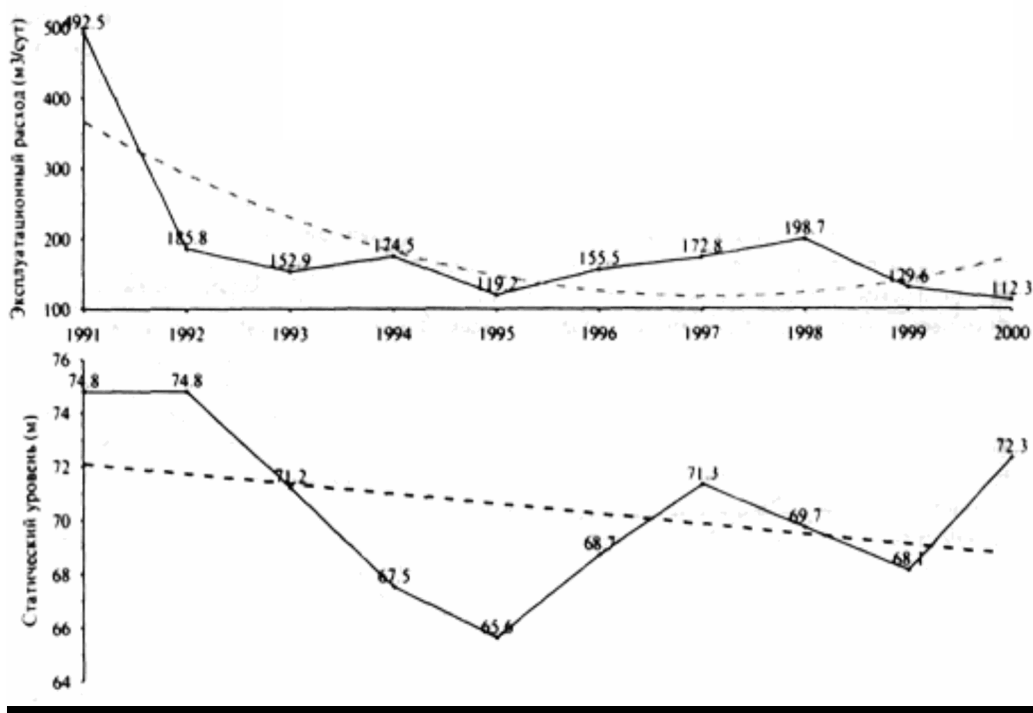


Рис.3. Графики изменения напоров и эксплуатационных расходов (с графиками полиномиального сглаживания - порядок 2) по скважине 3503 Сакского месторождения термальных минеральных подземных вод.

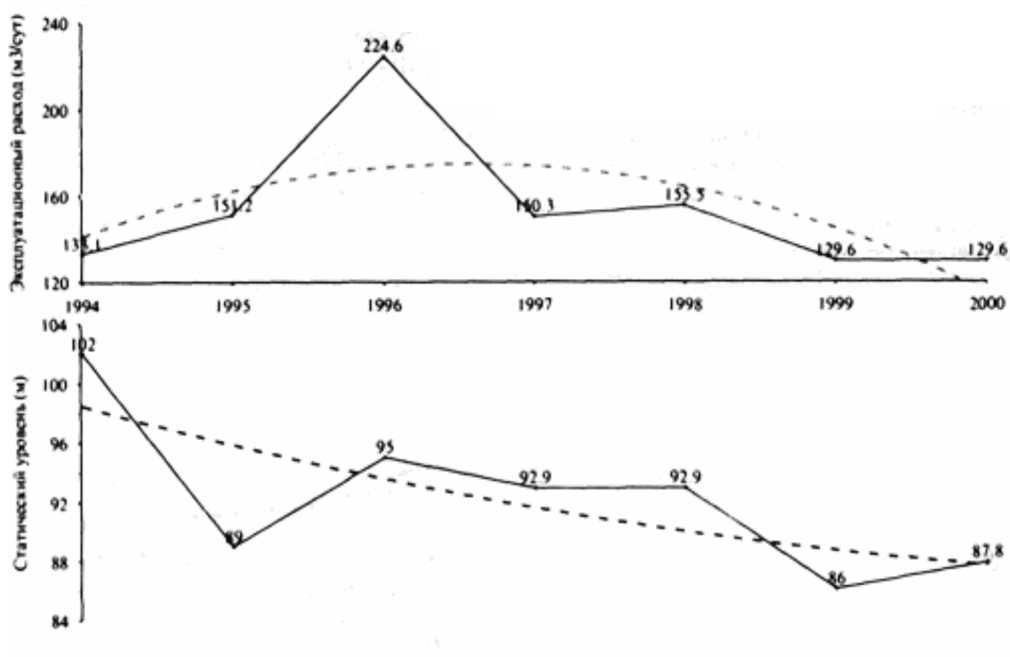


Рис.4. Графики изменения напоров и эксплуатационных расходов (с графиками полиномиального сглаживания - порядок 2) по скважине 201 Сакского месторождения термальных минеральных подземных вод.

Если считать все скважины не зависящими друг от друга, то радиус влияния водозаборных скважин (R_p) рассчитывается по формуле [1]:

$$R_p = 1.5\sqrt{at} \quad (1)$$

где a – коэффициент пьезопродуктивности водоносного горизонта;
 t – время работы водозабора.

Расчетные значения радиусов влияния скважин, образовавшихся со временем начала работы каждой скважины в данном пласте с учетом коэффициента пьезопроизводности приведены в таблице 1.

Таблица 1

Расчетные значения радиусов влияния водозаборных скважин

№ скважины	a м ² /сут	t - время работы скважины (сут)	R_p (м)
3ЭМ	50000	14600	40527.8
2ТМ	50000	10585	34508.2
3503	50000	10220	33908
201(1237)	50000	2555	16954

Расстояние между скважинами 201 и 3505 - 6000 м – наибольшее на месторождении, самый малый радиус влияния – скв. 201 (16935,98 м), таким образом радиусы влияния скважин перекрываются на площади водозабора. В связи с этим при прогнозе изменений уровня в зависимости от заданного расхода в скважинах можно исходить из того, что скважины взаимодействующие, а так как радиус влияния скважины 201 (1237) более 18 км (расстояние до выклинивания пород неокома в районе г. Евпатории) и более 32 км (расстояние до выклинивания пород неокома в районе Симферопольского поднятия), то можно считать, что водоносный горизонт в породах неокомского возраста на данном участке представляет собой пласт-полосу с непроницаемыми границами ($Q=const=0$).

Для определения максимально возможных понижений напора в скважинах на месторождении минеральных вод «Саки» используется расчет системы взаимодействующих скважин в пласте-полосе. Так как система скважин площадная, и требуется определить максимально возможный общий расход с понижением в самой неблагоприятной по условиям работы скважине не менее 15 м от поверхности Земли, то будет рассчитан возможный расход для каждой скважины системы с заданным понижением.

Расчет понижения в отдельно взятой скважине системы производится по общей формуле [2]:

$$S = S_{вн} + \Delta S_{скв} \quad (2)$$

где:

$S_{вн}$ — понижение от действия системы взаимодействующих скважин (формула будет приведена ниже).

$\Delta S_{скв}$ — величина дополнительного понижения в скважине, обусловленное сопротивлением Df .

Величина дополнительного понижения в скважинах обобщенных систем определяется по формуле [3,4]:

$$\Delta S_{скв} = \frac{Qc}{2\pi km} \left(\ln \frac{r_n}{r_c} \right) \quad (3)$$

где:

Qc — дебит скважины, в которой определяется величина понижения м³/сут;

r_n — приведенный радиус области влияния локальных фильтрационных сопротивлений (м), при данном расположении скважин принимается равным:

$$r_n = 0,27\sqrt{F_0} \quad (4)$$

где F_0 — площадь внутреннего влияния скважины, ограниченная линиями, проходящими по-

середине между соседними скважинами;

r_c — радиус скважины (м),

km — коэффициент водопроницаемости в скважине ($m^2/сут$).

В пласте, ограниченном двумя прямолинейными, примерно параллельными контурами, пласт ограничен со стороны г. Евпатории и в Симферопольской антиклизе выклиниванием пород (технические условия Сакского месторождения минеральных вод), на которых $Q = const = 0$, движение подземных вод к водозаборным сооружениям является неустановившимся и определение понижения от взаимодействующих скважин проводится по формуле [5]:

$$S_{en} = \frac{Q_{\Sigma}}{2\pi km} \left(\frac{3,55\sqrt{at}}{L} + \ln \frac{0,16L}{r_0 \sin \frac{\pi l_1}{L}} \right) \quad (5)$$

где l_1 — расстояние от центра системы до ближайшего контура, м;

L — ширина полосы, м;

Q_{Σ} — суммарный дебит всех скважин, $m^3/сут$;

r_0 — приведенный радиус колодца, образуемого площадной системой скважин, в данном случае r_0 , принимаем равным $0,1P$, где P — периметр площади расположения скважин, м,

a — пьезопроводность

t — время работы водозабора, сут.

Расчет при реальных средних расходах по скважинам за период с **1991** по **2001** гг. приведен в таблице 2.

Значения могут не полностью совпадать с реальными, так как при подсчете задействованы средние данные за прошедший десятилетний период, а все скважины, кроме скв. 201, работают более 20 лет, однако общие изменения уровня в скважинах при различных водоотборах можно спрогнозировать.

Проектный водоотбор существенно выше реальных расходов скважин, поэтому был произведен расчет по проектным расходам скважин (таблица 3).

Из приведенных данных видно, что уже в настоящее время, при проектном водоотборе из скважин, расположенных на территории Сакского месторождения минеральных вод, уровень в скважине 2-ТМ должен находиться ниже нулевой отметки, и добыча воды из нее может производиться только принудительными методами (в настоящее время использование воды всеми потребителями минеральных вод производится посредством естественного напора).

Ранее мы приводили расчеты только на настоящее время, однако для получения полной картины гидродинамической обстановки на месторождении нужно получить прогноз изменений на ближайшее время, так как использование подземных вод продолжается и со временем может увеличиться как минимум до величины проектного.

Расчеты прогнозных уровней в скважинах при сохранении существующих средних расходов (табл. 4.) показывают, что при сохранении среднего уровня водоотбора снижение уровней в скважинах не будет достигать критических отметок и в 2020 году.

Расчетные гидродинамические параметры при реальных средних расходах по скважинам Сакского месторождения минеральных подземных вод

№ скв.	km, м ² /сут	a, м ² /сут	Статический уровень	г _с , м	Н пла-ста	Q, м ³ /сут	Время работы (сут)	F0 м ²	г _н	S _{вн} Пони- жение	S _{скв}	Общее пониже- ние	Абс отм уровня
			начало 01.01.2001 эксплуата- ции										
201	18	50000	102	0,073	100	129,6	2190	1195710	295,2	11,0415	9,5217	20,5632	81,4367
3-ЭМ	11	50000	107	0,073	120	58,83	14600	391839,7	169	31,11454	6,5986	37,7132	69,2867
2-ТМ	8	50000	110	0,054	117	112,9	10220	1385335	317,7	38,00011	19,51	57,5105	52,4894
3503	20	50000	122	0,057	105	189,3	9855	968682,9	265,7	15,02348	12,737	27,7608	94,2391

Таблица 3

Расчетные гидродинамические параметры при проектном водоотборе по скважинам Сакского месторождения минеральных подземных вод

№ скв	km, м ² /сут	a м ² /сут	Статический уровень	г _с , м	Н пласта	Q, м ³ /сут	Время работы (сут)	F0 м ²	г _н	S _{бн} , м	S _{скв}	Общее пониже- ние	Абс отм уровня
			начало 01.01.2001 эксплуата- ции										
201	18	50000	102	0,073	100	285	2555	175911	295,2	27,24006	20,939	48,1791	53,8208
3-ЭМ	11	50000	107	0,073	120	282	4745	391839,7	169	52,26562	31,626	83,8916	23,1083
2-ТМ	8	50000	110	0,054	117	196	10585	1385335	317,7	91,47302	33,863	125,336	-15,336
3503	20	50000	122	0,057	105	405	10220	968682,9	265,7	36,17642	27,238	63,4146	58,5853

Таблица 4

Расчетные уровни в скважинах Сакского месторождения подземных вод при сохранении средних расходов

№ скв	km, м ² /сут	a, м ² /сут	Статический уровень (м)	Гс, (м)	Н пласта (м)	Q, м ³ /сут	Расчетные абсолютные отметки уровня ПВ (м)			
							2005	2010	2015	2020
201	18	50000	начало эксплуатации (м) 01.01.2001 87.8	0.073	102	100	79.65262	78.24657	77.04792	75.98534
3-ЭМ	11	50000	69.2	0.073	107	120	58.83	66.77341	65.61142	64.50115
2-ТМ	8	50000	58.8	0.054	110	117	112.9	50.39204	48.44839	44.91253
3503	20	50000	72.3	0.057	122	105	189.3	93.38609	92.59741	91.16621

Однако при увеличении водоотбора из скважин месторождения только до проектного высота напора не позволит добывать воду путем самоизлива, что приведет к заметному удорожанию ее использования (табл.5.)

Таблица 5

Расчетные уровни в скважинах Сакского месторождения подземных вод при увеличении с настоящего времени водоотбора до проектного

№ скв	km, м ² /сут	a, м ² /сут	Статический уровень (м)	Гс, м	Н пласта, м	Q, м ³ /сут	Расчетные абсолютные отметки уровня ПВ (м)			
							2005	2010	2015	2020
201	18	50000	начало эксплуатации 01.01.2001 87.8	0.073	100	285	61.72608	58.20047	55.49518	53.21451
3-ЭМ	11	50000	69.2	0.073	120	282	32.43905	28.91345	26.20815	23.92748
2-ТМ	8	50000	58.8	0.054	117	196	19.80143	16.27582	13.57053	11.28986
3503	20	50000	72.3	0.057	105	405	39.92689	36.40128	33.69599	31.41532

ВЫВОД:

1. Длительный водоотбор привел к изменению гидродинамических параметров водоносных горизонтов – снижению уровня грунтовых вод, напора, запасов минеральных вод. Подсчет запасов первоначально рассчитан для неограниченного пласта воды, в настоящее время пласт подземных минеральных вод необходимо рассматривать как пласт-полосу с границами $Q=\text{const}=0$, что ограничивает масштабы его использования во времени.
2. При сохранении существующих расходов воды по всем скважинам на месторождении можно будет добывать минеральную воду при самоизливе еще как минимум 20 лет.
3. При увеличении водоотбора, даже до проектного, может произойти снижение уровней в скважинах на отметке ниже не только 15 м от уровня земной поверхности, но и ниже ее, что приведет к удорожанию использования минеральных вод Сакского месторождения в несколько раз. В первую очередь это грозит скважине 2-ТМ, во вторую 3-ЭМ и другим.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Луцки А.В. Влияние эксплуатационного водоотбора на изменение минерализации подземных вод известняков неогена в пределах Равнинного Крыма (на примере Северо-Сивашского артезианского бассейна). Изв. Днепропетровского горного института.-М.:Недра, 1972, 206, №4, с.132-137
2. Боровский Б.В., Самсонов Б.Г., Язвин Л.С. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек. – М.: Наука, 1979, - 192 с.
3. Дробноход Н.И.. Оценка запасов подземных вод. -К.: Вища школа, 1976, 215 с.
4. Климентов П.П., Кононов В.М.. Динамика подземных вод. М.: Высшая школа, 1973 -440с.
5. Справочник гидрогеолога под ред. М. Е. Альтовского - М.: ГНТИЛПГИОН, 1962, 617с.
6. Бочеввер Ф.М.. Расчеты эксплуатационных запасов подземных вод.-М.: Недра, 1968. - 325 с.

Рогаченко Д.В., инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Способы борьбы с селевыми паводками. Вопросы проектирования и строительства противоселевых сооружений в Юго-восточном Крыму (на примере селевого бассейна р. Ай-Серез).

Рассмотрены селевые проявления в Юго-восточном селевом бассейне под влиянием природных и антропогенных факторов. С учетом характерных особенностей данной территории рекомендованы противоселевые сооружения и способы борьбы с селевыми паводками.

селевые паводки, техногенная нагрузка, экзогенные геологические процессы, геологические условия, противоселевые мероприятия.

Вопросам изучения селевых проявлений в Юго-восточном Крыму и методам борьбы с ними в прошлом уделялось достаточно большое внимание, особенно с начала 60-х годов прошлого столетия и до конца 80-х. Такие работы обуславливались рядом государственных программ и директивных указаний и наличием контроля со стороны государства за выполнением этих мероприятий. Ущерб, наносимый селевыми явлениями сельскому хозяйству, вынуждал вести борьбу с селями ещё в довоенный период, когда широко практиковалось строительство каменных защитных стенок сухой кладки, ограждающих виноградники. Эти сооружения, возводимые местными жителями из камня русловых наносов высотой примерно 1,5-2 м были весьма примитивны, никаких инженерных расчетов при создании этих стенок не проводилось, вследствие чего они очень часто разрушались потоками [4]. В настоящее время, несмотря на то, что селевые паводки в Юго-восточном Крыму представляют собой одну из самых сложных и требующих быстрейшего разрешения народно-хозяйственных проблем, вопрос остается открытым. Сказывается отсутствие единой государственной программы по курортному освоению юго-восточного Крыма, учитывающей разработку единого комплекса противоселевых мероприятий в данном районе одновременно с развитием курортной инфраструктуры в речных долинах и достаточного финансирования. В большинстве случаев бюджетных средств едва хватает на ликвидацию последствий аварий подобного рода на автомагистралях, и как правило, построенных несколько десятилетий назад наиболее важных в хозяйственном отношении гидротехнических сооружений, подпорных стен и селеотводящих каналов. Такая ситуация не может продолжаться бесконечно. Ежегодный ущерб и финансовые потери, причиняемые селями и рядом других ЭГП можно значительно сократить, разработав комплекс мероприятий по борьбе с подобными явлениями, учитывая разработки прошлых лет, адаптируя их к настоящему времени.

Бассейн реки Ай-Серез и прилегающие к нему территории рассматриваются в качестве типичных или ключевых для ряда селевых районов Крыма. Он расположен в юго-восточной части Горного Крыма, в 10 км северо-западнее Судака. Начинаясь у подножия хребта Хамбал, у скалы Ювал-Кая, река следует к югу, а в 1,5 км выше с. Междуречье к ЮЮЗ, где недалеко от моря впадает слева в р. Ворон. При длине реки 11 км площадь её бассейна составляет 20,6 км² [2,3].

Способы борьбы с селевыми паводками подразделяются на две группы: пассивные и активные. Пассивные мероприятия включают в себя: наблюдения за изменением условий формирования экологической ситуации под влиянием природных и антропогенных факторов и мониторинг за формированием твердой и жидкой составляющих селей и селевыми паводками; мониторинг за результатами влияния селевых паводков на природную обстановку (эрозия русел, формирование конусов выноса и др.), на хозяйственные объекты и противоселевые сооружения. Также очень важным является создание баз данных о селях и пространственно-временной прогноз.

Активные способы борьбы включают в себя несколько этапов: регистрация всех существующих противоселевых сооружений; оценка эффективности их работы; разработка противоселевых мероприятий и их комплексов для отдельных балок и бассейна в целом.

Одними из самых простых противоселевых сооружений являются защитные стенки и подоб-

ные им по конструкции подпорные стены и опояски, создаваемые из обломочного руслового материала на растворе. Такие сооружения расположены в ряде мест по течению реки и прилегающих к ней балок. Однако, и эти подпорные стенки и опояски, окаймляющие сплошной лентой угрожающие места, работают не везде удовлетворительно. На отдельных местах стенки подмыты потоком, реже разрушены, а в некоторых случаях засыпаны во время расчистки русел. Положительная сторона подобных сооружений заключается в их относительной дешевизне и простоте возведения. В отдельных случаях, исходя из характера местности, их целесообразно строить, но с учетом некоторых основных положений для улучшения их полезного действия: заглублять фундаменты в грунт на достаточную глубину в руслах потоков; рассчитывать их на устойчивость против давления грунта со стороны берега; делать их более прочными, для противостояния размывающим скоростям.

Для предотвращения ущерба от селей сельскохозяйственным культурам, в балках, пересекающих плантации прокапывают специальные селеотводящие обвалованные каналы, шириной 2-4 м и глубиной 0,75-1,4 м. Они, также как и подпорные стенки были созданы в бассейне р. Ай-Серез после ливня 1956 г. Следует заметить, что в связи с очень большим количеством наносов, выносимых из балок, селеотводящие каналы быстро заносятся обломочным материалом и начинают возвышаться над окружающей местностью. Если учесть, что каналы не всегда проведены по прямой линии, станет понятным частый их прорыв, в результате чего заносятся сады и виноградные плантации. В целях обеспечения нормальной работы каналов необходимо: периодически расчищать их от наносов; трассировать их по прямой линии; подбирать такое сечение обвалованной канавы, которое отвечало бы требованиям неразмываемости. В качестве эффективной борьбы с селями необходимо отметить такие гидротехнические сооружения, как запруды, которые гасят энергию селевых паводков и аккумулируют селевые наносы. При правильном проектировании они могут функционировать в течение долгого времени [5].

Эффективность работы перечисленных выше гидротехнических сооружений может обеспечиваться в случае использования ряда лесотехнических, противоэрозионных и агротехнических мероприятий, т.к. без них защита сельскохозяйственных угодий будет кратковременной. Учитывая неоднородность участков данной территории необходимо её районировать по зонам противоселевых мероприятий. Схема противоселевых мероприятий приведена на рисунке 1

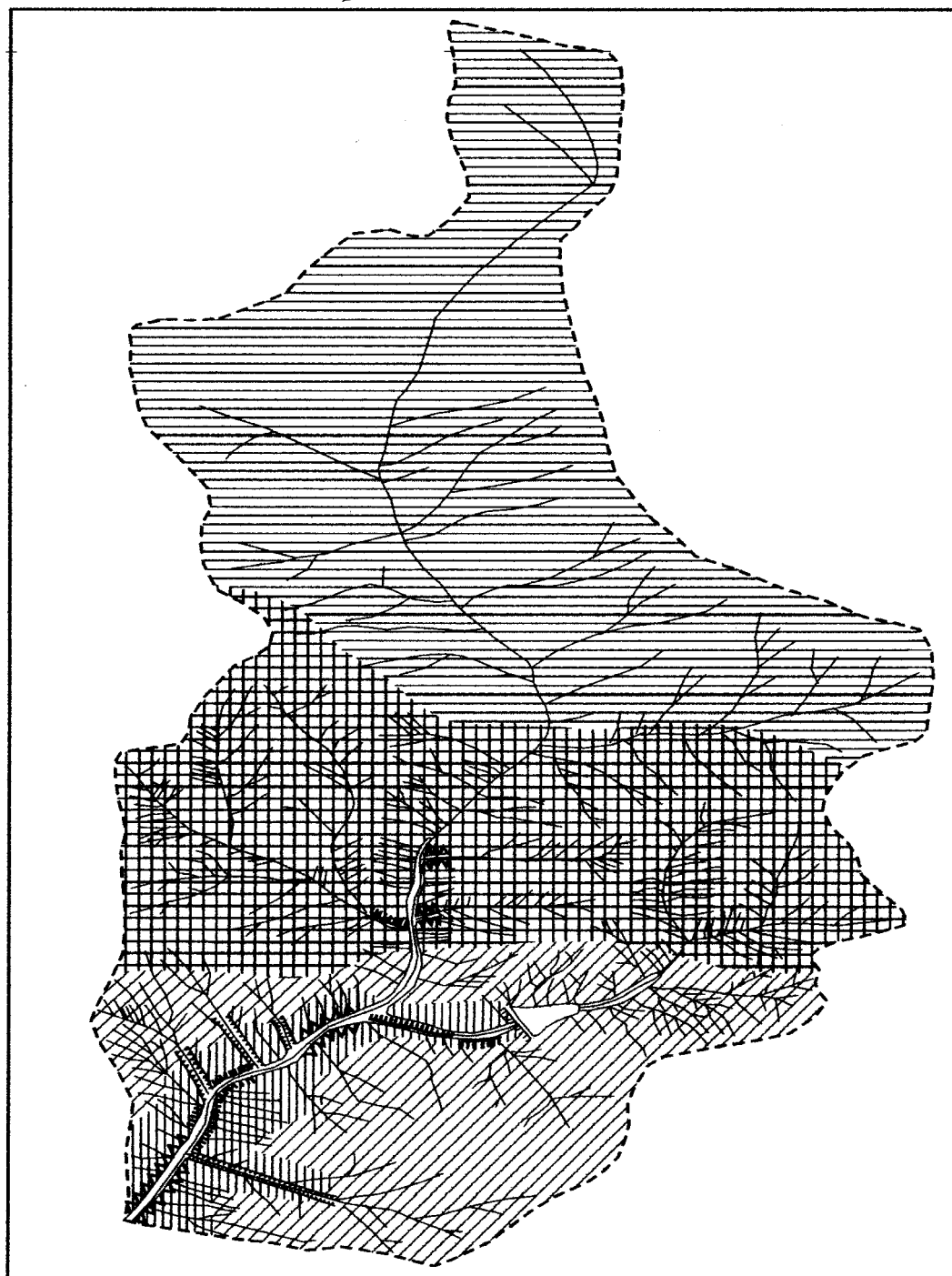
С учетом геологической, геоботанической, почвенной схем и схем селевых очагов выделяется зона лесохозяйственных мероприятий. Она характерна наличием лесной растительности, бурыми серыми почвами, сформированными на различных почвообразующих породах таких, как глинистые сланцы, песчаники и конгломераты. Главной задачей противоселевой защиты в этой зоне является регулирование поверхностного стока путем улучшения состояния водоохраных функций леса. Это достигается прежде всего такими мероприятиями, как: охрана горных лесов от вырубки и пожаров; защита леса от вредителей и систематического контроля со стороны государственных служб. Выпас скота не только в зонах селевых очагов, но и на всей территории селевого бассейна необходимо по возможности запретить.

Вторая зона гидротехнических и фитомелиоративных мероприятий выделена с учетом геологической схемы, расположения селевых очагов и растительности. В неё вошли участки преимущественно лишенные растительности, сложенные конгломератами и известняками, которые не поддаются обработке землеройных механизмов. Наиболее оптимально проведение следующих мероприятий: строительство подпорных стенок и опоясков вдоль бортов русел; устройство каменных запруд-барражей в тальвегах потоков; расчистка и обвалование русел.

Третья зона агролесомелиоративных мероприятий и простых склоновых гидротехнических сооружений выделена с учетом данных расчленения рельефа и схемы селевых очагов. Для сокращения стока и задержания смыва рекомендуется следующее: облесение горных склонов и лесоразведение в руслах; склоновые гидротехнические сооружения (водозадерживающие валы-канавы). Эти меры направлены на полное затухание деятельности всех видов селевых очагов.

Зона применения агротехнических и гидротехнических мероприятий (четвертая) выделена с учетом данных схем геоморфологической, углов наклона и современного землепользования. Она

охватывает долину нижнего течения р. Ай-Серез и прилегающие к ней склоны. Для прекращения поступления наносов из денудационных очагов и транзита наносов из вышележащих зон необходимо: террасирование склонов с крутизной более 10° под сады и виноградники; расчистка и сооруже-



Условные обозначения:

	зона лесохозяйственных противоселевых мероприятий;		русла рек и балок - участки русловых гидротехнических сооружений;
	зона гидротехнических и фитомелиоративных мероприятий;		обвалованные русла;
	зона агролесомелиоративных мероприятий и склоновых гидротехнических сооружений;		подпорные стенки;
	зона агротехнических мероприятий и русловых гидротехнических сооружений;		селеотводящие каналы;
			водохранилища.

Рис. 1. Схема противоселевых мероприятий для бассейна р. Ай-Серез.

Пятая зона гидрографической и эрозионной сети выделена по гидрографической схеме бассейна р. Ай-Серез и по схеме селевых очагов. Она включает участки русел реки, балок и оврагов всего бассейна. Для стабилизации водно-аккумулятивных селевых очагов и задержания твердого материала, поступающего из них необходимо: сооружение каменных запруд-барражей на притоках; обваловывание русла реки на всем протяжении участка от окраин села Междуречья до точки впадения р. Ай-Серез в р. Ворон; расчистка русел главной реки и нижних участков притоков; оборудование лотков в местах пересечения дороги селеопасными балками [1].

ВЫВОДЫ

Для всех селевых бассейнов Юго-восточного Крыма должен действовать единый принцип противоселевой защиты: обеспечение максимального выноса рыхлообломочного материала на морское побережье. Аллювий является основным пляжеобразующим компонентом всего Юго-восточного Крыма. Основой противоселевой защиты должны являться такие сооружения, как спрямление русел с одновременным укреплением их бортов, особенно в устьевых частях рек в пределах населенных пунктов. Применяемый в настоящее время метод селеуловителей (водохранилища, сквозные селеуловители, барражирование русла потока) должен иметь незначительное применение, ибо уже привел к сокращению основного богатства Крыма – пляжей и активизации абразии.

Предотвращение угрозы прохождения разрушительных селевых паводков возможно только в случае применения всего комплекса дифференцировано-зональных противоселевых мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безверхнюк Т.М. Диференціація території з метою природокористування і моніторингу методами автоматизованого районування // Агроекологія і біотехнологія: Збірник наукових праць - К.: Аграрна наука, 1996, с. 60-66.
2. Зверев В.Н., Казеннов С.М. Влияние урбанизации на гидрогеологические условия территорий // Геоэкология. Инженерная экология. Гидрогеология. Геокриология. № 2, 2003, с. 130-138.
3. Инженерно-геологическая карта Украинской ССР, масштаб 1:500 000 / Авторский коллектив – К.: Укргеология, 1985.
4. Клюкин А.А. Геологические процессы и явления юго-восточного селевого района Горного Крыма и их роль в формировании селевого стока. В кн. «Сели Украины», - К.: «Наукова думка», 1966, - с. 42-51.
5. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Инженерная геология и экологическая геология: теоретико-методические основы и взаимоотношение. – М.: Изд-во МГУ, 1999.– 120 с.

Рубцов А. В. инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Факторы экономической эффективности развития солнечной энергетики

Рассмотрены факторы влияющие на экономическую эффективность развития гелиоэнергетики и определены их взаимосвязи и взаимозависимости со специфическими особенностями региона. В статье проведен системный анализ оценки факторов развития солнечной энергетики и её роли в энергетической стратегии региона.

Экономическая эффективность, солнечная энергетика, энергоисточники, факторы экономической эффективности

Практическое использование солнечной энергии получило ошутимое распространение во многих странах благодаря таким ее положительным качествам, как возобновляемость, почти повсеместная распространенность, полная экологическая чистота.

Стимулом для развития солнечной энергетики является с одной стороны - осознание угрозы изменения климата и связанных с этим экономических потерь; сильная зависимость многих развитых стран, особенно европейских, от импорта топлива; ограниченность запасов органического топлива на Земле. С другой - квоты на выброс парниковых газов стали товаром, имеющим вполне реальную стоимость. В использовании солнечной энергии, считающейся наиболее емким, естественным и доступным из возобновляемых энергоисточников накоплен наиболее значительный исторический опыт [1].

В настоящее время более 40% первичной энергии расходуемой человечеством приходится на производство низкопотенциального тепла для систем горячего водоснабжения, отопления, кондиционирования воздуха, технологических и иных нужд. Именно в этом секторе технологии использования солнечной энергии являются наиболее зрелыми, экономически эффективными и приемлемыми для широкого практического использования. В этой связи исследование показателей экономической эффективности приобретают все большую актуальность. Под экономической эффективностью понимается результативность экономической деятельности, экономических программ и мероприятий, характеризуемая отношением полученного экономического эффекта, результата к затратам факторов, ресурсов, обусловившим получение этого результата, достижение наибольшего объема производства с применением ресурса определенной стоимости [2].

Данная проблема нашла свое отражение, как в государственных документах, так и в научных публикациях ряда отечественных и зарубежных ученых [1,3,4,5,7,9,13]. Вопросы повышения эффективности использования энергетических ресурсов разработаны и рассматриваются в ряде государственных программ. В соответствии с «Национальной энергетической программой», одобренной Верховным Советом Украины предусматривается увеличение доли нетрадиционных и возобновляемых источников энергии до 8% к 2010 году и сооружение солнечных коллекторов общей площадью до 10 млн. квадратных метров.

«Комплексная программа по использованию нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в архитектуре и градостроительстве», утвержденная Государственным комитетом Украины по делам градостроительства и архитектуры рекомендует три типа установок солнечного теплоснабжения для массовой установки: солнечные приставки к котельным; системы сезонного действия для отдельных объектов и модульные установки солнечного нагрева воды. В законе «Об альтернативных источниках энергии» определен ряд стимулирующих мер, (например, финансирование развития альтернативных источников энергии за счет надбавки, предусмотренных в оптовых тарифах на электроэнергию, а также общий принцип экономического стимулирования).

Сегодня становится актуальным проведение системного анализа оценки факторов развития солнечной энергетики и её роли в энергетической стратегии региона. Необходимость исследования обуславливаются быстрыми изменениями, происходящими в экономике, которые требуют определения системы факторов для обеспечения мониторинга процессов происходящих в экономике региона, что и является целью данной статьи.

Задачей данного исследования является выявление факторов влияющих на экономическую эффективность развития гелиоэнергетики и определение их взаимосвязи и взаимозависимости со специфическими особенностями региона.

К факторам экономической эффективности развития солнечной энергетики региона следует отнести: *природно-географические* – совокупность условий определенной территории, способствующих достижению экономической эффективности развития солнечной энергетики. Природные факторы включают также экономическую оценку отдельных природных условий и ресурсов, также географическое положение территории, годовое поступление солнечного излучения, количественную характеристику потоков солнечной радиации на поглощающую поверхность и температуру окружающей среды, гелиотехнические возможности территории; *техничко-технологические* - достигнутый и возможный уровни развития техники и технологий производства, наличие ряда научных организаций которые специализируются на разработке солнечных элементов, оборудования и технологий их производства, а также наличие высококвалифицированных научно-технических кадров; *социально-культурные* – отображают влияние уровня доходов человека, его привычек относительно энергопотребления, условий проживания и работы и господствующий тип мировоззрения общества относительно использования того или иного вида энергии; *экономические* - величина капитальных вложений, сроки строительства и окупаемости, состояние рынка использования солнечной энергии, условия ценообразования на продукцию солнечной энергетики; *экологические* – отражают экологоэнергоэффективность и отказ общества от сложившихся стереотипов энергозатратного образа жизни; управленческие – отображают эффективность действий системы управления.

Природно-географические факторы. Географическое положение и климатические условия Украины являются благоприятными для использования солнечной энергии. Уровень поступления солнечной радиации в Украине достаточно высокий, составляет 3.46 миллиардов мегаватт-часов в год.

По климатическим условиям Украина относится к регионам со средней интенсивностью солнечной радиации. Количество солнечной энергии, поступающей на единицу площади в течение года составляет здесь 1000-1350 кВтч/м². По уровню интенсивности солнечного излучения страна может быть поделена на три или четыре региона - Западный, Центральный, Юго-восточный и Южный. Средняя интенсивность солнечного излучения составляет около 1200 кВтч/м² [4].

В Крыму солнечная радиация обладает значительным энергетическим потенциалом. Годовое поступление солнечного излучения составляет 5223 Дж/м². Этот показатель сходен с соответствующими показателями таких стран как: Германия, Австрия, Италия, США, где имеются программы по солнечному теплоснабжению и широкому внедрению гелиоустановок для приготовления горячей воды и отопления зданий.

Крымский регион расположен в крайней южной части Украины. Он находится между 46° 4' и 43° 23' северной широты. Это обеспечивает в различных его регионах от 2170 до 2400 часов инсоляции в год, большая часть из которых приходится на теплое время года, что совпадает с летним сезоном и повышенным спросом на горячую воду для систем горячего водоснабжения, в первую очередь, объектов санаторно-курортного комплекса.

АР Крым – это регион со значительными гелиотехническими возможностями. Под гелиотехническими возможностями территорий подразумевается не только количественная характеристика потоков лучистой энергии, но и качественная характеристика, т.е. возможность их использования для работы гелиотехнических установок в течение года с наибольшей энергетической эффективностью. Это зависит от продолжительности солнечного сияния, как в течение суток, так и в течение года. Использование солнечной энергии в Крыму предпочтительнее в летний (неотопительный) период с апреля по октябрь, когда продолжительность солнечного сияния является наибольшей. Поэтому развитие солнечной теплоэнергетики наиболее целесообразно осуществлять для обеспечения спроса на горячую воду, особенно в летний период [3,4].

Техничко - технологические факторы. Проблема практического применения солнечной энергии содержит два основных аспекта: преобразование ее в электроэнергию и тепло. Оба направле-

ния получили интенсивное развитие во многих странах мира [1].

Солнечная электроэнергетика в свою очередь подразделяется по виду применения на *сетевую* и *автономную*. К *сетевой* относятся солнечные электростанции (СЭС), входящие в энергосистемы, т.е. в существующие в современной электроэнергетике системы централизованного производства, транспортировки и распределения электроэнергии. В этом случае при небольшом удельном весе (по мощности) солнечных электростанций среди традиционных генерирующих мощностей в энергосистеме не требуется наличия на солнечных электростанциях значительных аккумулирующих устройств, так как колебания мощности СЭС демпфируются энергосистемой.

К *автономным* относятся солнечные энергоустановки, обеспечивающие энергией отдельных потребителей, как связанных, так и не связанных с системой централизованного энергоснабжения. В первом случае также не требуется значительных аккумулирующих устройств, так как недостаток энергии от солнечной установки восполняется от централизованной сети, а избыток направляется в сеть. Классическим примером такого применения солнечных энергоустановок является реализованная в ФРГ программа энергоснабжения индивидуальных жилых домов «Тысяча крыш» [5].

При автономном энергообеспечении потребителей, не связанных с централизованным энергоснабжением, требуется либо достаточно емкий аккумулятор электроэнергии для обеспечения данного потребителя по заданному графику нагрузки, либо дублер - какое-либо генерирующее устройство на традиционных энергоносителях, способное оперативно восполнить недостаток энергии от солнечной установки.

По используемому принципу преобразования солнечной энергии солнечные энергоустановки делятся на *фотоэлектрические*, реализующие метод прямого (безмашинного) преобразования солнечной энергии в электрическую, и *термодинамические*, в которых лучистая энергия преобразуется сначала в тепло, которое в термодинамическом цикле тепловой машины в свою очередь преобразуется в механическую энергию, а затем в генераторе в электрическую.

Солнечный потенциал для производства электричества составляет порядка 2 млрд. кВт. ч в год, для тепла — около 26 млрд. кВт. ч в год. В южных областях становятся все более популярными солнечные коллекторы для горячего водоснабжения.

Украина имеет большие возможности для организации производства фотобатарей, поскольку в советское время здесь были сосредоточены их основные производители — завод чистых металлов в Светловодске и титаново-магниевый комбинат в Запорожье, работавшие «на космос». Сегодня интересы фотоэлектрической промышленности включают и решение социально-бытовых задач — энергообеспечение домов, системы охраны, резервного и бесперебойного питания объектов, расположенных на значительном расстоянии от линий электропередачи. На киевском заводе «Квазар» освоено промышленное производство фотобатарей общим объемом 2 МВт в год, а фотоэлектрических мультикремниевых пластин только в 2005 году было произведено 120 МВт (производственная база уже сегодня позволяет выйти на уровень 500 МВт в год). Неразвитость рынка и спроса на фотоэлектрическую продукцию пока приводит к тому, что около 98% сырья и готовых изделий сегодня импортируются в Европу [6].

Существенной возможностью сдерживания роста потребления тепловой энергии является всемерное развитие концепции солнечных зданий. В северных европейских странах, с помощью естественного нагрева солнцем обеспечивает 14 % тепла от общей потребности обычных зданий. Эта оценка можно использовать в качестве нижнего предела для условий Украины. В зданиях, построенных с учетом пассивного использования солнечной энергии, вклад солнца в потреблении тепла может составить около 40 %. Доля пассивного нагрева обычно не учитывается официальной статистикой, однако в действительности это самый большой источник использования возобновляемой энергии [4].

Значительный потенциал использования солнечной энергии в Украине заключается в использовании солнца для охлаждения и кондиционирования, а также в сельскохозяйственных приложениях, например, для сушки разных видов сельскохозяйственной продукции и опреснения воды в южных регионах [4].

Общая площадь СК, установленных в Украине, составляет приблизительно 10 тысяч кв. метров, что соответствует примерно тысяче отдельных установок. За последние пять лет в Украине в области производства «солнечной» продукции произошли значительные изменения. Объемы промышленной продукции в этом направлении увеличились не менее чем в семь раз. В 2004 г мощности по производству солнечной продукции достигли уровня 30МВт в год. Также изменилась структура выпуска «солнечной» продукции. Если пять лет назад эта продукция в основном состояла из моно и мультикремниевых пластин, то в настоящее время значительное место занимают фотоэлектрические пластины и фотоэлектрические модули. [7]

Социально - культурные факторы. Гигантские темпы потребления невозобновляемых энергоресурсов по относительно низкой цене, которые не отражают реальные совокупные затраты общества, по существу означают жизнь в займы, кредиты у будущих поколений, которым не будет доступна энергия по такой низкой цене.

Существует широко распространенное мнение, что солнечная энергия является экзотической и ее практическое использование-дело отдаленного будущего.

Для начала коммерческого внедрения гелиотехники необходимо появление предложения соответствующего потребительского уровня, при котором в сознании потенциального потребителя ожидаемые преимущества благоприятным образом соотносились бы с предстоящими затратами. Под этим подразумевается появление на рынке коллектора, с привлекательной для большинства из наших соотечественников ценой и при этом – достаточно приемлемого качества. Единственным, по сути, критерием для оценки целесообразности приобретения коллектора используется стоимость замещаемой им энергии.

В качестве потенциального потребителя, которому предстоит оценивать предложение, необходимо подразумевать всё же не «некоего среднестатистического субъекта», а тех, кто уже сегодня делает или собирается сделать в обозримом будущем реальные шаги к энергосбережению.

