

Министерство образования и науки Украины
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

СТРОИТЕЛЬСТВО И ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сборник научных трудов
Выпуск 17

БУДІВНИЦТВО ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

Збірник наукових праць
Випуск 17

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 № 7 від 23.11.2006 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 № 7 от 23.11.2006 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.....	6
Ажермачев С.Г. Определение размеров подкрепляющих настил элементов при работе их на изгиб	6
Ажермачев С.Г., Молошный В.В., Козловский Л.К. Экспериментальные исследования несущей способности металлических конструкций покрытий автогаража в г.Евпатории. ...	11
Кононов В.Б., Колесникер И.М. Современные тенденции проектирования и строительства социального жилья.....	14
Медведев К.Е. Геосинтетические материалы для подпорных сооружений	17
Павлович Йоанна Влияние растительности на жилищные условия в урбанизированных районах	21
Павлович Йоанна Роль натуральной среды в сбалансированном развитии города Ольштына (Польша)	25
Загроба Марек Фасад исторического здания – избранные проблемы охраны памятников старины	29
Загроба Марек Пространственный аспект ревитализации – избранные примеры малых городов северо-восточной Польши	34
Раздел 2. Основания и фундаменты, механика и сейсмостойкость.....	38
Агапов В.Н. Радиопередатчик для системы сбора и обработки инженерно-сейсмической информации	38
Агапов В.Н. Полевой телеметрический модуль в системах сбора и регистрации инженерно-сейсмометрической информации	42
Барыкин Б. Ю. Предложения по методике расчета общей надежности конструкций перекрестных фундаментов зданий и сооружений, возводимых на склонах	48
Барыкин Б.Ю., Андронов А.В. Расчет устойчивости склона, пригруженного вертикальной нагрузкой на бровке откоса	56
Морозова Е.В., Абдурахманов А.З. Сейсмостойкость зданий при реконструкции методом надстройки типа «Фламинго»	61
Сильнов Г. П. Опыт строительства цехов «Ртутного Электролиза на Иркутском Химкомбинате»	67

Раздел 3. Строительные материалы и изделия 68

Лавринев П. Г., Корохов В. Г., Булова И.В., Гуйтур В.И. Об основных параметрах и применении технологии роликового формования 68

Любомирский Н.В., Артюхов Ю., Циак Н. Патронированное невзрывчатое разрушающее вещество на основе негашеной извести, модифицированной железосодержащими добавками 73

Свищ И.С., Носатова Е.В. Влияние технологических параметров на физико-механические свойства строительного камня из шлакощелочного бетона в производственных условиях 77

Федоркин С.И., Любомирский Н.В., Локтионова Т.А. Перспективы развития известковой промышленности с созданием новых технологий получения искусственных строительных материалов на основе воздушной извести 80

Раздел 4. Технология промышленного и гражданского строительства 86

Морозов А.Д., Жидов С.Н., Чередниченко И.А. Исследования надежности шнековых пневмотранспортирующих машин 86

Сильнов Г. П. Опыт работы треста «Перекопхимстрой» на едином расчетном счете 89

Раздел 5. Техногенная безопасность 91

Абрамов И.Б. Формирование техногенных солевых аккумуляций и их влияние на экологическую безопасность 91

Липатенков А.В. Об экологическом аудите и некоторых аспектах его проведения в Украине. 94

Тимохин В.М., Руднев В.П., Анкудинов А.В. Актуальность и перспективы получения космических снимков Земли для украинской региональной власти 98

Чабан В.В., Сулова Н.А. Исследование экологической обстановки Сакского солёного озера. 104

Раздел 6. Водообеспечение и водоотведение, гидромелиорация, теплоснабжение и энергетика 111

Афанасьева М.Ю., Ковальчук А.Н., Наурзоков Ю.Х. К вопросу моделирования объектно-функциональных связей системы интегрированного управления водными ресурсами 111

Бекиров Э.А. Анализ функций, заданных дискретно и численная реализация этих функций преобразованием напряжения фотоэлектрических модулей в переменное напряжение с оценкой ошибки приближения гармонической интерполяции. 116

Борисов Б.М. Инженерная составляющая математической модели процесса очистки воды в гранодиоритных фильтрах 120

Борисов Б.М. Инженерно-экологические аспекты интенсификации окислительно-сорбционного метода в современных технологических схемах очистки воды	123
Борисов Б.М. Інженерно-екологічні умови погіршення якості води в поверхневих вододжерелах Криму, України.	126
Вернези С.А. Возможности расширения лабораторного практикума по дисциплине «Термодинамика и теплопередача» за счет использования компьютерных программ ...	129
Дворецкий А. Т., Казьмина А. И., Пинчук Е. А. Особенности теплотехнического проектирования жилых зданий с учетом энергосбережения	131
Герчио И.Ю. Особенности преподавания дисциплины «Системы автоматизированного проектирования систем ТГВ»	137
Гироль Н.Н. , Мякишев В.А., Бойчук С.Д. , Фиширов В.И., Котовская Е.Е. Стабилизация и улавливание тяжелых металлов в процессе высокотемпературной обработки осадков водоочистных станций	140
Глухов Н.Д., Анисимов С.Н., Маркин А.В. Упрощенная методика гидравлического расчета систем водяного отопления	143
Глухов Н.Д., Анисимов С.Н.,Маркин А.В. Усовершенствованная методика расчета тепловых схем закрытого типа для водогрейных котельных.	146
Карпова Л.Г. О состоянии метрологического обеспечения в Украине приборов учета тепла	150
Кудин М.Ф., Попович В.В., Закусилов Н.А. Комплексная оценка мелиоративных земель	152
Мякишев В.А., Мартыненко Н.Ю., Котовская Е.Е., Мартыненко О.В. Обоснование выбора марки насосов для реконструкции канализационной насосной станции	156
Сторчоус В.Н., Недвига В.С., Закусилов Н.А., Умрихина И.С. Технология управления водным режимом почвы при капельном орошении	163

Раздел 1. Строительные конструкции, здания и сооружения

УДК 624.042.8

Ажермачев С.Г., к.т.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Определение размеров подкрепляющих настил элементов при работе их на изгиб

При подкреплении палубного настила профилем получаем несимметричное сечение подкрепляющего элемента. Рассматриваются оптимальные размеры стенки и нижнего пояса подкрепляющего асимметричного элемента при работе его на изгиб.

настил, подкрепляющий профиль, эффективная площадь, прочность, жесткость

Настил технологических палуб и вертолетно-посадочных комплексов морских платформ изготавливают из листов толщиной 6...12 мм. Нагрузка на палубные конструкции составляет 1000...4000 кг и более на один квадратный метр. Несущая способность палубного настила может быть обеспечена за счет изменения его толщины, но больший эффект дает подкрепление настила жесткими на изгиб элементами. Эти элементы, объединяясь в единую конструкцию с настилом, создают эффективную пространственную конструкцию, хорошо работающую при воздействии поперечных нагрузок на настил и на сжимающие усилия, которые возникают при общем изгибе. Чаще всего палубный настил подкрепляется тавровым профилем, который вместе с настилом образует двутавр асимметричного профиля. Верхним поясом такого двутавра служит настил.

Если толщина и пролет настила определяются достаточно просто, то определение размеров подкрепляющего элемента, зависящих от асимметрии полученного двутаврового профиля, вызывает некоторые трудности.

На картину напряженно деформированного состояния подкрепляющего профиля с одной стороны оказывает влияние коэффициент асимметрии сечения, а с другой, стороны прочность стали, применяемой для свободного пояса.

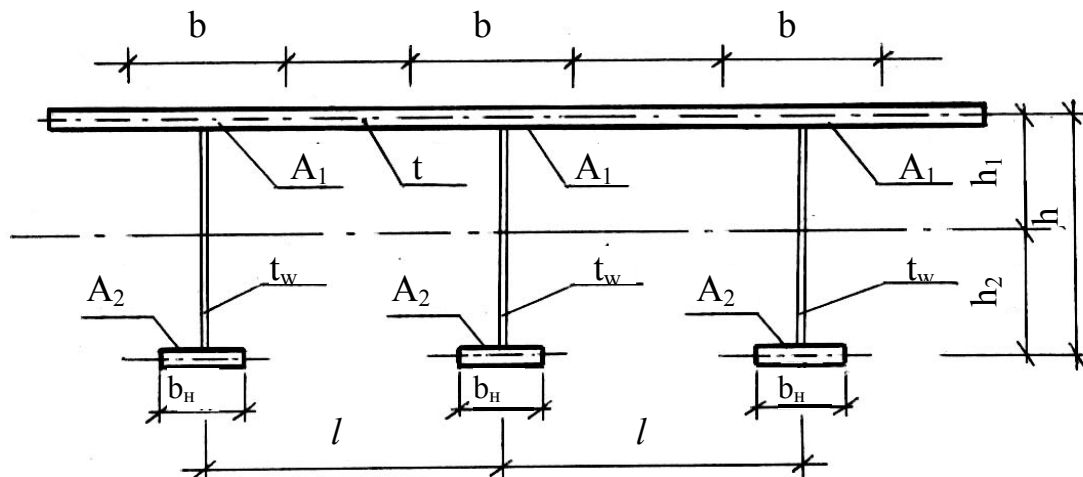


Рис. 1 Общая схема процесса

Рассмотрим палубный настил, подкрепленный тавровым профилем, стенка которого приварена к настилу (рис. 1). При работе настила на поперечную нагрузку он изгибается между подкрепляющими элементами (расстояние между ними l). Одновременно настил работает на сжатие в качестве верхнего пояса подкрепляющего элемента при его изгибе в вертикальной плоскости. Однако известно, что на сжатие активно включается только часть настила, примыкающая к стенке

подкрепляющего элемента. Ширина этого участка (b) зависит от толщины настила (t), модуля упругости материала (E), коэффициента Пуассона (ν) и значения напряжений ($\sigma_{н.эл.}$) в зоне контакта подкрепляющего элемента с настилом.

Для нашего случая ширина настила (b), включающаяся в работу на сжатие при изгибе асимметричного двутаврового сечения при $\nu = 0,3$, с некоторым запасом может быть определена по формуле [1]

$$b = 1,9 t \sqrt{\frac{E}{\sigma_{н.эл.}}} \leq l. \quad (1)$$

Эффективная площадь настила (A_1), которая включается в работу подкрепляющего элемента на изгиб, будет

$$A_1 = b \cdot t = 1,9 t^2 \sqrt{\frac{E}{\sigma_{н.эл.}}} \quad (2)$$

При известной наибольшей поперечной силе Q площадь стенки подкрепляющего элемента можно определить

$$A_w = \frac{1,5 Q}{R_s \gamma_c}, \quad (3)$$

где R_s - расчетное сопротивление срезу материала стенки;

γ_c - коэффициент условий работы.

С другой стороны, площадь стенки можно выразить через ее геометрические размеры

$$A_w = t_w \cdot h_w. \quad (4)$$

Для более эффективного использования материала в подкрепляющем элементе необходимо, чтобы гибкость стенки $\lambda_w = \lambda_{w \max}$. Тогда высота стенки будет

$$h_w = (A_w \cdot \lambda_{w \max})^{1/2} \quad (5)$$

Если нет ограничений, то гибкость стенки необходимо принять $\lambda_{w \max} = 80 \dots 100$.

В построенных морских платформах на шельфе Черного и Азовского морей гибкость стенок подкрепляющих элементов находится в пределах $\lambda_w = 40 \dots 70$.

Требуемая площадь нижнего пояса несимметричного двутаврового профиля зависит от его асимметрии, которая в свою очередь зависит от площади верхнего пояса (части настила палубы, включающейся в работу элемента) и размеров стенки, главным образом, от ее высоты.

В общем, в соответствии с рис.1, асимметрия двутавра будет определяться отношением

$$\alpha = \frac{h_2}{h_1}. \quad (6)$$

Однако, для наиболее эффективного использования материала по сечению асимметричного двутавра нам необходимо иметь оптимальную асимметрию такого профиля.

Для балочного элемента из условия прочности нижнего пояса при известных усилиях (Q и M), расчетном сопротивлении материала (R_y), известном коэффициенте распределения материала (β) и заданной гибкости стенки (λ_w) запишем выражение для требуемой площади поперечного сечения рассчитываемого балочного элемента [2].

$$A = \left(\frac{M}{R_y \gamma_c} \right)^{2/3} \frac{1}{(\beta \lambda_w)^{1/3}} \left[\frac{6(\alpha + 1) \cdot \alpha}{6\alpha - \beta(\alpha + 1)^2} \right]^{2/3}. \quad (7)$$

При известной площади сечения верхнего пояса общую площадь сечения рассчитываемого двутавра можно выразить

$$A = A_1 \frac{2(\alpha + 1)}{2\alpha - \beta(\alpha + 1)}, \quad (8)$$

где $\beta = \frac{A_w}{A}$ - коэффициент распределения материала.

$\beta = 0,5$, если прочность является для профиля определяющей величиной;

$\beta = 0,6 \div 0,7$, если определяющей для профиля является жесткость.

$\lambda_w = \frac{h_w}{t_w}$ - гибкость стенки.

Значение коэффициента асимметрии двутаврового профиля из условия прочности (при $\beta = 0,5$) запишется

$$\alpha = 0,21 + 1,21 \frac{A_1}{\left[\frac{M}{R_y \gamma_c} \cdot \frac{1}{\lambda_w^{1/2}} \right]^{2/3}}. \quad (9)$$

В выражении (9) известны A_1, M, R_y, γ_c , необходимо задаться гибкостью стенки λ_w .