Для того чтобы правильно сформулировать понятие о коллекторе, который смог бы заинтересовать рыночных субъектов, необходимо вначале объективно оценить все те выгоды, на которые можно было бы рассчитывать, тем более, что стимулом к началу любого обсуждения является, прежде всего, практический интерес [8].

В настоящее время, коммунальное хозяйство Украины потребляет ежегодно около 74 миллионов т.у.т. Ежегодно потребность в тепловой энергии увеличивается на 1,5-2%. Существуют оценки, что с возобновлением экономического роста уровень потребления может существенно возрасти. С другой стороны, потенциал энергоэффективности и энергосбережения в коммунальном хозяйстве Украины составляет по разным оценкам не менее 50%. В случае использования этого потенциала экономический рост не должен привести к существенному увеличению потребления тепловой энергии [4].

В Крыму значительными потребителями солнечной энергии являются сезонно функционирующие базы отдыха, пансионаты, сельскохозяйственные строения, детские дошкольные заведения – 30-35%.

Исходя из этого целесообразно определить объекты, где возможно внедрение солнечного горячего водоснабжения:

1. Индивидуальные жилые дома (коттеджи, дачи) площадью 130...200 м². Площадь гелионагревателей – 6...10 м². Объем бака аккумулятора – 150...200 л/чел.

2. Детские дошкольные заведения (сады, ясли). Детские сады характеризуются практически равномерной круглогодичной нагрузкой на горячее водоснабжение и обязательным наличием горячей воды, в том числе и летом, когда котельные останавливаются на ремонт и профилактику. В этих условиях гелионагревательные установки практически безальтернативны.

3. Сельские жилые многоквартирные дома. Наряду с индивидуальными жилыми домами в жилой застройке сельской местности есть многоквартирные 2-4 - х этажные дома с теплоснабжением от местных котельных и печей. Возможно использование гелиосистем горячего водоснабжения и подогревателя первой степени системы отопления.

4. Пансионаты, базы отдыха и туризма. Объекты сельского «зеленого» туризма. Это объекты,

которые функционируют сезонно. Они наиболее пригодны для внедрения систем горячего водоснабжения, учитывая то, что график нагрузки совпадет с графиком притока солнечной радиации [8].

Зарубежная и отечественная практика свидетельствует, что любое использование солнечных установок для нагрева воды является эффективным, несмотря на значительные сроки окупаемости, которые составляют от 5...7 лет.

Экономическая эффективность солнечных установок значительно повышается при использовании сезонных аккумуляторов теплоты и создании солнечных систем круглогодичного тепло- и холодоснабжения. Эти системы по существу являются комбинированными потому, что их составным элементом являются теплонасосные установки, которые используют электроэнергию.

Расчеты технико-экономических показателей системы круглогодичного теплохолодоснабжения пансионата «Экология» (пгт. Мисхор, АР Крым) и жилого дома (70 квартир) в г. Ялта, проведенные Институтом технической теплофизики НАН Украины, показывают, что даже без учета экологических аспектов создание нетрадиционных систем тепло- и холодоснабжения общественных и жилых построек в районе Большой Ялты очень перспективно [9].

Экономические факторы. Рост стоимости традиционных энергоресурсов до уровня европейских цен уже сейчас значительно повышает экономическую эффективность использования солнечной энергии. Действовавшие в Украине цены на топливо и энергию в последние 70 лет не отражали реальные затраты на их производство. Только при нормальном ценообразовании будут действовать экономические стимулы, направление на энергосбережение и создание новых технологий в энергетике.

До настоящего времени ни в одной стране мира существенная часть стоимости производства энергии не отражается в тарифах на энергию, а распределяется на затраты своего общества [10].

Медленный рост рынка использования солнечной энергии указывает на существование многочисленных барьеров. Цена на солнечные системы остается достаточно высокой. Период окупаемости около 10 лет короче технического срока службы оборудования, однако, он недостаточен для обеспечения заинтересованности частных потребителей. Для увеличения темпов роста рынка необходимо отсутствующее в настоящее время стимулирование правительством интересов потребителя. Другим экономическим барьером является отсутствие оборотных средств у предприятий-производителей. Пока еще не развиты конкретные механизмы стимулирования производства в виде предоставления субсидий, освобождения от налогов, льготной тарифной политики [4].

Экологические факторы. Одна из составляющих стоимости энергии, которая распределяется на все общество и не включается в тарифы за энергию, связана с загрязнением окружающей среды энергетическими установками [11,12].

Выбросы тепловых электростанций состоят, в основном, из углекислого газа, который ответственен за тепличный эффект и изменение климата и, в частности, приводит к засухе в районах производства зерна и картофеля. Другие выбросы включают окислы серы и азота, которые в атмосфере превращаются в серную и азотную кислоты и возвращаются на землю со снегом или в виде кислотных дождей. Повышенная кислотность воды приводит к снижению плодородия почвы, уменьшению рыбных запасов и засыханию лесов, повреждению строительных конструкций и зданий. Токсичные тяжелые металлы, такие как кадмий, ртуть, свинец, могут растворяться кислотами и попадать в питьевую воду и сельскохозяйственные продукты [11]. Оценки прямых социальных затрат, связанных с вредным воздействием электростанций, включая болезни и снижение продолжительности жизни людей, оплату медицинского обслуживания, потери на производстве, снижение урожая, восстановление лесов и ремонт зданий в результате загрязнения воздуха, воды и почвы дают величину добавляющую около 75% мировых цен на топливо и энергию [10,12]. По существу это затраты всего общества - экологический налог, который платят граждане за несовершенство энергетических установок, и этот налог должен быть включен в стоимость энергии для формирования государственного фонда энергосбережения и создание новых экологически чистых технологий в энергетике.

Если учесть эти скрытые на данный момент затраты в тарифах на энергию, то большинство

новых технологий возобновляемой энергетики становится конкурентоспособными с существующими технологиями. Одновременно появится источник финансирования новых проектов по экологически чистой энергетике. Именно такой «экологический» налог в размере от 10 до 30% от стоимости нефти введен в Швеции, Финляндии, Нидерландах [13].

Управленческие факторы. Украина является лидером в расточительном использовании энергоресурсов. Так, расход энергии на единицу производимой продукции в Украине превышает в несколько раз аналогичный показатель в США и странах Европы. К основным причинам повышения энергоемкости относится спад промышленного производства, рост тарифов, износ энергопроизводящего оборудования [14].

В соответствии с энергетической стратегией Украины на период до 2030 года, общая потребность в энергоресурсах должна возрасти с 205,2 в 2005 г. до 302,7 млн. тонн условного топлива к 2030 г., причем уровень энергетической зависимости от импорта энергоресурсов составляет 54,8% [14].

Существенными мерами в снижении энергозатрат может стать всемерное развитие идеологии альтернативной (малой) энергетики. В большинстве европейских стран уже давно существуют центры, строго ориентированные на проведение научных исследований в области альтернативной энергетики. Так 15 лет назад в Нидерландах был создан национальный энергетический исследовательский центр (Netherland's Energy Research Foundation) в котором работают 900 сотрудников. В 2000 году, только за счет использования ветровых генераторов и водонагревательных солнечных систем, было достигнуто 3-х-процентное замещение общей потребности страны в энергоресурсах [15].

В Великобритании, стране с высокоэффективной энергетикой, за счет смещения приоритетов в пользу соблюдения экологических требований, планируется к 2010 году обеспечить 10-ти - процентное замещение энергодобавки страны. Аналогичные мероприятия осуществляются в США, Канаде и других странах. Очевидно, что производство и внедрение устройств и систем нетрадиционной энергетики возможно лишь при помощи государства путем совершенствования юридической основы проблем ресурсосбережения в рамках создания Закона об альтернативной энергетике. В мировой практике широко применяются различные способы предоставления государством субсидий частным производственным фирмам.

Наиболее распространенной формой являются прямые финансовые гранты, например, научные организации Великобритании, ведущие разработки в области гелиоэнергетики, ветроэнергетики, геотермальной энергетики, энергии биомассы, которые финансируются правительством в размере 3,5 млн. фунтов стерлингов в год [15].

Среди управленческих факторов влияния на экономическую эффективность развития солнечной энергетики наиболее весомым является законодательное оформление и внедрение политики энергоэффективности, а также формирование организационно-институциональной основы реализации государственной политики энергоэффективности, которая бы предоставила достаточные полномочия органам управления политикой энергоэффективности и ресурсов для её реализации. Существенным фактором является добровольная деятельность субъектов хозяйствования в сфере энергоэффективности и участие негосударственных организаций в принятии решений по вопросам энергоиспользования [16].

Если же государство не способно своими силами внедрять энергосберегающие технологии на принадлежащих ему предприятиях, то, учитывая национальные интересы и энергетическую безопасность, следует изменить их форму собственности, указав среди условий приватизации модернизацию оборудования и внедрение энергосберегающих технологий.

С целью стимулирования владельцев предприятий к энергосбережению в законодательной сфере необходимо создать систему, которая бы жестко регулировала нормы затрат энергоносителей путем санкций и штрафов за неэффективное их использование, а также предоставляла налоговые льготы тем, кто внедряет энергосберегающие технологии [17].

ВЫВОДЫ.

Солнечная энергия является наиболее мощным и доступным из всех видов нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в Крыму. Анализ рассмотренных в статье факторов свидетельствует о технической возможности и экономической целесообразности более широкого использования для теплоснабжения зданий и сооружений солнечной энергии с целью экономии тепла и топлива на существующих теплоисточниках.

Прямое использование солнечной энергии в условиях региона, для выработки в настоящее время электроэнергии, требует больших капитальных вложений и дополнительных научно-технических проработок.

Очевидно, что производство и внедрение устройств и систем нетрадиционной энергетики возможно лишь при помощи государства. Необходимо создание общегосударственных и региональных структур для содействия развитию солнечных технологий, в том числе и в строительстве; разработка современных и недорогих образцов гелиотехники; организация масштабного производства оборудования; создание информационной системы об отечественных и зарубежных разработках в области гелиотехники; активная работа с населением, в том числе в школах и высших учебных заведениях; адресная работа с группой потенциальных потребителей солнечного теплоснабжения

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мхитарян Н.М. Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников. Опыт и перспективы. – К.: Наукова думка, 1999. – 320 с.
2. Економічна енциклопедія: У трьох томах./ Редкол.: ...С.В.Мочерний (відп.ред.) та ін.- К.: Видавничий центр «Академія», 2000
3. Кибовский С.А., Ефимов С.А., Петрук С.К., Сафонов В.А., Слепокуров А.С. Комплексная программа энергосбережения в Крыму. Анализ выполнения и дополнительные меры по реализации/ Приложение к научно-практическому дискуссионно-аналитическому сборнику «Вопросы развития Крыма» – Симферополь: Таврия – Плюс, 2001.
4. Матвеев Ю. Б., Конеченков А. Е. Концепция развития солнечной энергетики в Украине.//<http://www.emfund.com.ua/>
5. Тарнижевский Б.В. Технические и экономические аспекты использования солнечной энергии в России// Изв. РАН. Сер. Энергетика, 1997, № 2.
6. Костерин В. Возобновляемая энергетика как лекарство от «газовой недостаточности»// Зеркало недели. – 18-24 февраля 2006. - №6.
7. Прокопенко А.В., Машинская А.А. Опыт внедрения и перспективы развития солнечной энергии в Украине.// Материалы V международной конференции «Нетрадиционная энергетика XXI века». – АР Крым. – 23-27 сентября 2004г. – с. 53-55.
8. Трушевский С.Н., Суханов А.Н Организация серийного производства пластмассового солнечного коллектора // Сельскохозяйственная теплоэнергетика. Тезисы докладов научно-практической конференции, Севастополь, 27...30 сентября 1992 г.
9. Розвиток децентралізованого енергопостачання на основі нетрадиційних енергоресурсів / Шурчков А.В., Забарний Г.М., Разаков А.М., Наумов С.С., Крупевич Т.Г., Горохов М.Й., Аронова Н.М./ За ред. Долінського А.А. – К.: ІТТ НАНУ, 2001. – 134 с.
10. Энергетика мира: уроки будущего. Под ред. Башмакова И.А., МГЭА, -М., 1992, 355-380.
11. Стребков Д.С. Сельскохозяйственные энергетические системы и экология. Альтернативные источники энергии: эффективность и управление. 1990, N 1, 39-40.
12. Hunt V.D. Solar Energy dictionary, Industrial Press Inc., New York, 1982.
13. Robertson G. A typical day in the life of planet earth Sun World, september 1992, vol.16, N 3, 9.
14. Гнідий М.В. Вихідні положення Енергетичної стратегії України до 2030 р у сфері енерговикористання, формування енергобалансів та імпортно-експортної політики// Енергетична стратегія України. Погляд громадськості. За матеріалами міжнародної науково-технічної конференції “Основні положення Енергетичної стратегії України та науково-технічне забезпечення її реалізації”. – Київ: Енергетика та електрифікація, 2003.
15. Толочко А. Солнечная энергетика на службе человека и его хозяйственной деятельности.//ЭСКО. Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы». №9, сентябрь, 2002.
16. Суходола О.М. Перешкоди реалізації політики енергозбереження в Україні: політичні та економічні аспекти// Менеджер. Вісник Донецької державної академії управління. - 2003, №3.
17. Сторожев Р. Энергосбережение — масштабный государственный проект. // ЭПУ №1 2006

Саломатин М.В.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Современные проблемы Ялтинского гидроузла и пути их решения

Рассмотрены закономерности изменения поля напряжений в Ялтинском гидротоннеле, телах плотин, анализируются причины деформаций сооружений гидроузла, предложены рекомендации по прогнозированию опасных концентраций напряжений в плотинах и тоннеле с помощью дискретных или непрерывных наблюдений за интенсивностью импульсной электромагнитной эмиссии.

напряжения, прогноз, процессы, гидротехнические сооружения

Ялтинский гидроузел представляет собой достаточно уникальное сооружение, построенное в условиях горного рельефа в конце 50-х – начале 60-х годов прошлого столетия. В настоящее время в его состав входят тоннель протяженностью 7км 230м и 5 водохранилищ, сооруженных на северных склонах Главной гряды Крымских гор, соединенных между собой и тоннелем. Расход составляет 100000м³ в сутки [1]. Основное назначение гидроузла – снабжение Большой Ялты питьевой водой. Частично вода используется и для мелиоративных целей. С самых начальных стадий проектирования (ТЭО) возникли проблемные спорные вопросы, связанные с возможностью проходки тоннеля через Главную гряду Крымских гор. Такие факторы, как активная геодинамика, карст в мощной толще известняков, подземные скопления воды, сейсмичность территории – все это вызывало серьезные опасения возможных катастроф [2].

Тоннель, плотины, водохранилища были построены в сложных горно-геологических и инженерно-геологических условиях. Последующая их эксплуатация требовала также особого подхода: постоянный контроль за расходом воды, систематические наблюдения за состоянием обделки и бетонного лотка, по которому вода самотеком поступает с северного портала на южный, склонами водохранилищ, за телами плотин, деривационными и сбросными лотками и другими гидротехническими сооружениями. Наблюдения за состоянием берегов и склонов водохранилищ являются также очень важными.

Как свидетельствуют И.Н. Васильев и Ю.И. Шутов, трещины в бетонной обделке тоннеля появились в первые годы его эксплуатации [1]. Это были первые признаки релаксации напряжений в окружающем выработку массиве горных пород. В последующие годы деформации приобрели на отдельных участках катастрофический характер с обрушением свода, пучением почвы, большими потерями воды. Требовалась оперативная оценка напряженного состояния массива. Для этого в 1981г. был применен метод естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ), основанный на импульсной электромагнитной эмиссии минералами-диэлектриками и содержащими их породами в переменном поле механических напряжений в условиях их естественного залегания. Полученный положительный опыт нашел затем применение на всех тоннелях трассы БАМ, в выработках разного назначения на руднике «Таштагольский», известного проявлениями горного давления в виде мощных горных ударов, стреляниями и сдвигами; в шахтных лифтоподъемниках и штольнях на ЮБК, Инкермане, Севастополе и во многих других местах.

При повторных измерениях в Ялтинском гидротоннеле позднее была установлена трансформация напряжений, особенно со стороны южного портала, что связано с неотектоническими движениями, землетрясениями и другими геодинамическими явлениями. На основе анализа общих закономерностей в распределении напряжений в массиве горных пород и интенсивности импульсной электромагнитной эмиссии вдоль оси тоннеля нами выделяются четыре зоны.

Анализ полученных результатов показывает, что деформация тоннеля во многих местах связана с проявлениями горного давления, которое определяется, в основном, тектоническими нарушениями. Тектоническая расчлененность горного сооружения хорошо согласуется с графиком средних значений ЕИЭМПЗ и с графиком средних квадратичных отклонений (Рис. 1).

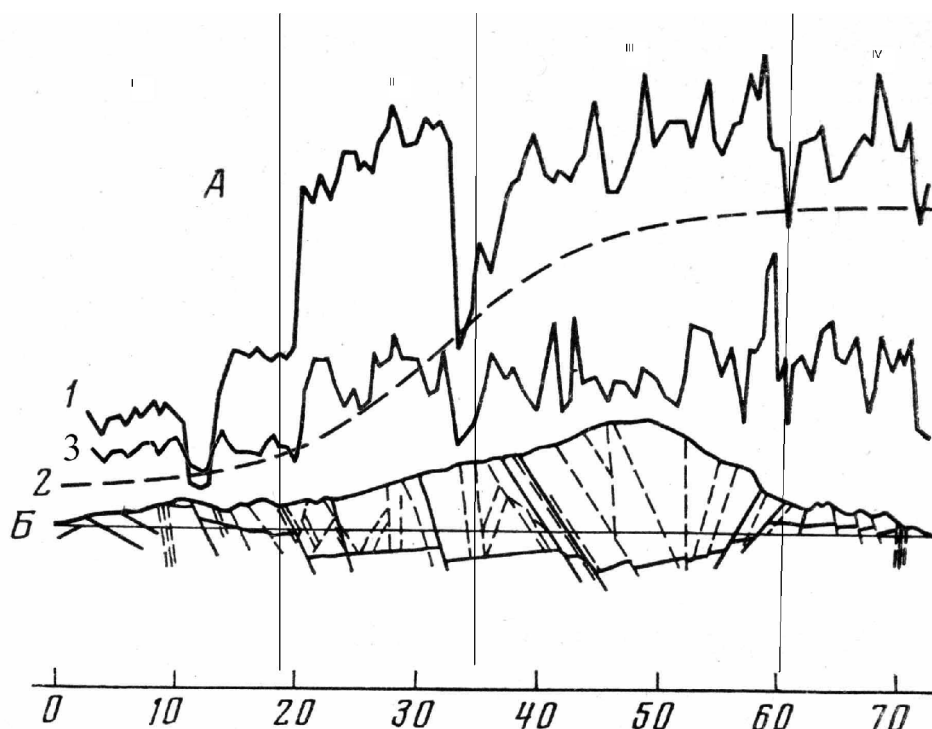


Рис.1. Характер изменения ЕИЭМПЗ и распределения зон НДС пород в выработке Ялтинского гидротоннеля.

А: 1-график средних значений интенсивности импульсного электромагнитного поля (сплошная линия), 2-кривая, аппроксимирующая региональный тренд импульсного электромагнитного поля (пунктирная линия), 3-график среднеквадратичных отклонений интенсивности поля;
Б: - структурная схема трассы Ялтинского гидротоннеля I-IV зоны напряженно-деформированного состояния пород (НДС).

В трещиноватых зонах, вдоль линий сместителей в результате разгрузки напряжений наблюдается снижение интенсивности электромагнитной импульсной эмиссии. На участках, прилегающих к сместителю - повышение дисперсии напряженности. Как выяснилось на многих экспериментах и при наблюдениях в других выработках, это связано с процессами накопления и релаксации напряжений в таких зонах[5].

Тектонические блоки, и клинья характеризуются максимумами средних значений интенсивности поля, а ширина экстремумов, чаще всего, соизмерима с шириной блоков (Рис. 1).

Импульсное электромагнитное поле, его интенсивность зависит, прежде всего, от масштабов нарушения, степени его активности, от состава и свойств пород. В сильно трещиноватых породах скорость счета импульсов ощутимо снижается. Отдельные крупные макротрещины отбиваются минимумами на графике средних значений интенсивности поля (Рис. 1).

По характеру проявления ЕИЭМПЗ общая картина распределения напряжений в массиве пород, окружающих выработку Ялтинского гидротоннеля, имеет следующие особенности. От нулевого пикета, на северном портале на расстоянии 1.7км по оси тоннеля к югу распространены породы, находящиеся в нормальном (фоновом) поле напряжений. В основном, это слабонапряженные (умеренно напряженные) породы. Выделяется в районе 10-12 пикетов зона интенсивно трещиноватых, преимущественно терригенных, пород с релаксированными напряжениями. Она приурочена к крупному тектоническому нарушению субширотного простирания. По мере углубления в горный массив, напряженность пород возрастает, достигая наибольших значений между пикетами 37-72. Повышение напряженности отчетливо прослеживается и по кривой на графике, аппроксимирующей региональный тренд импульсного поля.

В нескольких местах в указанном интервале гидротоннеля неоднократно отмечались интенсивные деформации. Раскрытие трещин в бетонной обделке стен достигает 25-30мм и больше, обрушение свода, на локальных участках протяженностью до 40м происходит пучение почвы и

взламывание бетонного лотка. После неоднократного ремонта деформации возобновляются, что подтверждает активность происходящих в массиве процессов изменения напряженно-деформированного состояния. Деформации приурочены к тектоническим дизъюнктивным нарушениям. Потери воды по таким нарушениям превышают во много раз количество воды, поступающей за счет водопритоков.

На формирование интегрального поля напряжений существенное влияние оказывает геостатическое давление. Величины вертикальных сжимающих напряжений δ_z и горизонтальных растягивающих δ_x можно определить по формулам:

$$\delta_z = \gamma_0 \cdot Z$$

$$\delta_x = \delta_y = V_0 \cdot \gamma_0 \cdot Z,$$

где γ_0 - объемный вес породы,

Z - глубина расчетной точки от поверхности земли,

V_0 - коэффициент бокового распора, равный $\frac{\mu}{1-\mu}$, где

μ - коэффициент Пуассона

При этом допускается, что массив является достаточно однородным и изотропным.

Таблица №1

Зоны НДС пород в Ялтинском гидротоннеле

№ зоны	Расстояние от пикета 0, м (Северный портал)	Величина напряжений		Интенсивность ЕИЭМПЗ, имп/сек
		δ_z , мПа	δ_x , мПа	
I	1700	4	1.2	75
II	3200	9.4	2.8	240
III	5700	23	7.0	260
IV	7200	3	0.8	200

Из таблицы 1 видно, что с глубиной тоннеля растут напряжения, как сжимающие, так и растягивающие, увеличивается в 3 раза интенсивность излучения по сравнению с предгорной частью. В зонах III и IV наблюдаются и наиболее сильные деформации бетонной обделки на стенах, кровле и почве. Наиболее напряженными являются песчаники, алевролиты, известняки между пикетами 37-72. Раскрытие трещин здесь достигает 25-30мм. На ряде участков наблюдаются экстремально низкие значения, приуроченные к зонам разрывных нарушений, по которым произошла релаксация напряжений. Полученные результаты не противоречат принципам дифференциации высоконапряженных массивов, предлагаемых Г.А. Марковым [3].

В пределах четвертой зоны, на южном участке тоннеля интенсивность ЕИЭМПЗ остается высокой при снижении сжимающих и растягивающих расчетных значений напряжений. Это очевидно связано с общей более высокой, чем на северном склоне напряженностью породного массива с преобладанием здесь растягивающих напряжений.

Таким образом, поле напряжений вокруг Ялтинского гидротоннеля характеризуется сложной пространственной структурой. В пределах выделенных интервалов на фоне региональных закономерностей наблюдаются узкие, отчетливо выраженные, положительные и отрицательные экстремумы, приуроченные к разрывным тектоническим нарушениям, контактам пород различных по составу и свойствам. Эксплуатация тоннеля в сложных горно-геологических и инженерно-геологических условиях, меняющихся во времени и пространстве, привела его к аварийному состоянию. Большие потери воды через трещины в лотке способствовали перераспределению напряжений и возникновению новых геодинамических явлений (обрушение свода, трещинообразование, пучение почвы).

НДС тел плотин, лотков, склонов водохранилищ имеет в каждом конкретном случае свои особенности. Повторными исследованиями выявлены зоны повышенных и опасных напряжений в плотинах, особенности их трансформации при наполнении и сработке водохранилищ, откартированы зоны релаксированных и нормальных напряжений. Например, при заполнении Загорского водохранилища структура поля напряжений существенно изменилась. Плотина стала походить на балку с защемленными концами и равномерно распределенной по ее длине нагрузкой. Вокруг концов этой «балки» создались напряженные зоны, сосредоточенные, в основном, вокруг гребня и ниже расположенной верхней бермы. Характерно неравномерное распределение относительно оси плотины напряженных зон. Левосторонняя часть плотины является более напряженной, как и при сработанном водохранилище. В центральной части напряженность тела плотны неравномерная, но в целом характеризуется нормальными, близкими к фоновым значениями. Наполнение водохранилища не вызывает появление опасных напряжений.

По характеру распределения напряжений, наличию напряженно-опасной зоны в месте сочленения с подводным каналом и развитию трещиноватости сбросной лоток Загорского водохранилища находится в аварийном состоянии [4].

ВЫВОДЫ

1. Современное состояние Ялтинского гидроузла требует принятия срочных радикальных мер по устранению деформаций, укреплению ослабленных зон, созданию противодиффузионных завес, ликвидацию высоких напряжений в зонах примыканий, гребнях, основаниях плотин и в тоннеле.
2. Необходимо осуществлять постоянный контроль за НДС сооружений и массивов горных пород. Такой контроль можно проводить в дискретном варианте с помощью переносных малогабаритных индикаторов ЕИЭМПЗ или в непрерывном режиме, применив автоматизированный комплекс регистрации параметров импульсной электромагнитной эмиссии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев И.Н., Шутов Ю.И., Современные движения тектонических блоков по наблюдениям в Ялтинском гидротоннеле. В сб. Геодинамика Крымско-Черноморского региона. Симферополь. 1997, 128-132с.
2. Иванов Б.Н., Васильев И.Н., Задорожная Л.П. Некоторые проблемы освоения горных карстовых районов. В сб. «Комплексные изыскания при строительстве гидротоннеля в карстовой области Горного Крыма» Симферополь, 1971, с.4-16.
3. Марков Г.А., Савченко С.Н. Напряженное состояние пород и горное давление в структурах горного рельефа Л., «Наука», 1984г. 138с.
4. Саломатин М.В. Контроль за состоянием гидротехнических сооружений экспресс-методом ЕИЭМПЗ. Материалы первой Крымской научно-практической конференции. Симферополь, 2004, с.132-136.
5. Саломатин В.Н. Закономерности геологических процессов и явлений, их связь с импульсной электромагнитной эмиссией. Докторская диссер., Симферополь, 1987. 412с.

Сторчоус В.Н., к.с.-х.н., доцент

Крымский филиал НИИ гидротехники и мелиорации

Закусилов Н.А., к.э.н., профессор

Национальная Академия природоохранного и курортного строительства

Эффективность систем микроорошения и перспективы их внедрения в Крыму

Климатические условия Крыма исключительно благоприятны для выращивания многих сельскохозяйственных культур, в т.ч. плодово-ягодных, винограда и овощных. Однако до настоящего времени потенциальные возможности природных условий Крыма используются недостаточно.

Средняя урожайность плодовых культур в первой половине XIX века составляла 28-65 ц/га (рис.1.). Во второй половине 50-х годов программой превращения Крыма в край садов и виноградников по сравнению с 1950 годом были увеличены площади посадки более чем в три раза.

Средняя урожайность за 25 лет (1966-1990 г.г.) составила около 80 ц/га. Однако в 1991-2005 г.г. в садоводстве Крыма, как и в Украине в целом произошли существенные изменения. После высоких темпов увеличения валового производства плодов и ягод в 70-80 годы произошло резкое снижение. Среднегодовой объем производства плодов и ягод снизился по сравнению с 1981-1990 г.г., более чем в 3 раза, а урожайность уменьшилась с 77,5 ц/га (1981-1985 г.г.) до 18,1 ц/га (2001-2005 г.г.).

Такая же тенденция имела место и в производстве овощей. Урожайность овощей в 2005 г. по сравнению с 1990 г. снизилась в 3,1 раза (рис.2).

Несмотря на сложившуюся ситуацию, острого дефицита овощей и фруктов в Крыму не возникло – их стали завозить из Турции, Молдовы, Херсонской области и других регионов.

В соответствии с «Программой развития АПК АР Крым до 2010 года» [1] в 2005 году планировалось произвести в Крыму 90 кг овощей и плодов на душу населения (с учетом отдыхающих). Однако, как видно на рис. 3, производство овощных культур далеко отстает от запланированных объемов.

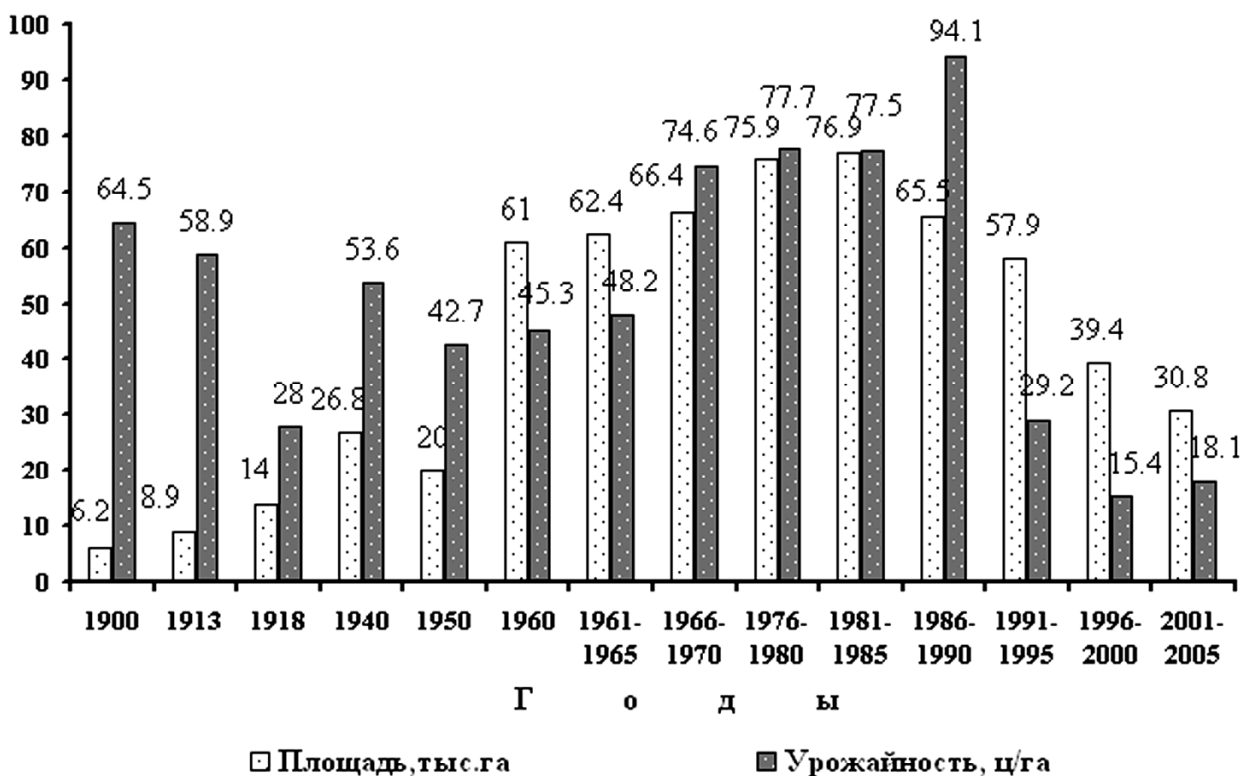


Рис. 1 Площадь выращивания плодово-ягодных культур и их урожайность в Крыму

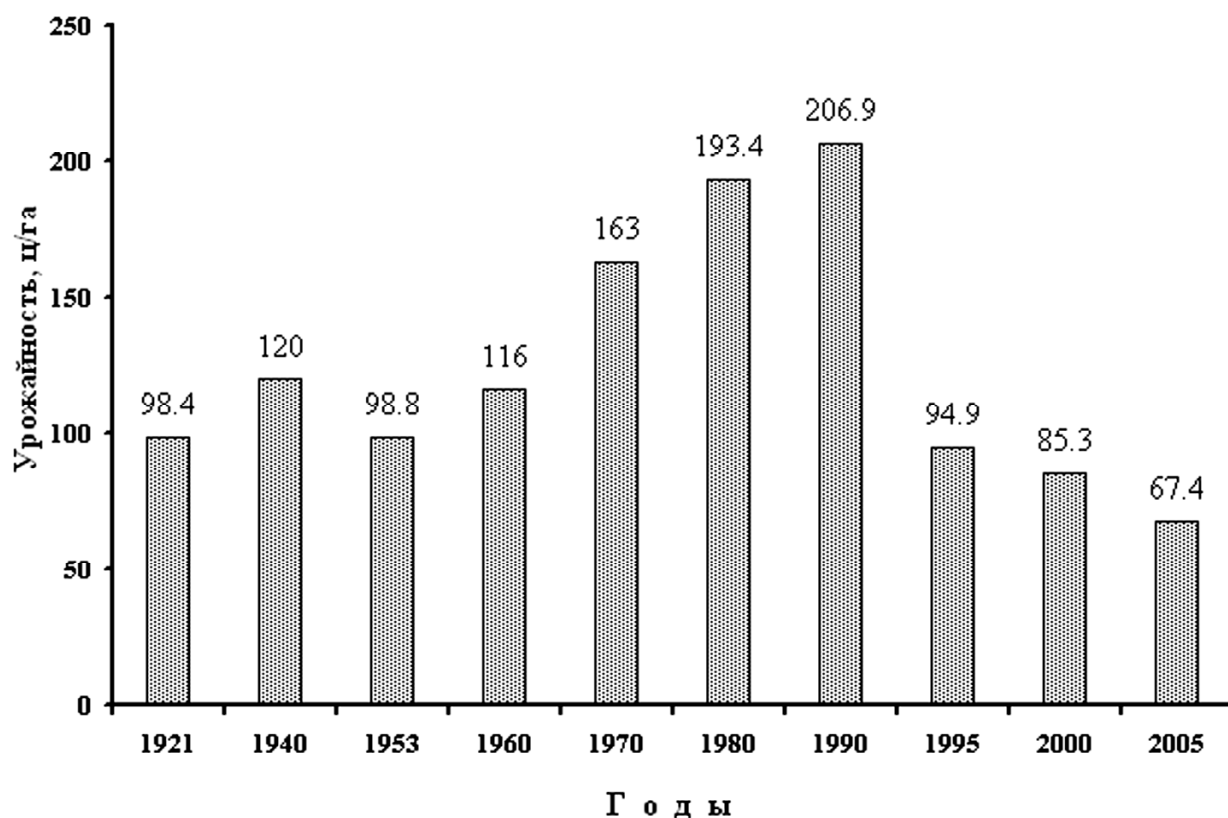


Рис. 2 Урожайность овощных культур в Крыму

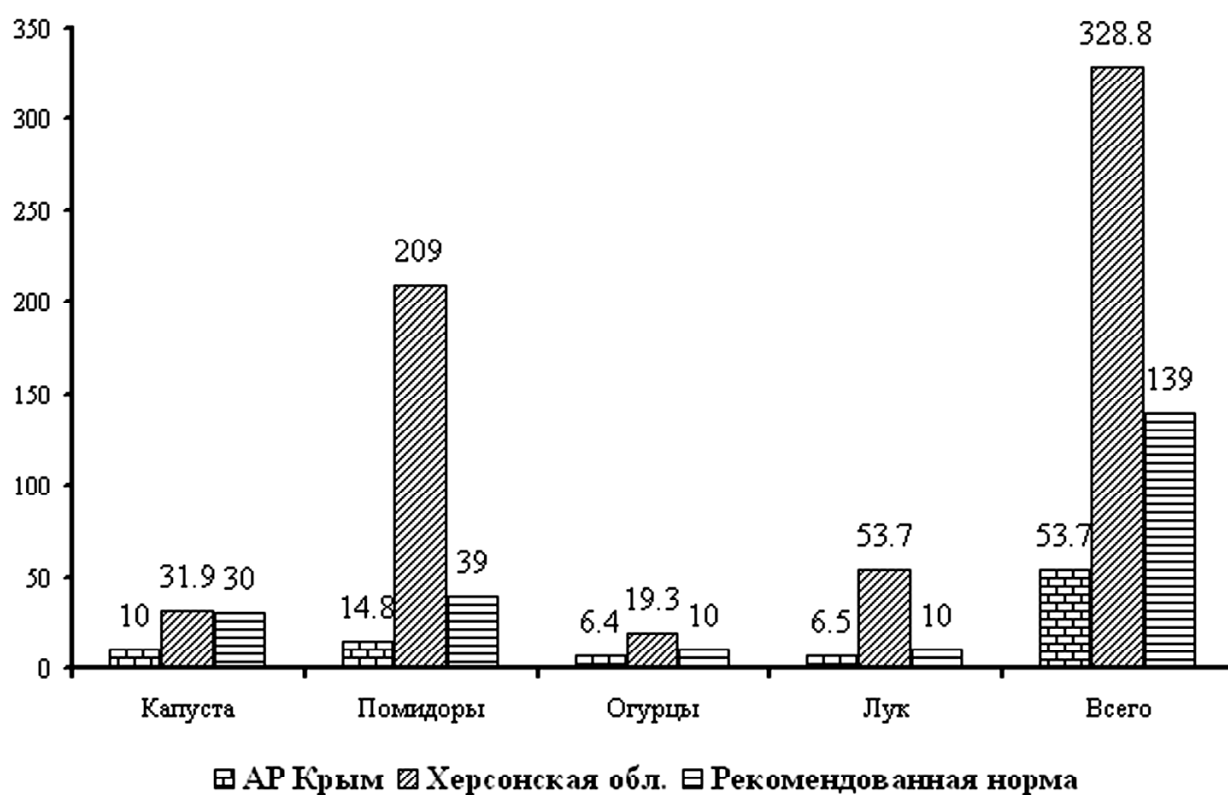


Рис. 3 Производство овощей и рекомендованная норма в расчете на одного жителя, кг

В 2005 г. Крым был обеспечен овощами собственного производства от рекомендуемой нормы потребления: томатами на 38%, капустой на 33%, огурцами на 64%, а производство плодовых культур составило всего лишь 20%.

Для получения высоких, экономически обоснованных урожаев сельскохозяйственных куль-

тур, необходимо своевременно и качественно проводить мероприятий по мелиорации земель, особенно, водных мелиораций.

В последние десятилетия, наряду с усовершенствованием поверхностного полива и дождевания, ведется поиск новых способов распределения воды, более полно удовлетворяющих сельскохозяйственные растения влагой.

Одним из наиболее перспективных способов полива является капельное орошение. В настоящее время этот способ полива занимает ведущее место при орошении многолетних насаждений. [2,3,4].

В наиболее развитых странах с интенсивным возделыванием сельхозкультур системы капельного орошения эксплуатируются более двадцати пяти лет. Общая площадь земель с использованием этих способов полива достигла 2 млн.га, а темпы строительства и ввода их в эксплуатацию в некоторых странах (США, Испания, Израиль, Италия) составляет десятки тысяч гектаров в год.

В существующих технологиях выращивания многолетних культур не в полной мере учитываются ряд новых хозяйственных, экономических и экологических особенностей. Поэтому усовершенствование способов поливов и разработка технологий орошения, с целью повышения эффективности возделывания многолетних и овощных культур, является и сегодня актуальной проблемой.

Основной задачей наших исследований была разработка технологии получения заданных высоких урожаев при минимальных расходах воды и энергоресурсов при оптимальных режимах орошения плодовых и овощных культур.

Объекты и методика исследований.

Исследования проводились на стационарных опытных участках в различных почвенно-климатических зонах Крыма (Красногвардейском, Нижнегорском, Сакском, Раздольненском, Судакском и Бахчисарайском районах).

Разработка технологий выращивания овощных культур проводилась в опытном хозяйстве Крымского филиала НИИ гидротехники и мелиорации Украинской академии аграрных наук (с. Желябовка, Нижнегорский район).

Сроки и нормы поливов назначались по дефициту влаги в корнеобитаемом слое по показаниям датчиков влажности (тензиометров).

Исследования реакции растений на способ полива, режим орошения, особенности формирования водного режима почвы и др. проводили с использованием традиционных методов, а также при помощи специально разработанных методик по теории потенциала почвенной влаги. Расчеты и наблюдения проводились по общепринятым методикам.

Результаты исследований.

На основании многолетних исследований (около 30 лет) установлено, что микроорошение является высокоэффективным ресурсосберегающим, экологически безопасным способом полива. Разработанные технологии микроорошения плодовых и овощных культур для разных почвенно-климатических условий обеспечивают значительную экономию поливной воды. По сравнению с поливом по бороздам оросительная норма уменьшается в 5 – 10 раз.

При создании благоприятных условий водного и питательного режима почвы наибольшая продуктивность плодовых культур обеспечивается при капельном орошении (рис.4.).

Так, урожайность многолетних насаждений яблони, персика, груши, абрикоса при капельном орошении в 1,8 – 2,9 раза выше, чем при традиционных способах увлажнения.

При подаче с поливной водой растворенных питательных веществ, микроэлементов, средств защиты, регуляторов роста растений обеспечивает при капельном орошении высокую продуктивность и качество овощных культур. По сравнению с поливом по бороздам и дождеванием урожайность возрастает в 2 и более раз (рис.5).

При капельном орошении экономия минеральных удобрений, вносимых с водой, составила 30 и более процентов.

Внедрение новых технологий на основе капельного орошения при выращивании томатов в условиях открытого грунта в ряде хозяйств Крыма и Херсонской области обеспечило получение урожайности плодов на уровне 100-150 т/га.