Площадь сечения асимметричного профиля из условия требуемой жесткости выражается

$$A_{жест.} = \left[\frac{5}{48} \frac{M^H L}{E \left(\frac{f}{L} \right)} \frac{1}{\lambda_w} \right]^{1/2} \left[\frac{1}{\beta} \frac{6(\alpha + 1)^2}{6\alpha - \beta(\alpha + 1)^2} \right]^{1/2}. \quad (10)$$

Здесь M^H - изгибающий момент от нормативной нагрузки;

L - пролет изгибаемого элемента (балки);

$\left| \frac{f}{L} \right|$ - нормативный прогиб изгибаемого элемента;

Оптимальное значение коэффициента асимметрии двутаврового профиля из условия жесткости при $\beta = 0,6$ запишется

$$\alpha = 1,48 \frac{A_1}{\left[\frac{5}{48} \frac{M^H L}{E \left| \frac{f}{L} \right|} \frac{1}{\lambda_w} \right]^{1/2}} - 0,23. \quad (11)$$

Подставив в (7) и (10) значения коэффициента асимметрии из (.9) и (11), получим площадь поперечного сечения асимметричного поперечного изгибаемого профиля из условия прочности и жесткости.

Определим площади стенки (A_w) и нижнего пояса (A_2)

$$A_w = \beta A \quad (12)$$

и

$$A_2 = A - A_1 - A_w. \quad (13)$$

Анализ вышеизложенного решения показывает, что для симметричного сечения суммарная площадь стенки и нижнего пояса оказывается меньшей, чем для асимметричного сечения. Однако, местная устойчивость стенки в асимметричном сечении будет обеспечена при больших гибкостях λ_w , т.к. высота сжатой зоны уменьшается за счет асимметрии, что в конечном счете может привести к меньшим суммарным затратам материала на стенку и нижний пояс. Это говорит о том, что при проектировании асимметричных сечений изгибаемых элементов стенку в таких элементах следует принимать с максимальной гибкостью. Тогда в соответствии со СНиП II-23-81* [3] при расчете стенки на местную устойчивость ее «условная» гибкость будет определяться

$$\lambda_w = \frac{2h_1}{t_w}. \quad (14)$$

В симметричных профилях высота стенки определяется как две высоты сжатой зоны стенки (т.е. высота всей стенки), в несимметричных профилях так же можно принять две высоты сжатой зоны стенки.

Если гибкость стенки невозможно увеличить по конструктивным соображениям, то рациональность применения асимметричного профиля можно определить следующим образом.

При расчете из условия прочности суммарная площадь стенки и нижнего пояса определяется из следующего выражения

$$A_{np} = \left[\frac{M}{R_y \gamma_c \lambda_w^{1/2}} \right]^{2/3} \left[\frac{2 + \beta(\alpha + 1)}{2(\alpha + 1)} \right] \left[\frac{6(\alpha + 1) \cdot \alpha}{6\alpha - \beta(\alpha + 1)^2} \cdot \frac{1}{\beta^{1/2}} \right]^{2/3}. \quad (15)$$

Анализ формулы (15) показывает, что при заданных β и λ_w увеличение асимметрии за счет включения в состав верхнего пояса большего сечения при неизменном значении гибкости стенки, приводит к увеличению суммарной площади стенки и нижнего пояса.

Изменение суммарной площади стенки и нижнего пояса в относительных единицах в зависимости от коэффициента асимметрии $\alpha = \frac{h_2}{h_1}$ и гибкости стенки λ_w из условия прочности показано на рис.2. Из графика видно, что расход металла возрастает с увеличением коэффициента асимметрии α и с уменьшением гибкости стенки λ_w .

При проектировании асимметричного двутаврового профиля из условия жесткости суммарная площадь стенки и нижнего пояса получается из следующего выражения

$$A_{жест.} = \left[\frac{5}{48} \frac{M^2 L}{E |f|} \cdot \frac{1}{\lambda_w} \right]^{1/2} \left[\frac{6(\alpha + 1)^2 \beta}{6\alpha - \beta(\alpha + 1)^2} \right]^{1/2} \frac{2 + \beta(\alpha + 1)}{2(\alpha + 1)}. \quad (16)$$

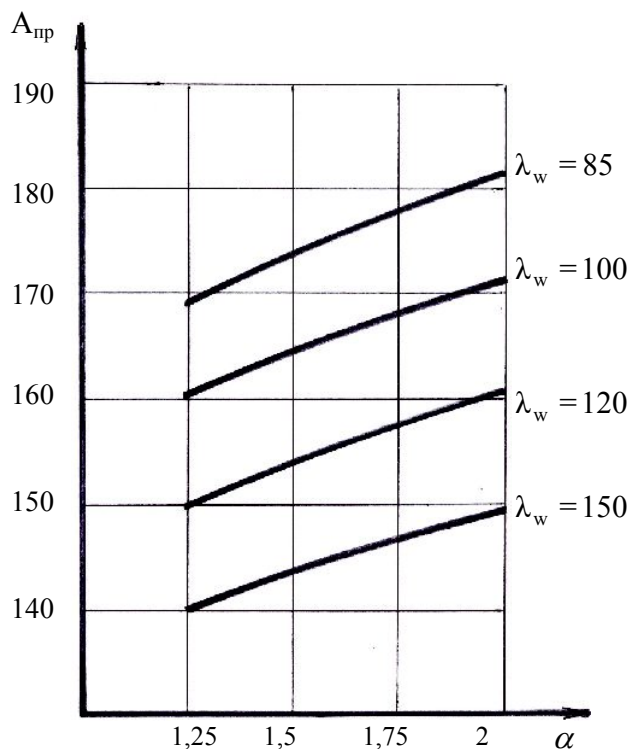


Рис. 2 Изменение суммарной площади стенки и нижнего пояса в относительных единицах в зависимости от коэффициента асимметрии α и гибкости стенки λ_w из условия прочности жесткости.

Изменение суммарной площади стенки и нижнего пояса в относительных единицах в зависимости от коэффициента асимметрии

$\alpha = \frac{h_2}{h_1}$ и гибкости стенки λ_w из условия жесткости показано на рис. 3. Из графика видно, что расход металла уменьшается с увеличением коэффициента асимметрии α и с увеличением гибкости стенки λ_w .

личением гибкости стенки λ_w .

Из выражения (16) видно, что при сохранении λ_w увеличение асимметрии ведет к уменьшению суммарной площади стенки и нижнего пояса.

Уменьшение высоты сжатой зоны в стенке обеспечивает ей лучшие условия при работе на сжатие, что ведет к уменьшению ребер жесткости для ее укрепления от потери местной устойчивости. При определенных условиях эти мероприятия позволяют снизить расход металла на подкрепляющие элементы до 10...15%.

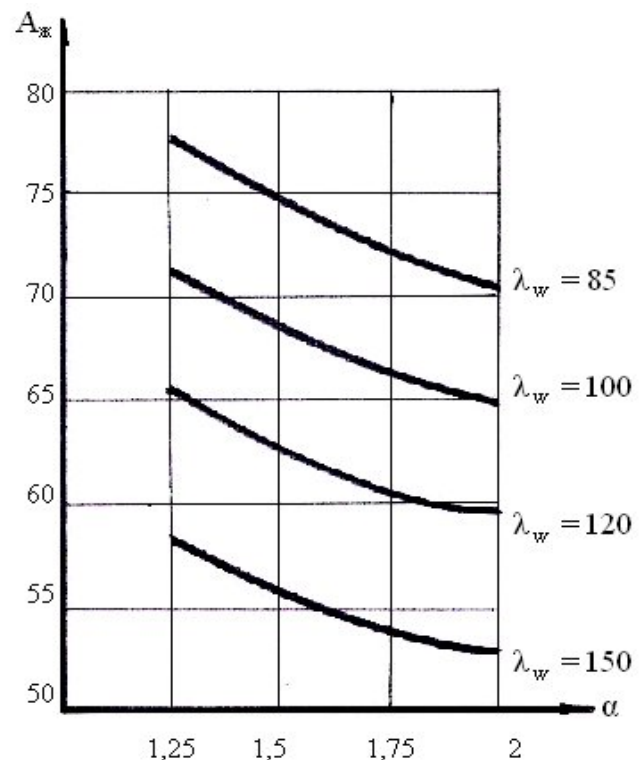


Рис. 3 Изменение суммарной площади стенки и нижнего пояса в относительных единицах в зависимости от коэффициента асимметрии α и гибкости стенки λ_w из условия

ВЫВОДЫ

Для симметричного подкрепляющего профиля суммарная площадь стенки и нижнего пояса получается меньше, чем для асимметричного.

Местная устойчивость стенки несимметричного подкрепляющего элемента обеспечивается при больших гибкостях, что в конечном итоге может дать экономию стали 10-15%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уманский А.А. Строительная механика самолета. Оборонгиз. М. 1961. 529 с.
2. Vilnay O. Flange Failure Of a Double-Bottom Structure // Journal of Constructional Steel Research, 1997, vol. 3, № 2, p. 36–37.
3. СНиП 11-23-81* Строительные нормы и правила. Нормы проектирования. Стальные конструкции. М. 1991. 96 с.

УДК. 624.014.25

Ажермачев С.Г. к.т.н., доцент, Молошный В.В. инженер
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Козловский Л.К.
генеральный директор НПП «Авиаспецмонтаж».

Экспериментальные исследования несущей способности металлических конструкций покрытий автогаража в г.Евпатории.

Рассматриваются результаты проведения натурных экспериментальных исследований металлических подстропильных конструкций покрытия автогаража. Показаны особенности проведения исследований.

Ферма, пояса, решетка, несущая способность, испытания.

Проект покрытия автогаража ЗАО «Волна» разработан фирмой «Мита». Автогараж представляет собой трехпролетное здание. Пролеты по 9м. Стропильные фермы располагаются через 1500мм и опираются по средним рядам на подстропильные конструкции, а по крайним - через железобетонный пояс на стены. По средним рядам подстропильные конструкции опираются на трубчатые колонны.

Особенностью конструкций покрытия являлось то, что их изготавливали из металлических конструкций повторного применения, при этом сертификат на металл конструкций и примененные электроды для сварки отсутствовали.

Имеющиеся в наличии фермы имели пояса из уголков 63х6 мм, один пояс был из двух уголков, второй из одного уголка. решетка из арматурных стержней $\varnothing 25$ мм (рис.1):



Рис.1 Общий вид подстропильных конструкций перед испытаниями

Для обеспечения заданной несущей способности подстропильных конструкций они были изготовлены из двух ферм так, что у них верхний пояс представлял 4L 63х6 мм, а нижний пояс состоял из 2L 63х6 мм, усиленный 2L 63х6 мм, т.е. в нижнем поясе стало 4L 63х6 мм.

Первый восходящий раскос решетки также был усилен L63х6 мм.

После обследования подстропильных конструкций было обнаружено во многих местах расцентровка решетки, достигающая до 170 мм (рис.2)

Собранный блок подстропильной конструкции имел общую опорную плиту (рис.3), а по длине отдельные фермы, объединенные при помощи горизонтальных и вертикальных диафрагм (рис.4);



Рис.2 Расцентровка решетки



Рис.3 Опорные части подстропильных конструкций



Рис.4 Горизонтальные и вертикальные диафрагмы

номер 1403, расположенный в системе: стрела крана, тросы, груз (железобетонные плиты).

После каждой ступени загрузки производили осмотр конструкций и отсчет прогибов по прогибомерам ПАО-6, установленным у опор и по середине испытываемых блоков (рис.5).

Перед началом испытаний было проведено пробное загрузку для «обкатки» приборов грузом 2,8 т.

Испытания показали, что представленные конструкции обладают заданной несущей способностью. Никаких нарушений в сварных соединениях не наблюдали. Элементы ферм не теряли устойчивости, а показания прогибомеров, зафиксированные после снятия нагрузки, подтвердили, что элементы подстропильных блоков работали в упругой стадии.



Рис.5 Загрузка подстропильных конструкций железобетонными плитами

Учитывая вышеизложенное, заказчик ЗАО «Волна» и проектная фирма «Мита» обратились с просьбой провести натурные испытания вновь изготовленных металлических подстропильных ферм нагрузкой 12,5т, что превышало расчетную на 25%.

Для проведения натурных испытаний представлены два блока стропильных конструкций, установленные на имевшиеся в наличии два фундаментных блока. Для загрузки предусматривалось использование железобетонных плит весом 2,8т.

Программа испытаний предусматривала ступенчатое загрузку конструкций с контролем их веса. Для контроля веса использовался динамометр растяжения ДПУ-10-2 заводской

ВЫВОДЫ

1. Фермы выполненные из металла вторичного применения не имеют внешних дефектов по материалу конструкций и сварных соединений;
2. Максимальный относительный прогиб узлов ферм при загрузке эксплуатационной нагрузкой составил $1/226$, что не превышает предельного, равного $1/200$ [4].
3. После снятия нагрузки остаточные перемещения и деформации равнялись нулю, что свидетельствует об упругой стадии работы металла;
4. Фермы пригодны для дальнейшей эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Копытов М.М., Ерохин К.А., Матвей А.В. «Экспериментальное исследование пространственных ферм с пентагональным сечением верхнего пояса» - Известия ВУЗов. Строительство – 2000г. №11. с.129-132.
2. ДБН 362-92. «Оцінка технічного стану сталевих конструкцій виробничих будівель і споруд, що знаходяться в експлуатації» - Держбуд України. – Київ: Укрархбудінформ, 1995 р – 46 с.
3. Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд. – Держкомітет будівництва, архітектури та житлової політики України. – Київ: 1997 р – 144 с.
4. СНиП 2.01.07-87. Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования. /Госстрой СССР.-М.: ЦИТП, 1987.

Кононов В.Б., студент, Колесникер И.М., к.т.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Современные тенденции проектирования и строительства социального жилья.

Рассматривается проблема строительства и проектирования недорогого, доступного массовому потребителю социального жилья. Намечены перспективы его развития. Статья является обзорной и служит основой для дальнейших исследований.

социальное жилье, жилищный фонд, «стартовая» квартира, тип квартир ...