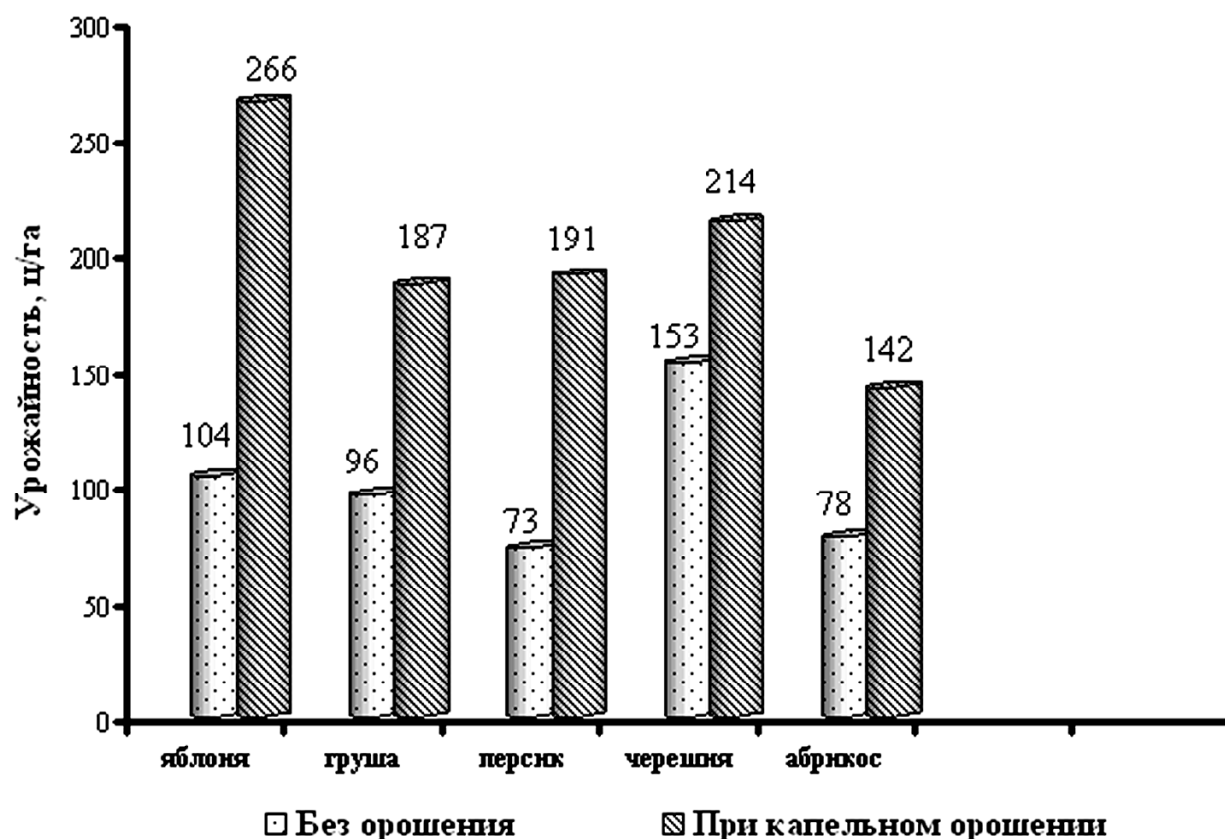


Рис. 4 Влияние капельного орошения на урожайность плодовых культур (среднее за десять лет)

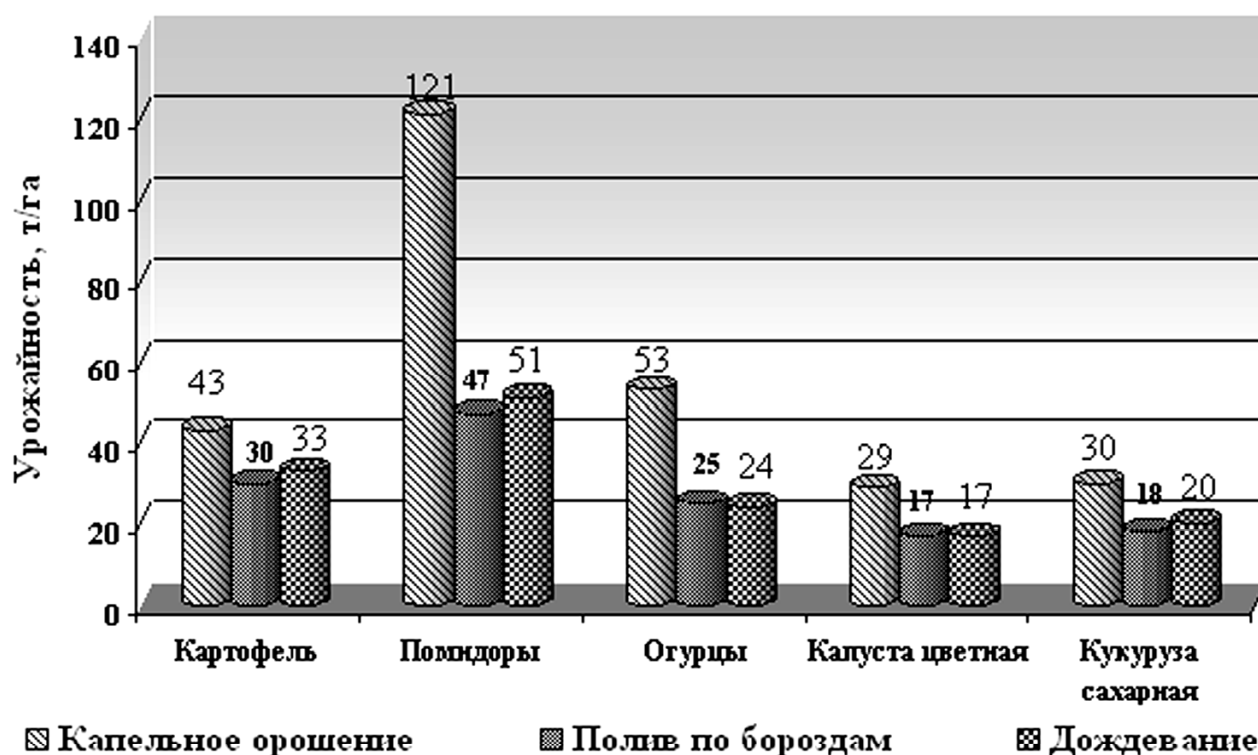


Рис. 5 Урожайность овощных культур при разных способах полива

При капельном орошении урожайность огурцов, капусты, моркови, свеклы столовой, кабачков составила 80-100 т/га, перца сладкого и лука 60-80 т/га, картофеля и арбузов – 40-60 т/га, дыни 25-35 т/га.

Результаты исследования систем капельного орошения в реальных производственных условиях свидетельствуют, что затраты на строительство при выращивании плодовых культур окупаются на второй год плодоношения, а овощных культур в первый же год эксплуатации.

Локальное увлажнение почвы в системах капельного орошения при поддержании оптимального увлажнения не приводит к сколько-нибудь существенным изменениям показателей плодородия, структуры и уплотнения почвы, а также снижению запаса гумуса. Оптимальный режим влажности почвы для яблонь и груш составляет 70% НВ, персика - 70-80% НВ, а для овощных культур - 80% НВ.

Результаты исследований показывают, что для поддержания оптимального режима влажности в почве на протяжении всего вегетационного периода плодовых культур необходимо произвести от 5 до 18 поливов, при оросительной норме от 950 до 1800 л/растение или 400 – 750 м³/га, а овощных культур от 6 до 20 поливов при оросительной норме около 1500 м³/га.

ВЫВОДЫ.

На основании мирового опыта и приведенных результатов исследований следует, что в ближайшие годы объемы внедрения в Крыму систем капельного орошения многолетних насаждений, ягодников и овощных культур будут постоянно возрастать.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Программа развития агропромышленного комплекса АР Крым до 2010 года //Труды Крымского государственного аграрного университета. – Симферополь, 1999,-Вып. 57.-146 с.
2. Ромашенко М.И. Орошение как основа интенсификации овощеводства // Овощеводство. – 2005. - №1.-73-74.
3. Сторчоус В.Н. Результаты исследований по капельному орошению плодовых культур и винограда в Крыму. Научные труды Крымского государственного агротехнологического университета. Вып.90.-Симферополь, 2005, 187-193 с.
4. Шатковский А.П. Мікрозрошення овочевих культур. Стан та перспективи розвитку // Таврійський науковий вісник.-2003.- Вып.2001.-С. 93-94.

Раздел 7. Материалы научной конференции НАПКС по итогам 2005-2006г.г. (25-27 апреля 2006г.)

УДК 515.2

Авдоньев Е.Я., к.т.н., профессор, Глухий Л.В., ст.преподаватель

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Формообразование плоских кривых линий по данным условиям

Постановка проблемы. Поверхности сложных технических форм на стадии эскизного проектирования, обычно, задаются либо точечным каркасом, либо своими главными сечениями. При дальнейшей разработке возникает задача перехода от точечного каркаса к главным сечениям или к построению дополнительных сечений, т.е. уточнению формы искомой поверхности. Во всех случаях требуется строить плоские обводы, заданные точками на поверхности. Обводы могут формироваться как составные, так и цельные – из одной плоской кривой линии. Сюда же примыкает задача построения проекций пространственной кривой линии и другие на построение плоских и пространственных линий по разным условиям [1].

Анализ основных исследований и публикаций. Моделирование и исследование пространственных объектов и процессов методами проецирования и сечения, аналогичные задачи с плоскими фигурами связаны с моделированием и исследованием плоских кривых линий и их множеств. Способы образования кривых линий, подобно поверхностям, обычно объединяют в несколько групп: сечение поверхности плоскостью; множество точек, обладающих данным свойством; траектория точки, движущейся по заданному закону; сопряжение проективно соответственных элементов; задание дифференциальных свойств линии; преобразование данной линии.

Каждый из вышеназванных случаев может быть выражен как в графической, так и в аналитической форме [1-4]

Основная часть. При ближайшем рассмотрении все указанные способы (доведённые до построения линии) есть не что иное, как установление соответствия между элементами двух множеств плоских форм, реализуемого одной или несколькими операциями проецирования и сечения. Примером конструктивной схемы, устанавливающей соответствие между двумя пучками прямых любого порядка, может служить следующая теорема [1].

Теорема. Если стороны переменного треугольника огибают три неподвижные кривые S, T, U классов m, m', m'' , а две вершины скользят по двум неподвижным кривым a и b порядков n и n' , то третья вершина описывает кривую d порядка $N=n*n'*m''$ ($m+m'$), касающуюся двух линий (S, T) , которые огибают стороны, прилежащие к этой вершине (рис. 1).

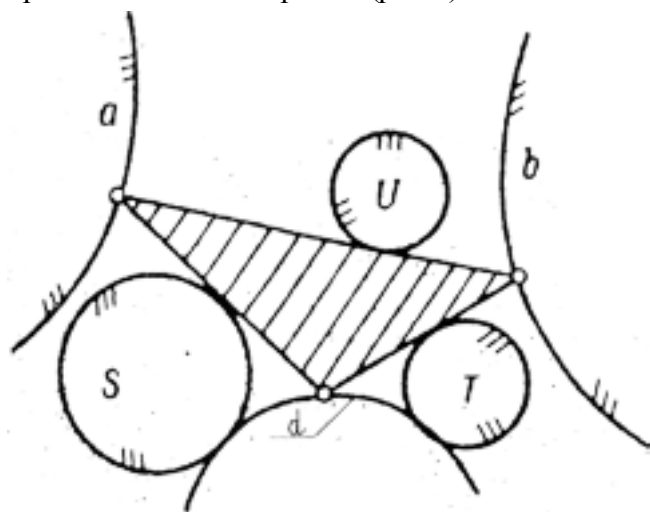


Рис.1.

Следствие. Если три стороны переменного треугольника вращаются вокруг трех неподвижных точек S, T, U , две вершины скользят по двум неподвижным прямым a и b , то третья вершина описывает коническое сечение, проходящее через точки S и T около которых вращаются стороны, прилежащие к этой вершине.

Приведем несколько задач, иллюстрирующих работу этой схемы.

Задача 1. Построить кривую линии второго порядка d по ее пяти данным точкам 1, 2, 3, S, T .

Решение.

1. Соединяем точки 1 и 2 прямой b , точки 2 и 3 – прямой a .

2. Находим точку в пересечении прямых 1 S и 3 $T=U$. Имеем определитель взаимнооднозначного соответствия (S, T, U, a, b) между пуч-

ками прямых первого порядка S и T , который определяет искомую кривую. Построим произвольную точку D^i линии d .

3. Проведем произвольную прямую l^i пучка U .

4. Найдем точки A^i и B^i пересечения ее с прямыми a и b .

5. Определим точку D^i в пересечении двух соответственных лучей $S A^i$ и $T B^i$ пучков S и T .

Повторив пункты 3-5 алгоритма, построим достаточное число точек искомой линии.

Задача 2. Построить произвольную точку кривой линии δ

второго порядка, данной четырьмя $1, 2, 3, T, S$ точками и касательной t_T в одной из них $T=3$.

Решение такое же, как и в предыдущей задаче. Аналогично строятся и точки кривой линии второго порядка, данной тремя точками $S, 2, T$ и касательными t_S, t_T в двух из них S и T . Работает алгоритм решения задачи 1 при обозначении $1=S, 3=T$.

Задача 3. Построить касательную в произвольной точке 1 кривой d второго порядка, данной своими пятью точками $1, 2, 3, S, T$.

Решение.

1. Отмечаем точки B и C в пересечении пар прямых 32 и $S1$; 12 и $T S$.

2. Находим точку A в пересечении прямых BC и $T3$

3. Прямая $A1$ будет искомой касательной.

Аналогично решаются задачи на построение касательных к линии d , данной по типу задачи 2.

Итак, общая схема теоремы и следствия из нее позволяют установить соответствие между пучками прямых S и T первого порядка, если S и T -точки. В случае, если a и b - прямые линии, соответствии будет взаимнооднозначным. Если a -кривая второго порядка-2,2 или 2,1-значным. Если S и T -кривые, то устанавливается соответствие между пучками прямых порядков K и l . [1,3]

Задача 4. Построить кривую d четвертого порядка, проходящую через восемь данных точек $1, 2, \dots, 8$.

Решение.

1. Каждая из двух групп четырех точек $1-4$ и $5-8$ определяет пучок (S и T) кривых второго порядка.

2. Установим взаимнооднозначное соответствие между кривыми пучков [1].

3. Однопараметрическое множество точек пересечения соответственных кривых линий второго порядка пучков S ($1-4$) и T ($5-8$) первого порядка даст искомую линию δ . Каждая из соответственных кривых пучков может быть построена по алгоритмам решения задач 1,2.

Другие случаи задания пучков S и T позволяют строить кривые d , проходящие через семь точек, и касательную в одной из них, шесть точек и касательные в двух из них и т.д. Увеличить число наперед заданных условий можно задавая целенаправленно соответствие между пучками. Рассмотрим это на примере.

Задача 5. Построить кривую линию третьего порядка, проходящую через девять данных точек $1, 2, \dots, 9$, вполне ее определяющих.

Решение.

1. Пусть точки $(1-4)$ – определитель пучка S кривых второго порядка, 5 – центр пучка T прямых линий.

2. Установим соответствие между пучками S и T так, чтобы каждой кривой пучка S соответствовала одна прямая пучка T . Точки $6-9$ вместе с точкой 5 используются на установление этого соответствия.

3. Однопараметрическое множество точек пересечения соответственных кривых линий второго порядка пучка S с соответственными им прямыми линиями пучка T даст искомую кривую третьего порядка.

Пример конструирования сечений поверхности из рассмотренных выше линий (рис.2)

1. По заданным длине L , ширине $2b$ и высоте T определяем проекции основных точек A, B, C, D, \dots главных сечений поверхности d, e, g .

2. С помощью задач 1-5 достраиваем нужное количество промежуточных точек E^i, K^i, M^i линий d, e, g .

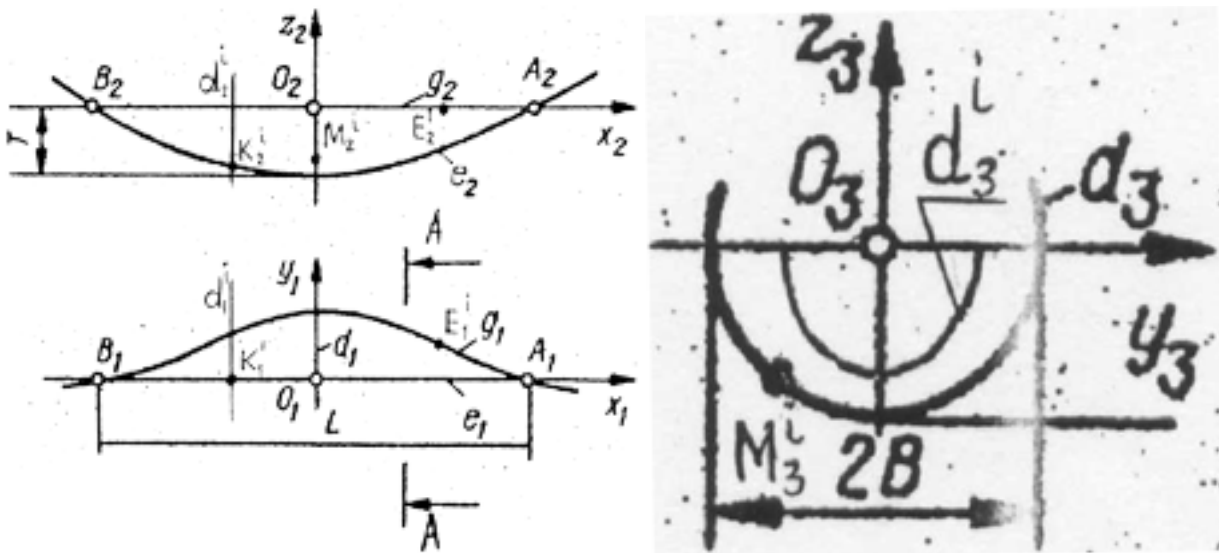


Рис.2.

3. Строим необходимое число промежуточных поперечных сечений d^i (задачи 1-3) поверхности – сгущаем её каркас.

Пусть алгебраические кривые d, e, g заданы уравнениями (1), (2), (3)

$$(d) \frac{4y^2}{b^2} + \frac{z^2}{T^2} = 1 \quad (1)$$

$$(e) z = T - \frac{4T}{L^2} x^2 \quad (2)$$

$$(g) y = \frac{L^2 b}{4x^2 + L^2} - \frac{b}{2} \quad (3)$$

$$\frac{4y^2}{\left(\frac{L^2 b}{x^2 + L^2} - \frac{b}{2}\right)^2} + \frac{z^2}{\left(T - \frac{4Tx^2}{L^2}\right)^2} = 1 \quad (4)$$

Подставив вместо переменных B и T в уравнение (1) их выражения, найденные из равенств (2) и (3) получим уравнения всей конструируемой поверхности (4): это поверхность, заданная непрерывным каркасом эллипсов (d^i) шестого порядка имеет две особые (горловые) точки A и B , симметрична относительно всех координатных плоскостей.

Исходя из принятых линий главных сечений d, e, g можно по той же методике получить ещё две существенно отличающиеся друг от друга поверхности если задавать их, соответственно, непрерывным каркасом линий параллельных плоскостям XOZ (e) и XOY (g). Проектируемая форма может быть составлена из двух или более частей различных поверхностей.

ВЫВОДЫ

Различные типы кривых, их частные виды и наличие аппарата управления формой [1], позволяют моделировать обводы поверхностей различных технических форм. Оптимальный вариант обвода и всей поверхности может быть отображён как в графическом так и в аналитическом выражении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдоньев Е.Я. Конструирование форм современных машин, аппаратов и сооружений. – Киев- Одесса: “Лыбидь”, 1990-154 с.
2. Найдыш В.М., Найдыш А.В., Особенности разработки новых методов дискретного моделирования. – Мелитополь, 2004.-6 с.
3. Михайленко В.Е., Подгорный А.Л., Обухова В.С., Формирование оболочек в архитектуре. – К.:Будівельник, 1978.-112 с.

Бекирова Г.И., Велиев Д.Ш., Козма А.В., Нагаева М.А.- студенты,
 Ажермачев С.Г.- к.т.н., доцент
 Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Вклад отечественных ученых в развитие метода начальных параметров.

Метод начальных параметров наряду с методом сил и деформаций является классическим методом расчета строительных конструкций. Значительный вклад в развитие метода внесли отечественные ученые. расчет, линия прогибов, балка, жесткость, нагрузка.

Расчету стержней посвящены тысячи работ отечественных и зарубежных ученых.

Для их расчета используются точные и приближенные методы. Наибольшее распространение получили точные методы: метод сил и метод перемещений, используя которые можно рассчитать почти любые стержневые конструкции и сооружения.

Здесь следует остановиться еще на одном точном методе – методе начальных параметров, который как бы объединил подходы метода сил и метода перемещений. Этот метод в начальном виде был получен в трудах Мора и Максвелла еще в XIX веке.

Замечательной особенностью формулы Максвелла-Мора является то, что она выражает обобщенное перемещение любой точки в виде интеграла из статических величин (изгибающих моментов, продольных сил, поперечных сил).

$$\Delta = \int \frac{M\bar{M}}{EJ} dx + \int \frac{N\bar{N}}{EA} dx + \eta \int \frac{Q\bar{Q}}{GA} dx$$

Однако ни Мор, ни Максвелл, ни последующие авторы не дали формулу, которая охватывала бы и сжато или растянуто-изогнутые элементы с учетом влияния продольных сил на изгибающие моменты. И только в середине XX века Н. В. Корноуховым [1], А. Ф. Смирновым [2], В. Г. Чудновским [3], С. Д. Лейтесом [4] эта проблема была решена. Они, совершенствуя метод начальных параметров, получили обобщенное выражение для расчета изгибаемых стержней при наличии продольных сил.

А. А. Горин [5] и А. В. Рябцевич [6] этот метод распространили на рамы и многостержневые конструкции.

Этот же метод Д. В. Вайнберг и В.Г. Чудновский [7] используют в книге «Пространственные рамные каркасы инженерных сооружений», вышедшей в 1948 г. в г. Киеве.

При решении ряда задач строительной механики, относящихся к действию неподвижной и подвижной нагрузок, приходится выводить уравнение упругой линии. Если нагрузка содержит сосредоточенные силы и если на различных участках стержня распределенная нагрузка выражается различными законами, то упругая линия также выражается на отдельных участках различными уравнениями. Обычно эти уравнения находятся при помощи двукратного интегрирования уравнения изгибающих моментов или четырехкратного интегрирования эпюры нагрузок. Каждому участку отвечают свои постоянные интегрирования, которые должны удовлетворять условиям непрерывности упругой линии и ее углов наклона или другим кинематическим условиям.

В 20-30 годы прошлого столетия метод начальных параметров начинают применять при расчете балок, опирающихся на упругое основание. Простые формулы метода для эпюр y , φ , M , Q

балки на упругом основании, выраженные через начальные параметры y_0 , y_0' , y_0'' , y_0''' и через нормальную фундаментальную систему гипербола-тригонометрических функций были выведены впервые Н. П. Пузыревским, который опубликовал их в 1934 г. При расчете фундаментов он установил зависимость между коэффициентами для уравнений смежных участков, на границе которых приложена сосредоточенная сила, или имеется разрыв жесткости балки или грунта [8]. Тем самым, он блестяще преодолел основную трудность задачи.

После выхода в свет книги академика А. Н. Крылова [9] «О расчете балок, лежащих на упругом

основании” в 1930 г. этот метод получил широчайшую известность и стал органической частью всей теории расчета систем, расположенных на упругом основании. При пользовании этим методом при переходе от участка к участку балки коэффициенты выписываются автоматически по раз и навсегда установленным формулам.

Разработанные функции А. Н. Крылова широко применяются при расчетах строительных, авиа, корабельных и других конструкций при статических и динамических воздействиях.

Из многочисленных работ, касающихся метода начальных параметров, следует выделить работу А. А. Уманского (Специальный курс строительной механики 4.1. Балки переменного сечения. Балки на упругом основании. Решение линейных уравнений. Справочные таблицы. М.-Л. Госстройиздат, 1935) [10]. В этой книге, а также в предшествующей работе, опубликованной в 1933 г. на украинском языке, получены уравнения для определения M , Q , y , φ по методу начальных параметров для балки переменного сечения с произвольно изменяющейся жесткостью с учетом деформации сдвига.

А. А. Уманским устанавливается аналогия не только между нагрузками и перемещениями действительной и фиктивной балок, но и между упругими свойствами. Главным в работе А. А. Уманского следует признать распространение метода начальных параметров на балки переменного сечения, а также введение в уравнения всех эпюр членов, выражающих влияние разрывов в прогибах и углах наклона.

Оригинальное решение было предложено в 1930 г. и 1932 г. Н. К. Снитко [11]. Он предложил воспользоваться рядом Маклорена, из которого, непосредственно, вытекает, например, для балки постоянного сечения уравнение упругой линии:

$$y(x) = y(0) + xy'(0) + \frac{x^2}{2!} y''(0) + \frac{x^3}{3!} y'''(0) + \frac{x^4}{4!} y^{(4)}(0) + \dots$$

или

$$EJy = EJy_0 + EJ\varphi_0 x - M_0 \frac{x^2}{2!} - Q_0 \frac{x^3}{3!} + q_0 \frac{x^4}{4!} + \dots$$

ВЫВОДЫ:

Метод начальных параметров имеет преимущество перед другими методами решения задач. В последние годы этот метод получил свое развитие в трудах Н. И. Безухова, Г. С. Глушкова и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корноухов Н. В., Прочность и устойчивость стержневых систем. М., Госстройиздат, 1949.
2. Смирнов А. Ф., Статическая и динамическая устойчивость сооружений. М., Трансжелдориздат, 1947.
3. Чудновский В. Г., Расчет рам на устойчивость по методу сил. Сборник, посвященный 70-летию со дня рождения и 50-летию научной деятельности академика Е. О. Патона, Киев, изд. АН УССР, 1946.
4. Лейтес С. Д., О применении метода сил к исследованию устойчивости статически неопределимых систем. Сб. «Исследования по теории сооружений», вып. IV, М., Строиздат, 1949.
5. Горин А. А., Применение метода деформаций к расчету некоторых пространственных статически неопределимых рам. Труды Днепропетровского инж.-строит. института, вып. 17, 1937.
6. Рабцевич А. В., Расчет статически неопределимых рамных систем по коэффициентам упругости узлов, вып. I. Ростов-на-Дону, «Северный Кавказ», 1931.
7. Вайнберг Д. В., Чудновский В. Г., пространственные рамные каркасы инженерных сооружений. Киев, Гостехиздат Украины, 1948.
8. Пузыревский Н. П., Фундаменты. М., Госстройиздат, 1934.
9. Крылов А. Н., О расчете балок, лежащих на упругом основании. М., изд. АН СССР, 1930.
10. Уманский А. А., Специальный курс строительной механики, ч. I, Балки переменного сечения. Балки на упругом основании. Решение линейных уравнений. Справочные таблицы. М.-Л., Госстройиздат, 1935.
11. Снитко Н. К., Новый метод нахождения деформаций бруса. Труды МИИТ, вып. 24, 1932.

Бойко К.П., студент гр. ГМ-531М, Марюшин П.А., к.т.н., доцент,
 Национальная Академия Природоохранного и Курортного Строительства.

Ступаченко Ю.В., директор института Крымгипроводхоз;

Орошение риса с использованием дренажно-сбросных вод.

С использованием проектных материалов Крымгипроводхоза разработана оросительная система для орошения риса с применением дождевальная машины «Кубань» для поливов риса на этапе посев-всходы и поливов затоплением на последующих этапах с повторным использованием дренажно-сбросных вод с предварительной их биологической очисткой.

Оросительная норма, дренажно-сбросные воды, пруд биологической очистки.

В настоящее время возросший дефицит воды на юге Украины требует практического и научного решения актуальных вопросов связанных с рациональным использованием вод при орошении, предохранении земель от подтопления и вторичного засоления, а водоприемников – от загрязнения и нарушения в них экологического равновесия. Поэтому все более актуальным становится вопрос об уменьшении потребности в воде рисовых севооборотов. Ведь при традиционной схеме выращивания риса большая часть оросительной воды расходуется на технологические и другие сбросы.

Величина оросительной нормы риса определяется уравнением водного баланса рисовой карты:

$$M = T + W + F + S_{np} + S_{сбр} + S_{ном}, \text{ м}^3/\text{га} \quad (1)$$

где M – оросительная норма риса;

T – суммарная величина испарения с поверхности рисового поля и транспирации растений;

W – объем оросительной воды, расходуемой на первоначальное насыщение почвенного слоя;

F – объем боковой и вертикальной фильтрации;

S_{np} – объем воды, расходуемый на создание проточности или на периодическую смену воды в чеках;

$S_{сбр}$ – объем поверхностных сбросов;

$S_{ном}$ – величина технических потерь.

Величины $S_{np}, S_{сбр}, S_{ном}$ на практике составляют до 50% потребляемой для орошения риса воды, т.е. эта вода идет на сброс и это при условии, что оросительная сеть содержится в отличном состоянии. По полученным на практике осредненным данным [3] при площади посева риса в АР Крым 18,8 тыс. га водопотребление составило 670 млн. м³/год (35,638 тыс. м³/га), а дренажно-сбросной сток 465 млн. м³/год (25,833 тыс. м³/га), т.е. около 70% воды идет на сброс, что, при условии применения ядохимикатов и минеральных удобрений обостряет экологическую обстановку Причерноморья.

В Украинской НИС риса к.т.н. Маковским В.И. [1], [2] предложена схема закрытой рисовой системы, отличающейся тем, что с целью уменьшения капитальных и энергетических затрат, участковые и распределительные трубопроводы, совмещающие функции подачи и сбора воды с двух и более участков, объединены насосной станцией, а дренажно-коллекторная сеть выполняет функцию отвода только дренажного стока. Дренажно-сбросные воды, в свою очередь, очищаются с помощью комплекса прудов и подаются на рисовый севооборотный участок. Однако на практике применение совмещения функций подачи и сбора воды участковыми и распределительными трубопроводами не принесло ожидаемого снижения капитальных затрат.

Нами предложено орошение риса осуществлять двумя способами: на этапе посев-всхо-

ды – дождеванием ДМ «Кубань», на последующих этапах затоплением с повторным использованием дренажно-сбросных вод. на последующем этапе при орошении риса затоплением применена биологическая очистка сбросных вод и их повторное использование для затопления чеков.

Применение полива дождеванием риса на фенологической фазе прорастание–всходы с помощью ДМ «Кубань–Л» позволит сразу существенно сократить технологические сбросы воды на этапе получения всходов и, следовательно, уменьшить оросительную норму риса за счет сокращения технологических сбросов на этапе посев-всходы.

Данные изменения предлагается реализовать при реконструкции рисовой оросительной системы в СПК «Герой Сиваша» на площади 804 га. По расчетам применение дождевания с помощью ДМ «Кубань» позволит уменьшить оросительную норму риса с 28 до 23,6 тыс. м³/га. А применение замкнутого цикла использования дренажно-сбросных вод полностью прекратит их сброс в Каркинитский залив Черного моря, что существенно улучшит экологическую обстановку в заливе.

Очистка дренажной воды производится с помощью комплекса прудов, в который входят:

– пруд биологической очистки с накопителем, предназначенный для приема и глубокой очистки дренажно-сбросных вод. Пруд предлагается разместить в пойме реки Чатырлык на засоленных тяжелосуглинистых землях, площадь пруда 44,54 га. В нем предлагается размещение высшей водной растительности, например тростника или камыша, для очистки сбросной воды от биогенных элементов (фосфора, азота).

– пруд-накопитель чистой воды, в который поступает очищенная вода из пруда биологической очистки. Пруд-накопитель устраивается на площади 32,17 га. естественной меандры реки Чатырлык путем ее отсечения дамбами и устройством искусственного русла протяженностью 1035 м. с пропускной способностью 77,0 м³/с.

Вода из пруда-накопителя забирается насосной станцией и подается повторно на севооборотный участок.

Основные технико-экономические показатели системы до и после реконструкции представлены в таблице 1. Распределение воды по статьям расхода сведено в таблицу 2.

Таблица 1.

Основные технико-экономические показатели системы.

№ п/п	Наименование	ед.изм.	значение показателя	
			до реконструкции	после реконструкции
1	Площадь орошаемого участка нетто	га	552	804
2	Площадь горизонтального закрытого дренажа	га	-	804
3	Содержание риса в севообороте	%	64	50
4	Способ подачи воды		самотечный	самотечный + механический
5	Способ полива риса		затопление	затопление+ дождевание ДМ "Кубань"
6	Годовая потребность в воде:			
	днерповской воды	млн.м ³	14.3	4.78
	дренажно-сбросной	млн.м ³	-	4.24
7	Коэффициент полезного действия сети		0.65	0.96
8	Коэффициент земельного использования		0.77	0.94
9	Срок окупаемости	лет	-	10
10	Стоимость реконструкции	грн/га		22 632 180.00 грн.

Таблица 2.

Расходные показатели уравнения водного баланса.

№ п/п	Наименование	значение показателя, м ³ /га	
		до реконструкции	после реконструкции
1	Насыщение почвогрунта и создание слоя	3 790	2 659
2	Фильтрация в дрены	9 250	7 572
3	Вертикальная фильтрация	2 800	2 430
4	Эвакотранспирация	11 000	10 318
5	Технологические потери	2 000	506
6	Оросительная норма	31 840	25 529
7	Оросительная норма с учетом повторного использования	-	13 498

ВЫВОДЫ:

- увеличивается площадь орошаемого участка за счет перепланировки последнего с 553 до 804 га.;
- рис выращивается по безгербицидной технологии;
- значительно уменьшается потребность в днепровской воде за счет повторного использования очищенных дренажно-сбросных вод с 14,3 до 4,78 млн.м³.
- улучшается экологическая обстановка в Каркинитском заливе, за счет прекращения сброса в него дренажных вод;
- увеличение урожайности риса;
- увеличивается коэффициент полезного действия сетей за счет применения облицованных каналов под ДМ «Кубань» с 0,65 до 0,96;
- увеличивается коэффициент земельного использования за счет применения закрытого дренажа и распределительных трубопроводов с 0,77 до 0,94;
- уменьшается срок окупаемости системы;
- уменьшается стоимость реконструкции системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маковский В.И. Рисовая оросительная система. заявка на изобретение № 4665529/15-040293 от 23.03.89 г.
2. Маковский В.И. Способ затопления рисовых полей и сбора воды с них. заявка на изобретение № 4769405/15-150577 от 19.12.89 г.
3. Ступаченко Ю.В., Колотыгина Н.П. Проект реконструкции севооборотного участка в совхозе «Орловский» Краснопекского района Крымской области. Раздел 2. Мелиоративное строительство. 1990 г.

Бонев Д.Б., инженер, Паршуков С.О., студент, Каменев А. студент.
Национальная Академия природоохранного и курортного строительства

Сравнение статистических характеристик скорости ветра и выработки электроэнергии на ветротурбинах USW 56-100 за 2004 и 2005 годы по результатам эксплуатации Судакского участка Донузлавской ветроэлектростанции.

Рассматривается методика и результаты статистического анализа распределения суточных скоростей ветра на основе фактических измерений этих показателей за два года работы Судакской ветроэлектростанции на базе ветроагрегатов типа USW 56-100.

ветроагрегаты, выработка электроэнергии, энергия ветра, скорость и направление ветра, случайные величины, статистические характеристики.

Как известно наличие определенной скорости и направления ветра, явление, зависящее от многих факторов. Так, например, довольно часто рассматривается зависимость характеристик ветрового потока от высоты, характера подстилающей поверхности, рельефа, температурного режима и т.д.; встречаются работы, связанные с исследованием изменения климата, в том числе скорости и направления ветра. Однако учесть все факторы, влияющие на ветропотенциал, часто не представляется возможным, или не имеет смысла из-за сложности подобных работ, высокой стоимости тщательных исследований, отсутствия методик и необходимого оборудования. Поэтому одним из наиболее целесообразных является метод изучения ветропотенциала с помощью аппарата математической статистики.

Большинство исследований связано с обработкой данных метеорологических станций, расположенных в предполагаемом районе строительства ветроэлектростанции (ВЭС), однако, как показал опыт применения подобных разработок на практике, характеристики ветра даже на незначительном удалении от метеорологической станции могут значительно изменяться. В этом плане интересна обработка результатов натурных исследований на действующих ВЭС с целью определения распределения скоростей ветра для района максимально близкого к площадке, на которой установлены эксплуатируемые ветроагрегаты. Подобные работы ценны именно тем, что обработка данных метеовышек работающих ВЭС позволяет:

1. Уточнить коэффициенты корреляции скорости ветра и выработки электроэнергии для конкретной станции, с учетом специфики установленных агрегатов, количества простоев, связанных с плановыми и аварийными ремонтами, с ожиданием поставки необходимых запасных частей и другими особенностями.
2. Прогнозировать с большей точностью нежели, используя данные ближайших метеостанций, выработку электроэнергии.
3. Нарботать материал для создания наиболее правдоподобной характеристики площадки ВЭС.
4. Используя собранные данные с большей вероятностью предсказывать выработку электроэнергии для проектируемых ВЭС в непосредственной близости с данной площадкой, улучшив тем самым исходные данные для проектирования и позволив избежать многих ошибок на стадии разработки проектной документации.

Одной из работ данного направления является статья [1]. В ней авторы предлагают создать энергетическую розу ветра отдельно для каждой ветроэнергетической установки (ВЭУ) станции с учетом сезонности физических характеристик ветра.

В данной работе приведены статистические характеристики ветра за 2004-2005 года для Судакского участка Донузлавской ВЭС.

Если рассмотреть зависимость мощности турбины USW 56-100 от скорости ветра (рис.1), то можно выделить несколько наиболее характерных интервалов значений скорости ветра, в нашем случае весь диапазон скоростей разбит на 11 интервалов.



Рис.1. Кривая мощности ветротурбины USW 56-100.

На основе исходных данных было найдено количество повторений значений лежащих внутри принятых интервалов в выборке за 2004-2005 гг. Зная повторяемость и количество измерений параметра -365 дней (взята среднесуточная скорость ветра), можно определить статистическую вероятность p_i^* получения значения скорости ветра лежащего в том или ином интервале.

$$p_i^* = \frac{m_i}{n} \quad (1)$$

где m_i – количество значений скорости ветра, входящей в i – й интервал;
 n – число наблюдений (365).

Отношение частоты к длине интервала представляет собой плотность распределения. Плотность распределения $f(x)$ называют также дифференциальным законом распределения величины x . В пределе, при $\Delta x > 0$, получаем производную от функции распределения $f(x) = F'(x)$. Построим некоторые типичные статистические характеристики.

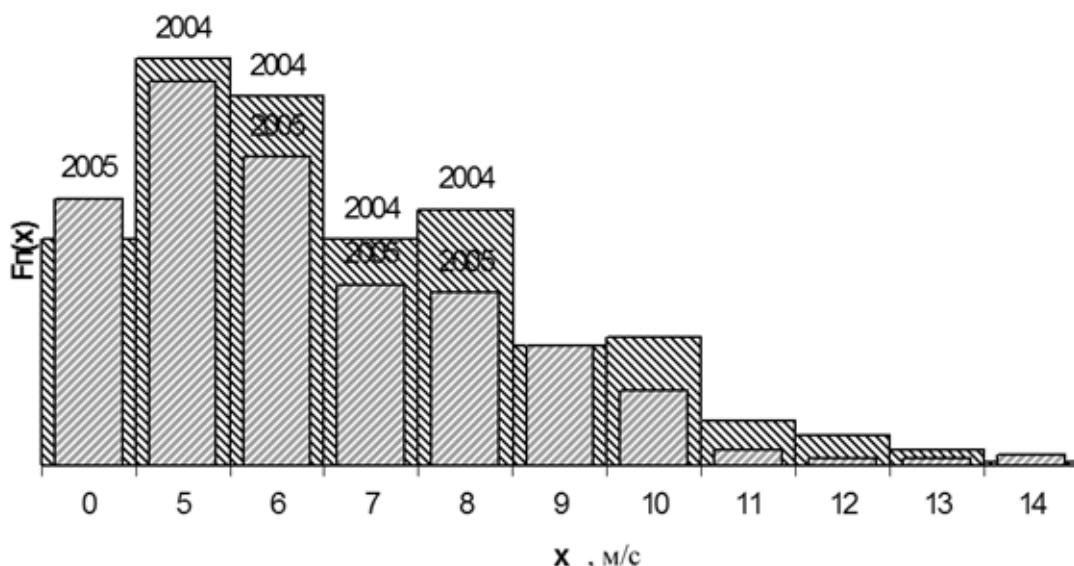


Рис.2. Гистограмма плотности частот для распределения скорости ветра в 2004-2005 годах.

Глядя на гистограмму для скорости ветра за 2004-2005 года видно, что характер распределения остался прежним.

Согласно практическим наблюдениям можно выделить три сезона [1]:

- сезон плотного ветра – декабрь, январь, февраль,
- сезон нестабильного ветра – октябрь, ноябрь, март, апрель,
- сезон рыхлого ветра – май, июнь, июль, август, сентябрь.

Для сезонного распределения диаграмма выглядит следующим образом.

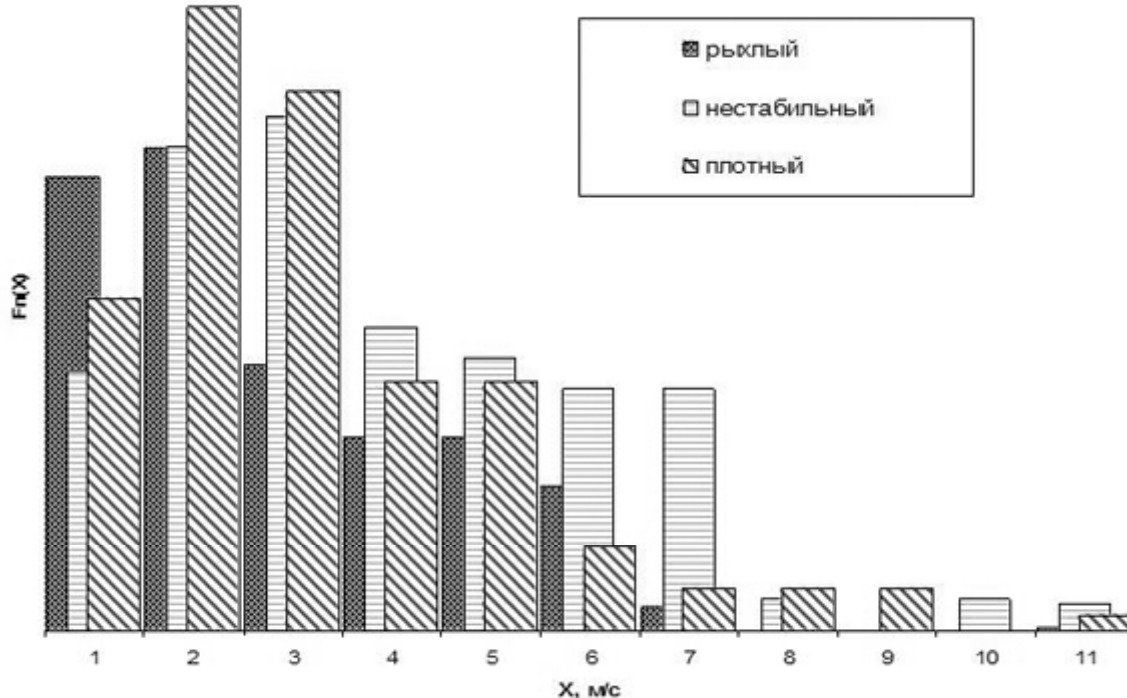


Рис.3 Гистограмма плотности частот для распределения скорости ветра в 2005 году, по сезонам.

Наиболее полная характеристика случайной величины – это её функция распределения. Пользуясь данными статистического ряда, можно приближенно построить дифференциальную статистическую функцию распределения.

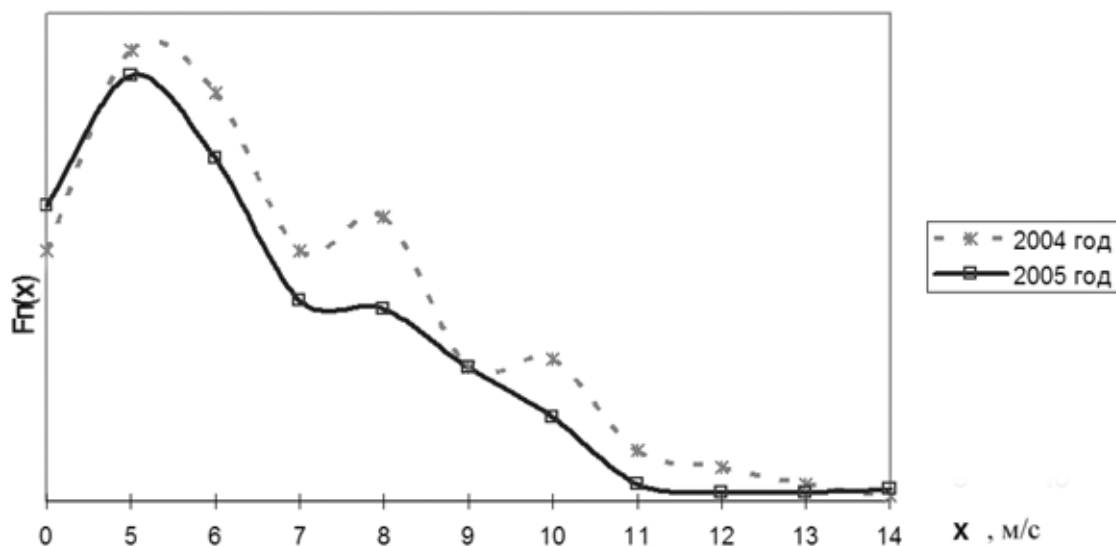


Рис.4. Статистическая функция распределения скорости ветра за 2004-2005 год.

Чтобы выявить характерные черты плотности распределения и её отличие от нормального закона распределения, определим некоторые числовые характеристики.

Характеристики положения (математическое ожидание, мода, медиана).

Среднее значение может заменить величину лишь при грубых расчетах, однако является одной из важнейших характеристик выборки и генеральной совокупности. Для непрерывной величины X математическое ожидание выражается интегралом

$$M[X] = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx \quad (2)$$

В математической статистике допускается пользоваться среднеарифметическим от наблюдаемых значений величины, т.к. оно сходится по вероятности к ее математическому ожиданию.

$$M^*[X] = \sum_{i=1}^n x_i p_i^* \quad (3)$$

где p^* - статистическая вероятность.

Обозначим для простоты математическое ожидание через m .

В 2004 г. $m=5,94$ м/с, в 2005 г. $m=5,45$ м/с.

Мода осталась неизменной в течение этих двух лет она находится в интервале 5-6 м/с. Вероятность появления скоростей в этом интервале равна 14-15%.

Медиана это такое значение Me , для которого $P(X < Me) = P(X > Me)$, иными словами одинаково вероятно, окажется ли величина меньше или больше Me . Медиана также не изменила своего значения и осталась в интервале 6-7 м/с.

Кроме характеристик положения употребляются и другие характеристики, чаще всего это так называемые моменты. Наиболее важным из них является второй центральный момент – дисперсия величины, являющийся одной из характеристик вариации.

$$\mu_2 = D[X] = \sum_{i=1}^n (x_i - m_x)^2 p_i \quad (4)$$

Характеристики вариации уточняют представление о распределении вероятностей. Они дают представление о степени рассеивания относительно центра группирования (математического ожидания). В 2004 г. $D[X]=25,11$, в 2005 г. $D[X]=22,2$.

Наряду с дисперсией в качестве меры рассеивания используют среднеквадратичное отклонение Y_x

$$\sigma_x = \sqrt{D[X]} \quad \sigma_x = 4.7 \div 5 \text{ м / с} \quad (5)$$

Среднеквадратичное отклонение удобнее дисперсии тем, что оно измеряется в тех же единицах, что и сама величина.

Для того чтобы охарактеризовать форму плотности распределения применяют и такие величины как моменты, эксцесс, коэффициент асимметрии и др.

Начальный момент k – го порядка – число, равное математическому ожиданию случайной величины X^k

$$\alpha_k = M(X^k), \text{ для } k = 2 \quad \alpha_2 = 89.5; \quad (6)$$

Центральный момент k – го порядка – число, равное математическому ожиданию k -й степени отклонения случайной величины от своего математического ожидания.

$$\mu_k = M(X - MX)^k \quad (7)$$

Так $\mu_3 = 1112,7$, $\mu_4 = 10333,2$ для 2004 года и $\mu_3 = 1504,8$, $\mu_4 = 12900$ для 2005 года;

Центральный момент третьего порядка не равен нулю, следовательно, распределение вероятностей несимметрично относительно математического ожидания.

Так же интересны такие числовые характеристики, основанные на центральных моментах третьего и четвертого порядков - соответственно, коэффициент асимметрии β и эксцесс γ .

$$\beta(X) = \mu_3 / \sigma_x^3; \quad \beta = 10.7; \quad (7)$$

Т.к. $\beta > 0$, то «длинная часть» распределения расположена справа от центра группирования, асимметрия положительная.

$$\gamma(X) = \frac{\mu_4}{\sigma_x^4} - 17.9 \quad (8)$$

Т.к. $\gamma > 0$, то плотность распределения более «островершинна», чем плотность распределения нормальной случайной величины с той же дисперсией.

ВЫВОДЫ

1. Числовые характеристики и характер распределения скорости ветра значительно не изменился за 2004–2005 гг., что говорит об устойчивом характере распределения и целесообразности применения данной характеристики для прогнозирования выработки электроэнергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богма В.М., Вырский К.Б., Цаплин Г.А. Методика расчета выработки электроэнергии ВЭС на базе агрегатов типа USW 56-100. // Материалы V международной конференции «Нетрадиционная энергетика в XXI веке» (АР Крым, 23-27.09.2004 г.)- Крым-2004.-с.112-115.
2. Попов В.А., Фоменко В.С. Аппроксимация эмпирического распределения скорости ветра двух и трех параметрической функции распределения Вейбулла. // Материалы V международной конференции «Нетрадиционная энергетика в XXI веке» (АР Крым, 23-27.09.2004 г.)
3. Тучинский Б.Г., Веденська В.Г., Курзенков Ю.Д., Богма В.М., Цаплин Г.О. Довгостроковий прогноз виробітку електроенергії Чорноморської ВЕС. // Материалы V международной конференции «Нетрадиционная энергетика в XXI веке» (АР Крым, 23-27.09.2004 г.)
4. Попов В.А., Фоменко В.С. Методика определения зависимости мощности ветроагрегата от скорости ветра. // Материалы IV международной конференции «Нетрадиционная энергетика в XXI веке» (АР Крым, 29.09.2003 г.)- Крым-2003.-с.95-98.
5. Скульський К.О., Тучинський Б.Г. Порівняльний аналіз методів оцінки параметрів розподілу Вейбула для моделювання повторюваності швидкості вітру. // Материалы VI международной конференции «Нетрадиционная энергетика в XXI веке» (АР Крым, 2005 г.)
6. Маргазінова В.Ф., Іванова О.К., Бахмут В.Г. Сучасний стан клімату України та його можливі зміни в найближче десятиріччя. // Материалы VI международной конференции «Нетрадиционная энергетика в XXI веке» (АР Крым, 2005 г.)
7. Paul van Lieshout. Predicting wind output. // reFocus May/June 2004.
8. Сокут Л.Д., Цаплин Г.А., Бонев Д.Б. Методика и результаты статистического анализа распределения суточных скоростей ветра и выработки электроэнергии по фактическим данным за 2004г. (Судакская ветроэлектростанция, ветроагрегаты типа USW 56-100). // Строительство и техногенная безопасность. сб. трудов НАПКС – Симферополь, НАПКС, 2005 г.

Трухова Т.С., студентка, Сапронова З.Д., к.геол.-мин.н., профессор,
Братковский Р.В., инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Определение возможности применения фосфогипса в производстве строительных материалов и изделий

Проведена оценка класса опасности и суммарного индекса опасности фосфогипса ГАК «Титан» (г. Армянск, Крым), получаемого в процессе производства ортофосфорной кислоты. Намечены пути его использования при производстве мелкоштучных стеновых материалов.

Фосфогипс, класс опасности, токсичность, утилизация, радиоактивность, редкоземельные элементы

Одной из наиболее сложных проблем утилизации техногенного сырья является проблема утилизации фосфогипса. По состоянию на 01.01.04г. на ГАК «Титан» накоплено более 10 млн. тонн фосфогипса (данные статуправления АР Крым). Содержание основного вещества ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) составляет 85% и отвечает техническим требованиям для фосфогипса II сорта. Содержание элементов I-III классов опасности, в частности фтора, стронция и редкоземельных элементов колеблется в пределах 1,5-2,0% — стронция, фтора – 0,2-0,25%, РЗЭ – 0,43-0,54%.

Вопросу утилизации отвалов фосфогипса в производство гипсовых вяжущих посвящено большое количество работ [1 – 6]. Большие сложности при переработке фосфогипса в гипсовые вяжущие представляет нейтрализация вредных примесей.

Целью работы явилось определение класса опасности фосфогипса и возможности их применения в производстве строительных материалов и изделий.

Методика исследований. Изучение отходов проведено с использованием комплекса аналитических методов (химический-валовый; атомно-абсорбционный и атомно-эмиссионный – элементы-примеси).

Результаты исследований.

Проведены исследования отхода химической промышленности ГАК «Титан» (г. Армянск) на определение его класса опасности, руководствуясь государственными санитарными правилами и нормами ГСанПиН 2.2.7.029-99 [7] Отходы сфер производства и потребления, в зависимости от физических, химических и биологических характеристик всей массы отхода или отдельных его ингредиентов разделяются на 4 вида:

I- очень опасные, II - высоко опасные, III- умеренно опасные, IV- мало опасные.

Определение класса опасности проводится экспериментальным методом в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 и расчетным методом, после того, как установлен физико-химический состав отходов. [табл.1]

Таблица 1

Химический состав фосфогипса ГАК «Титан».

Хим. компоненты	SiO_2	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$	CaO	MgO	SO_3	P_2O_5	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Содержание масс.дол.%	0.8	1.01	32.55	0.71	45.41	0.96	96.52

Расчет класса опасности твердых отходов осуществляем в соответствии с ГСанПиН 2.2.7.029-99 [7]. По данным атомно-эмиссионного анализа в пробах фосфогипса в значимых содержаниях определены РЗЭ (лантан, церий, иттрий, итербий), стронций, фосфор, которые регламентируются как токсичные в составе отходов (табл.2).

Результаты атомно-эмиссионного анализа фосфогипса

№ п/п	Наименование материала	Концентрации элементов, n					
		La	Ce	Y	Yb	Sr	P
		-3	3	-3	-4	-2	-2
		10	10	10	10	10	10
Проба 1	Фосфогипс	250	200	10	2.5	100	12
Проба 2	Фосфогипс	150	100	3.2	4	80	10

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

Радиационная безопасность строительных материалов характеризуется эффективной активностью химических элементов, входящих в их состав.

Для фосфогипса определяется удельная активность (Бк/кг) (табл.3).

Таблица 3

Удельная активность составляющих химических элементов фосфогипса

Наименование вещества	Удельная активность, Бк/кг								
	Ra22.6	Отн. погр %	Th232	Отн. погр %	K40	Отн. погр %	Cs137	Отн. погр %	Σ
Фосфогипс	22.3	30	21.9	21	16.9	150	менее 1.7	-	52.95

*Лаборатория КО ГГРИ, гаммаспектрометр СЕГ-01, сер.№45, аналитик А.Я.Хренов.

Эффективная активность составляющих компонентов стройматериалов ($A_{эф.}$) определяется по формуле:

$A_{эф} = {}^{226}\text{Ra} + 0.085 * {}^{40}\text{K} + 1.31 * {}^{232}\text{Th} + 0.31 * {}^{137}\text{Cs}$ (Бк/кг) и составляет для исследуемого вещества 52,95 Бк/кг. Согласно [8] при $A_{эф} \leq 370$ Бк/кг в стройматериалах они могут быть использованы во всех видах строительства без ограничений.

Определение класса опасности фосфогипса определялось по LD_{50} и ПДК веществ, входящих в состав исследуемого вещества в значимых количествах. Используются формулы (1) и (2).

$$K_i = \frac{\lg(LD_{50})_i}{(S + 0,1F + C_B)_i} \quad (1),$$

$$K_i = \frac{\text{ПДК}_i}{(S + 0,1F + C_B)_i} \quad (2)$$

где: K_i – индекс токсичности каждого химического ингредиента, который входит в состав отхода;

$\lg(LD_{50})_i$ – логарифм средней смертельной дозы химического ингредиента при введении в желудок;

S – коэффициент, который отображает растворимость химического ингредиента в воде;

F – коэффициент летучести химического ингредиента;

C_B – содержание данного ингредиента в общей массе отхода, т/т;

i – порядковый номер конкретного ингредиента.

По результатам аналитических исследований значимые содержания определены для сульфатов стронция, марганца, свинца, оксидов железа и фосфора (табл.4).

Физико-химические и токсикологические характеристики ингредиентов

Название ингредиента	Масса ингредиента СВ т/т	Давление насыщенных паров мм.рт.ст. F	Растворимость в воде, г/100 S	LD50 мг/кг	Эквивалент LD50	Класс опасности	ПДКр.з мг/кг	K _i по LD50	K _i по ПДК _i
SrSO ₄	0.021	0	0.0132	-	5000	IV	6	110.4	175.4
MnSO ₄	0.027	0	62.9	64	-	-	-	0.028	-
PbSO ₄	0.0001	0	0.0045	282	-	I	0.01	3674	2.2
Fe ₂ O ₃	0.064	0	0	-	5000	III	-	38.5	-

Рассчитываем индекс токсичности химических ингредиентов по LD₅₀ (формула 1) и ПДК (формула 2) для сульфата стронция.

$$K_{\text{SrSO}_4} = \frac{\lg(\text{LD}_{50})}{(S + 0.1F + C_B)} = \frac{\lg 5000}{0.0132 + 0 + 0.021} = 110.46$$

$$K_{\text{SrSO}_4} = \frac{\text{ПДК}}{(S + 0.1F + C_B)} = \frac{6}{0.0132 + 0 + 0.21} = 175,44$$

Данные расчета всех ингредиентов приведены в табл.4.

Для определения класса опасности фосфогипса по LD₅₀ необходимо выполнить условие: K₁ < K₂ < K₃, 2K₁ < K₃.

K_{1(MnSO₄)} = 0.028 < K_{2(Fe₂O₃)} = 38.5 < K_{3(SrSO₄)} = 110.4 – условие выполняется при сравнении индексов токсичности соединений марганца, железа и стронция.

Суммарный индекс токсичности рассчитывается по формуле [2]:

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

Согласно классификации опасности отходов по LD₅₀ при значениях K_a от 10 и более фосфогипс малоопасен и относится к IV классу.

Для определения класса опасности по ПДК упорядоченность K_i располагается следующим образом:

$$K_{1(\text{PbSO}_4)} = 2.2 < K_{2(\text{SrSO}_4)} = 175.4$$

Суммарный индекс токсичности по ПДК определяется согласно формуле [4]:

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

При значениях K_a по ПДК от 30,1 и более отходы малоопасны, класс опасности IV.

ВЫВОДЫ.

Проведенные исследования показали, что фосфогипс ГАК «Титан» (г. Армянск, Крым) относится к IV классу опасности (малоопасен). Его возможно использовать как вяжущий компонент вместо природного гипса и по качеству сырья может быть использован в производстве всех видов строительных материалов и изделий, но не рекомендуется применение его в чистом виде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стонис С.Н., Кукляускас А.И., Бачаускене М.М. Особенности получения строительного гипса из фосфогипса // Строительные материалы. – 1980. – № 2.
2. Будников П.П., Ростенко К.В. Фосфогипс как сырье в производстве гидравлических вяжущих // Строительные материалы. – 1966. – № 11.
3. Ломовцева С.Б. и др. Вяжущие свойства полугидрата сульфата кальция – отхода производства экстракционной фосфорной кислоты // Химическая промышленность. – 1971. – № 11.
4. Воробьев Х.С. Состояние и перспективы развития производства и применения в строительстве гипсовых материалов, изделий и конструкций // Строительные материалы. – 1980. – № 2.
5. Getting rid of phosphogypsum – I. Can technology provide the answer to a mountainous waste problem? – Phosphorus and Potassium, 1977, №87.
6. Мещеряков Ю.Г. Гипсовые попутные промышленные продукты и их применение в производстве строительных материалов. – Л.: Стройиздат, 1982.
7. ДсанПіН 2.2.7.029-99. «Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення».
8. Нормы радиационной безопасности Украины (НРБУ – 97). Государственные гигиенические нормативы. — К, 1998г., с.18-23.

Головченко О.И., ст. гр. АР-301, Дворецкий А.Т., д.т.н., профессор
 Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Моделирование освещения интерьеров жилых и общественных зданий солнечным светом.

Рассматривается возможность обеспечения равномерности освещённости помещений большой площади естественным светом. Приведены принципиальные схемы устройств, направляющих солнечный свет в слабоосвещенные зоны помещений.

Гелиостат, инсоляция, зенитный фонарь, световой поток.

Постановка проблемы. Освещение и инсоляция помещений является решающим фактором при проектировании зданий любых типов, оказывающим непосредственное влияние на формирование архитектурно-композиционных и конструктивных решений. На примере круга солнечной радиации в зависимости от ориентации по странам света видно, что довольно обширный сектор (310° - 50°) является недопустимым для ориентации ряда помещений. Также может вызывать дискомфорт неравномерность освещения помещений, вызванная естественным движением солнца по небосводу в течение дня (особенно характерно для квартир с двусторонней ориентацией). Проблемным также является освещение большепролетных помещений зального типа при недостаточной площади бокового остекления.

Решению этих проблем может способствовать применение устройств, регулирующих световой поток при помощи отражения. Важным фактором при разработке данных устройств является их влияние на эстетический облик сооружений.

Анализ достижений и публикаций. Существует множество вариантов освещения зальных помещений при помощи зенитных фонарей (Рис. 1).

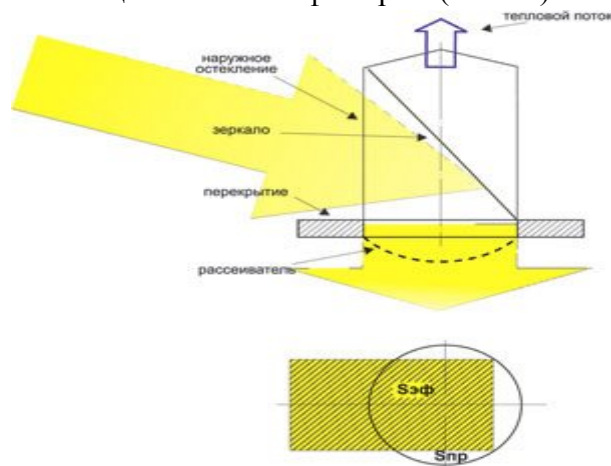


Рис. 1. Пример авторской разработки Юрия Сергеева «Солнечный парус»

Данный приём применяется достаточно давно и наиболее совершенным (и сложным с технической точки зрения) является применение фонарей с системами зеркал, следящих за движением солнца, и рассеивателей, распределяющих световой поток по помещению.

Применение криволинейных поворотных зеркал даёт возможность максимально использовать слежение за солнцем в течение всего солнечного дня.

Однако есть основание полагать, что эффективность данных установок можно повысить применением дополнительных отражающих механизмов. Примером таких механизмов могут служить гелиостаты, которые применяются в солнечных станциях башенного типа. В современных архитектурных объектах со значительными площадями прозрачных ограждающих конструкций процесс инсоляции и солнцезащиты становится управляемым за счёт изменения направления потоков с помощью специальных устройств [1].

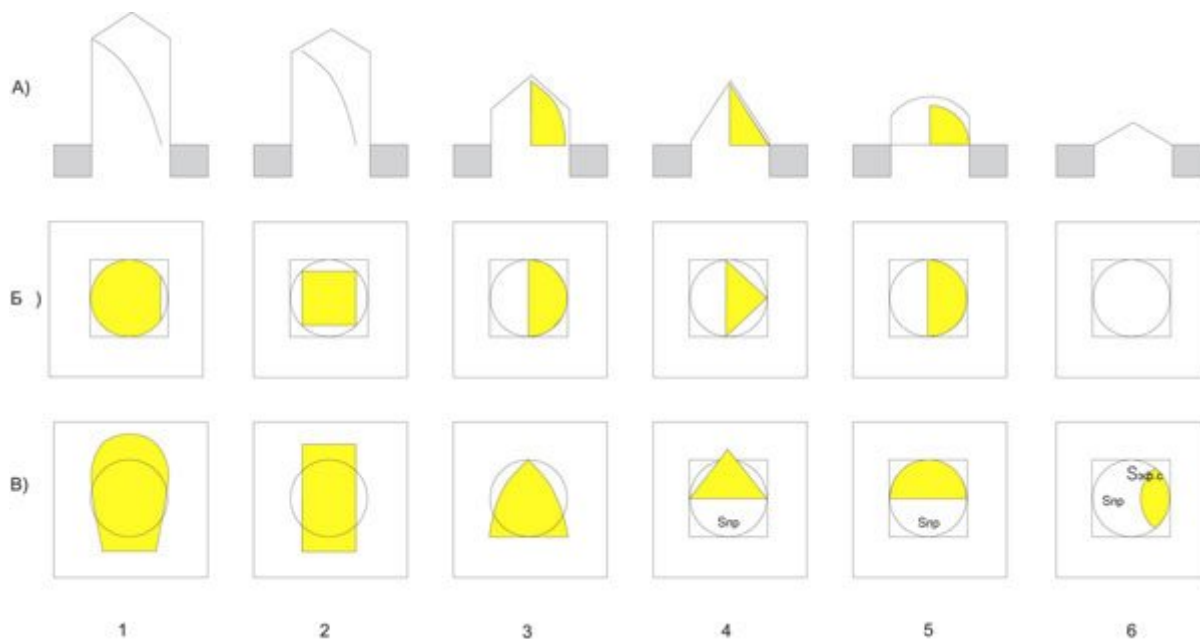


Рис. 2. Некоторые виды поворотных зеркал в круглом проеме зенитного фонаря:

а) вид сбоку.

б) вид сверху.

в) площадь захвата солнечных лучей $S_{эф}$ относительно площади проема.

1 — параболацилиндрическое, тип 1;

2 — параболацилиндрическое, тип 2;

3 — параболаторроидальное;

4 — пирамидальное (коническое);

5 — сферическое;

6 — традиционное исполнение.

Применение таких устройств вместе с системой зеркал и гелиостатов [2,3], отражающих световой поток в несколько ступеней может решить проблему равномерного освещения помещений через стенные проёмы в течение всего светового дня.

В мировой практике известны случаи применения автоматизированных поворотных отражающих поверхностей, устанавливаемых в оконных проёмах, как например в центральной библиотеке Финикса (штат Аризона, США, рис.3):



Рис.3

Эти поверхности установлены на южной стороне здания и предназначены для отражения солнечных лучей как можно дальше вглубь помещения, в одночасье отводя их от стеллажей с книгами (уровень солнечной радиации в Аризоне очень высок и может повредить книги).

Схожие механизмы предполагается использовать в данной работе в совокупности с другими отражающими устройствами, что позволит создать комплексные системы регулирования светового потока в течение всего дня.

Цель. Предложить принципиальные схемы устройств регулирования светового потока, обеспечивающие равномерное и как можно большее освещение внутренних помещений различного типа в течение всего светового дня.

Основная часть. Разрабатываемая система предполагает использование гелиостата, следя-

щего за солнцем, в качестве устройства, создающего в течение всего солнечного дня постоянного потока параллельных лучей света.

Данный поток впоследствии с помощью системы зеркал отражается в несколько ступеней.

Представлены два варианта освещения помещений: через оконные проёмы и через зенитные фонари.

Рассмотрим первый вариант.

В данном случае отражение может проходить в две или в три ступени.

В случае двухступенчатого отражения (рис.4) гелиостат(1) создает поток параллельных лучей, которые затем при помощи плоского зеркала(2) отражаются в вертикальном направлении (первая ступень отражения). Затем данный поток равномерно распределяется между криволинейными зеркалами(3), закреплёнными на вертикальных ограждающих конструкциях. (вторая ступень отражения) Форма зеркал подобрана таким образом, чтобы рассеивать поток лучей максимально равномерно по потолку помещения.

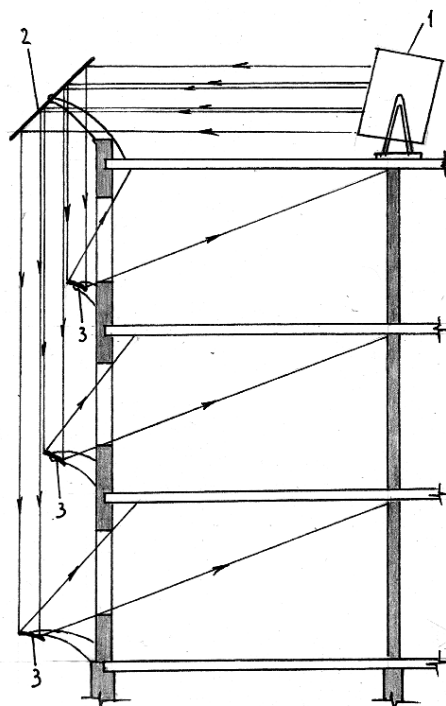


Рис. 4.

В случае трёхступенчатого отражения (рис.5) зеркала первой и второй ступени плоские, а качестве третьей ступени выступает рассеиватель(4), закреплённый на потолке. Форма

рассеивателя зависит от характера распределения отражённых лучей в помещении. Возможна различная конфигурация отражающих поверхностей.

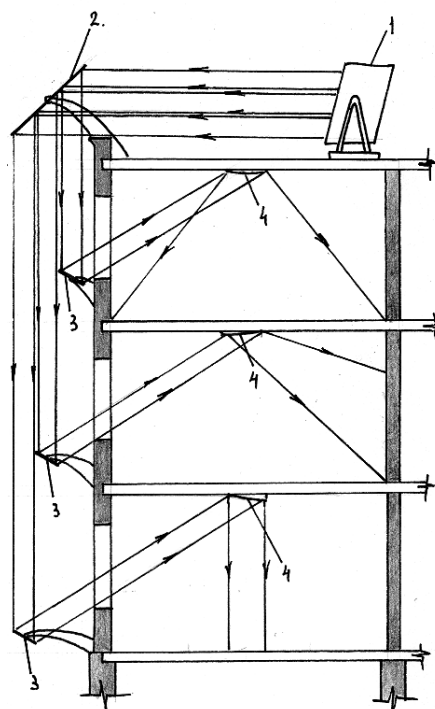


Рис.5.

Зеркала второй ступени и рассеиватели могут быть сделаны управляемыми, что позволит менять направление светового потока в зависимости от ситуации. Это также поможет избежать перегрева помещения в случае попадания в него прямых солнечных лучей в данный момент времени.

Второй вариант системы предполагает освещение большепролётных многоярусных помещений при помощи зенитных фонарей (рис.6).

В этом случае световой поток от гелиостата(1) попадает на плоское зеркало зенитного фонаря цилиндрической формы(2). (первая ступень отражения)

Затем, аналогично первому варианту, отражённый поток в равных пропорциях распределяется между двумя рассеивателями криволинейной формы(3), распределяющими свет по потолку помещения (вторая ступень отражения).

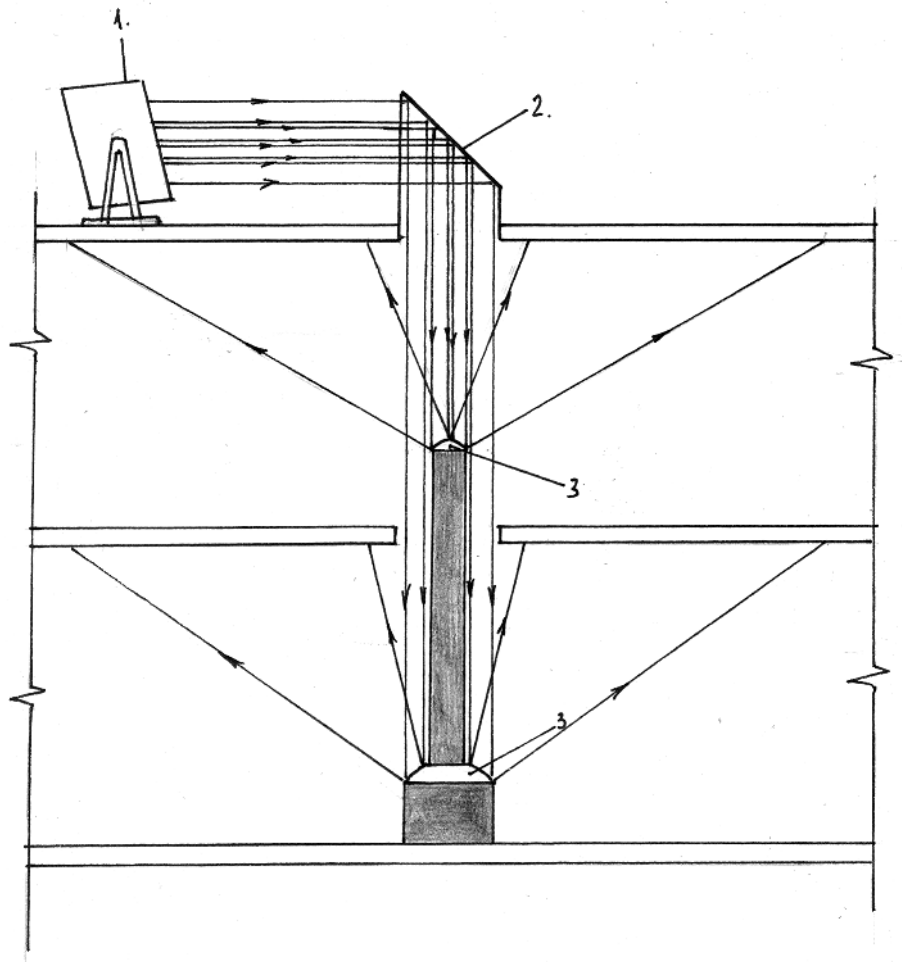


Рис.6.

Вариант с трёхступенчатым отражением в данном случае возможен, если применить рассеиватели тороидальной формы (т.к. поток отражённых лучей в данном случае имеет форму конуса).

Также для данного варианта системы возможно применение в качестве приёмника лучей первой ступени отражения системы оптоволоконных кабелей, что даёт возможность распределять свет по помещению абсолютно произвольно.

В обоих случаях возможно применение гелиостатов с концентрирующим эффектом, позволяющим усилить световой поток, поступающий в помещение. В данном случае зеркало первой ступени отражения должно иметь криволинейную форму, т.к. лучи первой ступени отражения должны быть параллельными.

ВЫВОДЫ.

Представленная система многоступенчатого отражения даёт широкие возможности манипулирования световым потоком и позволяет решить ряд проблем, связанных с недостаточным освещением и инсоляцией помещений, в частности ориентированных на север и таких, чьи размеры не позволяют получить достаточный уровень освещения через оконные проёмы.

Также представляется возможность получить как можно более равномерное и максимальное освещение помещения в течение всего солнечного дня.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Підгорний О.Л., Щепетова І.М., Сергейчук О.В., Зайцев О.М., Процюк А.В. Світлопрозорі огороження будинків. Навчальний посібник. – К.: „Вітрина”, 2005.- 365 с.
2. Дворецкий А.Т., Шорников Е.М. Об эффективности использования зеркального поля гелиостатов// Прикладная геометрия и инженерная графика.- Киев, Будівельник.-1987-вып.43, С.54– 56.
3. Дворецкий А.Т. Методика проектирования концентрирующих систем на основе теории о квазифокальных точках и линиях// Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Дніпропетровськ. Міністерство освіти і науки України.- 2006 – вип. 2(44),

Жиленко О.Б., студентка, Саломатин В.Н., д. г.-м. н., профессор
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Обзор областей применения геофизического экспресс-метода ЕИЭМПЗ

В работе на основе анализа опубликованных материалов кратко рассматриваются пути развития и области применения сравнительно нового геофизического экспресс-метода ЕИЭМПЗ, нашедшего применение во многих областях народного хозяйства.

Инженерная геология, оползни, ЕИЭМПЗ, напряжения, импульсы, горные удары, геопатология

Краткий исторический очерк

Человек издавна интересовался многими свойствами минералов и содержащих их горных пород. По мере развития науки и техники он все глубже и глубже проникал во внутренние тайны кристаллических решеток минералов, открывая их новые замечательные свойства. В 20-х годах прошлого столетия академик А.Ф.Иоффе опубликовал цикл лекций по упругим и пластическим деформациям, прочности, электрическим свойствам кристаллов [1].

В 50-х - 70-х годах известный физик из Томска профессор А.А.Воробьев со своей школой создает современное представление об естественном импульсном электромагнитном поле Земли (ЕИЭМПЗ). Особое значение он придавал литосферной составляющей ЕИЭМПЗ в отличие от А.П. Краева, который эту же аббревиатуру в своей книге [2] связывал с атмосферно-электрическими явлениями. ЕИЭМПЗ по А.А.Воробьеву может являться предвестником происходящих в недрах процессов [3, 4].

В середине 70х годов прошлого столетия научно-теоретические разработки А.А. Воробьева стали впервые применяться в Крыму при изучении и прогнозировании оползней, горных ударов, обвалов. Многочисленные натурные разномасштабные эксперименты на поверхности Земли, в подземных горных выработках и в карстовых полостях, лабораторные исследования и испытания пород с одновременной регистрацией электромагнитных импульсов позволили выделить наиболее информативный частотный спектр излучений и создать приборы для его наблюдений.

Методика работ по данному методу была впервые разработана в конце 70-х - начале 80-х годов профессором НАПКС Саломатиным В.Н. [5, 6, 7]. Она дополняется и изменяется по мере развития метода и накопления опыта. Разработки были защищены рядом авторских свидетельств и патентами.

Кратко о методе

Метод естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ) основан на явлении генерирования электромагнитных импульсов горными породами в условиях их естественного залегания. В переменном поле механических напряжений породы, содержащие минералы-диэлектрики, благодаря механоэлектрическим преобразованиям излучают электромагнитные импульсы. В глинистых породах, кроме раскалывания и деформации частиц минерального скелета, в формировании импульсных электромагнитных полей принимают участие и двойные электрические слои. Интенсивная фильтрация жидкости в капиллярах, порах и других полостях, также сопровождается поляризацией и возникновением ЕИЭМПЗ. Гидродинамические поля напряжений связаны с фильтрационными подземными потоками.

Импульсные электромагнитные поля, окружающие человека, имеют и техногенную природу. Особенно сильно они распространяются от всевозможных искрящих устройств и радиостанций, работающих на этих же частотах, что и естественные природные поля. Аномалии ЕИЭМПЗ представляют собой геопатогенные зоны, вызывающие патологические изменения в живых организмах, часто приводящие к тяжелым заболеваниям людей.

Метод ЕИЭМПЗ был включен в СНиП [8], как геофизический экспресс-метод оценки напряженно-деформированного состояния (НДС) пород [17].

Инженерно-геологические исследования, изыскания на разных стадиях, нередко, требуют опе-

ративного контроля состояния грунтового массива, зданий и различных конструктивных элементов

Области применения экспресс-метода ЕИЭМПЗ

Метод ЕИЭМПЗ применяется в инженерной геологии, горном деле, поисковой и разведочной геологии, структурной геологии, строительном деле, при медико-биологических исследованиях. Он позволяет на глобальном, региональном и локальном уровнях решать следующие задачи:

- оценивать качественно общее естественное поле напряжений и его динамику;
- выявлять и прогнозировать опасные геологические процессы и явления (оползни, карст, горные удары, обвалы, выбросы в шахтах, землетрясения);
- картировать и характеризовать зоны разломов, контакты пород с разными петрографическими характеристиками;
- выделять геопатогенные и технопатогенные зоны (зоны дискомфорта);
- находить подземные водные потоки и определять глубину их залегания, а также геологические тела с повышенным содержанием высокопроводящих минералов (графит, сульфиды, золото и др.);
- обследовать жилые здания, производственные помещения, коммуникации для установления возможных деформаций фундаментов, несущих стен, конструкций;
- определять места нарушений и фильтрации воды в телах плотин и других гидротехнических сооружениях;
- исследовать магистральные трубопроводы.

Примеров применения метода для решения самых разных задач во многих регионах очень много [9, 10]. Так, например, по просьбе Моссовета в начале 80-х годов проводились периодические режимные наблюдения на оползневом склоне в районе метромоста на Ленинских (Воробьевых) горах в г. Москве, где расположены важные объекты.

В результате работ был обнаружен ряд аномалий с напряжённо-опасными участками (рис. 1). Интенсивность поля в пределах этих аномалий волнообразно изменялась с общей тенденцией к увеличению. Через 1-2 месяца после их обнаружения в этих местах возникли активные оползневые очаги и карстово-суффозионные воронки. Оползни имеют здесь двух-трехъярусное строение, что находит отражение в ступенчатом рельефе. Поверхность смещения приурочена к оксфордским глинам. Благодаря специальному комплексу противооползневых мероприятий выполненных ранее, склоны долгое время находились в стабильном состоянии, но напряжения в слагающих их породах постепенно накапливались.

В результате выполненных исследований была получена сложная картина распределения на участке напряжений (рис. 1).

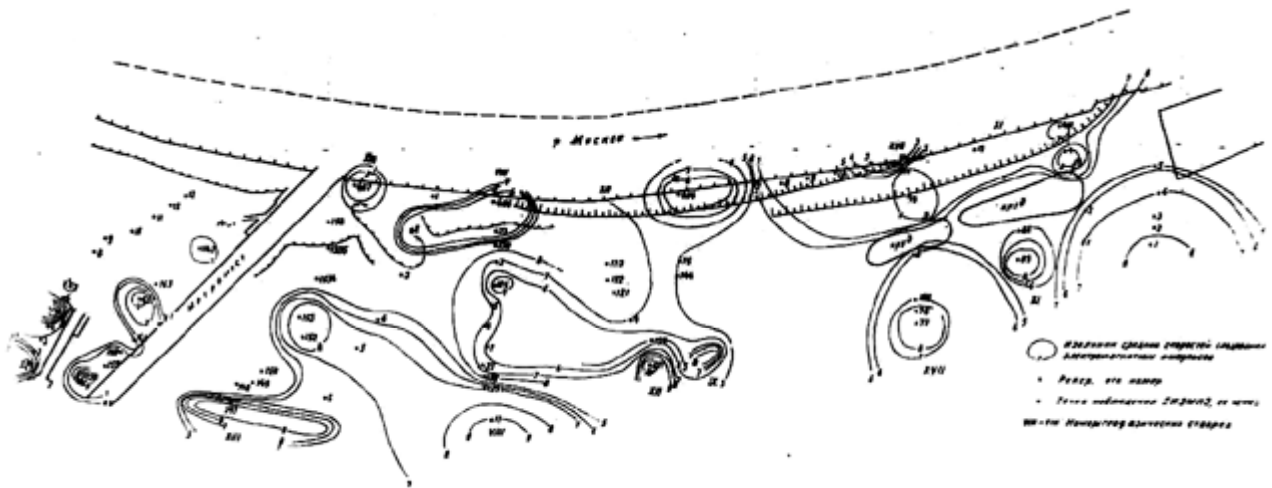


Рис. 1. План изолиний средней скорости следования электромагнитных импульсов на оползневом участке «Ленинские горы».