В настоящее время на территории нашей страны прослеживается бум в строительстве, характеризующийся определенной стабильностью в обществе и ростом благосостояния населения. Однако следует отметить, что уровень благосостояния рядового гражданина остается все же невысоким. Все это в сочетании с неизменно стареющим фондом домов, доставшихся в наследство от Советского Союза, изменением строительных норм и правил, ростом технологий обусловило необходимость в отведении значительной части общего объема строительства под недорогое и доступное массовому покупателю социальное жилье.

Основными потребителями этого типа жилья являются следующие категории населения:

- одиночки старшего подросткового и раннего юношеского возраста (16-18 лет)
- одиночки старшего юношеского и молодежного возраста (18-35 лет)
- одиночки среднего возраста (35-55)
- семьи молодых супругов (условный возраст до 35 лет)
- неполные семьи

Все больших объемов приобретает строительство курортного жилья, характеризующееся сезонностью использования.

Наиболее молодые одиночки старшего подросткового и раннего юношеского возраста заявили о своих жилищных потребностях относительно недавно. Еще в начале 70-х годов XX века в Нидерландах г. Лейден был разработан проект многоквартирного жилого дома, где юноши и девушки, достигшие 16 лет, с родительского разрешения могут снимать отдельную жилую ячейку. На III Международном симпозиуме по проблемам жилища в Канаде в 1974 г., была поддержана идея, что подобные формы жилища помогают в некоторых случаях устранить конфликтные ситуации и укрепить родственные отношения в семье.

Одиночки старшего и молодежного возраста делятся на две категории: работающих и студентов. Студенты концентрируются в крупных городах, которые имеют серьезные жилищные проблемы, и все активнее конкурируют с другими категориями одиночек в поисках малокомнатных квартир. С одной стороны, студенты, проживающие с родителями, хотят отделиться от семьи для независимого проживания, с другой – значительная часть студентов, особенно старшекурсники, не удовлетворена проживанием в общежитии.

Контингент одиночек среднего возраста состоит преимущественно из холостяков, которые еще не обзавелись семьей, а также лиц, живущих одиноко после развода или смерти кого-то из членов семьи.

Семьи молодых супругов состоят из 2-х категорий: супружеские пары молодоженов и пары с ребенком до 4-х лет. У таких семей экономические ограничения, потребности разнообразны и возрастают без соответствующего дохода. Большинство молодоженов предпочитают в начальный период времени иметь, так называемую «стартовую» квартиру, которую они рассматривают как временную.

Наличие широкого круга потребителей обуславливает различные требования к уровню комфортности жилья, его размерам и планировке.

Наиболее популярными по объему продаж на сегодня являются двухкомнатные квартиры. В нашей стране предусматривается расселение в квартиры типа 2А и 2Б с повышенной комфортностью.

стью. Верхний предел квартир типа 2А – 44 кв. м, 2Б – 53 кв. м.

В строительной практике также существует градация 2-х комнатных квартир как по площади, так и по планировочному решению (рис 1). Например, 2-х комнатная квартира имеет 4 градации общей площади: 26-30, 28-31, 35-41, 52-55 кв. м.



Рис.1 Планировки 2-х комнатных квартир



Рис.2 Планировки 1-но комнатных квартир

Однокомнатная квартира является основным типом жилища для одиночек среднего возраста (рис. 2).

Верхние пределы площади квартиры 1А – 28 кв.м, 1Б – 36 кв. м. В этих типах квартир часто предусматривается спальный альков, который при достаточно большой площади приобретает черты спальни. Квартира в данном случае получает название полуторакомнатная. Полуторакомнатными также называют иногда квартиры с кухнями-столовыми, имеющими соответствующее освещение. Считается, что такая квартира в состоянии решить жилищную проблему молодоженов в первые 5-6 лет супружеской жизни.

Квартиры типа «Гарсон» - это однокомнатные квартиры с несколько заниженными площадями подсобных помещений (рис. 3). Кухню как правило размещают в глубине квартиры. Квартиры типа «Гарсон» широко применяют в европейских странах.

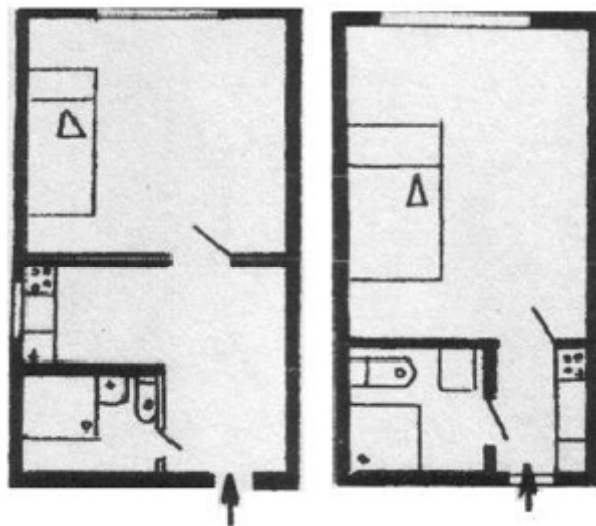


Рис.3 Квартиры типа «Гарсон»

Дисперсное размещение одно- и двухкомнатных квартир в общем фонде возводимого жилья позволяет значительно увеличить динамику продажи квартир. Практика показывает, что составляющая социального жилья от общего фонда должна быть не менее 30%.

ВЫВОДЫ:

В настоящее время создание комфортного недорогого жилья для массового потребителя является в нашей стране одним из наиболее актуальных вопросов проектно-строительной практики и науки о жилище. От качества его решения зависит ряд важных социально-демографических факторов: уровень брачности и рождаемости, стабильность молодой семьи, текучесть кадров на производстве и т.д.

Наличие широкого круга потребителей с различными требованиями к качеству и комфорту жилья, уровнем финансового благосостояния необходимо учитывать при создании архитектурно-планировочных решений. В практике строительства социального жилья важным вопросом является создание типовых проектов, способствующих в значительной степени увеличению темпов и качеству строительства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Симагин В.А. \Некоторые концепции жилища // Изв. ВУЗ. Строительство. – 2003 - № 8 – с. 121-126.
2. Проекты-2. Строительная компания «Консоль». – 20 с.
3. Просвещенность зодчих Ч.1 // АиСР – 2005 - № 3-4 – с. 43
4. Містобудівна діяльність: підсумки 2003 року // БМ – 2004 - № 15 – с. 36-39.

Медведев К.Е., инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Геосинтетические материалы для подпорных сооружений

Рассмотрены конструктивные особенности подпорных сооружений с использованием геосинтетических материалов. Предложен вариант инженерного расчета конструкции из армированного геосинтетическими материалами грунта.

геосинтетические материалы, подпорные сооружения, откос, армирование, контактная прочность, грунт засыпки, геотехническое сопровождение.

За последние годы активное развитие нефтехимической промышленности привело к возникновению синтетических материалов, используемых для повышения несущей способности грунтов. Лидирующее место среди таких материалов заняли геосинтетические материалы (ГМ) [1].

ГМ изготавливаются из полимеров, обладают долговечностью и стойкостью к агрессивным воздействиям. Их использование повышает несущую способность грунтов или грунтовых конструкций, стабилизирует грунты, предотвращает перемешивание грунтовых слоев на контакте между собой, играет роль дренирующего элемента в составе дренажной системы [2].

Широкое применение сооружений из геосинтетических материалов в мировой практике строительства основано на следующих факторах: экономический – применение геосинтетических материалов позволяет существенно снизить капиталовложения при строительстве, экологический – использование ГМ благоприятно для окружающей среды (уменьшается расход природных материалов, снижаются объемы подготовительных геотехнических работ и т.д.) [9]

В качестве примера сооружения, удерживающего откос, из геосинтетических материалов может служить следующая конструкция. Она состоит из 3-х конструктивных элементов (см. рис. 1):

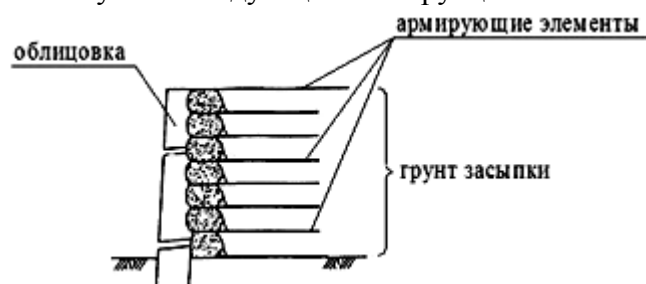


Рис.1. Подпорная стена

1- армирующие анкера; 2- удерживаемый грунт, засыпаемый послойно поверх армирующих элементов по всей высоте сооружения; 3- защитная облицовка, закрепленная по высоте (чаще всего выполняется в месте возведения сооружения из плотного материала (железобетона, бетона, каменных блоков и т.д.) [8];

Облицовка защищает геосинтетический материал от механических повреждений с лицевой стороны сооружения. Передача усилий на анкера происходит через касательные напряжения, возникающие на контакте грунта по геосинтетическому материалу.

Для подпорных сооружений используют ГМ с высокой прочностью (более 60 кН/м) и малым растяжением (менее 12% при разрыве), высокой водонепроницаемостью. К таким материалам относятся георешетки, геосетки, геоткани и некоторые виды геосот. Если используются георешетки, геосетки или геосоты, то предварительно на основание укладывается нетканый геотекстиль, предотвращающий выдавливание или вымывание грунта насыпи из ячеек ГМ и выполняющий разделительную функцию. Применяют атмосферостойкие материалы, так как их использование в процессе строительства

Армирующие анкера, которые воспринимают растягивающие усилия, возникающие в грунтовом массиве, обеспечивают несущую способность сооружения.

Армирование грунта непременно должно сопровождаться его послойным уплотнением при закладке армирующих элементов [7]. В качестве засыпки применяют песчаные и гравийные грунты, которые хорошо уплотняются при укладке до значений, предусмотренных проектом, а также обладают высоким коэффициентом фильтрации. В процессе уплотнения грунтов и достижения ими проектной плотности как раз и включаются в работу армирующие элементы.

Облицовка не воспринимает усилия от армирования за счет перераспределения растягивающих напряжений в системе «грунт-армирующий матери-

может сопровождаться длительным нахождением на открытом воздухе. Армирующий слой в основании подпорной конструкции укладывают прямо на грунт, после того как будут устранены существенные неровности: крупные камни, коряги и др., которые могут повредить армирующий материал. Не допускается передвижение транспорта непосредственно по армирующему материалу [1].

Для расчета сооружений из геосинтетических материалов используют методы механики грунтов. В настоящее время сохраняется тенденция развития численных методов расчета, использующих нелинейные модели деформирования и прочности грунтов. Другое направление расчетов рассматривает массив грунта с регулярным частым расположением армирующих элементов с позиций механики композиционных материалов, как анизотропную среду, обладающую некоторыми «эффективными характеристиками». Третье базируется на традиционных представлениях механики грунтов и теории предельного равновесия, так называемые инженерные методы [1].

Для расчета необходимо определение параметров и физико-механических характеристик элементов геокompозитной системы:

- характеристики грунтов (основания и засыпки);
- характеристики геосинтетических материалов;
- контактная прочность.

Контактная прочность является основным параметром и определяет значение касательных напряжений контакта. Чем она выше, тем выше эффект армирования. Определение контактной прочности выполняется методами выдергивания, сдвига и трехосных испытаний.

Исследования контактной прочности показали, что прочность контакта различных комбинаций грунтов и геосинтетических материалов подчиняется закону Кулона, применимому для сыпучих грунтов:

$$\tau_n = tg\psi \cdot \sigma_n + a, \quad (1)$$

где τ_n - предельное касательное напряжение; σ_n – нормальные напряжения; $tg\psi$ – коэффициент трения контакта (коэффициент внутреннего трения $tg\varphi$ в законе Кулона); a – адгезия контакта (сцепление c в законе Кулона).

Физический смысл адгезии и коэффициента трения отличен от сцепления грунтов c и угла внутреннего трения φ , зависит от многих факторов. Коэффициент трения контакта для сплошных геосинтетических материалов (геотекстили и геомембраны) определяется трением частиц грунта о поверхность армирующего элемента. А для геосеток и георешеток еще и трением частиц грунта, находящихся в ячейках материала. Адгезия контакта фиксируется только по данным испытаний. Определяется: для геотекстилей – силами сцепления грунта с волокнами и нитями, для геомембран – силами слипания частиц грунта с поверхностью геосинтетического материала, для геосеток и георешеток – зацеплением грунтовых частиц за составляющие их элементы.

Таким образом, на контактную прочность влияет только структура геосинтетического материала и грунтовые условия. Однако, учитывая то, что ГМ обладают свойством ползучести, что время стабилизации деформаций сильно возрастает с увеличением нормального напряжения, для определения контактной прочности необходимо проводить опыты в условиях длительного нагружения, которые позволят определить зависимости, коэффициенты, необходимые для расчета сооружений на заданный период времени.

Теперь, когда все параметры определены, перейдем к расчету. Необходимо рассматривать геокompозитную систему: насыпь – арматура – основание. В [1] рассмотрен следующий пример (см. рис. 2), где армирующая прослойка установлена на контакте грунтов засыпки и грунтов основания (однослойное армирование). Расчетные параметры:

- засыпка: удельный вес грунта γ , угол внутреннего трения φ_n ;
- основание: угол внутреннего трения φ_o , удельное сцепление c ;
- контактная прочность: коэффициент трения контакта грунта засыпки и армирующего материала

$tg\psi_{ns}$, грунта основания и ГМ $tg\psi_{os}$.