Выделяются две зоны высоконапряженных пород – в прибрежной части плато и на набережной р. Москва. В пределах этих зон наблюдаются аномалии, занимающие локальные, вытянутые вдоль бровки участки. Среди них имеются и напряженно-опасные в районах точек 78, 102, 158 в прибрежной части склона.

По интенсивности проявления ЕИЭМПЗ на участке выделяются две крупные аномалии в виде напряженных зон в районе метромоста (западная часть участка) в районе прудов (восточная часть участка). В выявленных здесь аномалиях скорость следования импульсов достигает 10000 имп/5 сек и выше. Превышение фоновых значений наблюдается в несколько раз, что и является основанием для отнесения их к напряженно-опасным.

В восточной части участка наблюдается положительная аномалия непосредственно вблизи активно развивающихся суффозионных воронок. Более детальная проверка подтвердила существование этой аномалии, связанной, очевидно, с электрокинетическими явлениями, происходящими в породах при механической суффозии. Наличие таких малоамплитудных аномалий обуславливается очень часто дизъюнктивными нарушениями, располагающимися под покровными отложениями на глубине до 50-100 метров.

В настоящее время московскими геологами на этой территории установлен автоматизированный измерительно-цифровой комплекс «Икар», регистрирующий ЕИЭМПЗ в режиме мониторинга.

Аппаратурные разработки, применяемые в экспресс-методе ЕИЭМПЗ:

- прибор в искробезопасном варианте для угольных шахт;
- бытовой карманного типа индикатор для обнаружения и оконтуривания гео-технопатогенных зон;
- многоканальная автоматическая станция для непрерывной или дискретной регистрации электромагнитных предвестников нарушения устойчивости массивов горных пород на крупных и важных объектах (плотины, тоннели и т.д.);
- переносной малогабаритный индикаторного типа прибор;
- станция для регистрации электромагнитного излучения на аэрокосмических аппаратах для обнаружения активации на глобальном или региональном уровне крупных геоструктур;
- установка для полевых реологических испытаний пород с одновременной регистрацией механоэлектрических эффектов с целью определения прочностных, деформационных характеристик и реологических параметров грунтов.

В настоящее время наибольшее распространение имеют переносные приборы индикаторного типа на модульной основе.

Одной из последних модификаций является «Адонис-32М» с электронной буферной памятью 32 кБт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иоффе А.Ф. Физика кристаллов. Государственное изд-во. М.Л. 1929. 192 с.
2. Краев А.П. Основы геоэлектрики. Л., Недра, 1965, 587с.
3. Воробьев А.А. О возможности электрических разрядов в недрах Земли. Изв. Ан СССР, геол. и геоф., 1970, №12, 3-14с.
4. Воробьев А.А. Прямое преобразование механической энергии в электрическую на основе дефектной структуры твердого тела Ч. II. Деп.ВИНИ Томск, 1976. 158с.
5. Саломатин В.Н., Воробьев А.А., Защинский Л.А. Способ изучения оползней. А.С. 857899, 28.09.78г.
6. Саломатин В.Н., Воробьев А.А., Защинский Л.А. Способ анализа геодинамических процессов. А.С. 1088508, 22.12.1983г.
7. Саломатин В.Н., Матов Ш.Р., Защинский Л.А. Методические рекомендации по изучению напряженного состояния пород методом регистрации естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ). КИПКС, КОС-НИО, Симферополь, 1991г. 88с.
8. СНиП, справочное приложение 1.02.07-87 Инженерные изыскания в строительстве. – М.: Недра, 1981
9. Саломатин В.Н. Закономерности геологических процессов и явлений, их связь с импульсной электромагнитной эмиссией. Докторская диссер., Симферополь, 1987. 412с.
10. Саломатин М.В., Саломатин В.Н. Решение геологоэкологических проблем в Крыму с применением метода ЕИЭМПЗ. Материалы Международной научно-технической конференции «Геофизические методы поисков и разведки, технология и техника геологоразведочных работ, горное дело», Томск. 2001, с.197-199.

Чесноков И.А., студент группы ГМ-301, Захаров Р. Ю., к.т.н., доцент
 Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Исследование влияния быстроходности на геометрию, количество лопастей и диаметр рабочего колеса центробежного насоса.

Определены основные взаимосвязи, которые имеют первостепенное значение при оптимизации параметров с целью повышения экономичности центробежного насоса.

центробежный насос, геометрическое и кинематическое подобие, коэффициент быстроходности, форма лопасти, количество лопастей, диаметр рабочего колеса.

Одни и те же значения подачи и напора могут быть получены в насосах с различной частотой вращения. Конструкция рабочих колес и всех элементов проточной части насоса, равно как и их размеры, при этом меняются. Для сравнения лопастных насосов различных типов пользуются коэффициентом быстроходности, объединяя группы рабочих колес по принципу их геометрического и кинематического подобия.

Коэффициентом быстроходности насоса n_s (удельной частотой вращения) называется частота вращения другого насоса, во всех деталях геометрически подобного рассматриваемому, но таких размеров, при которых, работая в том же режиме с напором 1 м он дает подачу 0,075 м³/с [1].

Численное значение коэффициента быстроходности определяется по формулам пересчета для одноступенчатых насосов с рабочими колесами различных диаметров, работающих с переменной частотой вращения [2]:

$$n_s = 3.65 \cdot n \cdot Q^{0.5} / H^{0.75}, \quad (1)$$

где n_s – коэффициент быстроходности насоса; n – частота вращения, об/мин; Q – подача при максимальном коэффициенте полезного действия, м³/с; H – напор насоса при подаче Q , м.

Анализ формулы (1) показывает, что при прочих равных условиях с увеличением напора коэффициент быстроходности уменьшается и, соответственно, при увеличении подачи – коэффициент быстроходности увеличивается.

Следовательно, насосы с малым коэффициентом быстроходности – это насосы, имеющие большой напор и сравнительно небольшую подачу, а насосы с большим коэффициентом быстроходности имеют меньший напор, но большую подачу.

Коэффициент быстроходности n_s служит критерием подобия и используется в качестве характеристики типа насоса. По быстроходности центробежные насосы делятся на тихоходные ($n_s = 50 \dots 80$), нормальные ($n_s = 80 \dots 150$) и быстроходные ($n_s = 150 \dots 300$). Типу по быстроходности соответствует форма лопасти (геометрическая характеристика рабочего колеса): для тихоходных насосов это преимущественно цилиндрическая форма, для нормальных – пространственная на входе и цилиндрическая на выходе, для быстроходных – пространственная.

Для более быстроходных насосов характерны большие значения наружного диаметра рабочего колеса D_2 .

Коэффициент быстроходности пропорционален частоте вращения n . Повышение частоты вращения, как правило, ведет к уменьшению размеров и массы насоса и приводного двигателя. Таким образом, повышение коэффициента быстроходности насоса при заданных значениях подачи и напора экономически выгодно.

Для проверки теоретических положений определены значения коэффициента быстроходности n_s , форма лопасти и наружный диаметр рабочего колеса D_2 для трех насосов типа Д (с учетом того, что это насосы двустороннего входа в рабочее колесо и в формулу (1) подставляется значение половинной подачи). Результаты представлены в табл.1.

Марка насоса	Частота вращения n , об/мин	Диаметр рабочего колеса D_2 , мм	Коэффициент быстроходности n_s	Тип насоса по быстроходности	Форма лопасти
Д 200-95	2950	280	58	тихоходный	цилиндрическая
Д 1250-65	1450	460	96	нормальный	пространственная на входе и цилиндрическая на выходе
Д 3200-33	980	550	173	быстроходный	пространственная

Важным является также определение количества лопастей рабочего колеса. Количество лопастей связано с теоретическим напором насоса. На основе уравнения Л.Эйлера и с учетом зависимостей, полученных К.Пфлейдерером и Б.И.Боровским, определена формула для нахождения количества лопастей центробежного насоса при заданных геометрических параметрах.

Теоретический напор при конечном числе лопастей [3]:

$$H_t = u_2 \cdot \chi \cdot v_{2\infty} / g, \text{ м}, \quad (2)$$

где H_t – теоретический напор насоса, м; u_2 – окружная (переносная) скорость рабочего колеса, м/с; $v_{2\infty}$ – окружная составляющая абсолютной скорости при бесконечном числе лопастей, м/с; g – ускорение свободного падения, м/с²; χ – поправка на конечное число лопастей:

$$\chi = \left[1 + \frac{1,2 \cdot (1 + \sin \beta_{2л})}{z \cdot (1 - \Theta^2)} \right]^{-1}, \quad (3)$$

где $\beta_{2л}$ – угол лопасти на выходе рабочего колеса, град.; z – количество лопастей, шт; Θ – отношение среднего диаметра входных кромок лопастей D_1 (мм) к наружному диаметру рабочего колеса D_2 (мм).

После подстановки формулы (3) в формулу (2), получим:

$$H_t = \frac{u_2 \cdot v_{2\infty}}{g} \cdot \left[1 + \frac{1,2 \cdot (1 + \sin \beta_{2л})}{z \cdot (1 - \Theta^2)} \right]^{-1}. \quad (4)$$

После преобразований можно записать:

$$H_t = \frac{u_2 \cdot v_{2\infty}}{g} \cdot \frac{z \cdot (1 - \Theta^2)}{z \cdot (1 - \Theta^2) + 1,2 \cdot (1 + \sin \beta_{2л})}. \quad (5)$$

И окончательно количество лопастей может быть определено по зависимости:

$$z = \frac{H_t \cdot g \cdot 1,2 \cdot (1 + \sin \beta_{2л})}{(1 - \Theta^2) \cdot (H_t \cdot g - u_2 \cdot v_{2\infty})}. \quad (6)$$

Анализ зависимостей (5) и (6) показывает, что теоретический напор насоса увеличивается при увеличении количества лопастей и при заданном значении напора возможно оптимизировать геометрию лопастей и другие параметры рабочего колеса одновременно с определением дискретного числа лопастей.

ВЫВОДЫ:

1. Коэффициент быстроходности является наиболее общим и значимым показателем при оптимизации параметров центробежных насосов.
2. Оптимизация параметров с целью повышения экономичности должна выполняться комплексно с учетом влияния быстроходности на геометрию и количество лопастей, а также на диаметр рабочего колеса центробежного насоса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Карелин В.Я., Минаев А.В. Насосы и насосные станции. – М.: Стройиздат, 1986. – 320 с.
2. Насосы и насосные станции./ Под ред. В.Ф.Чебаевского. – М.: Агропромиздат, 1989. – 416 с.
3. Флоринский М.М., Рычагов В.В. Насосы и насосные станции. – М.: Колос, 1967. – 388 с.

Колесников В.Я., к.т.н. профессор, Козлов А.К., аспирант.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства.

К вопросу энергосбережения в системах центрального теплоснабжения и отопления на новом этапе развития.

В рассмотрены возможности экономии тепловой энергии при использовании существующих систем теплоснабжения от ТЭЦ и реконструкции существующих систем отопления.

тепловые сети, контрольно-распределительные пункты, термостат, элеватор, система отопления.

В настоящее время новое годовое строительство не превышает по объему 1-2% от сложившегося жилого фонда. Это свидетельствует о том, какое важное значение приобретает реконструкция существующих зданий с целью снижения затрат тепла на отопление. В этом плане одним из основных направлений является автоматизация [1]. Однако все здания сразу автоматизировать невозможно, а в условиях, когда автоматизируются несколько зданий, реальная экономия не достигается, т.к. сэкономленный на автоматизированных объектах теплоноситель распределяется между неавтоматизированными. Это еще раз подтверждает, что необходимо опережающими темпами возводить контрольно-распределительные пункты (КРП) на существующих тепловых сетях, поскольку легче автоматизировать одновременно все здания, питающиеся от одного КРП, чем от ТЭЦ, а другие уже созданные КРП не пропустят лишнее количество теплоносителя в свои распределительные сети.

Все вышеизложенное не исключает возможности подключения отдельных зданий к котельным при соответствующем технико-экономическом обосновании с увеличением тарифа на потребляемую энергию (например, когда необходима прокладка или перекладка большого количества сетей). Но в условиях сложившейся системы теплоснабжения от ТЭЦ это должно иметь локальный характер.

Теплоснабжение жилых зданий и микрорайонов, как правило, осуществляются через групповые центральные тепловые пункты (ЦТП), после которых отдельные здания снабжаются по самостоятельным трубопроводам горячей водой на отопление и на бытовые нужды водопроводной водой, нагретой в теплообменниках, установленных в ЦТП. Порой из ЦТП выходит 8 трубопроводов (при 2- сезонной системе горячего водоснабжения и наличии значительной вентиляционной нагрузки). Если даже применяются оцинкованные трубопроводы горячего водоснабжения, то из-за отсутствия химподготовки они подвергаются интенсивной коррозии и после 3-5 лет эксплуатации на них появляются свищи.

Расчеты, выполненные еще 25 лет назад, подтвердили, что решение системы теплоснабжения с индивидуальными тепловыми пунктами (ИТП) эффективней системы с ЦТП как по капиталовложениям, так и по эксплуатационным затратам, но отсутствие необходимого оборудования (компактных теплообменников, малошумных циркуляционных насосов, приборов авторегулирования и учета тепла) и монополизм некоторых служб оставили это решение нереализованным, за исключением нескольких демонстрационных объектов [2].

В настоящее время в связи с приватизацией жилищ и предприятий сферы обслуживания, а также ростом стоимости теплоносителей, актуальным является переход от ЦТП к ИТП, расположенным в отапливаемом здании. Это позволяет применять более эффективную систему пофасадного авторегулирования отопления для протяженных зданий или центральную с коррекцией по температуре внутреннего воздуха в точечных зданиях и позволяет отказаться от распределительных сетей горячего водоснабжения, снизив потери тепла при транспортировке и расход электроэнергии на перекачку бытовой горячей воды. Причем это целесообразно делать не только в новом строительстве, но при реконструкции существующих зданий. Такой опыт есть в Восточных землях Германии, где так же, как и на Украине, сооружались ЦТП, но сейчас их оставляют только как насосные водопроводные подкачивающие станции (при необходимости), а в теплообменное

оборудование вместе с циркуляционными насосами, узлами регулирования и учета переносят в ИТП зданий. Внутриквартальные сети не прокладываются, трубопроводы горячего водоснабжения оставляют в земле, а трубопроводы отопления, как более долговечные, используют для подачи перегретой воды в здания.

Для повышения управляемости тепловыми сетями, к которым подключено большое количество ИТП, и для обеспечения возможности резервирования в автоматическом режиме следует вернуться к предложенному более 20 лет устройству контрольно-распределительных пунктов (КРП) в местах подключения распределительных сетей к магистральным [3]. Каждый КРП подключен к магистрали с обеих сторон секционных задвижек и обслуживает потребителей с тепловой нагрузкой 50-100 МВт. В КРП устанавливаются переключающие электродвигатели на вводе, регуляторы давления, циркуляционно-подмешивающие насосы, регулятор температуры, предохранительный клапан, приборы учета расходов тепла и теплоносителя, приборы контроля и телемеханики. Схема автоматизации КРП обеспечивает поддержание давления на постоянном минимальном уровне в обратной линии; поддержание постоянного заданного перепада давлений в распределительной сети; снижение и поддержание по заданному графику температуры воды в подающем трубопроводе распределительной сети. Вследствие этого в режиме резервирования возможна подача по магистралям от ТЭЦ уменьшенного количества циркуляционной воды с повышенной температурой без нарушения температурного и гидравлического режимов в распределительных сетях.

КРП должны располагаться в наземных павильонах, они могут блокироваться с водопроводными подкачивающими станциями, что позволит в большинстве случаев отказаться от установки в зданиях высоконапорных, а потому более шумных насосов. КРП могут служить границей балансовой принадлежности теплоотпускающей организации и теплораспределяющей (следующей границей между теплораспределяющей и теплоиспользующей организациями будет стена здания). Причем находиться КРП должны в ведении теплоотпускающей организации, поскольку они служат для управления и резервирования магистральных сетей и обеспечивают возможность работы нескольких источников тепла на эти сети, с учетом поддержания заданных параметров теплоносителя на выходе из КРП.

Теплораспределяющая организация покупает тепло по показаниям приборов в КРП, контролируя соответствие параметров теплоносителя заданным, а теплоотпускающая организация следит за правильностью использования отпущенного тепла по температуре обратного теплоносителя и по величине утечки (разницы расходов теплоносителя по подающему и обратному теплоносителю). Это позволит разделить между теплоотпускающей и теплораспределяющей организациями ответственность за имеющуюся сейчас в тепловых сетях большую утечку теплоносителя и способствовать ее снижению.

Правильное использование теплоносителя со стороны теплопотребителя обеспечивается применением эффективных систем автоматизации управления. Сейчас имеется большое количество компьютерных систем, которые могут выполнить любые по сложности задачи управления, но определяющими остаются технологические задания и схемные решения подключения систем теплопотребления.

В последнее время стали строить системы водяного отопления с термостатами, которые осуществляют индивидуальное автоматическое регулирование теплоотдачи отопительных приборов по температуре воздуха в помещении, где установлен прибор. Такие системы широко применяются за рубежом с дополнением обязательного измерения количества тепла, используемого прибором, в долях от общего теплопотребления системой отопления здания.

Однако установка термостатов вместе с измерителями теплового потока на каждый отопительный прибор ведет к почти двойному удорожанию системы отопления, а в однотрубной схеме, кроме того, увеличивается необходимая поверхность нагрева приборов до 15% и имеет место существенная остаточная теплоотдача приборов в закрытом положении термостата, что снижает эффективность авторегулирования. Поэтому альтернативной такой системой, особенно в недорогом муниципальном строительстве, являются системы пофасадного автоматического регулирования отопления - для протяженных зданий и центральные с коррекцией температурного графика

по отклонению температуры воздуха в сборных каналах вытяжной вентиляции из кухонь квартир – для точечных зданий со сложной конфигурацией.

Однако надо иметь в виду, что при реконструкции существующих жилых зданий для установки термостатов необходимо со сваркой входить в каждую квартиру. В то же время при организации пофасадного регулирования достаточно врезать перемычки между пофасадными ветками секционных систем отопления в подвале и на чердаке, а для 9-этажного здания бесчердачных зданий массового строительства 60-70х годов прошлого века - только в подвале.

В нашей стране в массовом строительстве такие системы стали применять при элеваторном присоединении к тепловым сетям. Но элеватор устроен таким образом, что при неизменном диаметре сопла и одном и том же располагаемом напоре он пропускает постоянный расход теплоносителя через сопло, независимо от изменения расхода воды, циркулирующей в системе отопления. В результате в двухтрубных системах отопления, в которых термостаты, закрываясь, приводят к сокращению расхода теплоносителя, циркулирующего в системе, при элеваторном присоединении будет расти температура воды в подающем трубопроводе, а затем и в обратном, что приведет к увеличению теплоотдачи нерегулируемой части системы (стояков) и к недоиспользованию теплоносителя.

В однотрубной системе отопления с постоянно действующими замыкающими участками при закрывании термостатов горячая вода без остывания сбрасывается в стояк, что также приводит к росту температуры воды в обратном трубопроводе и за счет постоянства коэффициента смешения в элеваторе - к подъему температуры воды в подающем трубопроводе, а поэтому к тем же последствиям, как и в двухтрубной системе. Поэтому в таких системах обязательно осуществление автоматического регулирования температуры воды в подающем трубопроводе по графику в зависимости от изменения температуры наружного воздуха. Такое регулирование возможно за счет изменения схемного решения подключения системы отопления к тепловой сети; заменой обычного элеватора на регулируемый, путем применения насосного смешения с регулирующим клапаном или путем присоединения через теплообменник с насосной циркуляцией и регулирующим клапаном на сетевой воде перед теплообменником.

ВЫВОД:

Энергосбережение возможно обеспечить в системах теплоснабжения и отопления за счет перехода от групповых центральных тепловых пунктов жилых микро-районов к индивидуальным тепловым пунктам, расположенным в обслуживаемом здании, и использования контрольно-распределительных пунктов, позволяющих автоматизировать технологические процессы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Анализ теплового баланса Киевского района г. Симферополя. Отчет по научно- исследовательской работе. Симферополь: НАПКС, 2005. – 42 с.
2. Сканави А.Н., Махов Л.М. Отопление. М.: из-во АСВ, 2002. – 54 с.
3. Пырков В.В. Особенности современных систем водяного отопления. К.: Такі справи, 2003. – 64 с.

Котовская Е.Е., магистрант, Мякишев В.А., к.т.н., доцент
Национальная академия природоохранного и курортного строительства.

Экспериментальная проверка эффективности современных реагентов при очистке природных вод.

Экспериментально выполнено сравнение эффективности применения традиционного реагента сернокислого алюминия и коагулянта ПолиДАДМАХ для очистки воды водохранилища «Межгорное».

Реагентная очистка природных вод, отстаивание, коагуляция, эффект очистки, технико-экономические показатели процесса.

Практика работы водоочистных станций очистки водохранилищных вод и экспериментальные данные свидетельствуют о том, что в условиях пониженных температур исходной воды и малой мутности коагуляция загрязнений проходит вяло и очищенная вода не всегда соответствует требуемым качествам питьевой воды. Существующие сооружения приготовления реагентов являются громоздкими и сложными в эксплуатации, удельные затраты на приобретение реагентов очень велики. На основании обобщения многолетних показателей качества воды Межгорненского водохранилища по мутности, цветности, перманганатной окисляемости и анализа данных об эффективности очистки воды на водоочистной станции города Симферополя сформулирована задача экспериментальной работы:

- обосновать выбор наиболее эффективного типа реагента для процесса коагуляции загрязненной воды;
- выявить оптимальную дозу реагента;
- определить эффективные режимы введения реагентов, отстаивания и фильтрования воды для максимального уменьшения мутности очищенной воды и других загрязнений.

Преыдушие наши опыты (Кафедра водоснабжения и санитарной техники НАПКС) по очистке природной воды с использованием различных реагентов (хлорное железо, «ПолиДАДМАХ», «Магнафлок ЛТ27», «Полвак», полиакриламид, сернокислый алюминий), позволили выявить ряд технологических преимуществ и недостатков этих реагентов [1]. Химизм процесса коагуляции после дозирования в обрабатываемую воду высокомолекулярных синтетических реагентов отличается стабильностью коагуляции загрязнений воды при пониженных температурах, при различных значениях рН и щелочности, при наличии органических соединений в исходной воде. Органический коагулянт «ПолиДАДМАХ» является катионным полиэлектролитом, который действует как первичный коагулянт в отличие от полиакриламида, применяемого совместно с минеральными коагулянтами и служащего для укрупнения и уплотнения хлопьев. Органические коагулянты могут использоваться как самостоятельно, так и в различных сочетаниях с минеральными коагулянтами. Действие неорганических коагулянтов основано на дестабилизации коллоидных систем путем сжатия двойного электрического слоя, окружающего частицы, в то время как органические коагулянты осуществляют дестабилизацию за счет абсорбции длинных молекулярных цепочек с последующим образованием мостиков между частицами и молекулами полимера [2].

Поэтому для опытов выбрали коагулянт ПолиДАДМАХ (FLOBEADS DB 45 SSH фирмы SNF FLOERGER) и для сравнения традиционный коагулянт сернокислый алюминий.

В лаборатории водоочистной станции гидроузла «Межгорное» выполнены опыты по стандартной методике пробного коагулирования. В работе было применено ротатбельное центральное композиционное планирование трехфакторного эксперимента для двух реагентов. Составлена матрица кодирования переменных – факторов варьирования: исходная мутность (X_1), доза реагента (X_2), время отстаивания (X_3), (табл. 1).

Матрица кодирования факторов эксперимента

Количество факторов	n	3	Значения факторов при кодовых значениях плана				
Наименование факторов варьирования	обозначение факторов варьирования	Интервал варьирования (шаг)	-1,68	-1	0	1	1,68
<i>Сернокислый алюминий</i>							
Исходная мутность, мг/л	X_1	2,5	17,3	19	21,5	24	25,7
Доза реагента, мг акт /л	X_2	4	7,28	10	14	18	20,72
Время отстаивания, мин	X_3	15	14,8	25	40	55	65,2
<i>ПолиДАДМАХ</i>							
Исходная мутность, мг/л	X_1	6	7,92	12	18	24	28,08
Доза реагента, мг акт /л	X_2	0,04	0,093	0,12	0,16	0,2	0,227
Время отстаивания, мин	X_3	15	14,8	25	40	55	65,2

При обработке полученных данных опытов о факторах варьирования об откликах по основным показателям процесса отстаивания были получены коэффициенты уравнения регрессии. Проведена оценка дисперсии воспроизводимости и оценка дисперсий при определении коэффициентов регрессии. На этом основании получили уравнение регрессии для реагента сернокислого алюминия:

$$C_{mo} = f(C_m, D_k, t_0) = -115,5054 + 13,4070 \cdot C_m - 1,2619 \cdot D_k - 0,44554 \cdot t_0 + 0,1468 \cdot C_m \cdot D_k + 0,0286 \cdot C_m \cdot t_0 - 0,0202 \cdot D_k \cdot t_0 - 0,3567 \cdot C_m^2 + 0,0711 \cdot D_k^2 - 0,0021 \cdot t_0^2 - 0,0016 \cdot C_m \cdot D_k \cdot t_0$$

C_{mo} - остаточное значение мутности, мг/дм³

C_m - начальное значение мутности в пробе воды, мг/дм³

D_k - доза реагента, мг/дм³

t_0 - время отстаивания, мин.

Уравнение регрессии для реагента «ПолиДАДМАХ» имеет вид:

$$C_{mo} = f(C_m, D_k, t_0) = 31,3019 - 0,9673 \cdot C_m - 232,8214 \cdot D_k + 0,0219 \cdot t_0 + 8,6392 \cdot C_m \cdot D_k + 0,0063 \cdot C_m \cdot t_0 + 0,4960 \cdot D_k \cdot t_0 - 0,0087 \cdot C_m^2 + 250,94425 \cdot D_k^2 - 0,0012 \cdot t_0^2 - 0,0579 \cdot C_m \cdot D_k \cdot t_0$$

По полученным уравнениям построены поверхности зависимости остаточного значения мутности от времени отстаивания, от дозы реагента, позволяющие наглядно оценить степень влияния каждого фактора на остаточное значение мутности воды (рис. 1, 2). Используя данные уравнения можно рассчитать требуемый эффект осветления воды по исходным значениям начальной мутности, дозы реагента, и времени отстаивания.

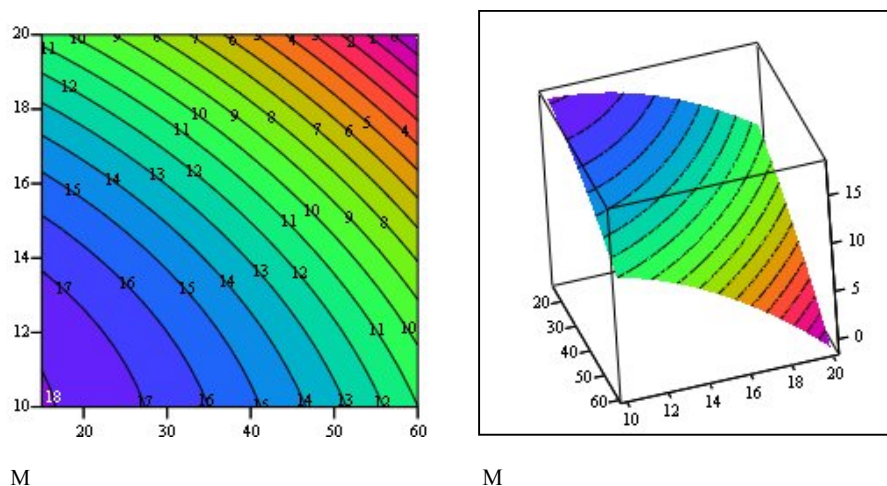


Рис. 1 Графики изменения мутности осветлённой воды в зависимости от времени отстаивания и от дозы сернокислого алюминия (исходная мутность $M_{исх} = 19$ мг/дм³)

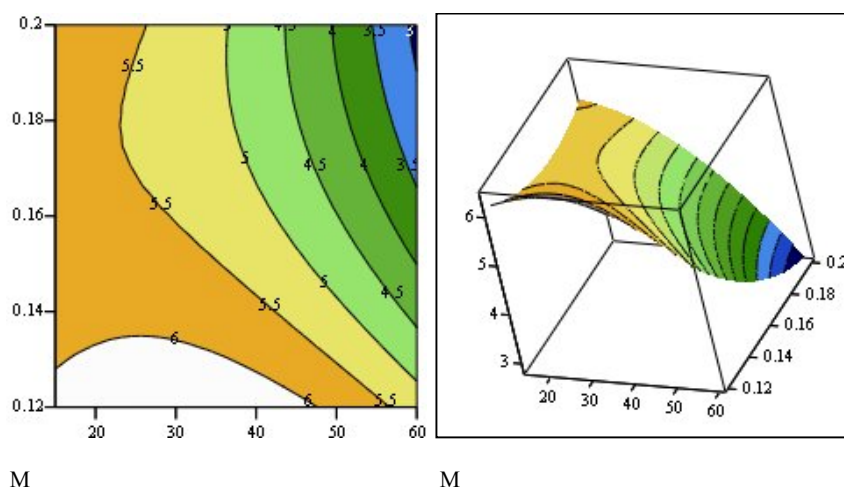


Рис. 2 Графики изменения мутности осветленной воды в зависимости от времени отстаивания и от дозы ПДМ (исходная мутность $M_{исх} = 18$ мг/дм³)

Сопоставление показателей технико-экономических показателей об эффекте очистки воды и оптимальных дозах двух реагентов установлено, что для работы водоочистной станции производительностью 75 тыс. м³ в сутки суточные затраты на приобретение реагента «ПолиДАДМАХ» меньше на 323 гривны (табл. 2).

Таблица 2

Технико-экономические показатели применения реагентов «ПолиДАДМАХ» и сернокислого алюминия для очистки водохранилищной воды

Реагент	Эффект осветления, %	Производительность станции очистки воды, тыс. м ³ /сут.	Доза реагент, г/м ³	Расход реагента, тонн/сут.	Стоимость тонны реагента, грн.	Затраты на реагент, грн/сутки
Сернокислый алюминий	44,5	75180	20	1,5	520	780
Поли-ДАДМАХ	72,2	75180	0,16	0,012	38 000	457

ВЫВОДЫ.

1. При равных значениях исходной мутности воды доза реагента «ПолиДАДМАХ» примерно в сто двадцать раз меньше дозы сернокислого алюминия.
2. Максимальный эффект осветления воды при использовании реагента «ПолиДАДМАХ» наступает при 45 минутах отстаивания, особенно важно, что при низких температурах воды время отстаивания сокращается в 3-4 раза по сравнению с другими традиционными реагентами.
3. Применение «ПолиДАДМАХ» при отстаивании позволяет получать объем осадка 1,5 – 2 раза меньше, чем при работе с сернокислым алюминием и тем самым сократить расходы на обезвреживание технологических стоков.
4. Внедрение коагулянта «ПолиДАДМАХ» позволяет сократить затраты на приобретение реагентов для очистки воды 75 тыс. м³ в сутки в 1,7 раза и значительно уменьшить эксплуатационные затраты по реагентному хозяйству водоочистной станции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гироль Н.Н., Бойчук С.Д., Мякишев В.А. Исследование процесса отстаивания в статических условиях технологических стоков водоочистных фильтров симферопольской фильтровальной станции «Петровские скалы». Сборник № 30 НУВГП. Гидромелиорация и гидротехническое строительство. Ровно, 2005.
2. Гандурина Л.В., Бурцева Л.Н., Штондина В.С. Очистка поверхностных и сточных вод органическими коагулянтами и флокулянтами. Водоснабжение и санитарная техника, № 9, -М., 2004.

Кравчатая Ю.Ю., студентка, Саломатин В.Н., д. г.-м. н., профессор
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Об особенностях инженерно-геологических изысканий при реконструкции зданий и сооружений

В статье рассматриваются актуальные вопросы получения информации об инженерно-геологических условиях при реконструкции старого здания в городе Симферополе

изыскания, реконструкция, деформации, трещины, грунты-основания, отмостка, фундаменты

Реконструкция зданий в последнее время приобрела широкий размах. В связи с бурным развитием рыночных отношений широкое применение нашли разного рода торговые учреждения, салоны, мастерские и др., размещенные в пристройках к зданиям как новым, так и старым. Но очень часто в надстроенных или пристроенных помещениях появляются трещины, пристройки нередко отделяются от зданий. Примеров таких негативных явлений можно привести очень много в каждом городе и поселке. Это своего рода проблема «быстрого» строительства и во многом она связана с неправильной или недостаточной оценкой инженерно-геологических условий.

Город Симферополь в этом плане не исключение. Одним из таких объектов, который можно привести в качестве примера, является пристройка к зданию по ул. Козлова, 6 (рис. 1). Пристроенный в центральной части здания магазин фирмы «Дружба народов» отошел от стены. В образовавшуюся трещину попадает вода, отрицательно влияющая как на основное здание, так и на пристройку. Произошло, очевидно, и снижение прочностных характеристик грунтов-оснований с их выдавливанием и выпором в рядом расположенном каменном заборе (рис. 2). Рассмотрим эту проблему подробнее с точки зрения инженерно-геологических изысканий.

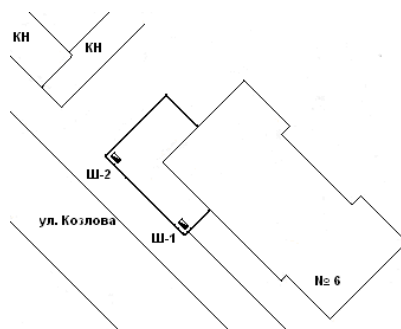


рис. 1. План расположения здания по улице Козлова, положения шурфов



рис. 2. Выпор грунтов-оснований в каменном заборе

По этой же ул. Козлова, 6, одну из квартир планируется реконструировать под встроенно-пристроенное дизайн-ателье меховых головных уборов. Для получения инженерно-геологических характеристик участка были проведены изыскания.

Целью изысканий является изучение инженерно-геологических условий участка и классификации грунтов по трудности разработки с учетом специфики намечаемой реконструкции.

Задачи проведенной работы:

- обследование здания, фундаментов и оснований;
- исследование инженерно-геологических условий с учетом характера проектируемого здания;
- разработка рекомендаций по выбору типа фундамента и глубины его залегания;
- характеристика современных геологических процессов и явлений.

Для решения указанных задач был выполнен комплекс работ, включающий рекогносцировку участка предполагаемой пристройки к реконструируемой квартире, документация разведочных шурфов, анализ фондовых материалов, составление разрезов и разработку рекомендаций.

Вообще изыскания под объекты, подлежащие реконструкции, имеют особую специфику. Они проводятся в стесненных условиях, грунты-основания под воздействием здания изменены по своим характеристикам, нарушен гидрогеологический режим и т.д. Недоучет этих параметров и приводит, как правило, к скорому развитию в реконструируемом здании деформаций.

В административном отношении изучаемый участок находится в западной части города Симферополя. Здание расположено на оживленной улице с разного рода торговыми учреждениями. Оно было построено 50 лет назад. За время эксплуатации водоприемные желоба и воронки, водосточные трубы пришли в негодность, что вызывает протекание воды сквозь стены. Отмостки также пропускают воду (рис. 3, 4). Все это привело к отслоению штукатурки, развитию вдоль стен от кровли, карниза до основания ветвящихся трещин (рис. 5). Каких-либо провальных форм рельефа не замечено, однако наблюдаются трещины, неровности на асфальтовом покрытии. Фундаменты мелкого заложения, ленточные сплошные сборные из штучного известняка. Состояние их удовлетворительное. Под домом находятся подвал с отметкой дна 3,35 м. Подвал сухой и может быть использован для разных целей.



рис. 3. Размытая отмостка



рис. 4. Размытая отмостка и угол здания, отделившийся от отмостки

В геоморфологическом отношении исследуемый участок расположен на выположенном склоне второй предгорной гряды, постепенно переходящей во вторую продольную долину. На участке уклон незначительный в западном направлении. Вода поэтому сбегает рассеянным потоком в этом направлении после дождей или снеготаяния. На рельеф наложили отпечаток техногенные факторы. В основном это связано со строительством жилых домов, рынков и дорог.

В геологическом строении принимают участие глины и мергели новопавловской-кызылджерской свиты палеогена. Отложения являются водоупорными. В элювии мергелей на отдельных участках накапливаются грунтовые воды. Они вскрываются отдельными колодцами, малодебитными с расходом не превышающим 0,1 л/с.

Из современных экзогенных геологических процессов на участке может иметь место карсто-суффозионный процесс. Инфильтрация воды во время осадков приводит к выщелачиванию

грунтов и выносу тонких частиц. Суглинки с вымытыми компонентами из почвенно-растительного слоя, песчанистые известковистые глины являются благоприятной средой для развития этого процесса, который приводит к нарушению структурных связей, образованию пустот, неравномерных осадок здания. Поэтому одной из главных задач при строительстве должно быть отведение поверхностных вод и недопущения их попадания под фундаменты.



рис. 5. Ветвящаяся трещина вдоль стены

Подземных вод на участке на разведанную глубину не наблюдается. Они могут быть встречены на глубине 15-20 м в трещиноватых мергелях.

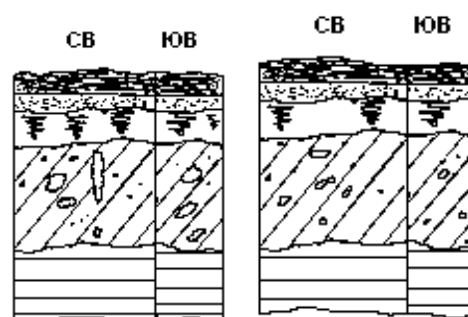


рис. 6, а. Геологический разрез по шурфу I-I и II-II

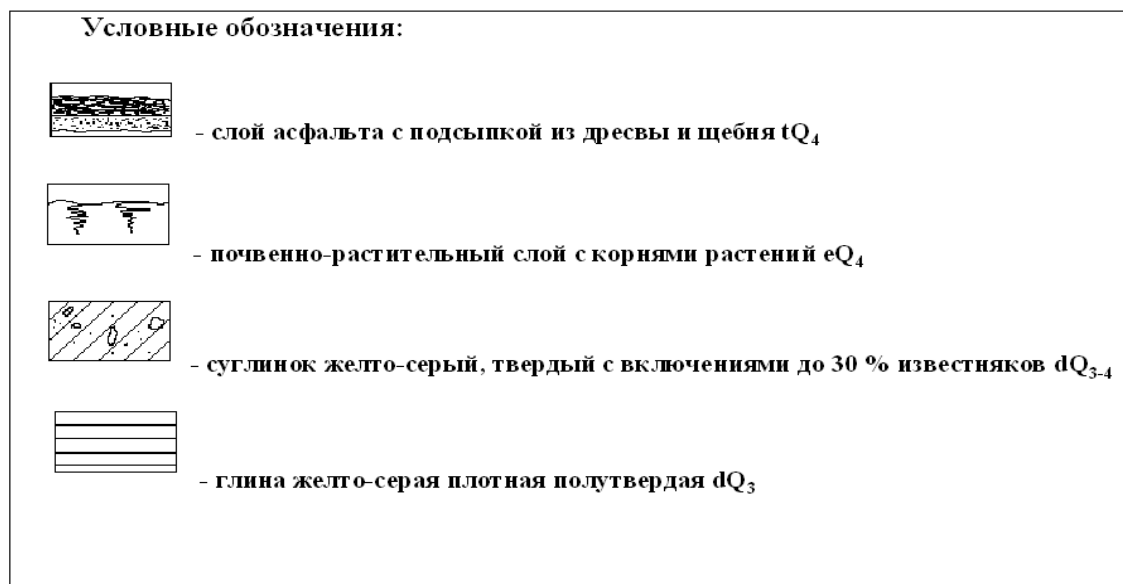


рис. 7

ВЫВОДЫ

1. Рекомендуется применить ленточные монолитные фундаменты с глубиной заложения 3,60 м. Под подошвой произвести песчаную подготовку, что позволит устранить неровности и выровнять контактные напряжения по подошве фундамента.
2. Рекомендуется отводить поверхностные воды, не допускать их попадания под фундаменты, что может вызвать карстово-суффозионный процесс и снижение прочностных характеристик основания.
3. Существующий двухэтажный жилой дом № 6 по ул. И. Козлова в г. Симферополе по состоянию на сентябрь 2002 г. находится в удовлетворительном состоянии (согласно т. 1 КДП 2041-12). Здание может соответствовать требованиям по эксплуатации здания, охране труда и технике безопасности после выполнения следующих работ:
 - ремонта отмостки;
 - проверки деревянных балок перекрытий на поражение гнилью и жучком;
 - ремонта конструкции крыши;
 - выполнения биоогнезащитной обработки деревянных конструкций крыши;
 - ремонта водостока;
 - ремонта внутренней и наружной отделки;
 - ремонта инженерного оборудования;
 - утепления ограждающих конструкций.Очень важно в таких ситуациях наблюдение за трещинами в стенах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Солодухин М.А. Инженерно-геологические изыскания для промышленного и гражданского строительства. - М.: Недра, 1975. – 189 с.
2. Малышев М.В. Механика грунтов, основания и фундаменты. – М.: Издательство ассоциация строительных вузов, 2001. – 219 с.
3. Фонды. Технический архив Крымгипроинтза.
4. Инженерные изыскания для строительства // Промышленное и гражданское строительство. - 2005. - № 11. – С. 9.

Левенстам В.В., к.т.н., доцент, Левенстам М.В., к.т.н., Гриценко П.Ю., студент
Национальная академия природоохранного и курортного строительства.

Испытания насыпных грунтов штампами- путь к использованию неудобных территорий.

В данной статье освещается опыт исследования насыпных грунтов штампами.
насыпной грунт, штамп, нагрузка, деформация.