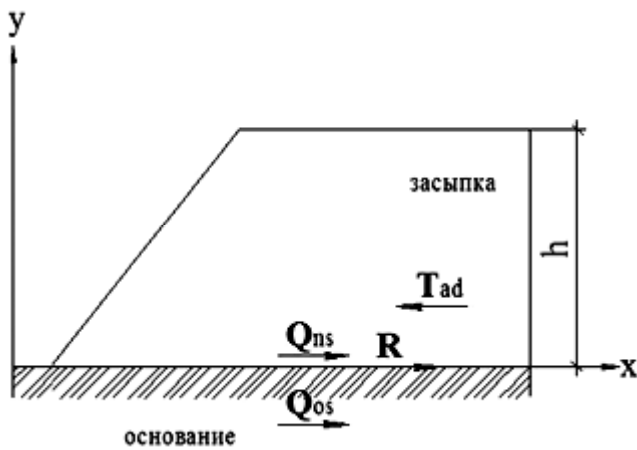


Рис.2. Расчетная схема оценки устойчивости насыпи при однослойном армировании по схеме плоского сдвига

Расчет может состоять из следующих этапов:

1. Оценка общей устойчивости системы засыпка - армирование – основание;
2. Оценка местной устойчивости армирующих элементов (определение длины заделки армирующих элементов в грунт засыпки, исходя из полученных после первого этапа растягивающих усилий в ГМ).

Возможны следующие варианты потери устойчивости: плоский сдвиг на контакте армирование-грунт засыпки и плоский сдвиг на контакте армирование-грунт основания.

Если поверхность скольжения не пересекает армирование (1-й вариант), то устойчивость будет обеспечена при выполнении следующего условия:

$$Q_{ns} - T_{ad} \geq 0. \quad (2)$$

Если поверхность скольжения проходит через грунт засыпки на контакте армирование-грунт основания, то она пересекает армирующий элемент, который включается в работу, воспринимая растягивающие усилия, и устойчивость системы будет обеспечена при выполнении условия:

$$Q_{os} + R - T_{ad} \geq 0, \quad (3)$$

где T_{ad} – горизонтальная составляющая активного давления грунта засыпки; Q_{ns} – сопротивление сдвигу между грунтом засыпки и армированием; Q_{os} – сопротивление сдвигу между грунтом основания и армированием; R – возникающее в арматуре растягивающее усилие.

Горизонтальная составляющая активного давления для песчаных грунтов равна:

$$T_{ad} = 1/2 \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot \mu_a, \quad (4)$$

где γ – удельный вес грунта засыпки; h – высота насыпи; μ_a – коэффициент активного давления грунта:

$$\mu_a = \operatorname{tg}^2(45^\circ - \varphi_n / 2). \quad (5)$$

Сопротивление сдвигу между грунтом засыпки и армированием:

$$Q_{ns} = 1/2 \cdot \gamma \cdot n \cdot h^2 \cdot \operatorname{tg} \psi_{ns}, \quad (6)$$

где n – крутизна заложения откоса; $\operatorname{tg} \psi_{ns}$ – коэффициент трения контакта грунта засыпки и армирующего материала;

Сопротивление сдвигу между грунтом основания и армированием (сопротивление снизу армирования) может быть определено для начальной и конечной фаз процесса консолидации грунтов основания. Во время начального этапа строительства сопротивление сдвигу определяется только силами сцепления грунта основания:

$$Q_{os} = c_o \cdot n \cdot h, \quad (7)$$

где c_o – расчетное значение удельного сцепления грунтов основания.

Для заключительного этапа строительства, когда консолидация грунтов завершена:

$$Q_{os} = a_n \cdot n \cdot h + 1/2 \cdot \gamma \cdot n \cdot h^2 \cdot \operatorname{tg} \psi_{os}, \quad (8)$$

где a_n – адгезия контакта грунта основания и армирования; $tg \psi_{ns}$ – коэффициент трения контакта грунта основания и армирующего материала при полной консолидации;
Растягивающее усилие в армировании возможно получить из условия 4:

$$R \geq T_{ad} - Q_{os} \quad (9)$$

Получив значение необходимого растягивающего усилия, в зависимости от типа и условий применения геосинтетического материала, возможно определить наименование и подходящую марку материала.

ВЫВОДЫ

1. Подпорные сооружения из геосинтетических материалов получили широкое распространение в мировом строительстве, но в украинской стройиндустрии эти конструкции почти не применяют из-за отсутствия практики строительства таких объектов, необоснованности проектной документации отечественными строительными нормативными документами, отсутствия производства геосинтетических материалов в Украине.
2. Для дальнейшего развития данного направления строительства необходимо опытно-теоретическое обоснование сооружений из ГМ (исследование работы конструкций под нагрузкой, при длительной и временной эксплуатации, сейсмическом воздействии и т.п.)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Е.В. Щербина. Геосинтетические материалы в строительстве: Монография. – М.: Издательство АСВ, 2004. – 112 с.
2. Методические указания по применению геосинтетических материалов в строительстве под ред. Носова В.П. – М.: Моск. а/м дор. институт, 2001. – 97 с.
3. А.В. Картопольцев. Искусственные сооружения специального назначения на автомобильных дорогах / А.В. Картопольцев : учебное пособие. – Томск: Издательство Томск. гос. архитектор-строит. ун-та, 2005. – 90 с.
4. В.А. Волосухин, В.П. Дыба, С.И. Евтушенко. Расчет и проектирование подпорных стен гидротехнических сооружений: Учеб. Пособие / Юж. рос. гос. техн. ун-т – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2005. – 108 с.
5. Руководство по проектированию подпорных стен и стен подвалов для промышленного и гражданского строительства / ЦНИИПромзданий Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1984. – 102 с.
6. Н.А. Цытович. Механика грунтов (краткий курс): Учебник для строит. Вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. . – М.: Высш. Шк., 1983. – 288 с.
7. К.Е. Медведев, В.В. Морозов. Исследование НДС в гибкой мембране подпорной стены на моделях в Сборнике научных трудов «Строительство и техногенная безопасность», выпуск 11. – Симферополь: НАПКС, 2005. – с. 37-40.
8. F. Tatsuoka, M. Tateyama, T. Uchimura, J. Koseki. Geosynthetic-Reinforced Soil Retaining Walls as Important Permanent Structures. Mercer Lecture, (www.w3c.org), 1997. – 136 p.
9. <http://specmash.com.ua/articles/2005/08.html>

Павлович Йоанна, аспирант

Варминско-Мазурский университет в Ольштыне (Польша)

Влияние растительности на жилищные условия в урбанизированных районах

Урбанизированное пространство переживает ряд перемен, происходящих из-за изменений потребностей проживающих в нём людей. Не подлежит сомнению факт, что каждый человек стремится жить в согласии с естественной средой и чувством эстетики. Зелёные зоны в жилых районах позволяют реализацию вышеупомянутых стремлений. Создавая городской ландшафт, человек имеет большое влияние на вид растительности, форму, в которой она будет представлена, и роль, которую она сыграет. Урбанизированное пространство переживает ряд перемен, происходящих из-за изменений потребностей людей, в нём проживающих, по отношению к определённым функциям данной территории.

Урбанизация, ландшафт, зеленые насаждения, общественное пространство, полуобщественное пространство

Деятельность урбанистов и архитекторов ландшафта направлена среди прочих на комплектование зеленых насаждений на территориях общественного, полуобщественного пространства, а также посредством соответствующих записей согласно законодательству – частных участков.

Путём использования растений можно создавать не только прекрасные ландшафты, но также элементы малой архитектуры, которые можно встретить даже в более или менее ухоженных парках и садах.

Аркады и клумбы разного вида являются прекрасными элементами, создающим пространство вокруг человека (рис. 1). К сожалению, деятельность человека необходима не только во время их создания, требуется также соответствующий уход за ними.

Современное городское строительство постепенно вытесняет природу за границы городов.

На счастье, в настоящее время наблюдается своеобразное возвращение «к корням».



Рис. 1. Аркады и парковый пруд (г. Шлэнзк, Польша).

Люди хотят жить и находиться в местах, где ландшафт создаётся не только посредством использования таких материалов как: бетон, сталь, стекло, асфальт, но также там, где посажена новая растительность или сохранена и приведена в порядок здоровая, уже существующая зелень (рис. 2).

Такое место привлечёт своим уютом, а, кроме того, такой экологический подход к формированию пространства, дает возможность развитию флоры и фауны даже на территориях с интенсивной урбанизацией. Таким образом, созданные свободные пространства делают возможным отдых и рекреацию в соответствующих условиях.

Ухоженная и буйная городская зелень создаёт условия, соответствующие условиям удобной квартиры: экологические, социальные, эстетические и технические. Растения положительно влияют на развитие мира животных, а также влияют на водную систему ландшафта и климат. Посадка деревьев, газонов, защитных полос зелени вдоль трасс, озеленение зданий – всё это улучшает условия жизни в данном пространстве. Зелень положительно влияет на окружающую среду, микроклимат, уменьшает степень шума и улучшает качество воздуха.

К сожалению, в жилых районах чаще всего можно встретить растительность только вблизи детских площадок.

Интенсивное озеленение ближайшего окружения (балконов, террас и др.) декоративными растениями, а также озеленение дворов и коммуникационных трасс: улиц, тротуаров, велосипедных

дорожек, являются положительными факторами.



Рис. 2: Окружение студенческих общежитий на территории университетского городка в Кортове (г. Ольштын, Польша).

учебными зданиями. Хорошо сформированная зелень, даже на небольшой поверхности, положительно воздействует на местный климат и качество жизни жителей;



Рис. 3. Общественное пространство: площадь перед Муниципалитетом г. Пулавы (Польша).



Рис. 5. Частное пространство: садик у дома в г. Ольштын (Польша).

Воздействие «зеленю» может происходить в различных пространствах:

- общественном (рис. 3): общедоступные зоны, играющие роль мест дружеских контактов и зон отдыха. В связи с транспирацией и затенением, климат в этих зонах прохладный. Тёплый воздух фильтруется и охлаждается зеленью. Насаждения вдоль улиц приводят к частичному очищению воздуха. Воздух, проходящий через зону уличной зелени, частично очищается от газов, вредных для здоровья, загрязнений и частичек пыли;
- полуобщественном (рис. 4): пространства с небольшой поверхностью между блочными домами, главным образом детские площадки и газоны, а также пространства перед



Рис. 4. Полуобщественное пространство: детская площадка в микрорайоне Грюнвальдский в г. Ольштыне (Польша).

- частном (рис. 5): садики у домов, появившиеся на участках, предназначенных для семейного строительства. Эти участки, к сожалению, все меньше достигаемы и всё дороже, поэтому частное жизненное пространство сокращается, в результате этого сады используют всё более интенсивно, их всё чаще включают в диапазон жилой поверхности. Эти пространства используют одновременно как зоны отдыха, игры и участки, на которых появляются сады. Сад является элементом, интегрирующим строение и растительность. Некоторые растительные элементы сада не только декора-

тивны, но и полезны. Растения часто создают прикрития, защищающие от солнца и ветра. Сад можно таким образом запроектировать, чтобы он мог содействовать интеграции и взаимному проникновению его функций.

Ещё одним частным пространством являются балконы, лоджии, террасы на крышах и т.д. Соответствующая композиция строительных и растительных элементов позволяет создание прикритий от ветра, излишнего воздействия солнечного света или дождя.

Это позволяет использование этих мест в более свободный и менее зависимый способ от капризов погоды. При соответствующем размещении вышеуказанных элементов на плане объекта можно перенести ведение различного вида домашних дел наружу. Такие зоны частного пространства должны быть прикрыты снаружи.

Зелень, растущая на поверхности зданий, также может быть способом уменьшения эмиссии тепла, улучшения водных условий и городского климата (рис. 6).



Рис. 6: Фасад, поросший диким виноградом (г. Ольштын- Кортowo Польша).

Это также способ на получение дополнительной зелени в условиях, когда застройка города слишком интенсивна и не хватает места на создание скверов, необходимых для улучшения микроклимата. Поэтому зелёный ковёр, покрывающий элементы зданий, может быть хорошим решением этой проблемы. Больше всего для этой цели подходят крыши, (особенно плоские), стены и садовые перемычки.

Вьющиеся растения позволяют экологическое озеленение больших поверхностей уже существующих зданий при низких технических затратах. Этот способ позволяет возмещение отрицательной в своих последствиях потери свободного ландшафта, покрытого в прошлом садами и парками.

Существует мнение, что зелёный цвет имеет успокаивающее влияние на человека, может быть, поэтому всё чаще в местах, где практически нельзя создать зону городской зелени, проектанты «маскируют» его нехватку, закрашивая зеленой краской определённые элементы пространства. Таким образом, могут быть покрашены манёвренные пути на паркингах перед гипермаркетами, фасады или крыши зданий. Все эти способы должны заполнить «пустоту», являющуюся результатом нехватки настоящей живой зелени в виде газонов, кустов и деревьев.

Соответствующее количество зелени на урбанизированных территориях предохраняет нас от рассредоточения.

Жители городов, имеющие доступ к зелёным территориям, находящимся вблизи их места пребывания, не будут стремиться к перемене места жительства.

Зелёные насаждения обеспечивают необходимое проветривание, создают оптимальные условия влажности в городах, а также противодействуют появлению в них так называемого «эффекта духовки». Он появляется тогда, когда в течение дня строительные элементы накапливают в результате большой способности поглощения огромное количество тепла, которое вследствие отдачи излучается в вечернее время. Большой нагрев масс воздуха над городами приводит к появлению над ними смога и дождевых туч, ограничивающих, время инсоляции.



Рис. 7. Цветочные часы (Польша).

В процессе формирования городского ландшафта его главным «составляющим» является творчество человека, и только потом принимает инициативу природа (рис. 7).

Территории, не созданные человеком, являются отражением характера данного места, сотворённого самой природой. Это она создаёт ландшафт и заботится о нём. Это, прежде всего, горные районы, леса, воды и другие зоны, где вмешательство человека незначительно.

ВЫВОДЫ

Урбанист и архитектор должны всегда помнить о том, что если человек перестанет формировать ландшафт, даже ландшафт большого города, после какого-то промежутка времени окажется, что сама природа примет «контроль» над ним и начнёт переделывать его по собственному усмотрению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Baumann R. 1991 „Domy w zieleni” – Warszawa: Arkady.
2. Chmielewski J.M. 2001. „Teoria urbanistyki w projektowaniu i planowaniu miast.” Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
3. Luczynska-Bruzda, M. 1999. „Elementy naturalne srodowiska.” Krakow: Politechnika Krakowska im. T. Kosciuszki.
4. Piechocki S. 1993 „Czysciec zwany Kortau” – Ksiaznica Polska, Olsztyn.

Павлович Йоанна, аспирант

Варминско-Мазурский университет в Ольштыне (Польша)

Роль натуральной среды в сбалансированном развитии города Ольштына (Польша)

Природа имеет большое значение в рациональном развитии города. Это означает, что урбанист должен сознавать существование границ, которых нельзя переступить. Нарушение этих границ может привести к утрате равновесия между отдельными элементами городского пространства. Плановики, пользуясь термином урбанизированная местность, прежде всего, подразумевают город – или место, где пространство запланировано таким образом, а здания вместе с сопровождающей их технической инфраструктурой и коммуникационными трассами так построены, чтобы обеспечить оптимальные условия для пребывания и работы проживающих там людей.

Натуральная среда, сбалансированное развитие, растительность, пространство

Понятие сбалансированного развития встречается в описаниях процесса перемен, проводимых таким образом, чтобы обеспечить современным и будущим горожанам рациональное развитие и удовлетворение их потребностей. Прежде всего, оно состоит в долгосрочном планировании и координировании определённых целей развития: экономических и экологических.

Городская зелень является в широком смысле понятием, под которым подразумевается всякого рода городская территория, покрытая растительностью, выращенной натуральным или искусственным способом, т.е. появившейся в результате посадки человеком.

К городской зелени причисляются деревья, леса, а также открытые воды, находящиеся в административных границах города (Рис. 1).

Определяющее значение в сбалансированном развитии города имеет естественная среда. Это означает, что, формируя пространство, плановик должен сознавать существование границ, которых нельзя переступить. Пренебрежение этими границами может привести к нарушению баланса между элементами живой и мёртвой природы.

В связи с этим, большим интересом среди урбанистов, стремящихся сохранить равновесие между пространственным развитием, природой и качеством жизни человека, должны использоваться не только застройка, её назначение, схема улиц, но также растительность, являющаяся неотъемлемой частью композиции города, независимо от того, в какой форме она присутствует: отдельных деревьев, сквера, парка или леса.



Рис. 1. Городской лес и пешеходная трасса над озером Длугим (г. Ольштын, Польша).

На территории г. Ольштына можно различить два вида городского строительства в зависимости от функции существующей застройки: промышленной, торговли и услуг, жилой площади. Рядом с городской инфраструктурой должна сосуществовать зелень, дающая возможность доступа к натуральной среде для жителей, живущих или работающих на данной территории.

Не всегда доступные пространственные ресурсы позволяют создание парка, сквера или газона, поэтому в таких местах минимальным решением может стать зелень на балконах и террасах, а также вьющиеся растения на стенах, столбах и других элементах городского ландшафта,

который может служить опорой и местом экспозиции растений (Рис. 2, 3).

Оговаривая проблему сохранения баланса на урбанизированных территориях, следует заметить, что это проблема малых и больших городов, которые благодаря городским и лесным зелёным зонам могут «дышать». На территории города, больше чем в других местах, не хватает циркуляции воздуха, что приводит к концентрации выхлопных и отравляющих газов из-за трудностей в прохождении потока воздуха между зданиями.



Рис. 2. Выющееся растение на дереве.



Рис. 4. Парк в Якубове, соединённый с Городским лесом (г. Ольштын, Польша).

Вид, род растения будет влиять на их физиономические черты – высоту, цвет, запах, часто зависящих от времени года и дня.

Уровень сохранения баланса в создании оптимальных условий жизни зависит от соотношения между поверхностью городской зелени и поверхностью под застройкой.

Стремясь к обеспечению высокого уровня соотношения на застроенных территориях, нужно

Хорошим решением в этом случае является высокая и низкая зелень, посаженная вокруг зданий, детских площадок и коммуникационных трасс, где она имеет рекреационную функцию и хорошо влияет на физическое и психическое здоровье людей, одновременно изолируя их от шума и вида из квартирных окон на колонны движущихся автомашин.

В городских условиях важную роль играет обеспечение проветривания застроенного пространства. Это возможно при создании открытых пространств, улучшающих свободное движение воздуха из городских и загородных районов, покрытых лесами, из которых воздух «перекачивается» в глубь городской застройки.



Рис. 3. Зелень на балконе.

Поэтому на этапе проектирования схемы улиц и зданий проектировщик должен брать во внимание возможность свободной циркуляции воздуха внутри городского района. Такую роль могут играть так называемые нагнетающие «воздух – клинья», благодаря которым в город будет поступать свежий, богатый кислородом воздух, приходящий например, из пригородного леса, которые могут быть использованы как места отдыха (Рис. 4).

Для создания места отдыха из данного пространства необходимо его положительное восприятие теми, кто им пользуется, а на это влияет несколько факторов. Важную роль в таких местах играют растения и от того, как они будут посажены, зависит, насколько данное пространство будет более или менее популярным.

посветить большое внимание количеству и качеству проектируемых и уже существующих зелёных пространств. Созданные природные схемы должны быть интегрированы со структурой города, таким образом, будет сохранен симбиоз между городской застройкой и элементами живой природы.

К сожалению, всё чаще растительность выключается из городского пространства, поскольку зелень часто находится в привлекательных пунктах города и её местонахождение притягивает предпринимателей, заинтересованных покупкой и застройкой такой территории, что приводит к их постоянному исчезновению. Для городских властей такая продажа также привлекательна – эти территории бывают очень дорогими, поскольку они инженерно подготовлены и существует возможность их удобного подключения к близкой технической инфраструктуре.

Благодаря растительности почва становится более стабильной и выносливой к эрозии. Корневая система растений сохраняет не только стабильность грунта, но также приводит к тому, что дождевая вода быстрее исчезает с поверхности земли, что предохраняет от местных разливов воды и половодья, особенно в углублениях и на низких территориях, улучшая климатические условия в данном месте (Рис. 5).



Рис. 5. Укрепление откоса декоративными растениями вдоль улицы (г. Ольштын).

жны посвящать много внимания созданию общедоступных зелёных пространств, связанных с открытыми территориями. Сажая в городе растительность, можно создавать места отдыха, которые решали бы проблемы, похожие на процессы, происходящие в естественных экосистемах, кроме того, от этого выиграла бы эстетика города.



Рис. 6. Транзитная дорога города «воздушный коридор» (г. Ольштын).

Иначе выглядит ситуация, когда урбанизируется возвышенность, где застройка подвержена постоянно дующим ветрам и сквознякам. Подобные проблемы существуют в местах, где длинные, прямые улицы создают своего рода «воздушные коридоры», в которых ветер, дующий со стороны, например, от озера, может разогнаться. Посадка деревьев и кустарника на улицах и возвышениях создаст своеобразную преграду для ветра и защищает от его сильных ударов (Рис. 6).

Сохранение равновесия в создании способствующих условий для жизни и работы на урбанизованных территориях является заданием городских властей и урбанистов, которые дол-



Рис. 7. Зелень на частных земельных владениях вдоль дороги в жилом квартале (г. Ольштын).

Потребность в таких местах особенно видна в жилых районах: многосемейных, блочных и микрорайонах частных домов (Рис. 7). Такие места будут влиять на приятную атмосферу и хоро-

шее самочувствие жителей, одновременно позволяя им на установление и сохранение добрососедских отношений, что в результате также направлено на стабилизированное общественно-культурное развитие местной общественности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Baumann R. 1991 „Domy w zieleni” – Warszawa Arkady.
2. Chmielewski J.M. 2001. „Teoria urbanistyki w projektowaniu i planowaniu miast.” Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
3. Luczynska-Bruzda, M. 1999. „Elementy naturalne srodowiska.” Krakow: Politechnika Krakowska im. T. Kosciuszki.
4. Peski W. 1999. „Zarzadzanie zrownowazonym rozwojem miast.” Warszawa: Arkady.

Загроба Марек

Варминско-Мазурский университет в Ольштын (Польша)

Фасад исторического здания – избранные проблемы охраны памятников старины

Фасад воплощает собой связь внутренней части здания с внешним миром. Консервация памятников старины является продолжением их жизнеспособности путём возвращения к первоначальной эстетике с одновременным сохранением индивидуального характера. Фасад является наиболее подвергнутой воздействию атмосферных факторов и всякого вида загрязнений частью здания. Наслоение разрушений из-за всякого рода коррозий и воздействия воды, прежде всего, сводится к необходимости обновления камня, кирпича, штукатурки, деревянных и лепных элементов, а также других украшений. Возвращение красоты историческому памятнику требует глубоких знаний реставраторов и архитекторов, а также умения использования различных техник и реставрационных материалов.

Фасад, памятник старины, разрушение, коррозия, реставрация, реставрационные материалы

Внешний вид зданий в значительной степени определяется способом его постройки и качеством выполнения лицевой поверхности. Фасад здания, часто называемый лицевой поверхностью, это ничто иное, как лицо здания, связь между его внутренней частью и внешним миром. Способ формирования, ритм и расположение окон, а также использованный материал свидетельствуют о функциональной особенности здания, которое может быть жилым, промышленным или административным, определяя, таким образом, его архитектуру. Проблематика проектирования фасадов тесно связана с традицией строительства городов и влияет на формирование урбанизированного пейзажа, составляющими элементами которого являются фасады зданий: оконные и дверные рамы, материал, цвет и фактура, а также элементы декора, использование которых особенно в последнее время, не впервые в истории архитектуры, очень заметно.

Фасады зданий переживали разные исторические этапы, соответствуя нравам и моде. Самой важной задачей в их реставрации является продолжение жизнедеятельности строений посредством восстановления начальной эстетики с одновременным сохранением их индивидуального характера.

Когда речь идёт о великих произведениях архитектуры, эта проблема требует сложных и комплексных решений. Замечательным примером является проведённая недавно реставрация здания Народной Оперы архитектора Шарля Гарнье в Париже. Реставрационные работы охватывали каменную кладку, кровлю, нанесение позолоты, обработку мрамора, резьбу по камню, консервацию мозаик, деревянных элементов и т.д. Одной из проблем во время проведения работ была необходимость учета разносторонности материалов, например, при строительстве этого здания был использован известняк из шести разных каменных карьеров, отличающийся по качеству и твёрдости. Кроме того, фасад здания украшает около двадцати видов мрамора. В общем, на фасаде здания были использованы 36 видов материалов, среди которых находятся фигуры из бронзы, чугуна и меди. Завершение реставрационных работ планируется на 2007 год, но уже сейчас очищенный камень, отреставрированная мозаика, замечательный колорит лицевой поверхности, а также наложенная на фигуры и статуи патина, придают новое сияние замечательному произведению.



Рис. 1. Народная опера в Париже (архитектор Шарль Гарнье).

Фасады являются частями здания, наиболее подвергаемыми воздействию атмосферы, загрязнений и времени. В связи с этим появляется необходимость проведения многоплановых мероприятий. Огромное количество разрушений, вызванных различного рода коррозиями и убийственным для многовековой исторической субстанции воздействием воды, требует обновления камня, кирпича, облицовки, деревянных фрагментов, лепки и других элементов декора. Проведение таких работ стало возможным благодаря постоянному прогрессу технологии и реставрационной техники, а также современным, проверенным в лабо-

рагориях продуктам химии, производимым для потребностей реставраторов.

Использованный при постройке здания материал определяет специфику реставрационных работ, а их сложность состоит не только в подборке методов очистки и пропитки, но также в видах используемых во время восстановительных работ растворов. До недавнего времени повсеместно использовались цементные и цементно-известковые растворы, что приводило к появлению на стенах белых пятен и кристаллического налета. В настоящее время необходим индивидуальный подход к реконструкции фасадов. Кроме того, часто ведутся частичные работы, позволяющие более тщательно проанализировать проблему. Положительные результаты этой практики со временем могут быть использованы на последующих этапах работ, не предопределяя, однако, использование той же технологии. Примером могут быть растворимые соли разной концентрации, одна в цоколе стены, другая в его высших партиях. Следует отметить, что именно растворимые в воде соли являются главной причиной разрушения каменных объектов, особенно каменных фигур и элементов архитектурного убранства.



Рис. 2. Примеры разрушительного воздействия растворимых солей на кирпичную стену.



Рис. 3. Доходный дом в г. Кракове, ул. Реторика (XIX/XX в., арх. Теодор Таловский).

Во время проведения реставрационных работ часто появляются проблемы из-за исторических наслоений элементов фасада. Они вызваны не только очередными этапами строительства и перестройки зданий, но и изменением художественных концепций украшения зданий. Главным принципом должно быть бережное отношение к этим наслоениям и подход к ним в категориях эстетики объекта, а не только как к определённому количеству архитектурных выемок с различных исторических эпох. Единственным правильным решением в таких случаях является отказ от выемок, а в случае если они представляют собой большую ценность, следует сочетать выемки с остальными элементами.

Одним из самых важных элементов фасада являются окна. Их форма должна соответствовать характеру здания. Кроме натуральной эксплуатационной функции освещения внутренней части здания, окна составляют также важный элемент стилистики каждого фасада. Будучи фактором архитектурной композиции, они подчеркивают ритм отдельных фрагментов и акцентируют важные части фасада.