Правильная оценка строительных свойств грунтов имеет существенное значение для снижения стоимости строительства. Большие расходы вызывают как строительство по проектам с излишним запасом прочности оснований сооружений, так и дополнительные работы по устранению недопустимых деформаций или даже аварий вследствие неправильной оценки грунтов. Опыт показывает, что только комплексные исследования строительных свойств грунтов с помощью лабораторных и полевых методов позволяют всесторонне оценить физико-механические свойства грунтов и обеспечить необходимую достоверность этих данных для оценки инженерно-геологических условий строительной площадки в целом, так и для принятия грамотного технического решения сооружения.

В некоторых грунтах, в частности, в насыпных часто вообще невозможно отобрать образцы «ненарушенной структурой», их не рекомендуют использовать в качестве оснований сооружений. В соответствии с требованиями СНиП 2.02.01-83* «Основания зданий и сооружений» модуль деформации насыпных грунтов, как правило, должен определяться на основе штамповых испытаний.

Общим для всех экспериментальных исследований деформационных свойств грунтов является определение по зависимости между перемещениями S и приложенным давлением P параметров той или иной модели грунта, используя соответствующие решения. Например при испытаниях штампами или прессиометрами с помощью решений Шлейхера и Ляме находится модуль общей деформации E и т. д. Вид зависимости $S(P)$, получаемый при испытании грунтов в одометрах, качественно отличается от таковой при испытаниях штампами и прессиометрами и внешне совершенно не согласуется с моделью, отвечающей закону Гука. Это объясняется искажениями в деформации грунтов, вызванными влиянием обоймы, в которую заключен образец.

В настоящей работе освещается опыт исследования насыпных грунтов штампами и их же образцов в лабораторных условиях. Испытания грунтов штампами выполнены на площадке строительства торгово-сервисного центра по ул. Героев Сталинграда – пер. Пищевой в г. Симферополе.

В геологическом строении площадки принимают участие карбонатно-глинистые породы верхнего эоцена, перекрытые четвертичными отложениями и образованиями различного генезиса.

В разрезе, до глубины 14,0 м. выделены следующие стратиграфо-генетические комплексы (СГК) и инженерно-геологические элементы (ИГЭ) грунтов:

СГК I – современные техногенные образования.

ИГЭ 1 –насыпной грунт из суглинка, щебня, строительного и бытового мусора, неоднородный, слежавшийся, мощность от 2,6 до 3,8 м;

СГК II – современные элювиальные образования.

ИГЭ 2- почва черноземная, гумусированная, с корнями растений, погребенная, мощность- 0,8 м;

СГК III- современные делювиально-пролювиальные отложения.

ИГЭ 3- глина известковистая, желтовато-коричневая, полутвердая, рыхлая, с белыми гнездами карбонатных солей, встречена скважиной №2, мощность-0,6 м;

СГК IV- современные верхнечетвертичные аллювиальные отложения.

ИГЭ 4- глина зеленовато-желтая, тугопластичная, ожелезненная, с включением гравия и гальки до 10 %, с линзами обводненных крупнозернистых карбонатных песков, мощностью от 3,5 до 5,6;

СГК V- породы верхнего эоцена.

ИГЭ 5-мергель светло- и желтовато-серый, глинистый, выветрелый, тиксотропный, вскрытая мощность-5,4 м.

Слои ИГЭ 1, ИГЭ 2 геологами не исследовались и не рекомендовались в качестве оснований.

По проекту на площадке были частично выполнены фундаменты из буронабивных свай диаметром 600 мм длиной до 11 м. Однако проведенные контрольные испытания свай статической вдавливающей нагрузкой не подтвердили несущей способности свай, требуемой по проекту. В связи с этим встал вопрос о перепроектировании фундаментов. С целью проверки возможности использовать насыпные слежавшиеся грунты были проведены их испытания штампами в уровне низа ростверков.

Штамповые испытания проводились в соответствии ГОСТ 20276-85 „Грунты методы полевого определения характеристик деформируемости”. Насыпные грунты испытывались штампом площадью 5000 см².

Модуль деформации грунта E , МПа (кгс/см²) вычисляют для линейного участка графика $S=f(p)$ по формуле Шлейхера:

$$E = (1 - \nu^2) K_p K_1 D \frac{\Delta P}{\Delta S},$$

где ν – коэффициент Пуассона, принимаемый равным 0,35 – для суглинков, 0,42 – для глин;

K_p – коэффициент, принимаемый в зависимости от заглубления штампа d/D ;

d – глубина расположения штампа относительно поверхности грунта, см;

D – диаметр штампа, см;

K_1 – коэффициент, принимаемый для жёсткого круглого штампа равным 0,79;

ΔP – приращение давления на штамп, МПа (кгс/см²), равное $P_n - P_0$;

ΔS – приращение осадки штампа, соответствующее ΔP , см, определяемое на осредняющей прямой.

В таблице 1 приведены результаты вычисления модуля деформации грунта.

Таблица 1.

Модули деформации грунтов при различных значениях уплотняющих давлений

№ штампового испытания	Модуль деформации грунта E (кгс/см ²) в диапазоне давлений		
	0,5-1,0 , кгс/см ²	0 – 1,0 , кгс/см ²	0,5-1,5 , кгс/см ²
1	90,5	131	-
2	295	251	245
3	141	169	-
4	311	392	232
5	51,1	77	-
6	56,5	82	-

Исходя из результатов испытаний различных вариантов наслоения грунтов в насыпи, было

принято решение: для проектирования фундаментов давление на грунтовую насыпь не должно превышать 1 кг/см^2 (100 кПа). Модуль деформаций не более 50 кг/см^2 в связи с большим разбросом результатов из-за неоднородности слоев в разных местах площадки.

Так как основание сильносжимаемое и неоднородное в этом отношении необходимо предусмотреть мероприятия по уменьшению разности деформаций основания и влияния их на сооружения.

ВЫВОДЫ:

1. Проведенные полевые испытания штампами сделали возможным рекомендовать эти насыпные грунты использовать в качестве основания фундаментов, тогда как в отчете об инженерно-геологических изысканиях эти грунты не рекомендовались в качестве основания фундаментов.
2. Полевые испытания грунтов штампами дают возможность: во-первых, исследовать свойства таких грунтов, образцы которых практически невозможно отобрать для исследования в лаборатории, и, во-вторых, более полно оценить строительные свойства грунтов, образцы которых испытаны в лаборатории.
3. Использование полевых методов исследования свойств грунтов позволяет во многих случаях снизить стоимость строительства.
4. Встречаются территории, на которых штамповые испытания единственный достоверный способ оценки строительных свойств грунтов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. СНиП 2.02.01-83 «Основания зданий и сооружений», М. Стройиздат. 1985 г.
2. ГОСТ 20276-85 «Грунты. Методы полевого определения характеристик деформируемости»
3. Трофименков Ю.Г., Воробьев Л.Н. Полевые методы исследования строительных свойств грунтов, Стройиздат, М., 1974, 176 с.
4. СП 50-101-2004* Свод правил по проектированию и строительству. «Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений», М., 2005 г., 130 с.

Лежнев Е. М., студент ПГС-102, Суббота И. Л., к. т. н., доцент.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Спутниковые методы измерений в инженерно-геодезических работах

Бурное развитие науки и техники в последние десятилетия позволило создать принципиально новый метод определения координат и приращений координат -спутниковый. В этом методе вместо привычных геодезистам неподвижных пунктов геодезической сети с известными координатами используются подвижные спутники, координаты которых можно вычислить на любой, интересующий геодезиста момент времени.

Спутник, навигационная система, геодезические координаты

В настоящее время используются две спутниковые системы определения координат: российская система ГЛОНАСС, (ГЛОбальная Навигационная Спутниковая Система) и американская система NAVSTAR GPS: NAVigation System with Time and Ringing Global Positioning System (навигационная система определения расстояний и времени, глобальная система позиционирования). Обе системы создавали[^] для решения военных задач, но в последние годы нашли широкое применение в геодезии, обеспечивая исключительно высокой точности определения приращений координат со средней $5\text{мм} + D \cdot 10^{-6}$, координаты же одиночного приемника * могут быть определены со средней квадратичной ошибкой 10 - 100 м.

Современная система NAVSTAR GPS и ГЛОНАСС в полной комплектации должна состоять из 21 действующего спутника и трех запасных. Орбиты спутников практически круговые и расположены в трех орбитальных плоскостях для ГЛОНАСС, и в шести орбитальных плоскостях для NAVSTAR. Для описания движения искусственных спутников Земли используется геоцентрическая инерциальная система координат (Рис.1).[1]

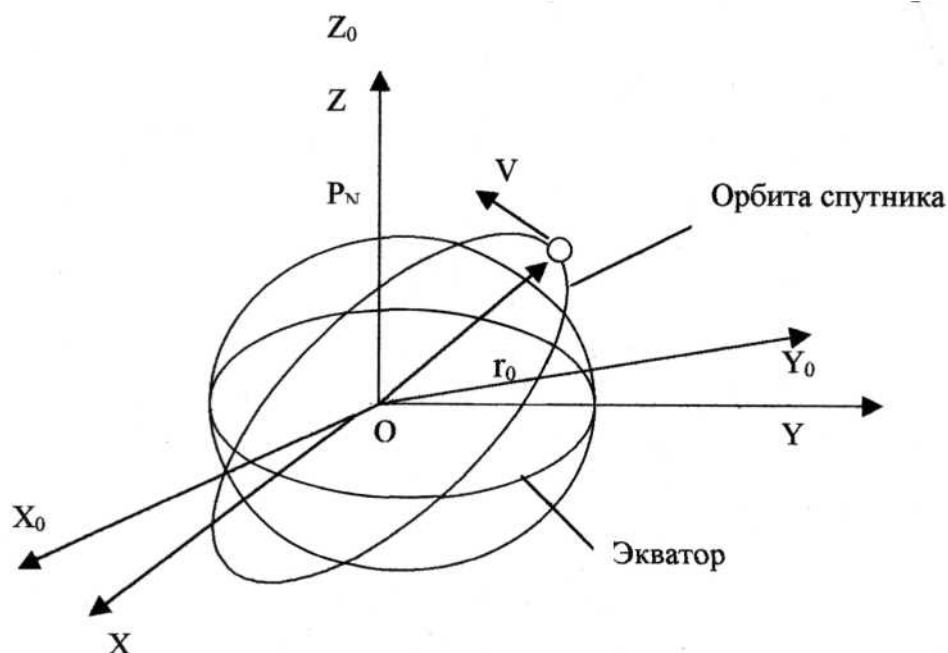


Рис. 1. Геоцентрическая инерциальная система координат.

Начало координат расположено в центре массы Земли, ось X_0 лежит в плоскости экватора и направлена в точку весеннего равноденствия, ось Z_0 направлена вдоль оси вращения Земли в сторону Северного Полюса, ось Y_0 дополняет прямоугольную систему координат до полной. Кроме этого, используется геоцентрическая подвижная система координат XYZ. В навигационной системе координат ГЛОНАСС ее называют ПЗ-90, а в NAVSTAR GPS - WGS-84. Центр этой системы координат совпадает с точкой O, ось Z совпадает с Z_0 , а ось X проходит через Гринвичский меридиан. Ось X в процессе суточного вращения Земли периодически проходит через Весны.

Интервал времени между двумя такими последовательными моментами соответствует одним звездным суткам.

Информация о движении спутников прогнозируется и вычисляется в геоцентрической подвижной системе координат.

Орбиты спутников практически круговые и расположены на геодезической высоте, равной 20180 км и на 26600 км от центра Земли. Такое количество спутников и их расположение обеспечивает одновременный прием сигналов как минимум от четырех спутников в любой части Земли. Все спутники равномерно расположены на шести орбитальных плоскостях. Период обращения спутников составляет 13 часов звездного времени, в связи, с чем каждый спутник появляется в том же месте ежедневно на 4 минуты раньше вчерашнего положения.

Каждый спутник снабжен кварцевым стандартом частоты, двумя цезиевыми и двумя рубидиевыми стандартами. Цезиевые и рубидиевые стандарты координируют и управляют основной частотой - кварцевым стандартом, генерирующим 10,23 МГц. Из нее формируют две частоты L-диапазона.

$$L_1 = 10,23 * 154 = 1575,42 \text{ МГц (длина волны 19,05 см)}$$

$$L_2 = 10,23 * 120 = 1227,60 \text{ МГц (длина волны 24,45 см)}$$

В системе NAVSTAR GPS все спутники излучают на двух одинаковых частотах L-диапазона (L_1 и L_2), но каждый излучает свой личный код, по которому ведется распознавание спутников. В российской системе ГЛОНАСС спутник излучает на своей частоте, а код общий для всех спутников. Российские спутники передают информацию на двух частотах L_1 и L_2 .

$$L_1 = f_{01} + k * Af_1$$

$$L_2 = f_{02} + k * Af_2$$

$$k = 1, 2, 3, \dots - \text{номер спутника; } \Gamma_{\text{ш}} = 1602 \text{ МГц; } f_{02} = 1246 \text{ МГц; } Af_1 = 0,4375 \text{ МГц; } Af_2 = 0,5625 \text{ МГц.}$$

Отношение частот равно 9/7.

Основной астрономической единицей измерения времени являются сутки (86400с). Звездные сутки отсчитывают между двумя последовательными верхними положениями точки весеннего равноденствия. Для точного расчета времени приходится учитывать, что ось вращения Земли совершает медленное периодическое колебательное движение, состоящее из прецессии (движение по конусу) и нутации (колебания оси). Кроме этого суточное вращение Земли. Поэтому введена универсальная секунда - атомная, равная интервалу времени, в течение которого совершается 9192631770 колебаний, соответствующих резонансной частоте энергетического перехода между уровнями атома цезия-133 при отсутствии внешних воздействий. В приемниках, которые используют геодезисты для координатных операций, тоже используются достаточно стабильные часы. Но в связи с тем, что геодезический приемник должен быть компактным, легким и дешевым, часы в приемнике примерно в миллион раз менее стабильны часов, установленных на спутнике. В связи с этим, при каждом сеансе измерений производится синхронизация часов приемника с часами навигационной спутниковой системой. Движение искусственных спутников Земли происходит по законам механики под действием сил инерции и сил притяжения Земли. [2] Орбитальное движение спутников определяется по формуле

$$F = mg, \quad (1)$$

где F - вектор силы притяжения Земли,

m - масса спутника,

g - вектор центростремительного ускорения, или

$$F = k * M * m / r^2 \quad (J_2)$$

где $c = 6,672 \cdot 10^{11} \text{ м}^3 / \text{кг} \cdot \text{с}^2$ - универсальная гравитационная постоянная;

$M = 5,974242 \cdot 10^{24} \text{ кг}$ - масса Земли;

r - расстояние от центра Земли до спутника;

i - $kM = 3,9860044 \text{ м}^3 / \text{с}^2$ - геоцентрическая гравитационная постоянная Земли.

Под эфемеридами спутников понимают прогнозируемые координаты положения спутников на момент времени, интересующий потребителя. Применительно к спутниковым навигационным системам эфемериды спутников состоят из двух частей:

«материальной модели движения спутников, которая опубликована в научной литературе;

«параметров математической модели, которые передаются в навигационном сообщении спутника.

Поскольку описать с высокой точностью реальное движение спутников не удастся даже при наличии столь значительного количества коэффициентов, то прогнозируемую орбиту спутника разбивают на интервалы длительностью в 1 час. Каждый час в навигационном сообщении обновляются все параметры и корректирующие коэффициенты.

Одним из интересных решений является совместное использование GPS-приемника и электронного тахеометра. Лидерами в этой области являются две компании Trimble и Leica.

Trimble предложила использовать в качестве передаточного звена программное обеспечение контролера, то есть контролер можно использовать как с GPS-приемником, так и с тахеометром. Примером такой связки могут служить приборы Trimble TS5800 и тахеометр TS5600. Фирма Leica предложила примерно такой же вариант, но при этом совместила GPS-приемник и тахеометр в одном корпусе, SmartStation - прибор, который управляется одним контролером, может выполнять практически все виды геодезических работ. Перспективным направлением является использование GPS-приемников для 3D-управления строительной техникой, такой как автогрейдеры, бульдозеры, скреперы, асфальтоукладчики, фрезы и экскаваторы. GPS-оборудование в сочетании со специализированным программным обеспечением позволяет выполнять выемку грунта, сверяясь с проектными данными в режиме реального времени, управляет работой в автоматическом режиме либо в ручную. Выглядит все это следующим образом: две GPS-антенны, установленные на отвале или ковше экскаватора, определяют его положение в пространстве. Программное обеспечение сравнивает положение плоскости отвала с проектной и подает команду на гидравлические элементы машины для корректировки текущего положения либо показывает оператору, на сколько необходимо изменить текущее положение отвала, чтобы оно соответствовало проектному. Данная технология исключает такой этап, как вынос в натуру, и сокращает сроки проведения земляных работ, принося экономический эффект.

ВЫВОД:

Использование системы глобального позиционирования в инженерной геодезии позволяет с высокой точностью определять координаты местонахождения объектов, что особенно актуально для сложных инженерно-геологических условий, где использование других систем невозможно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Инженерная геодезия. Учеб. для вузов/ Е. Б. Ключин, И. М. И. Киселев, Д. Ш. Михелев, В. Д. Фельдман; Под ред. Д. Ш. Михелева. - 3-е изд. Испр. - М.: Высш. шк., 2002. - 262с.
2. Ключин Е. Б., Михелев Д. Ш. Инженерная геодезия. - М.: Высшая школа, 1983.
3. Фельдман В. Д., Михелев Д. Ш. Основы инженерной геодезии. - М.: Высшая школа, 1998.

Кайшиев А.Ю., студент, Линченко Ю.П., к.т.н., профессор
 Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Анализ усилий в дисках перекрытий многоэтажных зданий и анкерование экструзионных плит непрерывного формования

Рассматривается использование экструзионных плит в многоэтажных зданиях, подвергнутых сейсмическому воздействию. Разработаны численные модели характерных пространственных несущих систем зданий, в которых определяется количество и характеристики выпусков арматуры для анкеров в экструзионных плитах в зданиях с характерными конструктивными схемами. Выполнен расчет с использованием программного комплекса «Лира-Windows», а также численный анализ усилий, возникающих в дисках перекрытий зданий с различной конструктивной схемой при сейсмическом воздействии. Разработаны предварительные предложения по применению анкеров устраиваемых в пустотах экструзионных плит.

перекрытие; плита экструзионная; сейсмика; усилие; анкер.

В Крыму фирмой «КОНСОЛЬ» внедряются в практику строительства экструзионные конструкции. Как отмечено в статье /1/, эти конструкции имеют только продольное предварительно напряженное армирование. Экструзионные плиты имеют ряд конструктивных особенностей, которые не отвечают требованиям отечественных норм проектирования, особенно строительства в сейсмических районах – нет усиления зон анкерования, выпусков арматуры и т.д. Обеспечение монолитности диска перекрытия для применения в сейсмических условиях достигается следующими мероприятиями: вскрывают пустоты, устанавливая в них каркасы на необходимую длину и бетонируют пустоты, устраивая, кроме того, армированную набетонку.

В НАПКС выполнены исследования анкеров, выполняемых в пустотах плит без разрушения полов. Проведены обширные численные эксперименты и проверка их результатов физическим экспериментом на фрагментах плит с анкерами. В результате определены параметры анкеров, их напряженно-деформированное состояние, несущая способность и формы разрушения /2,3/.

Для применения анкеров в перекрытиях необходимо оценить растягивающие усилия от сейсмического воздействия, возникающие в панелях и воспринимаемые анкерами. В качестве метода исследований принят численный эксперимент на программном комплексе «ЛИРА». Необходимо решить следующие задачи:

- 1) разработать численные модели характерных пространственных несущих систем зданий;
- 2) оценить усилия, возникающие в дисках перекрытий и воспринимаемые выпусками арматуры;
- 3) определить количество и характеристики выпусков арматуры (анкеров в пустотах плит) для зданий с характерными конструктивными схемами.

Рассмотрены две конструктивные схемы зданий:

- 1) здание с продольными каменными несущими стенами, поперечными диафрагмами и поперечным расположением плит; в плане 12х36 м, количество этажей – 11.

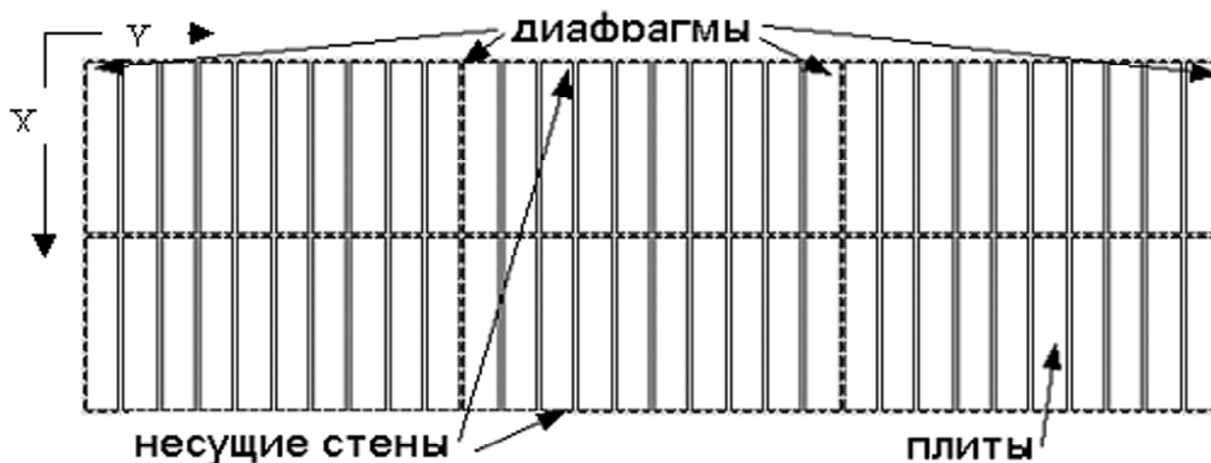


Рис.1. Каменное здание с поперечной раскладкой плит перекрытия

2) каркасное здание с поперечными рамами, диафрагмами и продольным расположением плит; в плане 12х36 м, количество этажей – 5.

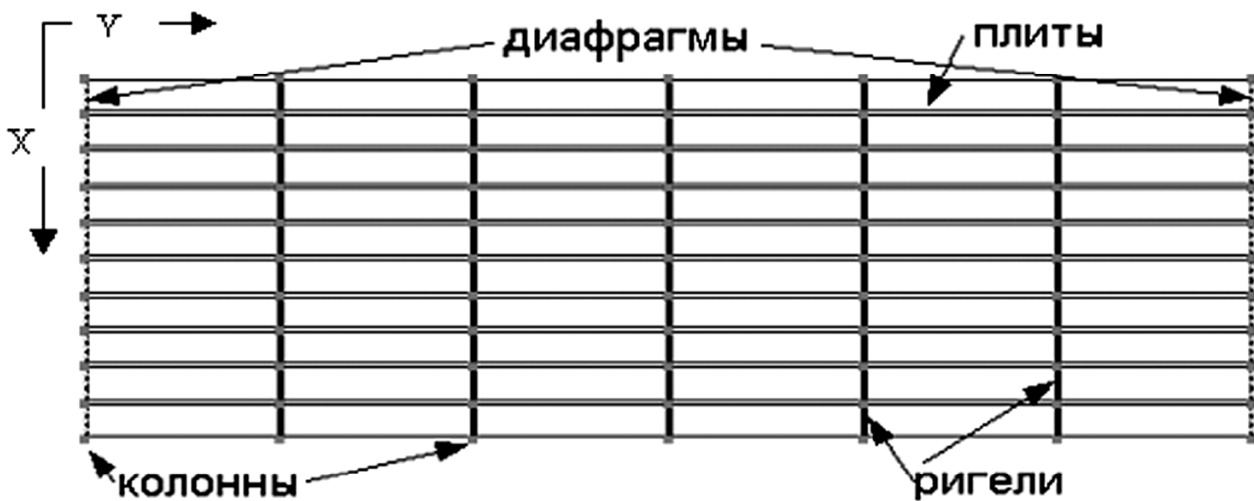


Рис.2 Каркасное сборно-монолитное здание с продольной раскладкой плит

Основанием моделей служит плита на упругом основании. Модуль деформации основания принят условный для средних грунтовых условий с учетом кратковременного действия сейсмической нагрузки – 50 МПа. Соответствующие коэффициенты постели (вычислены на ПК «ЛИРА») при размерах фундамента 13х37 м и обобщенной нагрузке на весь фундамент 75 МН:

Модель – 1: здание с продольными несущими стенами.

Конструктивная схема здания представляет собой жесткую пространственную систему. Несущей системой здания являются продольные и поперечные стены. В качестве поперечных стен конструируются диафрагмы жесткости с проемами с шагом 12 м. Расчет выполнен с использованием программного комплекса «Лира-Windows», который позволяет автоматически учесть заданные нагрузки, представленные в расчетной модели. Каменные стены здания моделированы плоскими конечными элементами 0.5х0.5 м. Плиты моделированы крупными конечными элементами по 1,2х6 м, так как нас интересуют реакции элементов плит в целом, возникающие в узлах со стенами по осям X и Y. Расчет выполнен на основные и особое сочетание нагрузок с учетом сейсмического воздействия. Нагрузки от ненесущих стен и перегородок приняты исходя из их фактического расположения. Погонная нагрузка от веса стен и перегородок вычислялась исходя из объемного веса блоков из пористого бетона 1400 кгс/м² и проектной толщины 100.

Здание 11 этажное с поперечной раскладкой плит. Основной несущей составляющей являются продольные стены с поперечными диафрагмами. Общий вид расчетной модели (рис.3)

Для определения расчетных сочетаний усилий сформированы следующие загрузки:

- 1 – постоянные нагрузки на перекрытия;
- 2 – временная длительная нагрузка на перекрытия;
- 3 – сейсмическое воздействие по оси X;
- 4 – сейсмическое воздействие по оси Y;

Вычисление коэффициентов жесткости упругого основания на сжатие (C1) и на сдвиг (C2) выполнено при следующих исходных данных.

1. вертикальная нагрузка на фундамент:

Определяя нагрузку на фундамент необходимо учесть все действующие нагрузки на один этаж:

- собственный вес плиты перекрытия 300 кг/м²
- вес пола включая стяжку и настил 200 кг/м²
- вес перегородок 400 кг/м²
- временное длительное 200 кг/м²
- вес несущих стен 300 кг/м²

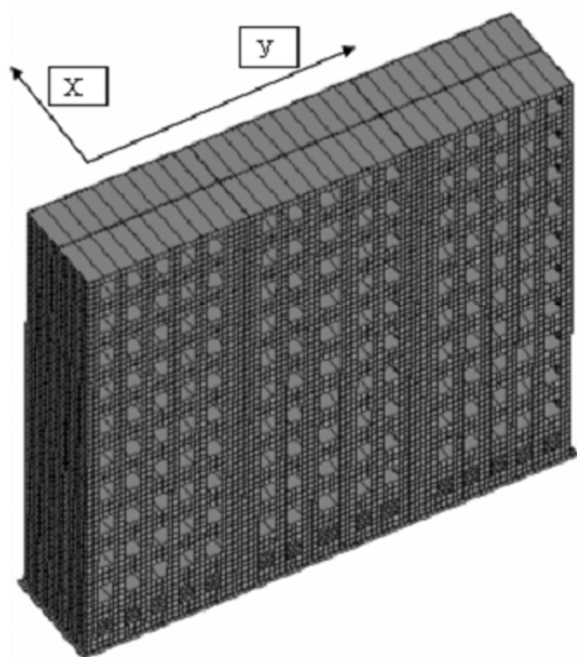


Рис.3. Общий вид расчетной модели

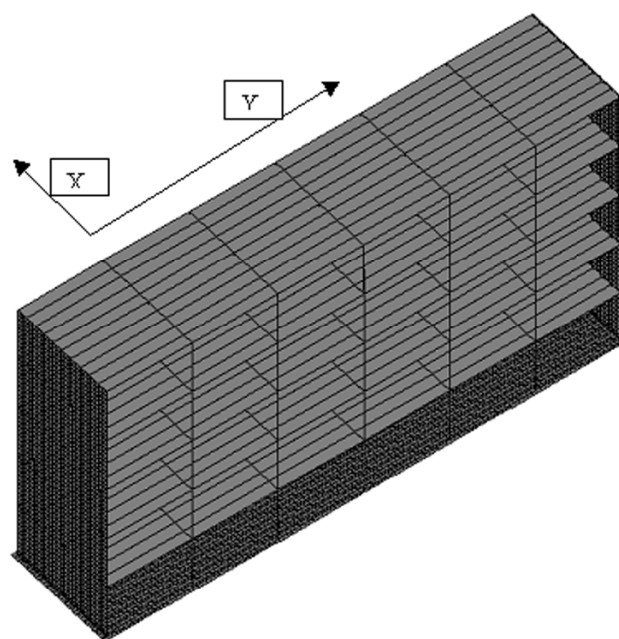


Рис 4 Общий вид расчетной модели 2

Получаем вес от 1го м2 этажа 1400 кг/м2, умножая на коэффициент надежности 1,1, имеем 1540 кг/м2. Отсюда площадь здания в плане 12х36 м =432 м2, имеем вес 1-го этажа 432х1540=666т, при кол-ве этажей 11 получаем вертикальную нагрузку на фундамент 7326 т.

2.глубина заложения – 1м

3.меньшая сторона фундамента – 13м, отношение сторон 3.

4.соотношение давлений для ограничения глубины сжимаемой толщи – 0.2.

5.кол-во слоев – 1.

6.характеристики основания:

-номер текущего слоя –1;-модуль деформации слоя-5000 т/м²;-коэффициент Пуассона на слоя– 0.35. -толщина слоя – 40м;-удельный вес грунта – 1.8 т/м³.

При этом получены следующие значения: С1= 350 т/м³; С2=10000 т/м.

Исходные данные для расчета на сейсмическое воздействие

Категория грунта – II.Сейсмичность площадки – 8 баллов.

Коэффициент, учитывающий допускаемые повреждения зданий и сооружений – К1 = 0.35;

коэффициент $K_{\nu} = 1,3$.

Сейсмическое нагружение формируется из статических с автоматизированным распределением весов масс по всем узлам расчетной модели. При вычислении масс постоянные нагрузки учитывались с коэффициентом 0,9, временные длительные – с коэффициентом 0,5.

Анализ результатов расчета

В результате расчета на ПК «Лира» мы имеем две интересующие нас характеристики – напряжения в конечных элементах и реакции в узлах. Рассмотрим усилия в направлении по X, так как вдоль оси X происходит выдергивание в анкерах, имеем напряжения в перекрытиях. Максимальные напряжения возникают в перекрытии между третьим и четвертым этажом, следовательно и усилия в узлах плиты в этом перекрытии будут максимальными, отсюда определяем сдергивающее усилие в плите. В ходе расчета используем

ту форму колебания здания, при которой напряжения в дисках перекрытий максимальны. Далее получаем максимальные напряжения в диске перекрытия между 3-им и 4-ым этажом в 1-ом колебании:

1.используем функцию «Лиры»-«Нагрузка на фрагмент» получаем табл.1:

Таблица 1.

Усилия в анкерах плиты перекрытия здания с продольными несущими стенами

Нагрузка на фрагмент						
№ узла	R _x (тс)	R _y (тс)	R _z (тс)	M _x (тс*м)	M _y (тс*м)	M _z (тс*м)
1	0.219	-1.830	0.009	0.005	0.001	0.000
2	0.324	1.400	0.005	0.000	-0.001	0.000

-усилие в первом узле 0,219т;

-во втором 0.324т;

отсюда среднее значение $R_x=0,219+0,324/2=272\text{кг}$

2.Исходя из логического расчета по напряжениям в плите из полученного изображения мозаики напряжений имеем:

-сечение плиты $1.2 \times 0.15 = 0.18 \text{ м}$;

-максимальное напряжение 3.02 т/м^2 ;

отсюда имеем усилие $0.18 \times 3.02 = 0.55 \text{ т/м}$, так как в плите 2 анкера, $0.55/2 = 0.28 \text{ т}$. - следовательно 280 кг - сдергивающее усилие в плите.

В результате видно, что расчет по напряжениям в плите приблизительно равен расчету по «нагрузке на фрагмент». Полученное в 1-ой форме колебаний, максимальное сдергивающее усилие в плите перекрытия составляет 324 кг.

Таким образом в данной модели здания возникают сдергивающие усилия в дисках перекрытий не превышающие 324 кг, при этом прочность в перекрытиях достигается за счет использования анкера со стержнем 8А400С, что было доказано в исследованиях анкерных узлов /2/.

Модель здания 2(каркас с поперечными рамами)

В данном здании несущими элементами являются рамы, образованные из колонн - конечный элемент стержень сечением $0,4 \times 0,4 \text{ м}$ и ригелей- стержень сечением $0,4 \times 0,6 \text{ м}$ (каркасная часть), а также торцевые диафрагмы жесткости - конечным элементом являются пластины $0,3 \times 0,3 \text{ м}$ (стенная часть). В расчетной схеме задаются те же загрузки что и в предыдущей, также аналогично задается сейсмическое нагружение. Основным отличием расчетных схем является продольная раскладка плит перекрытий для определения максимальных усилий в анкерах. Поэтому в данном случае нас интересуют реакции в узлах возникающие по оси У.

Общий вид расчетной модели «Каркасное 1»(рис.4). «Каркасное 2» отличается лишь добавлением поперечной диафрагмы посередине.

Вычисление коэффициентов жесткости упругого основания на сжатие (С1) и на сдвиг (С2) выполнено при тех же исходных данных, что и в первом случае, но меняется вертикальная нагрузка на фундамент от 5 этажей, составляющая $666 \text{ т} \times 5 = 3330 \text{ т}$.

Анализ результатов расчета

«Каркасное 1»

Получая рассчитанную схему от сейсмического нагружения по Х, имеем напряжения в перекрытиях(рис.5).

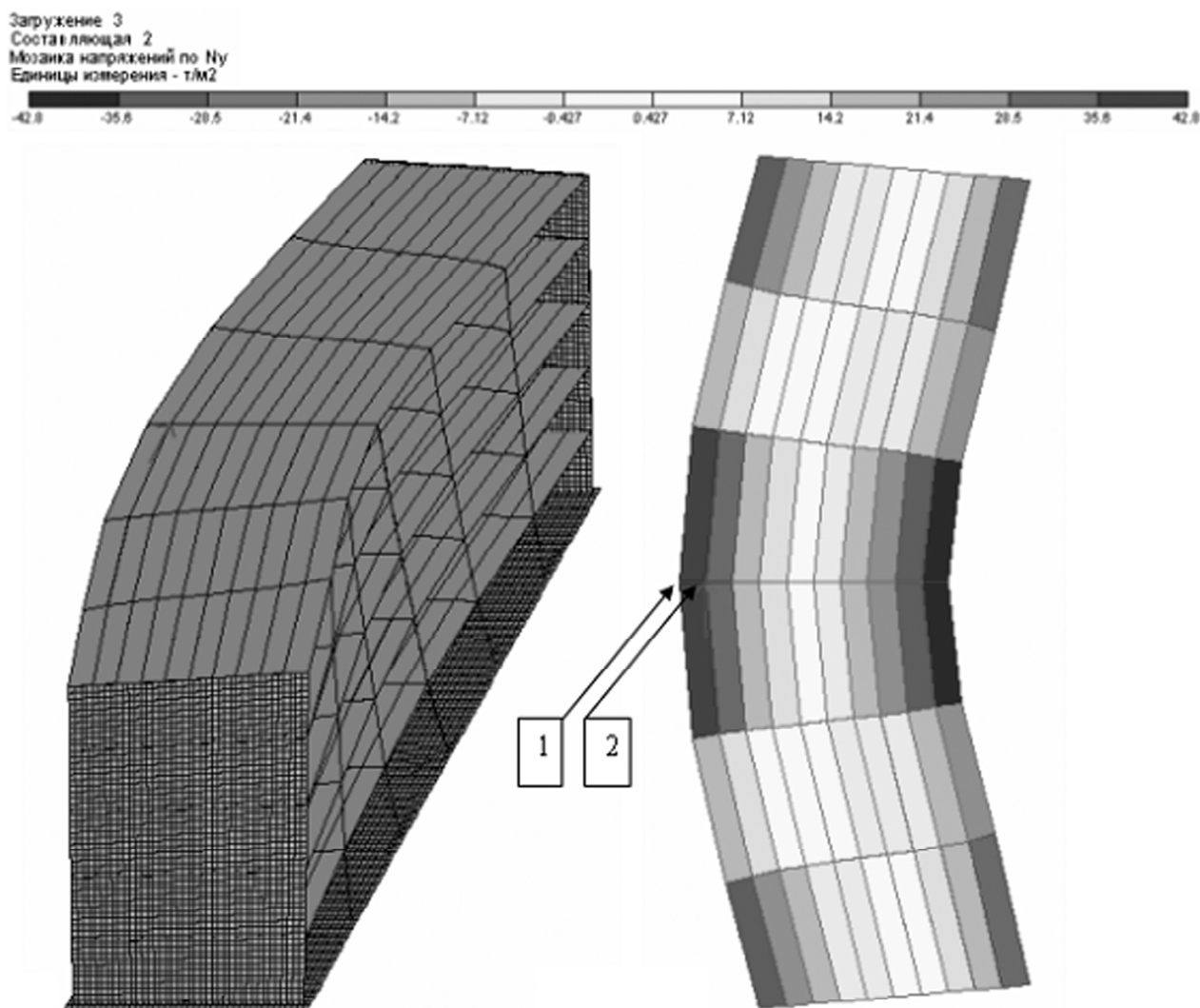


Рис.5. Колебание здания и мозаика напряжений в перекрытии по Ny

Используем функцию «Нагрузка на фрагмент», получаем:

Таблица 2

Усилия в анкерах плиты перекрытия каркасного здания - «Каркасное 1»

Нагрузка на фрагмент						
№ узла	Rx (тс)	Ry (тс)	Rz (тс)	Mx (тс*м)	My (тс*м)	Mz (тс*м)
1	-2,835	-6,903	0,059	0,002	-0,056	0,000
2	2.450	-0.783	-0.059	-0.001	-0.015	0.000

Отсюда среднее значение $R_x = 6.9 + 0.78 / 2 = 3.84 \text{ т}$

Исходя из логического расчета:

сечение плиты $1.2 \times 0.15 = 0.18 \text{ м}$, а напряжение 42.8 т/м^2 ,

имеем усилие $0.18 \times 42.8 = 7.7 \text{ т/м}$.

-так как в плите 2 анкера, $7.7 / 2 = 3.85 \text{ т}$.

-следовательно 3850 кг - сдерживающее усилие в плите.

В данной модели здания при таком усилии (6903 кг) прочность не обеспечивается, так как в анкерах со стержнем 8A400C происходит достижение в арматуре предела текучести с нарушением анкеровки, а при применении в анкерах стержня 12A500C происходит нарушение контакта «бетон анкера - бетон плиты», поэтому необходимо предусмотреть устройство дополнительной анкеровки в плитах перекрытий /2/.

«Каркасное 2»

Данная конструктивная схема отличается от предыдущей - «Каркасное 1», добавлением поперечной диафрагмы жесткости посередине.

При расчете получаем максимальные напряжения в диске перекрытий в уровне кровли(рис.5).

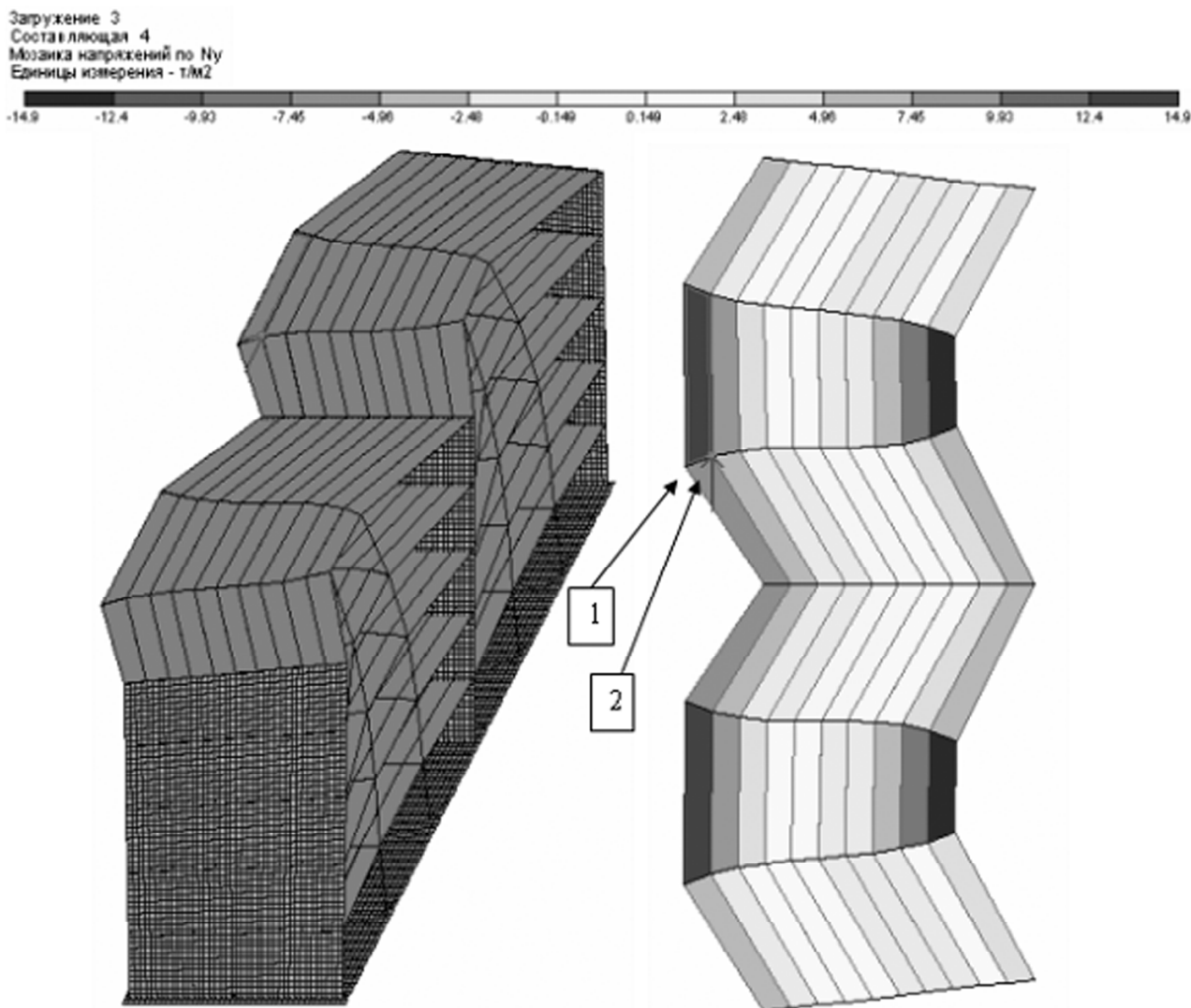


Рис.6. Колебание здания и мозаика напряжений в перекрытии по Ny

Расчитав «нагрузку на фрагмент» (табл.3):

Таблица 3

Усилия в анкерах плиты перекрытия каркасного здания - «Каркасное 2»

Нагрузка на фрагмент						
№узла	Rx (тс)	Ry (тс)	Rz (тс)	Mx(тс*м)	My (тс*м)	Mz (тс*м)
1	0.067	-2.375	0.023	0.001	-0.022	0.000
2	3.461	0.248	-0.023	0.000	-0.006	0.000

Отсюда среднее значение $R_x = 2.375 + 0.248 / 2 = 1.31 \text{ т}$

Исходя из логического расчета:

сечение плиты $1.2 \times 0.15 = 0.18 \text{ м}$, а напряжение 14.9 т/м^2 ,

имеем усилие $0.18 \times 14.9 = 2.68 \text{ т/м}$.