До сих пор часто встречались маленькие, определяющие ритм фасада окна, что было вполне обосновано исторически. Однако современная архитектура все чаще приучает нас к большим стеклянным поверхностям. Климат, в котором мы живём, создает необходимость в максимальном натуральном освещении внутренней части здания. Это довольно сложная проблема, поскольку стеклянные поверхности являются наиболее уязвимыми теплоизоляционными частями здания. Стремление к большим поверхностям, эстетике, функциональности и энергоэкономности зданий должно соответствовать реалиям рынка и возможностям производителей. Умение учета этих факторов должно сочетаться с необходи-

мостью ухватить в самой форме фасада контекст места, культуры и, таким образом, определенной традиции. Всё это создаёт довольно большие возможности проектирования. Несколько небольших отверстий по большей длине или одно большое отверстие может улучшить композицию, ликвидировать монотонность архитектуры времён, когда нормы ограничивали поверхность квартир до минимума, а окна были маленькими. Мы ожидаем от архитектуры разных впечатлений. Это заметно во многих старинных городах, где появляются современные архитектурные пломбы. Связь с историческим соседством или же разрыв с ним порождает не только дилеммы, но также необходимость в определенной «культуре проектирования». Форму «золотой середины» трудно назвать произведением искусства, она и не пытается изображать что-то, чем не является – историческую застройку, это прежде всего функциональное решение, простая по форме, четкая современная архитектура.

Старые окна, двери и ворота являются элементами исторических фасадов, которые не всегда защищены и подвержены массовым разрушениям. Также как и другие элементы убранства, своей формой и конструкцией они должны соответствовать не только определённым эксплуатационным функциям, но также отвечать господствующим эстетическим тенденциям. Модернизация старой архитектуры нередко сводится к замене прежних окон и дверей совершенно другими по внешнему виду и строению новыми элементами, разрушающими историческую структуру здания, и тем самым его фасад. Встречающиеся в объектах окна, носящие исторический характер, чаще всего были выполнены в «коробочной» технологии, для которой характерны разобщенные пары внутренних и внешних полотен. Следует обновлять и реконструировать не только элементы, изготовленные из дерева, но также и элементы, связанные с их функционированием, что имеет историческое обоснование: проём в стене, оконные коробки и порталы, фактурные и цветовые решения внутренних и внешних рам.



Рис. 4. Доходный дом в бывшем г. Станиславове (начало XX века).

Все чаще наблюдается процесс массовой замены исторических деревянных рам пластмассовыми, это также относится и к старым витринам магазинов. Не берётся во внимание исторический аспект резного импоста или стойки, обвязки окон и декорации дверных полотен, их колористика. Новые решения обычно мало эластичны и агрессивны, им не хватает тонких профилей, а из-за плоскости деталей они «отрываются» от фасада. Замена старых деревянных элементов часто связано с разрушением самого отверстия. Извлечение косяка часто приводит к разрушению углов и откосов из кирпича (так называемых девяток), а иногда даже каменных обрамлений.

Сама реконструкция деревянных элементов не всегда является результатом тщательного анализа и предварительных исследований. Реконструкция проводится механически, путём копирования общепринятых для определённого исторического периода форм или же формы выбираются по усмотрению. В связи с этим появляется вопрос: как определить достоверность старинного здания и его фасада?

Некоторые черты давних окон и дверей могут осложнить проведение реставрационных работ. Прежде всего, это маленькая ширина и высота дверных полотен, широко использованных в архитектуре до начала XIX века, недостаток герметичности, слабый доступ света через небольшие оконные проёмы, изменение внешнего уровня здания в связи с повышением уровня поверхности улицы или подворотни, коллизия прежних технических

решений с современными строительными нормативами (окна, открывающиеся на внешнюю сторону, или внешние двери вовнутрь), столпы ворот, затрудняющие въезд во двор.

Реставрация старинных окон и дверей и сохранение характера фасада должно состоять в следующем:

- исправление разрушенных или испорченных элементов столярными методами без нарушения проёма,
- модернизация посредством проектирования новых элементов, в композиции с уже существующими,
- применение новых решений, повторяющих существующую форму, что позволит сохранить исторический характер здания,
- реконструкция окон, дверей, архитектурных деталей,
- проектирование новых элементов, а также обновление декораций в форме восстановления первоначального внешнего вида, или же в форме, соответствующей более позднему историческому периоду.

В реставрации старинных зданий очень важной проблемой является учёт изменений колористики в конкретных эпохах. Это также относится к оконным и дверным деревянным рамам. Используемые цвета всегда создавали гармоническую композицию и могли иметь в определённых частях фасада контрастные оттенки. Наиболее частыми цветами деревянных рам были зелёный, коричневый или же бурый. До конца XIX в. чистая белизна не использовалась. Тщательный анализ исторических источников позволяет определить колористику разных эпох.

В средние века, в эпоху возрождения и барокко полихромия дополняла колористику деревянных рам. Образы святых и богатые деталями лепные украшения часто использовали для создания иллюзии станковой живописи. Гербы, эмблемы и анекдоты, характеризующие здания, рисовали до появления номеров домов, определяющих адрес. Размещение этих элементов соответствовало композиционной схеме фасада – размещению оконных проёмов, балконов.

Среди всех строительных вяжущих веществ гипс создаёт самые большие возможности для получения скульптурных и архитектурных эффектов. Он был известен уже в древности, но настоящий расцвет пришел к нему в эпоху барокко, рококо, классицизма, сецессиона, когда гипс использовали для украшения внутренних помещений алебастровыми деталями или же в имитациях мрамора.

Другим традиционным минеральным вяжущим веществом, используемым в реставрационных работах, является известь. Она также как и гипс известна с древних времен. На протяжении веков мастера научились получать замечательные эффекты и по-разному использовать гипс и известь. Несмотря на то, что цемент все чаще вытесняет известь, в некоторых странах, например во Франции, наблюдается возврат к использованию жженой извести при реконструкции исторических зданий.



Рис. 5. Доходный дом под Звездой в г. Торунь.

В зависимости от использованного заполнителя и добавок можно получить необходимый для фасадных работ раствор и штукатурку различной гладкости, а также различной фактуры и назначения. Уже древний теоретик архитектуры Витрувий в своём трактате «Десять книг о архитектуре» учил: погашенную известь следует смешать с карьерным песком в соотношении три части песка или две части речного либо морского песка на одну часть извести, ибо это самое лучшее соотношение для этой смеси, а будет ещё лучше, если к морскому или речному песку добавить треть раздробленной черепицы. Плиний и Палладий являются авторами подобных рецептов.

Традиция и опыт создали целую систему органических добавок, улучшающих свойства растворов и используемых в прошлом: вытяжка

из рогов животных, молоко, творог, пчелиный воск, бычья кровь, яйца, масла. Плиний рекомендовал свиной жир и сок плодов фигового дерева. Известь в этом случае гасилась вином.

Большую роль в исторических фасадах также играет штукатурка. Основными заданиями штукатурки являются:

- защита и изоляция – от влажности и водной пенетрации,
- декорация – выравнивает поверхности, придаёт фасаду декоративный характер.

Дополнительным преимуществом штукатурки является не только возможность имитации благородных материалов отделки фасада, известных в архитектуре, прежде всего камня, но и возможность получения разных фактур: приглаженной, зернистой, грубой – имитирующей русту или исторической – известной во всей Европе *sgraffito*.

Возвращение красоты памятникам архитектуры требует глубоких знаний от реставраторов и архитекторов, планирующих и инспектирующих работу, а также большой ловкости и опыта рабочих коллективов. Появление новых техник и материалов требует соответственных знаний и техники. Необходимость в профессиональном обучении вполне обоснована. Уже в XIV и XV веках в Кракове обучение новых кадров было одним из наиболее важных заданий ремесленного цеха. Ремесленники берегли доброе имя своего ремесла, а цеховой контроль над тем, что они создавали, был тщателен и строг. Нельзя было принимать на работу невежд, людей не из цеха. Нельзя было проводить несколько работ одновременно, это относилось и к каменщикам, и к каменотёсам. Тщательно следили за тем, чтобы никто не брался не за свою работу. Благодаря таким строгим правилам, мы сегодня являемся наследниками замечательной материальной культуры. К сожалению, в плане способности к ремеслу и тщательности выполнения работ современные зодчие не в состоянии вести диалог с историей.

Загроба Марек*Варминско-Мазурский университет в Ольштыне (Польша)***Пространственный аспект ревитализации – избранные примеры малых городов северо-восточной Польши**

Проблематика ревитализации малых варминских городов сосредоточена, прежде всего, на пространстве центра города, являющегося проявлением оригинального облика города. Многогранность элементов, составляющих эту структуру, требует проведения преобразований, могущих в своих последствиях привести к экспозиции комплексов старого города на фоне остальных пространств города. Этого требует пространство большинства малых городов региона Вармии. Прежде всего, это относится к деградированным городам, и к тем, в которых значительное количество отдельных кубаторных объектов изменилось вследствие послевоенной реставрации. В результате изменений урбанистических схем исторические комплексы потеряли однородный пространственный характер.

Ревитализация, малый город, пространственная деформация, урбанистическая структура, урбанистический комплекс

Предметом исследований являются избранные города Вармии, региона, расположенного в северо-восточной Польше, одной из многих черт которого является многовековая и в то же время бурная история развития городов.

Структура городских поселений на Вармии определяется двенадцатью появившимися в период средних веков и до сих пор функционирующими городскими центрами. Только один среди них – Ольштын не принадлежит к группе малых городов. Специфика развития варминских городов проявляется в большом сходстве размещения, функционирования и пространства. Все это в значительной степени влияет на синтетический характер предмета исследований.

Для малых варминских городов характерна равномерная урбанистическая структура, которая, несмотря на схожие базовые принципы, отличается большой разнородностью. Это относится к размещению систем коммуникации, размерам и пропорциям рынков, а также локализации объектов общественного назначения. В большинстве случаев в композиционной структуре доминирует пространство комплекса старого города.

Современный образ пространственной структуры малых городов Вармии, в том числе комплексов старого города, является результатом исторических преобразований времён Второй мировой войны. Это проявляется в степени сохранности исторических урбанистических схем, масштабе основных принципов и архитектуре комплексов. Следует отметить крайности в способе послевоенного восстановления городских центров и освоении их пространства. В связи с этим сравнительный анализ является основой для определения пространственного аспекта ревитализации городов Вармии.

Артикуляция пространственного аспекта ревитализации варминских городов, прежде всего, должна служить материальному обновлению их пространства. В то же время она направлена на защиту общего культурного наследия в процессе приспособления городского пространства к актуальным общественно-экономическим потребностям.

Трансформация, проходящая в границах города, связана с пространством, подвергаемым в прошлом изменениям. Это явление наблюдается в комплексах старого города. Этот процесс был и по-прежнему подвержен постоянной эволюции, имеющей многоплановый характер, определяемый следующими факторами:

- архитектурно-урбанистические соотношения,
- концентрация различных функций и общественного пространства,
- функциональные и общественные соотношения.

Эти факторы являются серьёзными предпосылками для представления и экспозиции исторического статуса центра города на фоне остальных пространств города.

В малых варминских городах процесс эволюции трансформации в большой степени был нарушен в результате событий конца Второй мировой войны. В 1945 году произошли массовые разрушения комплексов старого города. Тем не менее, исторические районы по-прежнему занимают особенное

место в динамике развития города. Специфика функционирования маленького города состоит в том, что именно здесь сосредотачивается общественное и частное жилищное пространство. Это место связано с различными видами обмена ценностями – материальными и духовными. Многогранность этой проблематики, связанной с архитектурно-урбанистическими, реставраторскими, общественными и экономическими факторами, является реакцией на процессы, происходящие в пространственной структуре городов. К ней относятся их привлекательность, упорядоченность и интегральность, свидетельствующие о многоаспектном характере оговариваемой проблематики.

Большое количество проблем, связанных с ревитализацией варминских городов, по-разному проявляется в исследуемых городах. Большинство комплексов сохранилось до настоящего времени почти в неизменившейся урбанистической структуре (рис. 1).

В некоторых случаях можно наблюдать результаты действий, которые, являясь конкретным вмешательством в структуру центра города, негативно отразились на восприятии этих пространств. Примерами могут быть рынки Бискупца Решельского, Биштынка или Доброго Мяста, где боковую или среднюю часть рынков занимает коммуникационное рондо (рис. 2, 3). Сосредоточение транспортного движения городов в этом месте нарушает специфический характер площади малого города. В то же время отсутствие застройки одной из четырёх сторон (гг. Бискупец, Биштынок) отрицательно сказывается на пространственном решении рынка, поскольку из-за этого он становится слишком большим по сравнению с размерами комплекса центра города и масштабом застройки.

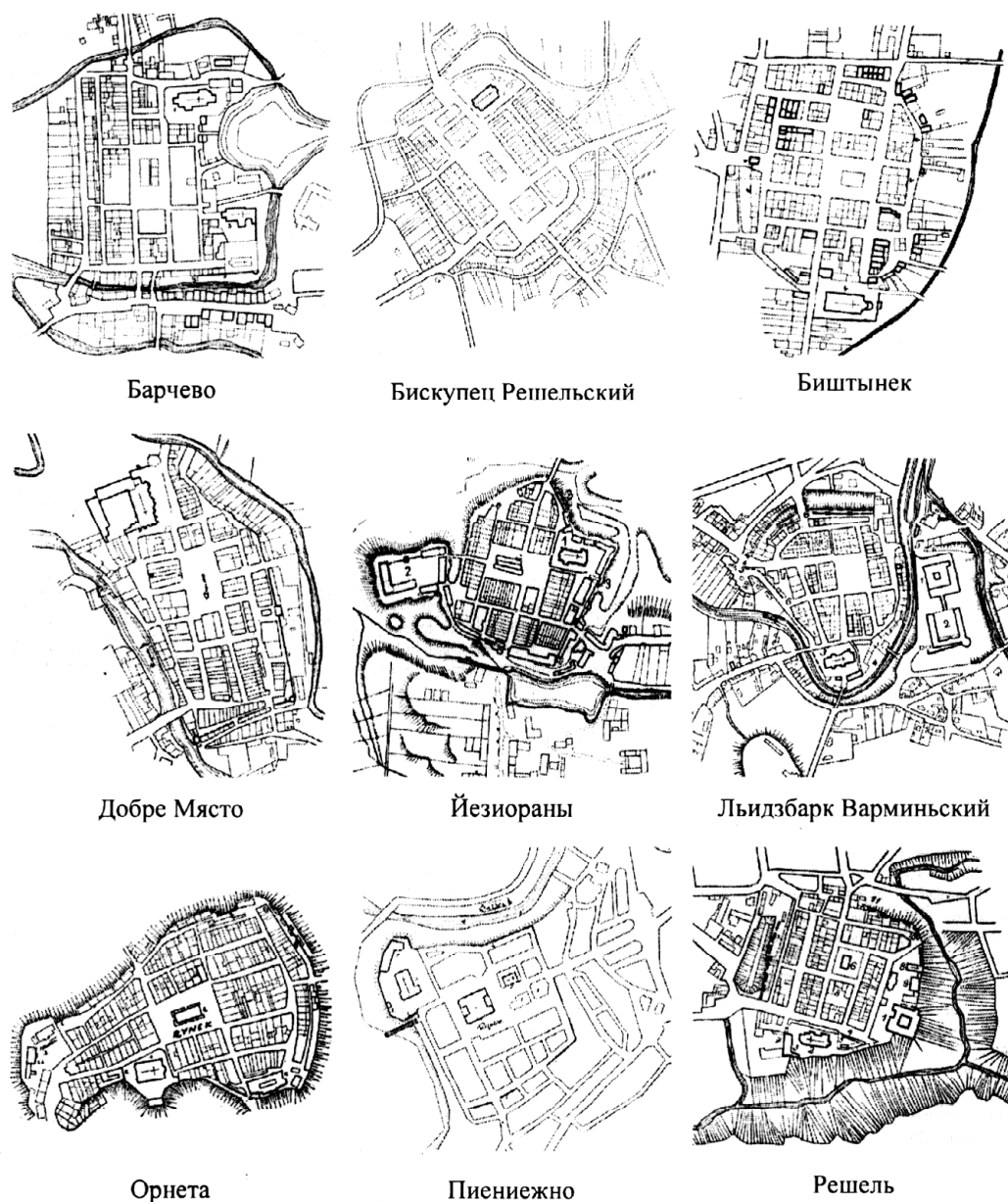


Рис. 1. Планы малых варминских городов с 50-х годов XX века.



Рис. 2. Бискупец Решельский – коммуникационное рондо на месте существующей когда-то южной стороны рынка.



Рис. 3. Добре Място – коммуникационное рондо в центре рынка старого города.



Рис. 4. Добре Място – архитектура застройки западной стороны рынка.



Рис. 5. Лидзбарк Варминский – архитектура застройки стороны рынка.

Иначе представляется состояние архитектуры комплексов, заполняющих их пространственную структуру. В результате реконструкции 60-х и 70-х годов XX века во многих случаях появился новый, неизвестный до того времени, облик центра города. Примером является застройка, окружающая рынок Доброго Мяста (рис. 4), или Лидзбарка Варминского (рис. 5). Архитектура этих комплексов совсем не похожа на исторические прототипы, что является свидетельством невежественного отношения к историческому анализу. В этих городах, также как и в некоторых других городах региона имела место пространственная деформация почти целых комплексов. Время их появления сошло с использованием типичных для эпохи социализма средств архитектурного выражения. В результате этого пространство потеряло историческую оригинальность – являющуюся важным фактором, связанным с идентификацией исторического центра города.

Основной целью ревитализации в пространственном аспекте является восстановление первоначальной урбанистической структуры комплексов и их архитектурного наследия. Концепция преобразований в этом плане сосредотачивается вокруг:

- восстановления исторических структур урбанистических комплексов,
- придания центральной части города урбанистической структуры, соответствующей историческому решению (более мелкая урбанистическая ткань, «человеческий» облик),
- восстановления архитектуры комплексов соответствующей первоначальным принципам (масштаб, схема застройки, материалы, детали, камерный характер застройки),
- организации общественного пространства центра города (торговля, услуги),
- восстановления первоначального облика (привлекательности) центра города.

Представленные до сих пор принципы относятся к общему архитектурному и урбанистическому виду малых варминских городов. Это является последствием общего состояния городского пространства, отражением конкретных целей процесса ревитализации, а также основанием для определения, с учетом общественного мнения, местных планов и способов реализации – индивидуальных для каждого города.

ВЫВОД:

Одной из основных причин проведения ревитализации городов Вармии в пространственном аспекте является стремление к сохранению важного культурного наследия, имеющего своё начало в эпоху средних веков. Ревитализация особенно связана с комплексами старого города, главным образом, из-за характера их пространства. Цели ревитализации должны сосредоточиться на действиях, направленных на ликвидацию источников угрозы, улучшение технического состояния элементов структуры, повышение стандартов жизни жителей и улучшение эстетических достоинств пространства.

Раздел 2. Основания и фундаменты, механика и сейсмостойкость

УДК 550.34.00

Агапов В.Н., аспирант

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Радиолиния для системы сбора и обработки инженерно-сейсмической информации

Рассмотрены существующие решения для цифровой радиотелеметрии, предложена структура радиотелеметрического канала на современной элементной базе, обладающего высокой надежностью и пропускной способностью, малыми размерами и энергопотреблением.

Сейсмические сигналы, линии связи, радиотелеметрия, цифровая регистрация, интегральная схема, спектр сигнала, полосовой фильтр.

Передача сейсмических сигналов на Центральный Пункт Регистрации (ЦПР) может осуществляться либо по проводным линиям связи, либо по радиоканалам. Проводные линии связи не всегда оправданы, так как в сложных условиях местности их прокладка затруднена и даже не всегда возможна.

Радиолинии свободны от этих недостатков, но широкое их применение сопряжено с некоторыми трудностями. Так, если с обеспечением электропитанием радиоприёмников особых проблем не возникало (поскольку они устанавливаются на ЦПР в местах, обеспеченных электроэнергией), то электропитание радиопередатчиков связано с определенными сложностями. Дело в том, что передатчики устанавливаются в непосредственной близости от сейсмоприемников, где нет возможности использовать электросеть. Возникает проблема обеспечения аппаратуры автономными источниками питания. Отсюда основное требование к передатчикам: минимальное потребление электроэнергии [1, 2].

Отечественная и зарубежная беспроводная передача сейсмических сигналов (по радиоканалам) началась во второй половине 20 века.

Для изучения землетрясений в Витуотерсренде была разработана радиоаппаратура, в основу которой был положен радиотелеметрический принцип передачи информации. Применение радиопередатчиков и радиоприемных устройств, автоматической системы включения и ячейки накопления сделало возможной непрерывную передачу показаний всех полевых сейсмографов на базовую станцию наблюдения. Сейсмографы с передатчиками могли находиться на расстоянии до 16 км от станции. Передатчик имел мощность 15 Вт и был рассчитан на непрерывную работу. В передатчике был применен метод частотной модуляции несущей (41 – 46 МГц). Приемная аппаратура была построена, в основном, по стандартным схемам [3].

Основой элементной базы перечисленной выше аппаратуры являлись электронные лампы. С разработкой и широким внедрением в радиотехнические системы полупроводниковых приборов, появилась возможность создания радиоаппаратуры более экономичной и компактной [4].

Первой отечественной телеметрической системой является система АРС, разработанная в 1965-1970 совместно Институтом земной коры СО АН СССР и Томским институтом радиоэлектроники и электротехники [5].

В работе [5] использована разработка пятиканальной однополосной станции “Рифт” для передачи сейсмосигналов по радиоканалам на частоте 34,5 МГц, с частотной модуляцией поднесущей (см. рис. 1).

Радиопередаточная аппаратура не требовала ежедневного обслуживания и была способна работать в режиме круглосуточного дежурства с малым уровнем потребления электроэнергии. При отсутствии на входе сейсмосигнала передающее устройство станции “Рифт” потребляло от источника питания 0,5 Вт, а во время передачи — 10-15 Вт. Это позволило использовать в качестве источника электропитания передатчика аккумуляторную батарею. При чувствительности приемника станции 1 мкВт, дальность связи достигала 70-100 км.



Рис.1 Блок-схема станции “Рифт”.

НЧ- низкочастотный сигнал от сейсмоприемника, *ЭМФ*- электромеханический фильтр, *ПУ*- предварительный усилитель, *УМ* – усилитель мощности.

Примером радиолиний для локальных сейсмологических исследований может служить разработанная фирмой ТОО «ЭЛГЕО» радиотелеметрическая сейсмическая система СДСК-1 (Информация из Интернета о работах 90-х годов прошлого века). Система предназначена для проведения исследований сейсмологического, разведочного и инженерно-сейсмического характера и обеспечивает непрерывную передачу сейсмической информации по радиотелеметрическим каналам (РТК) от полевых пунктов (ПП), прием, регистрацию и обработку этой информации в центре сбора и обработки информации (ЦСО).

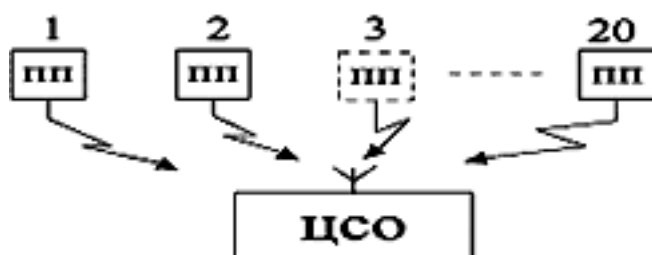


Рис. 2 Структурная схема СДСК-1

Технические характеристики РТК:

- в РТК используются радиостанции УКВ диапазона;
- структура сигналов, передаваемых по каждому РТК – сейсмический сигнал, преобразованный в цифровую форму;
- режим работы радиостанций - непрерывный и осуществляется: в ПП - только на передачу; в ЦСО - только на прием;

- дальность связи - не менее 30 км при условии прямой видимости между ПП и ЦСО.

С нашей точки зрения эта система обладает следующими недостатками:

1. Сравнительно большой вес аппаратуры (44 кг).
2. Непрерывный режим работы радиотелеметрического канала (как следствие, повышенный расход электроэнергии).
3. Выделение для каждого из передатчиков своей несущей частоты увеличивает частотный диапазон, занимаемый в эфире (что является существенным недостатком при значительном числе полевых пунктов).

В настоящее время ассортимент комплектующих изделий значительно расширился за счёт многофункциональных интегральных схем (ИС) большой степени интеграции. Их использование даёт возможность разрабатывать и проектировать компактные приёмопередающие устройства с высокой надёжностью и предельно малым потреблением электроэнергии. В области инженерной сейсмологии время появления источника сигнала заранее известно и нет необходимости использования дежурного режима работы аппаратуры (как, например, при наблюдениях за землетрясениями). В этом случае целесообразно при разработке радиолинии предусмотреть возможность включения всей аппаратуры СРС в основном на время прохождения сигнала. Такое решение позволяет дополнительно снизить потребление электроэнергии и, следовательно, продлить срок службы автономных источников питания.

По нашему мнению наиболее целесообразно использование радиотелеметрического канала, имеющего следующую структуру (рис. 3 и 4).

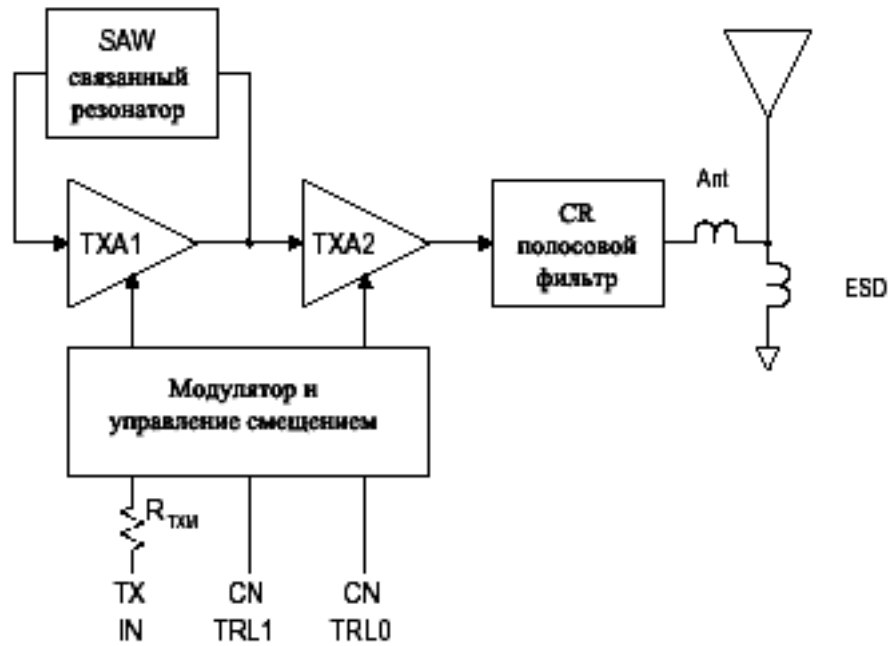


Рис.3 Блок-схема радиопередатчика

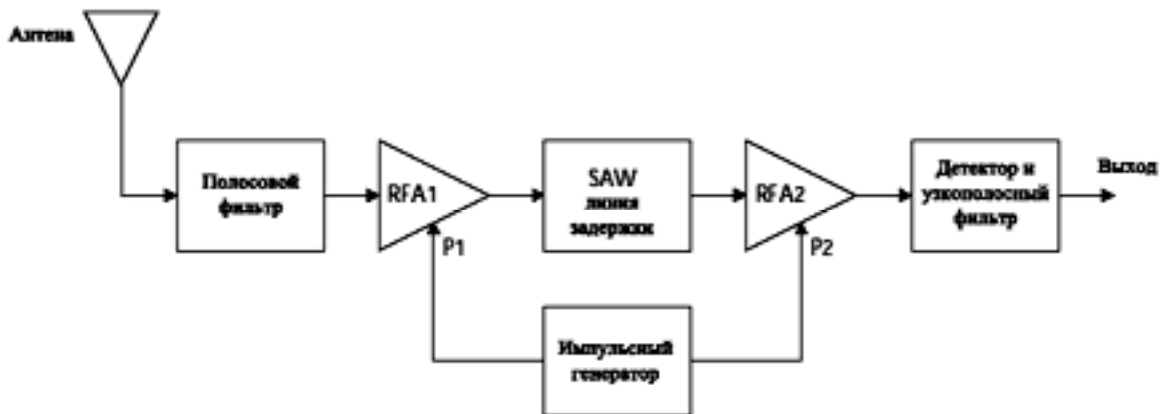


Рис.4 Блок-схема радиоприемника

Блок-схема радиопередатчика (рис. 3) состоит из связанного резонатора и генератора (SAW), модулятора, буферных усилителей и выходного фильтра резонатора (CR), подавляющего гармоники сигнала поступающего в антенну. Выходная мощность передатчика пропорциональна уровню сигнала на входе $T_{x_{in}}$. Последовательный резистор использован для того, чтобы регулировать максимальную выходную мощность передатчика. Возможны три режима работы: передача запросов, передача данных и режим пониженного энергопотребления, которые выбираются путем подачи сигналов на входы CNTRL0 и CNTRL1.