-так как в плите 2 анкера, $2.68 / 2 = 1.34 \text{ т}$.

-следовательно 1340 кг - сдергивающее усилие в плите.

Исходя из полученных данных следует, что сдергивающие усилия в дисках перекрытий модели здания «Каркасное 1» с шагом диафрагм 36м, почти в 3 раза выше, чем в модели «Каркасное 2» с диафрагмами через 18м, при этом в модели «Каркасное 2» обеспечивается прочность анкерówki плит при использовании анкера со стержнем 8А400С, без дополнительной анкерówki.

При анализе расчетных моделей здания от сейсмического нагружения получаем максимальные сдергивающие усилия в плитах перекрытия:

Таблица 4

Максимальные сдергивающие усилия в плитах перекрытия

	1. каменное	2. каркасное1	3. каркасное2
форма колебаний	1-324 кг;	2-6903 кг;	4-2375 кг;

ВЫВОДЫ:

1. В зданиях с продольными несущими стенами допускается использование одного анкера в пустотах плит перекрытия.
2. В зданиях каркасного типа в некоторых случаях требуется устройство дополнительной анкерówki.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Линченко Ю.П. Константинов В.А. Направления исследований перекрытий из экструзионных плит / в Сб. научных трудов НАПКС. Вып.10, Симферополь: НАПКС, 2005.
2. Константинов В.А., Линченко Ю.П. Предварительные исследования напряженно-деформированного состояния узлов анкерówki экструзионных многопустотных плит.

Лящук И.Л., магистрант, Субботкин.Л.Д., д.т.н., профессор
Национальная академия природоохранного и курортного строительства.

Лабораторные исследования процесса физико-химической очистки хозяйственно-бытовых сточных вод.

Физико-химическая очистка хозяйственно-бытовых сточных вод в лабораторных условиях с использованием искусственной сточной воды.

Сточные воды, искусственные сточные воды, физико-химическая очистка сточных вод, коагуляция, критерий Кемпа, взвешенные вещества, БПК, ХПК, рН, отстаивание.

Очистка городских сточных вод в большинстве случаев производится на станциях аэрации, работающих по традиционным схемам механической и полной биологической очистки. В некоторых случаях в состав станций аэраций входят сооружения по доочистке сточных вод, но даже такие сложные и дорогостоящие комплексы не обеспечивают необходимого качества очищенных сточных вод, особенно по содержанию поверхностно-активных веществ, биогенных соединений, ионов токсичных металлов.

В последнее время большое внимание во всем мире уделяется физико-химическим методам обработки сточных вод.

Сущность процесса физико-химической очистки сточных вод состоит в коагулировании грубодисперсных и коллоидных загрязнений минеральными коагулянтами, отделении образовавшихся хлопьев путем отстаивания или флотации, фильтрования через зернистую загрузку и адсорбции растворенных органических веществ активированными углями. Процессы отстаивания и флотации могут быть интенсифицированы за счет применения добавочных органических полиэлектролитов – флокулянтов.

При физико-химической очистке сточных вод удаляются до необходимого уровня трудноокисляемые растворенные органические загрязнения, взвешенные вещества, соли тяжелых металлов, биогенные элементы (азот и фосфор), красители, поверхностно-активные вещества и ряд других соединений, которые остаются в очищенной воде при биологической очистке [1, 2, 3]. Кроме того, качество физико-химической очистки сточных вод более высокое и по содержанию в них патогенных микроорганизмов и вирусов, особенно при коагулировании известью [4]. Благодаря высокой основности и высокому рН водных растворов (более 9,5) известь обладает бактерицидным действием. Она убивает кишечную палочку, бактерии тифозной группы, некоторые вирусы, вызывающие гепатит и детский паралич.

При прямой физико-химической очистке достигается значительная экономия площади очистных сооружений по сравнению с биологической очисткой (25-50 %), сокращается продолжительность обработки воды. Физико-химическая очистка меньше зависит от колебаний качественного и количественного состава сточных вод, от сезона и температуры, более надежна, не подвержена влиянию токсических веществ. Процесс легко контролируется и может быть полностью автоматизирован.

В качестве коагулянтов при физико-химической очистке сточных вод могут применяться: сульфат алюминия, хлорное железо, железный купорос, серноокислое окисное железо, негашеная и гашеная известь, органические полиэлектролиты.

Физико-химический метод очистки городских сточных вод может найти широкое применение в Крыму: в курортных городах, где численность населения резко изменяется по сезонам года, а, следовательно, изменяется и приток сточных вод; в пансионатах, туристических базах, кемпингах, домах отдыха, работающих периодически; в городах, где водоснабжения осуществляется по режимным графикам.

Внедрению новых технологий очистки сточных вод в производство всегда предшествуют лабораторные экспериментальные исследования, что связано с трудностями дос-

тавки и хранения сточных вод, если исследования проводятся в лабораториях научных или учебных институтов. Кроме этого трудности в исследованиях возникают также из-за непостоянства физико-химического состава природных городских хозяйственно-бытовых сточных вод. Решение проблемы – создание искусственной сточной воды.

В исследовательских работах кафедры ВИСТ по физико-химической очистке городских сточных вод был использован опыт американских ученых приготовления искусственной хозяйственно-бытовой сточной воды [5]. Для лабораторных экспериментальных исследований нами была создана искусственная хозяйственно-бытовая сточная вода (ИСВ), состав которой приведен в табл. 1.

Таблица 1

Состав искусственной сточной воды (ИСВ)

№ п/п	Компоненты	Содержание на 1 л воды
1	Сухой корм для кошек "KittiKet"	1000 мг.
2	Глина с землей	100 мг.
3	Стиральный порошок "DAX"	2 мг.
4	Аммиак (азот 40 мг/л)	0,28 мл.

ИСВ имела следующие параметры: БПК₅ – 196 мгО₂/л, ХПК – 257 мгО₂/л, взвешенные вещества – 175 мг/л.

Для исследования процесса физико-химической очистки сточных вод с применением реагентов была сконструирована лабораторная установка, в состав которой входила механическая мешалка, позволяющая регулировать частоту оборотов двигателя от 20 до 75 об./мин.

Теория работы механических камер хлопьеобразования разработана Кэмпом [6]. Им предложен критерий G работы камер с лопастными мешалками, который находится по формуле:

$$G = 10 \cdot \sqrt{\frac{N}{W \cdot \mu}} \quad (1)$$

где N — мощность вращения мешалок (без учета механических потерь в приводе), кгм/с;

W — объем камеры хлопьеобразования, м³;

μ — абсолютная вязкость воды в пуазах (1 пуаз = 0,01 кгс/м²).

В формуле (1) мощность, необходимая для перемещения в воде одной лопасти, определяется по формуле:

$$N = 51 \cdot C_D \cdot F \cdot V \text{ кгм/сек}, \quad (2)$$

где C_D — коэффициент сопротивления воды; он зависит от отношения длины лопасти l к ее ширине b и равен: 1,2 при $l/b = 5$; 1,5 при $l/b = 20$ и 1,9 при $l/b = \infty$;

F — площадь лопастей, м²;

V — скорость движения лопасти относительно воды, м/с.

По Кэмпу средняя линейная скорость движения воды возле вращающейся лопасти V_1 составляет около 1/4 скорости движения лопасти V . Разность скоростей движения лопасти и воды ΔV равна $\Delta V = V - V_1 = 4V_1 - V_1 = 3V_1$, а отношение разности скоростей к скорости движения лопасти

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{3V_1}{4V_1} = 0,75 \quad (3)$$

Согласно Кэмпу, скорость формирования хлопьев пропорциональна величине G : чем больше величина этого критерия, тем меньше требуется времени для формирования хлопьев.

Поскольку время пребывания воды в камере хлопьеобразования T (сек.) зависит от процесса формирования хлопьев, Кэмп ввел безразмерный критерий данного процесса

$Ke = GT$. По Кэмпу величина G лопастных мешалок составляет от 25 до 65 сек⁻¹, а безразмерный критерий Ke от 40 000 до 210 000 (при температуре воды. 10°).

Экспериментальная лабораторная установка была выполнена с соблюдением требований теории Кемпа. Для предотвращения возникновения вращения всей массы воды без требуемых градиентов скоростей площадь лопастей мешалки в вертикальной плоскости не превышала 15 — 20% площади поперечного сечения камеры.

Методика проведения экспериментальных исследований состояла в следующем. Искусственная сточная вода наливалась в стеклянную емкость объемом 2 литра, имитирующую камеру смешения и камеру хлопьеобразования, и с помощью мешалки при числе оборотов 75 об/мин перемешивалась, при этом в воду первоначально вводилась известь с определенной дозой, а затем дозировалось хлорное железо. Перемешивание воды с реагентами осуществлялось в течение 5 минут. Данной операцией имитировался процесс смешения. Затем мешалку переводили в режим медленного перемешивания с фиксированным числом оборотов в течение 15 минут. Эта операция имитировала процесс хлопьеобразования. По истечении указанного времени мешалка выключалась и извлекалась из камеры, и начинался процесс седиментации коагулированных загрязнений и осветления сточной воды. В пробах очищенной сточной воды определялись: оптическая плотность воды, содержание взвешенных веществ, рН, БПК₅ и ХПК.

Концентрация взвешенных веществ в очищенной воде определялась с помощью калибровочного графика (рис. 1) по оптической плотности воды, измеренной на фотоколориметре.

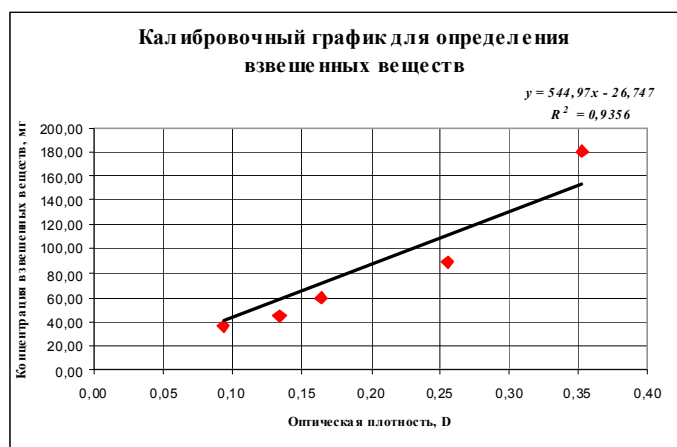


Рис.1. График для определения концентрации взвешенных веществ

Был составлен и выполнен полный трехфакторный эксперимент с применением в качестве реагентов извести – «пушонки» с содержанием активной CaO 80 % и хлорного железа - отхода производства ОАО «ЙОДОБРОМ» г. Красноперекопска АРК. Продукт соответствовал ГОСТ 4147-74.

В эксперименте мы рассматривали процесс, в котором откликом являлась конечная концентрация взвешенных веществ в осветленной воде – Y_C (мг/л), а переменными фак-

торами являлись: количество оборотов мешалки X_1 (об/мин) для градиентной коагуляции сточной воды, дозы извести по СаО - X_2 (мг/л) и дозы хлорного железа $FeCl_3$ - X_3 (мг/л).

С помощью полного факторного эксперимента [7] было получено математическое описание этого процесса в окрестностях точек: $X_{01} = 30$ об/мин, $X_{02} = 200$ мг/л; $X_{03} = 8$ мг/л. Основные характеристики плана эксперимента приведены в табл. 2.

Таблица 2

Основные характеристики плана эксперимента

N п/п	Характеристика факторов эксперимента	X_1 об/мин	X_2 мг/л	X_3 мг/л
1	2	3	4	5
1	Основной уровень	30	200	8
2	Интервал варьирования	10	50	5
3	Верхний уровень	40	250	13
4	Нижний уровень	20	150	3

Были составлены матрицы планирования - число опытов по данному эксперименту 8. Матрица полного трехфакторного эксперимента приведена в табл. 3,

Таблица 3

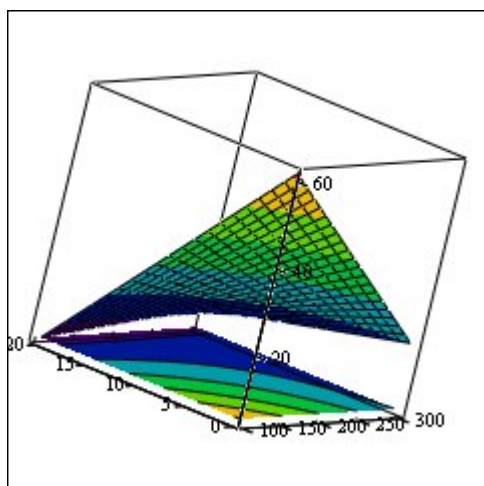
Матрица планирования полного трехфакторного эксперимента с результатами

Система опытов	Номер опыта	Переменные						Функции отклика, мг/л					
		Кодированные			Физические			Взвешенные вещества		БПК ₅		ХПК	
		X_1	X_2	X_3	X_1 , об/мин	X_2 , мг/л	X_3 , мг/л	$U_{ср\ \varepsilon}$	y^p	$U_{ср\ \varepsilon}$	y^p	$U_{ср\ \varepsilon}$	y^p
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>
Полный факторный эксперимент	1	-1	-1	-1	20	150	3	50,0	50,0	50,0	50,0	74,63	74,63
	2	-1	-1	1	20	150	13	25,5	25,5	25,5	25,5	38,06	38,06
	3	-1	1	1	20	250	13	18,5	18,5	20,0	20,0	29,85	29,85
	4	-1	1	-1	20	250	3	30,5	30,5	30,5	30,5	45,52	45,52
	5	1	-1	-1	40	150	3	44,5	44,5	43,5	43,5	64,93	64,93
	6	1	-1	1	40	150	13	21,5	21,5	20,5	20,5	30,60	30,60
	7	1	1	1	40	250	13	15,5	15,5	15,5	15,5	23,13	23,13
	8	1	1	-1	40	250	3	27,5	27,5	26,5	26,5	41,82	41,82

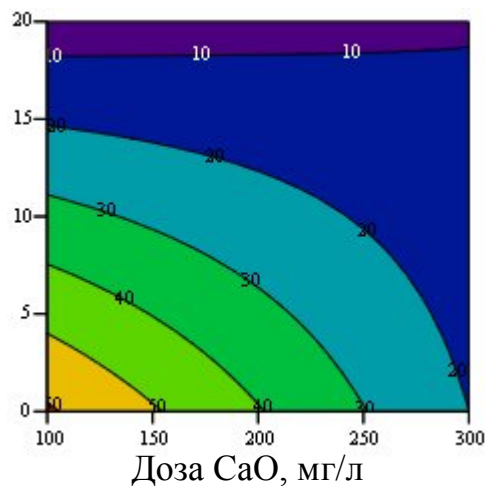
Математическое описание рассматриваемого процесса было составлено в виде уравнения регрессии. Уравнение регрессии и поверхность отклика концентрации взвешенных веществ в очищенной воде имело вид:

$$y_c = 29,19 - 1,94 \cdot (0,1 \cdot x_1 - 3) - 6,19 \cdot (0,02 \cdot x_2 - 4) - 8,94 \cdot (0,2 \cdot x_3 - 1,6) + 2,94 \cdot (0,02 \cdot x_2 - 4) \cdot (0,2 \cdot x_3 - 1,6) \quad (4)$$

Концентрация взвешенных веществ в очищенной воде при заданной частоте оборотов приведена на рис. 2 и 3.

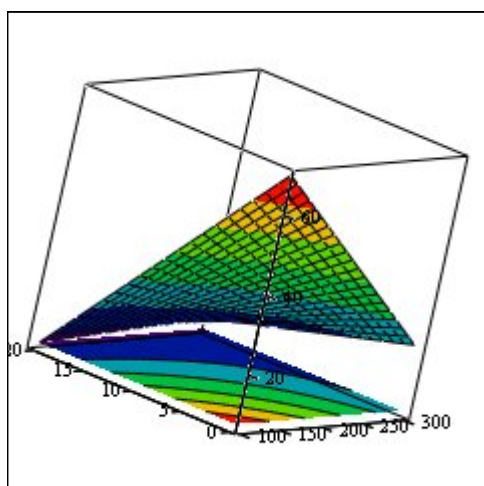


у,у

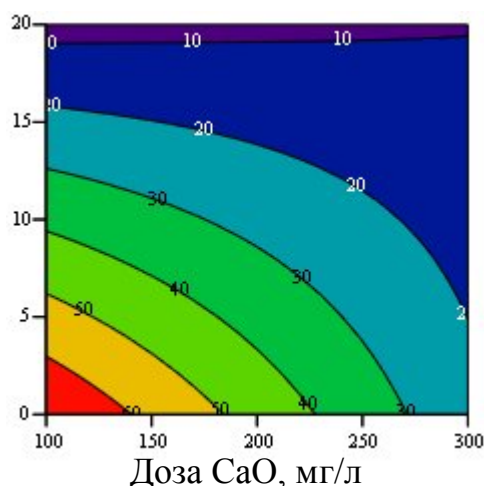


у

Рис. 2. Поверхности отклика концентрации взвешенных веществ в осветленной воде в зависимости от доз извести по CaO (ось абсцисс) и хлорного железа FeCl₃ (ось ординат) при числе оборотов мешалки $n = 40$ об/мин.



у,у



у

Рис. 3. Поверхности отклика концентрации взвешенных веществ в осветленной воде в зависимости от доз извести по CaO (ось абсцисс) и хлорного железа FeCl₃ (ось ординат) при числе оборотов мешалки $n = 20$ об/мин.

Результаты экспериментальных исследований очистки городских сточных вод физико-химическим методом с применением реагентов приведены в табл. 4.

На основе экспериментальных данных для подбора оптимальной стоимости реагентов были построены графики стоимости очистки 1 м³ воды при заданном эффекте очистки и частоте оборотов мешалки (рис. 4).

Стоимость извести, при содержании в товарном продукте активной части CaO 80%, принята – 400 гр./т, стоимость хлорного железа 6-ти водного – 3860 гр./т (по состоянию цен на апрель 2006 года).

Результаты очистки городских сточных вод.

Номер опыта	Показатели загрязнений						Эффект очистки, %		
	в исходной воде			в очищенной воде					
	Взвешенные вещества, мг/л	БПК ₅ , мг/л	ХПК, мг/л	Взвешенные вещества, мг/л	БПК ₅ , мг/л	ХПК, мг/л	Взвешенные вещества	БПК ₅	ХПК
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	175	196	257	50,00	50,00	74,63	71	74	71
2				25,50	25,50	38,06	85	87	85
3				18,50	20,00	29,85	89	90	88
4				30,50	30,50	45,52	83	84	82
5				44,50	43,50	64,93	75	78	75
6				21,50	20,50	30,60	88	90	88
7				15,50	15,50	23,13	91	92	91
8				27,50	26,50	41,82	84	86	84

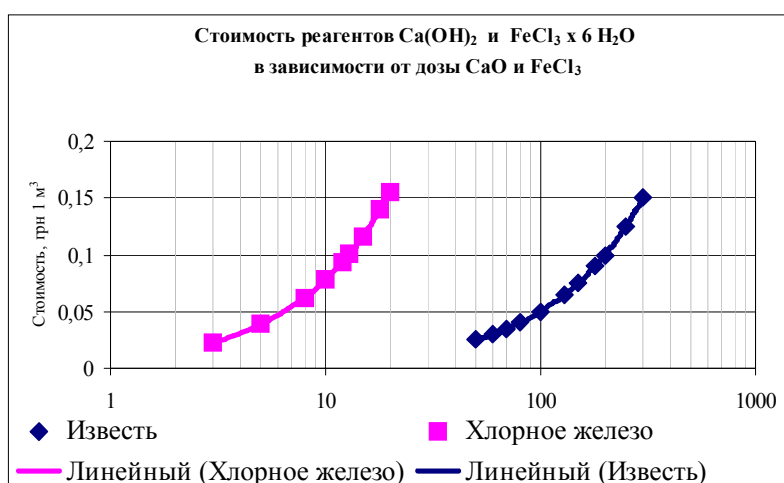


Рис. 4. Стоимость реагентов (известь и хлорное железо) в зависимости от их доз при очистке городских сточных вод физико-химическим методом.

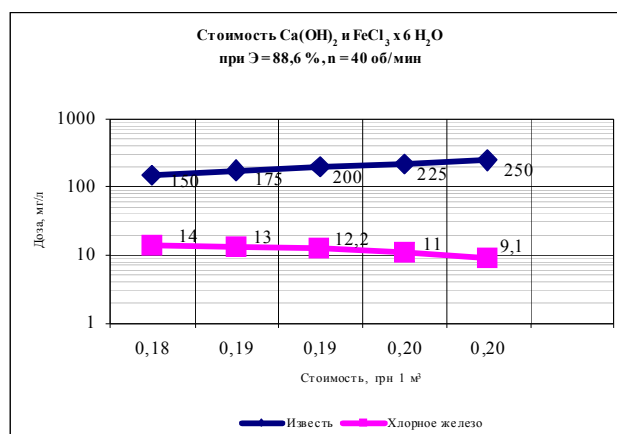


Рис. 5. Стоимость реагентов (известь и хлорное железо) в зависимости от их доз при очистке городских сточных вод физико-химическим методом. Эффект очистки $\text{Э} = 88,6\%$, число оборотов мешалки $n = 40$ об/мин.

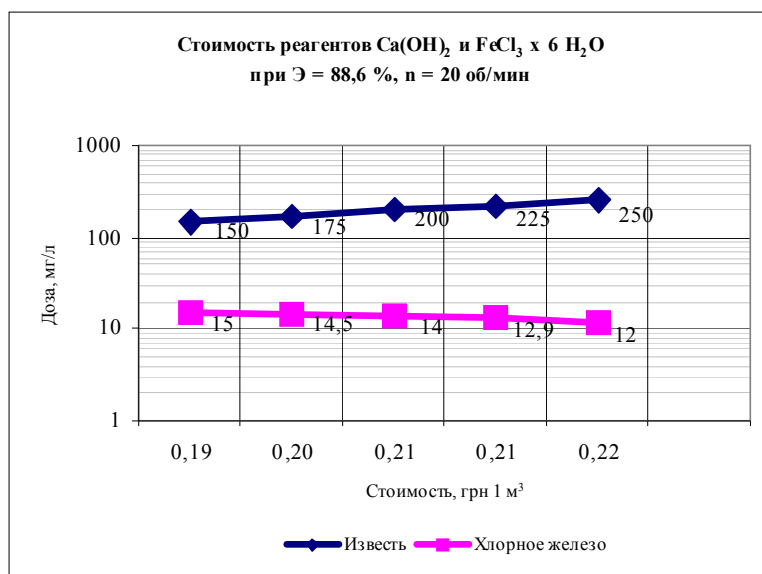


Рис. 6. Стоимость реагентов (известь и хлорное железо) в зависимости от их доз при очистке городских сточных вод физико-химическим методом. Эффект очистки $\xi = 88,6 \%$, число оборотов мешалки $n = 20$ об/мин.

ВЫВОДЫ.

1. Очистка городских сточных вод с применением извести и хлорного железа, как отхода производства, является одним из современных и перспективных способов, позволяющих получить очищенную воду высокого качества. По степени извлечения взвешенных веществ и ХПК такая очистка превосходит полную биологическую, по снижению БПК₅ приближается к ней, она также обеспечивает более высокую степень удаления биогенных веществ.
2. Процесс седиментации может быть интенсифицирован за счет градиентной коагуляции, создаваемой с помощью механического перемешивания сточной воды в камерах хлопьеобразования, и возможностью оптимизации параметров процесса.
3. В результате экспериментальных исследований установлены оптимальные параметры процесса физико-химической очистки сточных вод; построены графики, позволяющие осуществлять оптимизацию процесса в зависимости от стоимостных показателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Субботкин Л.Д., Старцева Л.В. Очистка городских сточных вод с применением железного купороса и извести. Сб. Физико-химические методы очистки сточных вод. Московский Дом научно-технической пропаганды им. Ф.Э. Дзержинского. М.: 1975. – 192 с.
2. Луценко Г.Н., Цветкова А.И., Вейцер Ю.И., Аграноник Р.Я., Субботкин Л.Д., Старцева Л.В. Рекомендации по интенсификации работы действующих сооружений механической очистки с использованием реагентов в схемах биологической и прямой физико-химической очистки. МЖКХ РСФСР. Академия коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова. М., 1978. – 44 с.
3. Луценко Г.Н., Цветкова А.И., Свердлов И.Ш. Физико-химическая очистка городских сточных вод. М.: Стройиздат, 1984. – 88 с.
4. Стерина Р.М. Физико-химические способы очистки бытовых сточных вод с использованием извести. Обзорная информация. Гражданское строительство и архитектура. Инженерное оборудование населенных мест, жилых и общественных зданий. М.: 1981. Вып. 7. – 60 с.
5. Cooper P. Physical and chemical methods of Sewage treatment. Review of present state of technology. «Water pollution control» 1975; V.74/№3 p.303-311.
6. Клячко В.А., Апельцин И.Э. Подготовка воды для промышленного и городского водоснабжения. М.: Стройиздат. 1962. – 820 с.
7. Саутин С.Н. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. Л., «Химия», 1975. - 48 с.

Волосович О.В., к.т.н., доцент, Малюк Ю.А., студентка
 Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Влияние назначения сооружения на его конструктивное решение и исполнение

*Описаны этапы развития строительных конструкций с древних времен до наших дней, проблемы прочности, устойчивости, долговечности и надежности зданий и сооружений, инженерные решения и их последствия. **большепролетные конструкции, арка, ферма, купол, прочность, жесткость, деформация, предельное состояние***

Еще на заре своего развития, человек подмечает в природе конструктивную идею, например, свода и начинает ее применять в скромных по масштабу пролетах - 3, 5, 8 м. Затем после множества опытов устанавливает эмпирические правила возведения этих конструкций, позволяющие избежать грубых ошибок при больших размерах свода — порядка 40, даже 70 м [1].

Следующий этап наступает с развитием настоящей строительной науки, которая тесно связана с уровнем смежных отраслей знания. На этом этапе конструктивная идея подробно анализируется, всесторонне просчитывается и с помощью теоретических обоснований воплощается в предельных для нее габаритах, например в арочных мостах пролетом 500м.

Перекрытие большого пролета - одна из древнейших проблем, заставлявшая строителей искать все новые и новые решения. Здесь, как и в любых других конструкциях, совершенствование шло по двум тесно связанным направлениям - поиск более эффективных материалов и изобретение новых конструктивных форм.

Суть проблемы - получить максимальную прочность конструкции на единицу ее веса, потому что чем больше пролет, тем больше становится собственный бесполезный вес конструкции, «съедающий» конструктивные возможности материала. При этом собственный вес конструкции растет гораздо быстрее, чем величина пролета, пропорционально квадрату этой величины.

С древних времен известны три конструктивные схемы, каждая из которых наиболее полно использует какую-нибудь одну из способностей материала сопротивляться нагрузке. Балочные конструкции представляют собой сплошные цельные элементы, которые воспринимают изгибающие усилия таким образом, чтобы они «погасились» внутри самой конструкции. Подвесные системы рассчитаны на способность материала сопротивляться растяжению, передавая его опорным элементам. Сводчатые и арочные конструкции эффективны при материалах, хорошо работающих на сжатие; они последовательно передают полезную нагрузку и вес верхних элементов покрытия нижележащим.

Несколько сложнее различного рода висячие стропильные покрытия, в том числе шпренгельного типа - с подвесной несущей частью (их еще называют подпружными) (Рис.1) [2].

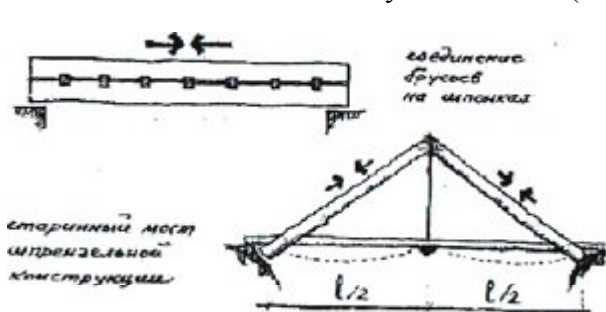


Рис.1. Составные деревянные конструкции

Так возникали все более и более сложные деревянные решетчатые конструкции. Сначала висячие треугольные стропила, затем сложные подкосные шатры из брусьев, и по форме, и по характеру работы напоминающие купольные конструкции.

В шатрах-куполах используется только одна конструктивная способность дерева - хорошо воспринимать сжимающие усилия. Заставить дерево работать на растяжение трудно - надо суметь достаточно надежно зацепить за концы растянутые элементы конструкции. Только когда

в XVI в, были придуманы различные типы врубок, появилась возможность сооружать из дерева безраспорные решетчатые конструкции с растянутым нижним поясом, работающие

аналогично балочным конструкциям, но устроенные гораздо сложнее.

Простейший пример такой конструкции - стропильная ферма. В фермах строители оставляют только самые напряженные элементы конструкции - верхний и нижний пояса, заменяя всю среднюю зону редко расставленными наклонными и вертикальными брусками - раскосами и стойками. Мало того, что такую решетку можно собирать из отдельных элементов, она получается гораздо легче, чем сплошная стенка, т. е. значительно эффективнее в работе - ее несущая способность расходуется на полезную нагрузку, а не на собственный вес.

Ферменные покрытия позволили намного увеличить размеры безопорных пролетов - уникальные для каменных куполов и сводов пролеты стали для деревянных ферм рядовым явлением.

В конце XVIII в. замечательный русский механик-самоучка И. П. Кулибин предложил грандиозный проект однопролетного моста через Неву в Петербурге (Рис.2). Мост был задуман в виде сплошной арки мощного сечения пролетом 298 м, собранной из пакетов деревянных брусьев и усиленной многораскосной решеткой высотой 12,3 м (1/24 пролета). Решетчатая стенка придавала арке жесткость, воспринимала изгибающие моменты от временной нагрузки — проект объединил идеи арочных и решетчатых конструкций. И общий замысел, и детали решения на много лет опередили тогдашнюю строительную науку и технику. Чтобы доказать, что его конструкция осуществима, Кулибин сделал точную копию будущей постройки в 1/10 натуральной величины длиной 29,8 м. К сожалению, это предложение так и осталось только в чертежах и макете [2].



Рис.2. Проект моста пролетом 298 м через Неву в Петербурге (И.П. Кулибин, 1776 г.)

Металлические конструкции, которые можно назвать инженерными, появились в России в XVIII в., когда полосы железа научились сваривать «кузнечным способом». Одной из первых несущих, металлических конструкций можно считать балочно-подкосное перекрытие коридора в Покровском соборе (Василия Блаженного) в Москве.

При выборе наилучшего варианта из всех возможных большое значение имеет выполнимость конструкции - условие, существенное для больших пролетов. Образцом пластического (пространственного) и инженерного решения служит купол собора Санта-Мария дель Фьоре во Флоренции (Рис.3). Легкий пустотелый купол имеет двойную оболочку и каркас из восьми ребер, который опоясывают кольца [3].



Рис.3. Филиппо Брунеллески. Купол кафедрального собора Санта-Мария дель Фьоре (XV в. Флоренция)

Традиционно монолитные конструкции стали сегодня выполнять из сборного железобетона. Например, звездчатый купол универсального Олимпийского зала в Москве диаметром 96 м (Рис.4).

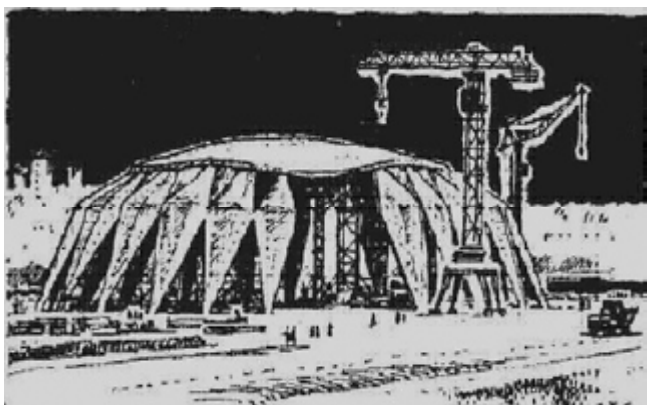


Рис.4. Сборный купол большого диаметра из железобетонных скорлуп

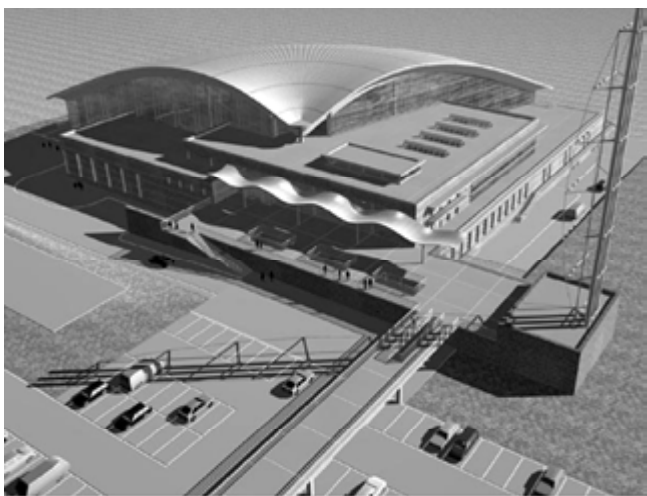


Рис.6. Проект «Трансвааль-парка»

При проектировании кровли «Трансвааль-парка» не были учтены радиальные и сдвиговые деформации, которые могли повлечь за собой такие уровни сдвигов, при которых колонна могла просто выскочить из своей опоры.

Покрытие «Трансвааль-парка» - уникальное сооружение. Покрытия из железобетонного каркаса и стекла, спроектированные Нодаром Вахтанговичем, установлены на многих сооружениях, но все они имеют форму полной сферы с основанием в виде круга, квадрата или прямоугольника. Над «Трансваалем» была установлена как бы часть сферы - треугольный сегмент с углом 90° , который поддерживался зданием в центральной части и колоннами по дуге круга (Рис.8).

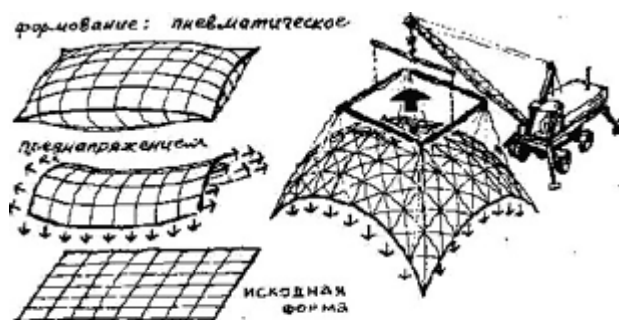


Рис.5. Тканевые сети Чебышева в конструкциях

Другой пример - появление трансформирующихся конструктивных систем на основе тканевых сетей Чебышева (Рис.5).

Целью инженеров является обеспечение долговечности и высокой надежности работы зданий и сооружений.

Неудачным примером проектирования является «Трансвааль-парк», разработанный Нодаром Канчелли (Рис.6 и 7).



Рис.7. «Трансвааль-парк» (вид изнутри)



Рис.8. Обломки крыши «Трансвааль-парка»

Купол имеет свою собственную систему жесткости и формообразующую опору. Правильно запроектированный купол сохраняет главное - свою форму под нагрузкой. К проектированию покрытий предъявляются особые требования по надежности. Где жесткая кольцевая опора - основа любого покрытия купольного типа?

Теория пластин и оболочек окончательно сформировалась в СССР в 1934 году. В 1911 году в Париже вышел альбом инженера Владимира Григорьевича Шухова с его работами (Рис.9) [2].

Шухов одним из первых использовал стальные конструкции двойкой кривизны – гиперболоиды, имевшие большое будущее в мировой строительной практике.

Все это учитывается в расчетах, обеспечивающих эффективность. Снова и снова изучается под разными углами зрения сама идея конструкции, анализируются ее возможности.

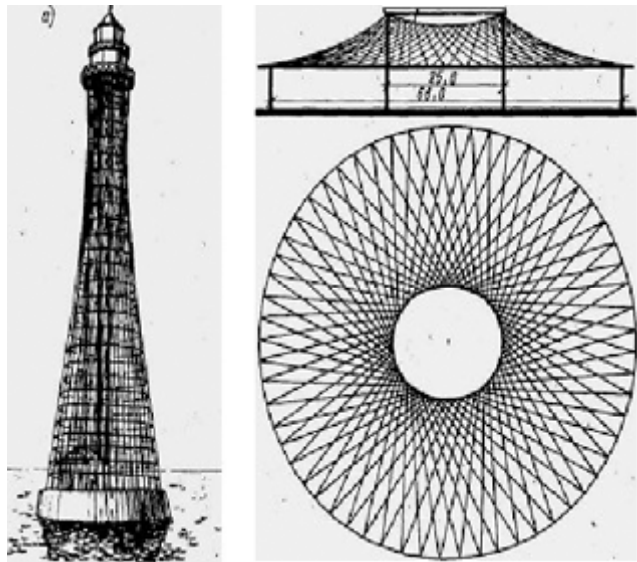


Рис.9. а – башня маяка (гиперболоид) в Николаеве; б – павильоны висячей конструкции на Нижегородской выставке

ВЫВОДЫ

1. Конструктивные решения должны удовлетворять требованиям долговечности и надежности работы зданий и сооружений.
2. Необходим комплексный подход при проектировании большепролетных конструкций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попов А. Н., Шимко В. Т. Польза, прочность, красота: (Рассказы о строительной науке). – М.: Педагогика, 1979. – 128 с.
2. Станькова Я., Пехар И. Тысячелетие развития архитектуры / пер. с чеш. В. К. Иванова; Под. Ред. В. Л. Глазычева. – М.: Стройиздат, 1984. – 293с.
3. Черняк В. З. Семь чудес света. – М.: Знание, 1983. – 208 с.

Подвинцев А.В., студент, Саломатин В.Н. д. г.-м. н., профессор
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Комплексные исследования развития и взаимодействия опасных геологических процессов

В статье рассматриваются актуальные вопросы комплекса научно-исследовательских исследований развития и взаимодействия опасных геологических процессов на примере участка дороги Алушта-Судак 25км в районе поселка Малореченское.

Рассматриваемый комплекс представляет собой подборку научно-исследовательских и технических работ. Он состоит из: 1) геофизические исследования- оценка напряженно-деформационного состояния пород, при помощи метода естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ), исследование проводились научной группой под руководством доктора геолого-минералогических наук Саломатина В.Н.; 2) технические исследования -инженерно-геологические изыскания , выполнены Крымским базовым и территориальным проектно-изыскательским институтом «КРЫМГИИНТИЗ»; 3) расчет устойчивости склона- расчет устойчивости склона производится по методу «круглоцилиндрической поверхности скольжения» Маслова Н.Н, выполнен инженерно-технической группой КП «Геолог».

1. Краткая информация о методе регистрации естественного импульсного электромагнитного поля земли (ЕИЭМПЗ).

Метод естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ) основан на явлении генерирования электромагнитных импульсов горными породами в условиях их естественного залегания. В переменном поле механических напряжений породы, содержащие минералы-диэлектрики, благодаря механоэлектрическим преобразованиям излучают электромагнитные импульсы. В литосфере могут образовываться скопления электромагнитной энергии, как за счет протекания различных физико-химических процессов в породах разного состава, так и за счет перемещения и разрушения геологической среды при эндо - и экзогеодинамических процессах.

Физическая природа и методика исследования ЕИЭМПЗ позволяют решать различные задачи. С помощью метода определяются пространственные и временные закономерности аномальных по импульсному излучению зон. По ним можно оценивать стадии и фазы развития оползневой процесса, напряженное состояние различных морфоэлементов оползня, прогнозировать разрастание его в плане (авторское свидетельство 857899 - способ изучения оползней). Прогнозирование гравитационных процессов связано с тем, что электромагнитное излучение, эмиссия электронов и ионов происходит на самых ранних стадиях изменения напряженного состояния пород и развития микродеформаций.

Современные здания и сооружения по своим конструктивным особенностям являются волноводами. Заглубленные в основании фундаменты ленточные и, особенно свайные, способны проводить электромагнитную энергию из геологической среды и концентрировать ее в определенных местах здания. Напряженные элементы конструкций зданий сами способны генерировать и излучать электромагнитные импульсы. С помощью метода ЕИЭМПЗ выявляются достаточно легко очаги концентрации напряжений.

Основными областями применения метода являются: оценка устойчивости территории по напряженно-деформированному состоянию пород, определение неоднородностей в геологическом строении, обнаружение пространственных закономерностей и глубин расположения очагов напряженности, изучение и прогнозирование опасных геологических процессов и явлений (землетрясений, оползней, горных ударов, обвалов). Метод применяется при геодинамическом картировании для выделения и прослеживания зон тектонических нарушений, характеристики геодинамически активных структур. Метод ЕИЭМПЗ был включен в СНиП, справочное приложение 1.02.07 – 87.

Методика и техника изучения ЕИЭМПЗ.

Электромагнитное излучение (ЭМИ) и возникающие сигналы распространяются на большие расстояния и несут информацию о протекающих в очаге процессах. Разные по петрографическому составу породы отличаются спектром излучения и количеством выделяемой электромагнитной энергии. Эти параметры зависят и от процессов, протекающих в очаге поляризации, горных породах, возбужденных механическим, тепловым или другими физическими полями. Мощность импульсных электромагнитных полей тем выше, чем больше механические напряжения. Начало деформаций еще в скрытой стадии их развития сопровождаются резким возрастанием напряженности импульсного электромагнитного поля, достигая максимума при разрушении тела, при котором излучение происходит в виде сплошного спектра.

В настоящее время для изучения напряженно-деформированного состояния массивов горных пород методом регистрации ЕИЭМПЗ применяют вариационные (режимные) наблюдения и профилирование.

2. Краткая информация о расчете устойчивости склона по методу «круглоцилиндрической поверхности скольжения» Маслова Н.Н.

Большинство из существующих расчетов устойчивости склонов были разработаны для вычисления коэффициента устойчивости склона. Затем эти расчеты преобразовывались для определения оползневого давления, т.е. давления, передающегося от неустойчивых грунтовых масс оползневого склона.

По методу «круглоцилиндрической поверхности скольжения» Маслова Н.Н. в расчетной модели склона принимается ряд условных допущений: принимаются допущения в значении и проявлении давления грунтовых вод и сейсмической силы; разнородное геологическое сложения склона, в отдельных случаях теория предельного равновесия применяется к грунтовому массиву, находящемуся в запредельном состоянии (при $K_u < 1$).

При расчете оползневого давления положения наиболее опасной плоскости скольжения, как правило, принимается уже установленным. Не редко поверхность скольжения предопределена самим геологическим строением склона, например, когда покровные грунты (делювий) сползают по коренным породам. Однако в таких случаях к анализу следует подходить с осторожностью. Если коренными породами являются полускальные грунты (аргиллиты, алевролиты, известняки и т.д.), то поверхность скольжения может проходить и выше и ниже кровли таких пород, поэтому глубины положения поверхности скольжения рекомендуется определять и уточнять при помощи данных оползневой геофизики. Так же положение поверхности скольжения, как и значения прочностных характеристик грунтов (c и f), устанавливаются по материалам инженерно-геологических изысканий. В некоторых случаях прочностные характеристики уточняются обратным расчетом исходя из значения коэффициента устойчивости склона, приблизительно соответствующего его значению при фактическом состоянии склона. При этом, в соответствие с результатами исследований многих советских ученых, значения сдвиговых характеристик грунтов на уровне поверхности скольжения могут быть снижены вследствие возможного изменения их во времени с учетом ползучести. Такое снижения прочностных свойств грунтов (особенно глинистых) в некоторых случаях может быть значительным, что необходимо учитывать при проектировании.

Для практических расчетов возможно так же применение метода учета реологических свойств грунтов разработанного Профессором Масловым Н.Н.

Ползучесть проявляется когда действительное сдвигающее напряжения τ лежат в пределах:

$$s_p < \tau < s_{pw}$$

$s_{pw} = ptg\phi_w + \sum_w + c_c$ -сопротивляемость грунта сдвигу где p -действующее в породе по данной площадке нормальное напряжение

ϕ_w – угол внутреннего трения при влажности W

\sum_w – связанность породы водно-коллоидной природы и обратимого характера при влажности W .

Сс-жесткое структурное сцепление с характером необратимых связей.

$s_p = ptg\phi_w + c_c$ -сопротивляемость грунта сдвигу без учета влажности

Общие сведения по району работ: исследованиями был охвачен участок в отведенных границах автомобильной дороги с прилегающими к ней частями склона с учетом границ распространения современных геологических процессов и явлений.

В районе широко развиты такие процессы как оползни, эрозия, осыпание, в прибрежной части - абразия. Во многом их развитию способствует и техногенное вмешательство человека. Строительство и последующая эксплуатация автомобильной дороги без защитных мероприятий вызвало активизацию этих процессов и развитие катастрофических явлений. На исследуемом участке наблюдается значительное смещение породного массива в результате оползневых подвижек.



Рис.1. Карта фактического материала с указанием профилей расчетов устойчивости склона

В геоморфологическом отношении район приурочен к юго-восточной части Горного Крыма. Рельеф района сложный: низкорослый, расчлененный балками, сформирован денудационными процессами: эрозией, осыпями, обвалами и др. Исследуемый участок представляет собой крутой склон, осложненный оползневыми формами. Южнее автомобильной дороги на участке наблюдаются крупные оползневые смещения породного массива, вызвавшие частичное разрушение автодороги. Здесь имеются крупные продольные и поперечные трещины, свежие «срывы» и промоины. В самой южной части склона в ряде мест происходит выклинивание подземных вод, которые в западинах образовали болотца с камышовой растительностью. Пляж на протяжении всего участка узкий 5-12м, преимущественно галечниковый, отделен от склона береговым уступом.



Условные обозначения:

- Qiv Современные отложения. Аллювиальные Галечники, суглинки
- Jkt Таврическая серия
Кутузовская толща. Глинистый флиш. Переслаивание Песчаников, сидеритов и аргиллитов.
- Tsk2 Крымская свита, верхняя подсвита. Аргиллиты черные, темно-серые с сидеритами.
- Tsk1 Крымская свита, нижняя подсвита. Флиш среднеслоистый. Ритмическое переслаивание песчаников, алевролитов, реже сидеритов с грубыми прослоями кварцитовидных песчаников.
- Разрывные нарушения: а) главные, б) предполагаемые

Рис.2. Инженерно-геологические условия:
Геологическая карта исследуемого района
М-б 1:25000

Геофизические исследования:

(Из отчета по специализированной геологической, инженерно-геологической и гидрогеологической съемке восточной части Горного Крыма) Авторы: Новик Н.Н.

Подземные воды приурочены к верхней выветрелой зоне и имеют локальное распространение. Водообильность пород крайне низкая. Основное питание происходит за счет атмосферных осадков. В нижней части склона, нарушенного оползневыми подвижками, местами наблюдается разгрузка подземных вод, образование мочажин и заболоченности.

В пределах исследуемого района выделены участки, обусловленные развитием склоновых процессов: обвалов, осыпей, ручейного смыва. Склон ниже автомобильной дороги подвержен активному оползневому процессу (см. рис. 2.1.). Наблюдаются свежие трещины продольного и поперечного направления, заколы и обрушения породного массива. Зона пляжа обрамлена абразионными уступами.

Результаты исследования: в результате проведенных исследований были получены следующие данные:

шкала активности процессов

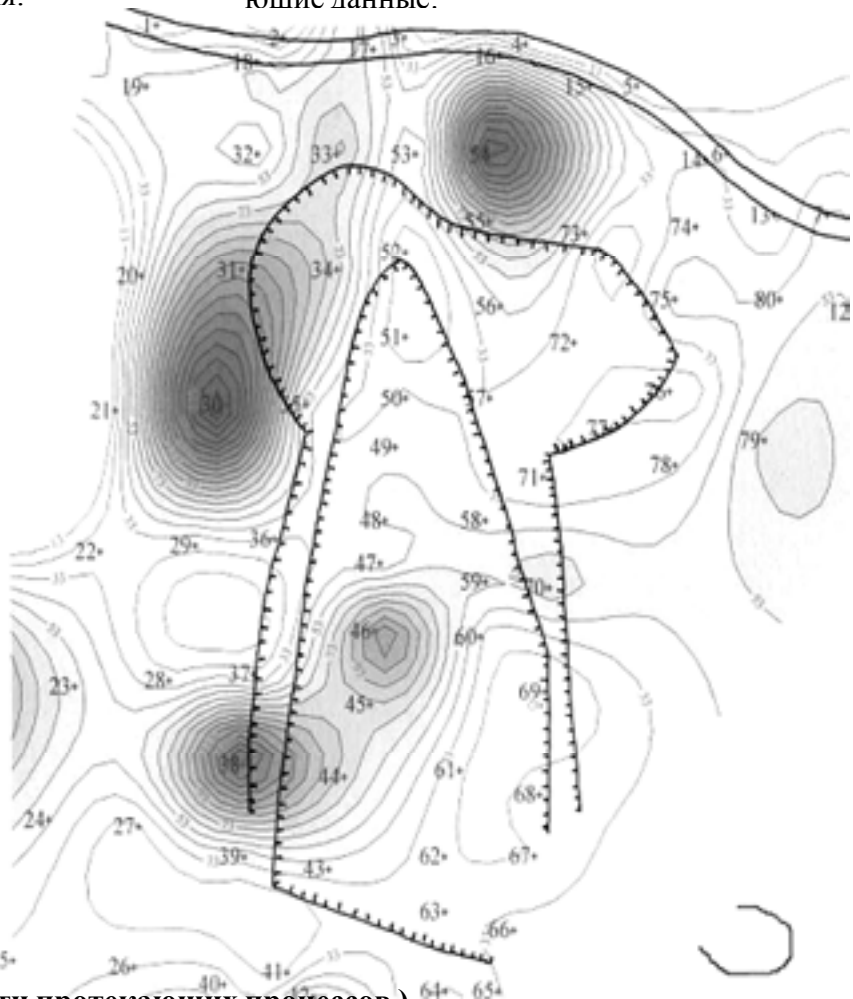
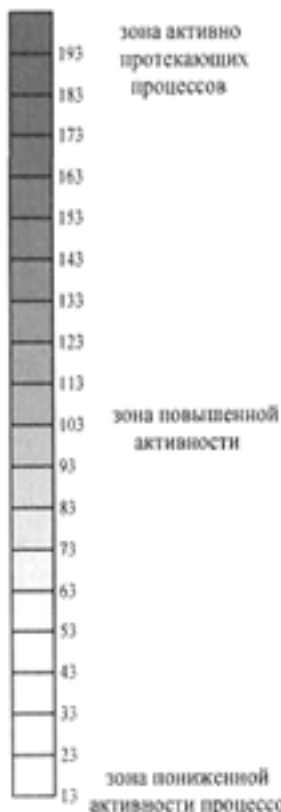


Рис.3. (Карта-схема активности протекающих процессов)

Изолинии активности ЕИЭМПЗ 13-точка наблюдения ЕИЭМПЗ и ее порядковый номер.*

Главными факторами, влияющими на устойчивое состояние пород на исследуемом склоне, являются увлажнение щебенисто-суглинистых пород, выветрелых до суглиноподобного состояния аргиллитов и абразионная деятельность моря. Другими немаловажными факторами являются: крутизна склона, вибрационное воздействие от проходящего тяжелогрузного транспорта.

На активизацию данного оползня оказывает основное влияние абразия и подземные воды, выклинивающиеся в нижних частях склона. Развитие оползня носит регрессивный характер.

Трасса дороги находится в несбалансированном неустойчивом состоянии по оценке напряженно-деформационного состояния пород.

Инженерно-геологические изыскания: исследуемый участок автодороги является аварийно-опасным, так как он попадает в зону действия активного оползня «Малореченский-II» с кадастровым №735. В настоящее время оползневой срыв вплотную примыкает к дорожному полотну. Подземные воды на участке скважинами глубиной до 15м. не вскрыты, т.к. их движение носит потока- струйчатый характер.

Расчет устойчивости склона: коэффициент устойчивости в обычных условиях- 0.913 с оползневым давлением Еоп до 10 тонн на 1п.м.; коэффициент устойчивости в условиях сейсмической атаки- 0.577 с оползневым давлением Еоп до 54 тонн на 1п.м.

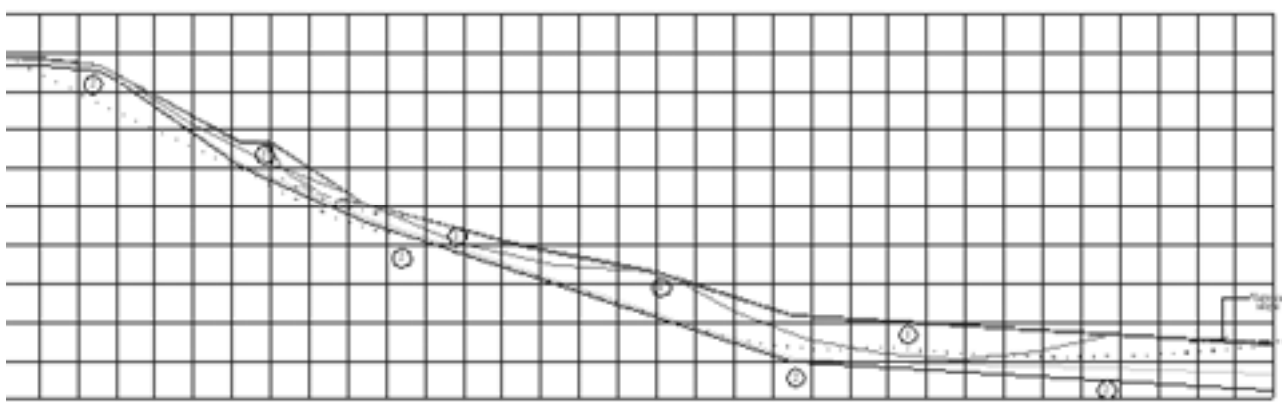


Рис.4. (Расчет устойчивости склона А-С.25км.)

По полученным результатам исследований были сделаны следующие выводы и *рекомендации*: 1) на территории необходимо предусмотреть соответствующие мероприятия по организации поверхностного и подземного стока с доведением и сбросом собранных вод в водопропускную трубу ; 2) при дальнейшей активизации оползня следует рассмотреть вариант со смещением дорожного полотна в северном направлении подрезая, и одновременно выколаживая уступами крутой склон; 3) необходимо защитить участок автодороги со стороны склона подпорной стенкой, чтобы исключить попадание на проезжую часть осыпавшиеся продукты выветривания с крутого откоса, в верхней части которого фиксируются заколы, грозящие обрушением. При строительстве подпорной стенки рекомендуется выполнить расчёт устойчивости склона. Следует рассмотреть вариант принудительного обрушения верхней части откоса. 4) необходимо исключить абразионную деятельность моря путём сооружения берегозащитных укреплений. 5) при смещении дорожного полотна в северном направлении параллельно с подпорной стеной необходимо выполнение б.с. глубиной 12м. $d=0.6$ м. расположенных в шахматном порядке в два ряда и объединенных ростверком и водобойным бортовым камнем со стороны оползающего обрыва. 5) сейсмическая интенсивность территории, согласно картам сейсмического микрорайонирования ЮБК института геофизики им. СИ. Субботина АН УССР составляет 9 баллов.

ВЫВОДЫ:

- 1) основная трудность противооползневой защиты состоит в назначении для каждого частного случая, в рамках технической и экономической целесообразности, наиболее эффективного метода обеспечения устойчивости данного склона (откоса); 2) при разработке проектов освоения и инженерной защиты территорий в зависимости от сложных природных условий характера освоения территории, ценности защищаемых объектов и других факторов должна назначаться комплексная система противооползневой защиты.

Савченко П.В., студент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Ступаченко Ю.В., директор института Крымгипроводхоз

Необходимость защиты г. Керчи от затопления паводковыми водами.

В последнее время все чаще происходит подтопление г. Керчи паводковыми водами, что приводит к значительному материальному ущербу, порядка 10...15 млн. грн. на ликвидацию последствий каждого паводка.

Причинами возникновения паводков в акватории г. Керчь могут являться:

1. Изменение в глобальном и, соответственно, региональном масштабах атмосферных процессов влагопереноса как в количественном выражении, так и в сокращении сроков их периодичности.
2. Практически полной незарегулированности стока по трем речкам бассейна водосбора «тяготеющего» к г. Керчь (Булганак, Катерлез, Мелек-Чесме). На площади водосбора существующие противоэрозионные пруды суммарной емкостью 0,5 млн. м³, при годовой норме стока по предварительной оценке – 13 млн. м³.
3. Недостаточной пропускной способностью действующих дюкеров на реках Булганак и Катерлез. Так например, фактическая пропускная способность дюкера на реке Катерлез 2 м³/с, а паводочный расход реки при 1 % обеспеченности – 57,5 м³/с. Так например, заиленное искусственное русло реки в пределах г. Керчь ориентировочно пропускает до 30 м³/с, а паводочный расход 1 % обеспеченности составляет 150 м³/с.
4. Снижение пропускной способности существующих естественных и искусственных русел рек за счет увеличения их «шероховатости» из-за заиленности и застройки жильем в прибрежных водоохранных зонах.
5. Отсутствие какого-либо управления по аккумулярованию стока в имеющихся противоэрозионных прудах из-за отсутствия на них регулирующих сооружений.

С учетом выше изложенного необходимо предусмотреть комплекс ГТС для защиты г. Керчи от затопления паводковыми водами, которые формируются в результате стекания дождевых вод по склонам, их добегаания по гидрографической сети и суммирования элементарных расходов.

Реки, протекающие по территории г. Керчь (Мелек-Чесме, Булганак, Катерлез) маловодные и не представляли интереса для народного хозяйства, поэтому наблюдения за уровнем и расходным режимом рек не проводились, поэтому для определения гидрологических характеристик были изучены методики приведенные в СНиП 2.01.14-83 «Определение расчетных гидрологических характеристик», Литовченко О.Ф. «Інженерна гідрологія та регулювання стоку» и Соколовский Д.Л. «Речной сток». Т.к. для указанных рек не были подобраны реки-аналоги, то расчет следует выполнять по эмпирическим формулам, указанным в СНиП 2.01.14-83 «Определение расчетных гидрологических характеристик».

Регулирование паводочного стока производится с целью уменьшения максимальных расходов воды, сбрасываемых в нижний бьеф сооружений. Этим достигается уменьшение размеров водопропускных устройств и предотвращения наводнения на участках рек, расположенных ниже регулирующих водохранилищ.

Для проектирования защитных ГТС необходимо рассчитать максимальные мгновенные расходы воды рек дождевых паводков $Q'_{p\%}$, м³/с.

$$Q'_{p\%} = q'_{1\%} \times \varphi N'_{1\%} \times \delta \times \lambda_{p\%} \times A,$$

где $q'_{1\%}$ - максимальный модуль стока ежегодной вероятности превышения $P=1\%$, выраженный в долях от произведения $\varphi N'_{1\%}$; φ - сборный коэффициент стока для паводков; $N'_{1\%}$ - максимальный суточный слой осадков вероятностью превышения; $P=1\%$, определяемый по данным ближайшей метеостанции; δ - коэффициент, учитывающий снижение максимального стока рек;

$\gamma_{1\%}$ - переходной коэффициент от максимальных мгновенных расходов воды ежегодной вероятности $P=1\%$ к максимальным расходам другой вероятности, $\gamma_{1\%}$ (принимается по приложению 19 СНиП 2.01.14-83); A – площадь водосбора реки до расчетного створа, км².

Расчетную продолжительность подъема паводка определяем по формуле

$$t_{II} = \frac{1000 \times H_{1\%} \times A \times \lambda'}{Q_{1\%cp.cyt}}, \text{ сут,}$$

где $H_{1\%}$ - слой стока 1%-ной обеспеченности, мм; A – площадь водосбора, км²; λ' – коэффициент формы паводка, зависит от значения коэффициента несимметричности K_s . Значение коэффициента несимметричности K_s при отсутствии рек-аналогов можно принять равным 0,3. Следовательно значение $\lambda' = 0,65$ (приложение 31, СНиП 2.01.14-83); $Q_{1\%cp.cyt}$ - среднесуточный расход 1%-ной обеспеченности, определяемый по формуле:

$$Q_{1\%cp.cyt} = \frac{Q_{1\%}}{K}, \text{ м}^3/\text{с}$$

где $Q_{1\%}$ - срочный расход 1%-ной обеспеченности;

K – переходной коэффициент для паводков 1%-ной обеспеченности.

Т.к. пропускная способность искусственного русла реки Мелек-Чесме взятого в бетон в г. Керчь, 30 м³/с или 2,6 млн.м³/сутки, а паводок 1% обеспеченности значительно превышает эту цифру (порядка 150 м³/с или 13 млн.м³/сутки), время подъема паводка составляет примерно одни сутки то предлагается на вариантной основе разработать схему возможного комплекса ГТС для регулирования стока рек Керченского полуострова с учетом сложных природных условий, в частности сейсмичности этого региона – 9 баллов. Необходимо произвести очистку русла от иловых отложений и мусора, принять меры по недопуску попадания мусора в русло реки и осаждение иловых частиц.

Так же учитывая низкую обеспеченность водными ресурсами Керченского полуострова предлагается перебор зааккумуляированных вод в проектируемое Керченское водохранилище.

ВЫВОДЫ

Для предотвращения в будущем повторения затопления города Керчи ливневыми и паводковыми водами рек Булганак, Мелек-Чесме и Катерлез необходимо выполнить:

1. Очистить русла рек Булганак – 3 км, Катерлез – 2,8 км, Мелек-Чесме – в черте города от ила, наносов и мусора;
2. Очистить от наносов и мусора все мосты, трубопереезды и существующие ливневые коллекторы, установить дополнительные смотровые колодцы для промывки закрытых трубопроводов;
3. Разработать комплекс защитных ГТС от паводковых вод на указанных реках.
4. Реки Керченского полуострова являются самыми неизученными и именно по этому необходимо проводить научные исследования для определения размещения створов плотин.
5. Осуществление такого рода проекта, как-то комплекс ГТС для защиты г. Керчь от паводков, позволит сохранить моральные и материальные ценности населения Керченского полуострова.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Соколовский Д.Л. «Речной сток», издание третье исправленное и дополненное, гидрометеорологическое издательство Ленинград 1968 г. 538с.
2. Степанов П.М. и др. «Основы гидротехники и гидрологии» М., «Колос», 1977. 128с.
3. Железняков Г.В. и др. «Гидрология, гидрометрия и регулирование стока» - М.: Колос, 1984.-205с.
4. Литовченко О.Ф. «Інженерна гідрологія та регулювання стоку». Підручник. - К.: Вища шк., 1999. – 360 с.
5. СНиП 2.01.14-83 «Определение расчетных гидрологических характеристик»/Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1985. – 36 с.

Труш Е.А., магистрант, Субботкин Л.Д., профессор

Национальная академия природоохранного и курортного строительства.

Лабораторные исследования процесса очистки производственных сточных вод методом напорной флотации.

Очистка производственных сточных вод рыбообработывающего производства методом напорной флотации в лабораторных условиях с использованием искусственной сточной воды.

сточные воды, искусственные сточные воды, флотация, водовоздушная смесь, степень рециркуляции, продолжительность флотации, взвешенные вещества, жиры.

Вода, используемая в промышленности, получает загрязнения отходами и выбросами производства, меняет свой качественный состав. Отведение очищенных сточных вод в открытые водоёмы или повторное их использование не должно создавать опасность для здоровья населения и не должно загрязнять окружающую среду, поэтому её очистка превратилась в одну из первостепенных задач.

Вода, используемая в технологическом процессе переработки рыбы, загрязнена органическими веществами, поэтому до выпуска в городскую канализацию сточные воды необходимо подвергать предварительной очистке [1, 2].

Для локальной очистки сточных вод от взвешенных веществ и жиров на предприятиях чаще всего применяют жироловки и отстойники, которые лишь частично задерживают жиры и взвешенные вещества и не обеспечивают должного эффекта очистки. Более высокие результаты по удалению жиров и взвешенных веществ дает флотационная очистка сточных вод, о чем свидетельствуют данные табл. 1.

Таблица 1.

Сравнительная характеристика работы очистных сооружений

Загрязнения	Эффект очистки сточных вод, %		
	Жироловки	Двухъярусные отстойники	Напорная флотация
Взвешенные вещества	30	-	80
Жиры	40	8	95

Напорная флотация наиболее эффективна из применяемых методов для очистки сточных вод рыбообработывающих предприятий. Процесс флотации протекает в 6-8 раз быстрее, чем отстаивание, и заканчивается в течение 15-30 мин, обеспечивая при этом высокую степень очистки.

Флотационная очистка основана на насыщении очищаемых сточных вод пузырьками воздуха, которые извлекают из стока прилипшие к ним частицы, находящиеся во взвешенном и коллоидном состоянии. В результате на поверхности жидкости образуется слой пены с высокой концентрацией извлекаемых частиц, которые собирают и направляют на утилизацию.

Для исследования процесса напорной флотации была сконструирована, изготовлена и испытана лабораторная установка (рис. 1), в состав которой входят: ресивер, флотационная колонна и компрессор.

Ресивер представляет собой металлический резервуар диаметром $d=300$ мм и высотой $h=1000$ мм, рассчитанный на давление до 6 МПа. Он снабжен: манометром, вентилем для регулировки в нём давления воздуха и воронкой для залива воды. В днище ресивера расположен патрубок с обратным клапаном для подачи через него воздуха, нагнетаемого компрессором, и патрубок для отвода водовоздушной смеси во флотационную колонну.

С целью более интенсивного перемешивания и насыщения воды воздухом ресивер снабжен внутренней вертикальной трубой $d=50$ мм, $h=700$ мм, на которой имеются радиальные отверстия.

Флотационная колонна выполнена из стеклянной трубы диаметром $d = 66$ мм и высотой $h = 1000$ мм. В нижней части колонны имеются вентили для подачи водовоздушной смеси и отведения очищенной сточной воды. Верх колонны снабжен пеносборником.

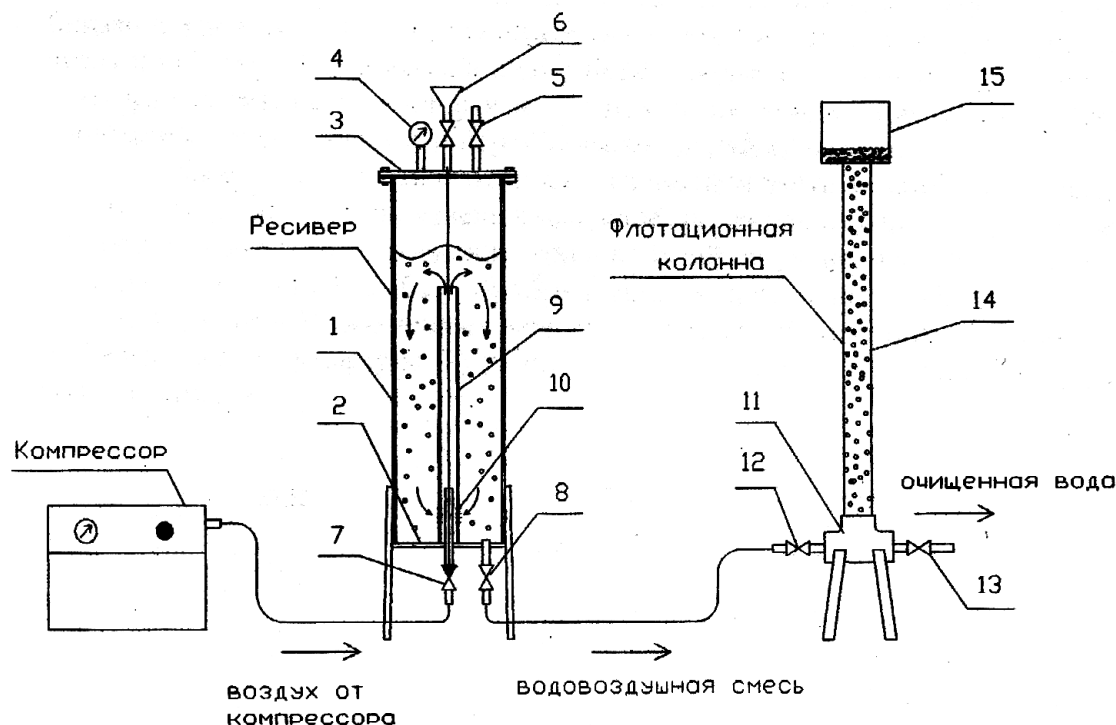


Рис. 1. Лабораторная установка для исследования процесса очистки производственных сточных вод методом напорной флотации

1 – корпус; 2 – днище; 3 – крышка; 4 – манометр; 5 – вентиль для регулировки давления; 6 – воронка для залива воды; 7 – патрубок с обратным клапаном; 8 – патрубок для отвода водовоздушной смеси; 9 – вертикальная труба; 10 – радиальные отверстия; 11 – основание; 12 – вентиль для подачи водовоздушной смеси; 13 – вентиль для удаления очищенной воды; 14 – стеклянная труба; 15 – пеносборник.

Сточные воды рыбоконсервного завода содержат большое количество жиров, белков, минеральных веществ. Они имеют коричнево-серый цвет и неприятный запах. Состав сточных вод рыбоконсервного производства изменяется в зависимости от технологических операций (дефростация, чистка, мойка рыбы, консервирование), возраста и пола рыб, сезона года, близости нереста и непостоянен в течение суток, даже в течение часа.

Нестабильность состава сточных вод не позволяет в процессе экспериментальных исследований сопоставлять результаты опытов при разных режимах очистки воды.

Для получения сопоставимых результатов необходимым условием является постоянство состава сточных вод. Этому условию отвечает искусственная сточная вода.

Состав искусственной сточной воды разработан применительно к сточным водам, образующимся на производственных этапах дефростации, чистки и мойки рыбы. В её состав входят измельченные до однородной пастообразной массы продукты очистки рыбы: внутренности, кровь, слизь - 92 %, мякоть и чешуя - 8 %. Влажность пасты - 40%.

Для приготовления 1 л искусственной сточной воды необходимо 10 г пасты. Содержание взвешенных веществ в этой воде составляет 960 мг/л, жиров - 500 мг/л, БПК₅ - 850 мг/л, ХПК = 1920 мг/л.

Методика проведения экспериментальных исследований на лабораторной установке состояла в следующем. В ресивер через воронку заливается водопроводная вода, включается компрессор давление в ресивере доводится до давления насыщения (2,5 атм.) и поддерживается на этом уровне в течение 5 мин. После этого водовоздушная смесь из ресивера подается во флотационную колонну, предварительно заполненную на 1/2 или на 3/4 искусственной сточной водой, и смешивается с ней. Давление в колонне близко к атмосферному. В результате снижения давления растворенный воздух из водовоздушной смеси выделяется в виде микропузырьков, которые с частицами взвеси образуют флотокомплексы и всплывают на поверхность воды в виде

пены. Пенный продукт собирается в пеносорнике и периодически удаляется из него.

Пробы очищенной воды отбирают из нижней части колонны для определения в них остаточной концентрации взвешенных веществ, жиров и БПК₅. Эффект осветления воды (Э) определяют путем сравнения концентраций загрязняющих веществ исходной воды ($C_{\text{ис}}$) и очищенной воды ($C_{\text{ок}}$). Данные анализов приведены в табл. 4.

Концентрация взвешенных веществ в очищенной воде определялась с помощью калибровочного графика (рис. 2) по оптической плотности этой воды измеренной на фотоколориметре.

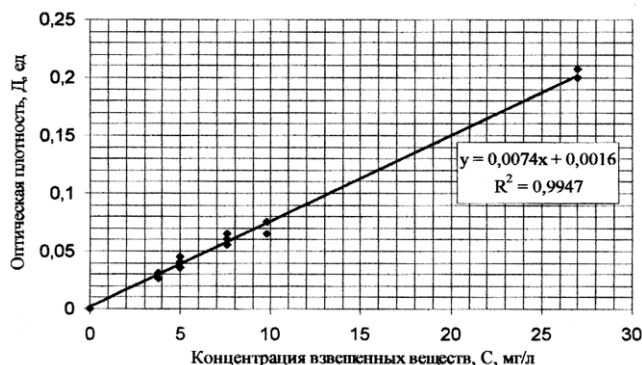


Рис. 2 Калибровочный график для определения взвешенных веществ

Планирование полного факторного эксперимента очистки сточной воды на лабораторной флотационной установке основано на условиях приведенных в табл. 2, где изменяемыми показателями режима флотационной очистки воды являются степень рециркуляции воды x_1 и продолжительность флотации x_2 [3].

Математическое описание процесса напорной флотации дает информацию о влиянии степени рециркуляции и времени флотации, позволяет количественно определить значения остаточной концентрации при заданном режиме ведения процесса.

Таблица 2.

Основные характеристики плана эксперимента

Характеристика факторов эксперимента	x_1 , %	x_2 , мин
Основной уровень	40	25
Интервал варьирования	15	5
Верхний уровень	55	30
Нижний уровень	25	20

Матрица планирования и результаты полного факторного эксперимента флотационной очистки сточной воды приведены в табл. 3.

Математическое описание процесса напорной флотации определяется уравнением регрессии:

$$Y = b_0 + b_1 x X_1 - b_2 X_2 \quad (1)$$

где кодированные переменные X_1 и X_2 связаны со степенью рециркуляции и продолжительностью флотации следующими соотношениями:

$$X_1 = \frac{x_1 - x_{01}}{\Delta x_1} \quad (2)$$

$$X_2 = \frac{x_2 - x_{02}}{\Delta x_2} \quad (3)$$

где x_1 , x_2 – физические переменные уравнения регрессии (степень рециркуляции воды и продолжительность флотации);

x_{01} , x_{02} – степень рециркуляции и продолжительность флотации в центре плана;

Δx_1 , Δx_2 – шаги варьирования.

Полный двухфакторный эксперимент

№ опыта	Факторы				Функции отклика, мг/л ($y_э$ – экспериментальное значение, y_p – расчетное значение)							
	Кодированные переменные		Физические переменные		Взвешенные вещества		Жиры		БПК ₅		ХПК	
	X_1	X_2	$X_1, \%$	$X_2, \text{мин}$	$y_э$	y_p	$y_э$	y_p	$y_э$	y_p	$y_э$	y_p
1	-1	-1	25	20	132	129	39	40	495	497	941	940
2	1	-1	55	20	62	63	30	28	455	453	895	896
3	-1	1	25	30	119	121	36	35	464	462	860	861
4	1	1	55	30	57	55	24	25	417	418	817	816

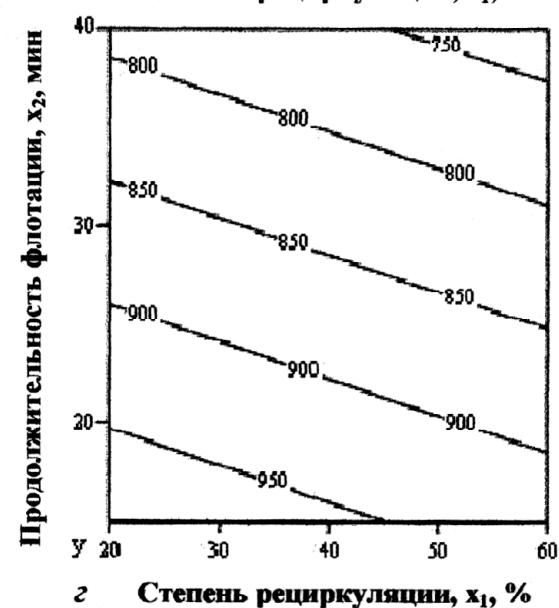
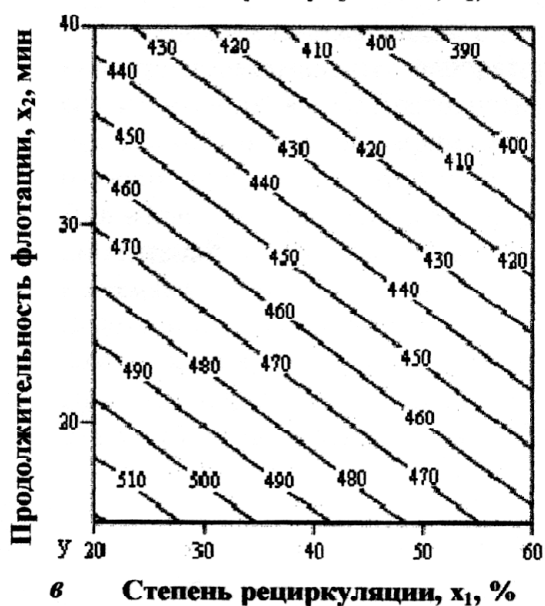
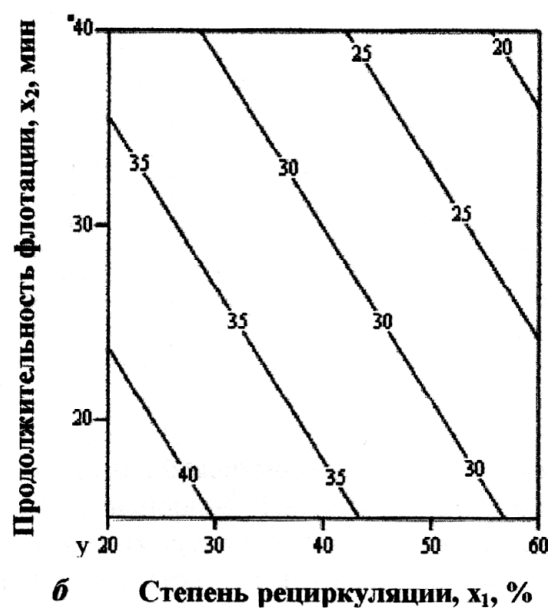
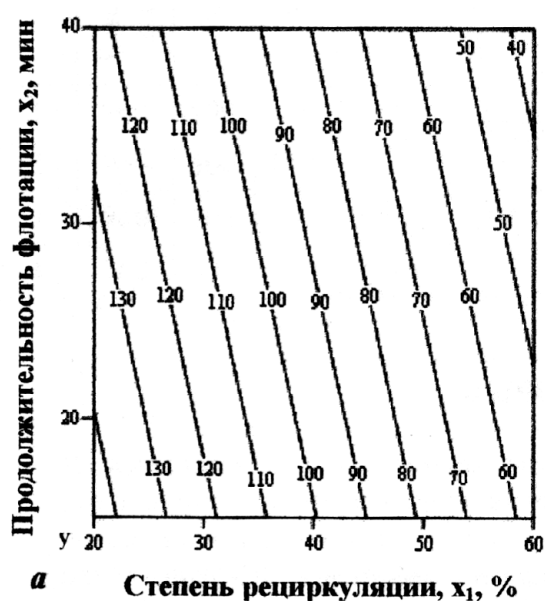


Рис. 3 . Поверхности отклика: зависимости концентраций загрязнений от степени рециркуляции (x_2) и продолжительности флотации (x_1)

а – остаточная концентрация взвешенных веществ; б – остаточная концентрация жиров ; в – остаточная концентрация БПК₅ ; г – остаточная концентрация ХПК.

Уравнение регрессии имеет вид:

$$y = 92,275 - 32,875X_1 - 4,275X_2 \quad (4)$$

Подставляя физические переменные в полученное нами уравнение регрессии, преобразуем его к виду:

$$y = 201,43 - 2,2x_1 - 0,855x_2 \quad (5)$$

Пользуясь этим уравнением нет необходимости переводить условия опыта в кодированные переменные (X_1 , X_2).

Поверхность отклика представлена на факторной плоскости (x_1 , x_2) линиями постоянных значений остаточной концентрации загрязнений.

Поверхности отклика характеризует убывание функции отклика (y) с увеличением факторов x_1 и x_2 .

Таблица 4.

Результаты очистки сточных вод методом напорной флотации

№ опыта	Показатели загрязнений, мг/л								Эффект очистки, %			
	В исходной воде				В очищенной воде				Взвешенные вещества	Жиры	БПК ₅	ХПК
	Взвешенные вещества	Жиры	БПК ₅	ХПК	Взвешенные вещества	Жиры	БПК ₅	ХПК				
1	960	500	850	1920	132	39	495	941	86	92	42	50
2	960	500	850	1920	62	30	455	895	93	94	46	53
3	960	500	850	1920	119	36	464	860	87	93	45	55
4	960	500	850	1920	57	24	417	817	94	95	50	57

ВЫВОДЫ.

1. Из известных методов очистки сточных вод рыбообрабатывающей промышленности наиболее перспективным является метод напорной флотации. Он позволяет осуществлять высокую степень очистки сточных вод от загрязняющих веществ, находящихся во взвешенном и коллоидном состоянии. Химический состав извлекаемой в виде пенного продукта белково-жировой массы позволяет использовать её в качестве сырья для выработки кормовых и технических продуктов.
2. Сточные воды рыбообрабатывающей промышленности относятся к высококонцентрированным сточным водам с непостоянным химическим составом. Для проведения экспериментальных лабораторных исследований разработан состав искусственной сточной воды. Постоянство исходного состава такой воды позволяет сопоставлять результаты экспериментальных исследований по очистке сточных вод при изменяющихся параметрах работы флотационной установки.
3. Создана лабораторная экспериментальная установка, позволяющая имитировать процессы напорной флотации в производственных условиях.
4. В результате лабораторных исследований установлен оптимальный режим работы флотационной установки: степень рециркуляции 25 %, время флотации 30 мин. При этих параметрах эффект очистки сточных вод по взвешенным веществам составил 87 %, по жирам - 93 %, по БПК₅ - 45 %, по ХПК - 55 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Шифрин С.М., Хосид Е.В.. Очистка сточных вод предприятия рыбообрабатывающей промышленности. – М.: Издательство «Пищевая промышленность», 1977. - 111 с.
2. Лихачев Н.И., Ларин И.И., Хаскин С.А. и др.; под общ. ред. Самохина В.Н. Справочник проектировщика. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1981. – 639 с.
3. Саутин С.Н. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. Л., «Химия», 1975. - 48 с.

Збірник наукових праць
«Будівництво та техногенна безпека»
15-16/2006

Сборник научных трудов
«Строительство и техногенная безопасность»
15-16/2006

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 22.06.2006. 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) 58-93-42

E-mail: rio@ecopro.crimea.ua