На рис. 4 изображена базовая блок-схема радиоприемника, который состоит из полосового фильтра, радиоусилителей (RFA1 и RFA2) с независимым управлением импульсным генератором, связанных между собой линией задержки на поверхностных акустических волнах (SAW). С выхода RFA2 сигнал поступает на детектор с узкополосным фильтром.

ВЫВОД

Предлагаемые схемы обладают такими достоинствами как надежность, очень малый размер, низкое энергопотребление и сравнительно не высокая сложность реализации. Передатчик может быть легко сконфигурирован, для поддержки нужного протокола связи. Благодаря особенностям схемы передатчика обеспечивается отличное подавление выходных гармоник и при небольшой излучаемой мощности его легко привести в соответствие с установленными нормами на средства радиосвязи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разработка и исследование сейсмометрической аппаратуры. Академия Наук СССР. Сейсмические приборы, выпуск 17. М.: Наука, 1985 г., 152с. П. И. Грин.
2. Сейсмические приборы, выпуск 7. Академия Наук СССР. М.: Наука, 1973 г., 132с.
3. Труды института инженеров по электротехнике и радиоэлектронике, номер 12, декабрь 1965, с.2029–2032.
4. Н. Г. Марков. Автоматизированные системы сбора и регистрации сейсмической информации. М.: Недра, 1992 г., 220с.
5. Централизованная сейсмометрическая система Г. Н. Бугаевский, А. П. Леонтьев, В. И. Нойдиг, Н. Г. Швецов, В. И. Борисов, Ю. Б. Каштанов. Описание изобретения к авторскому свидетельству №313191 от 2 июля 1971 г. (КЛ.42С, 42МПК G01 I(24)).

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, прочностью 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 обеспечивающими возможность жёсткого крепления к конструкциям.

К инженерно-сейсмическим каналам предъявляют 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 применяют аппаратуру:

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

Ранее в статье «Проводная система сбора инженерно-сейсмометрической информации с временным разделением каналов и пакетным коммутированием» 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 СМ3-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.

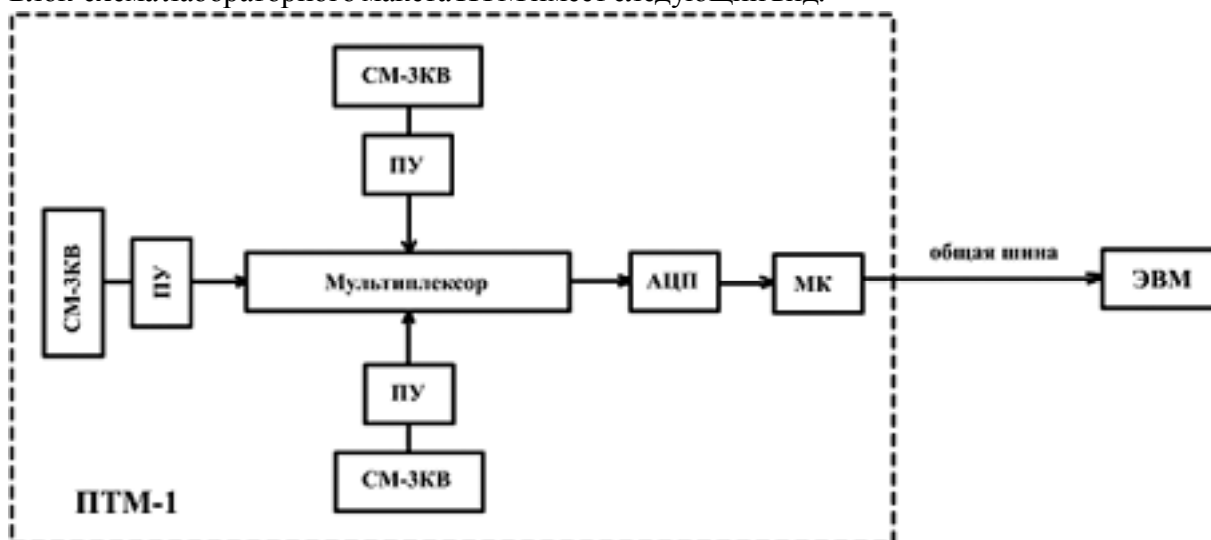


Рис.1 Блок-схема лабораторного макета проводной системы сбора инженерно-сейсмометрической информации с временным разделением и коммутацией пакетов

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

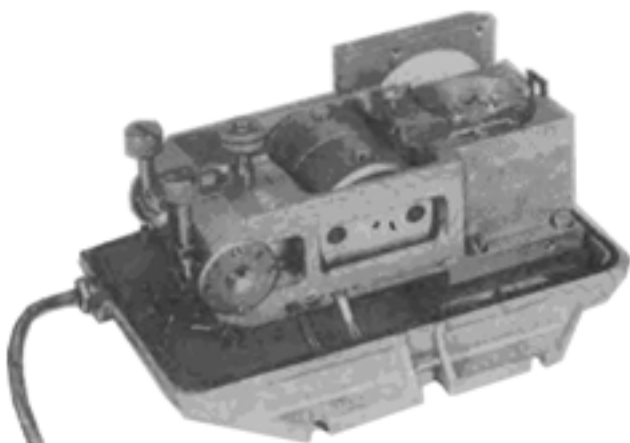


Рис.2 Общий вид сейсмоприемника СМ3

На основании прибора укреплен кронштейн, к горизонтальной или вертикальной стороне которого крепится корпус; на последнем смонтированы все детали и узлы прибора – маятник, магнитная система, координационный механизм с двумя регулировочными винтами, термокомпенсатор, система арретиров. Сейсмоприемник СМ3 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 сейсмоканалов к входу АЦП в течение каждого шага дискретизации Δt [2;5].

Управление ПТМ осуществляется с помощью микроконтроллера (МК), который по специально заложённой 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:

$$Vi = \frac{Vr * Cv}{2^n},$$

где Vi – измеренное напряжение, Vr – опорное напряжение АЦП, Cv – код напряжения, выдаваемый АЦП, n – разрядность АЦП.

Таблица 1

Калибровочный график АЦП

Напряжение, измеренное вольтметром ($V_v, В$)	Код напряжения, измеренного АЦП	Напряжение, измеренное АЦП ($V_a, В$)	Напряжение, измеренное вольтметром ($V_v, В$)	Код напряжения, измеренного АЦП	Напряжение, измеренное АЦП ($V_a, В$)
0	1	0,005	2,6	532	2,600
0,1	21	0,101	2,7	553	2,702
0,2	41	0,200	2,8	574	2,800
0,3	61	0,298	2,9	595	2,903
0,4	82	0,401	3	615	3,001
0,5	102	0,498	3,1	634	3,098
0,6	123	0,598	3,2	656	3,202
0,7	144	0,702	3,3	676	3,302
0,8	164	0,799	3,4	696	3,397
0,9	184	0,897	3,5	717	3,502
1	205	1,002	3,6	738	3,602
1,1	226	1,103	3,7	757	3,698
1,2	246	1,200	3,8	779	3,804
1,3	266	1,301	3,9	799	3,902
1,4	287	1,399	4	819	4,001
1,5	307	1,499	4,1	840	4,099
1,6	327	1,597	4,2	860	4,198

Продолжение табл. 1

1,7	349	1,702	4,3	881	4,303
1,8	369	1,801	4,4	901	4,397
1,9	389	1,900	4,5	922	4,501
2	409	1,998	4,6	942	4,600
2,1	430	2,098	4,7	962	4,700
2,2	451	2,202	4,8	983	4,800
2,3	471	2,300	4,9	1003	4,899
2,4	491	2,396	5	1024	5,000
2,5	511	2,497			

Погрешность АЦП, определяемая по формуле:

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

составила 0,002В.

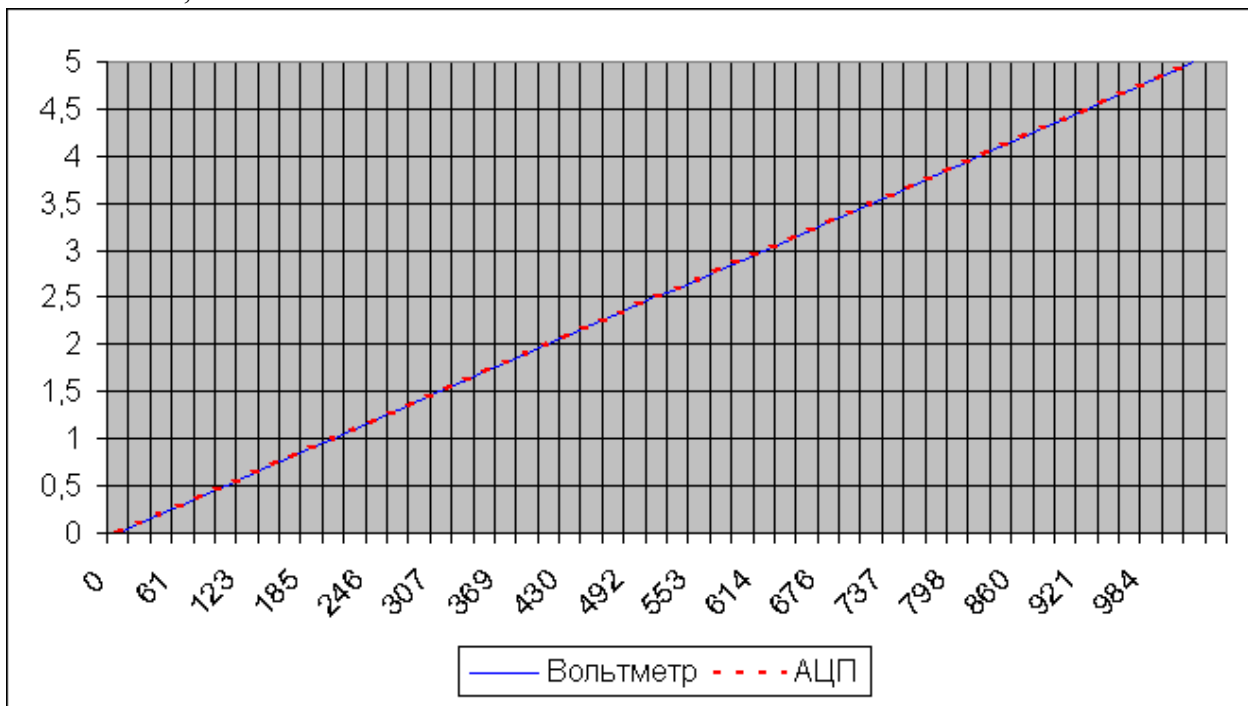
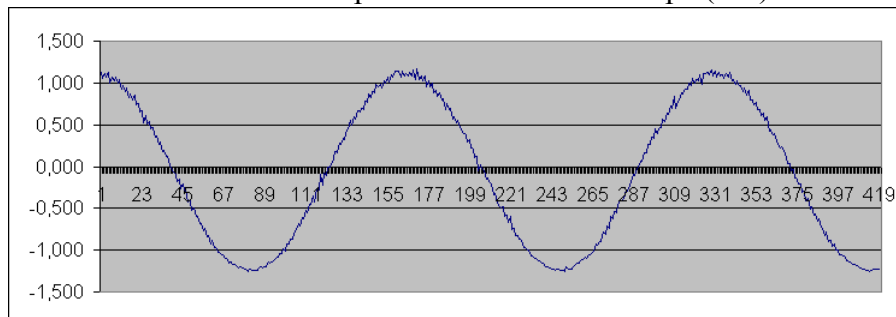


Рис.3 Калибровочный график АЦП

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



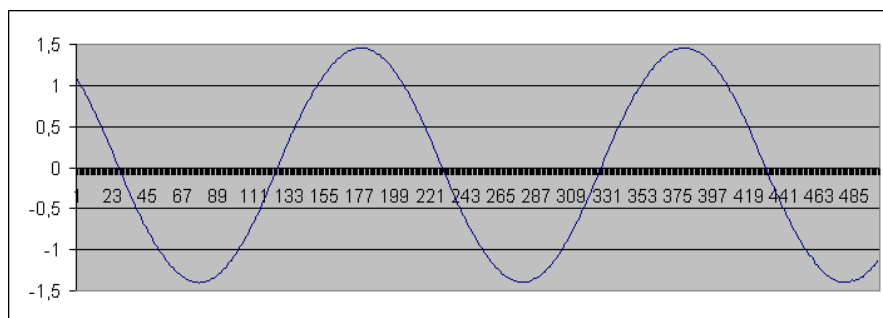


Рис.4. Сейсмограммы, построенные по записям ПТМ и L-Card

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.

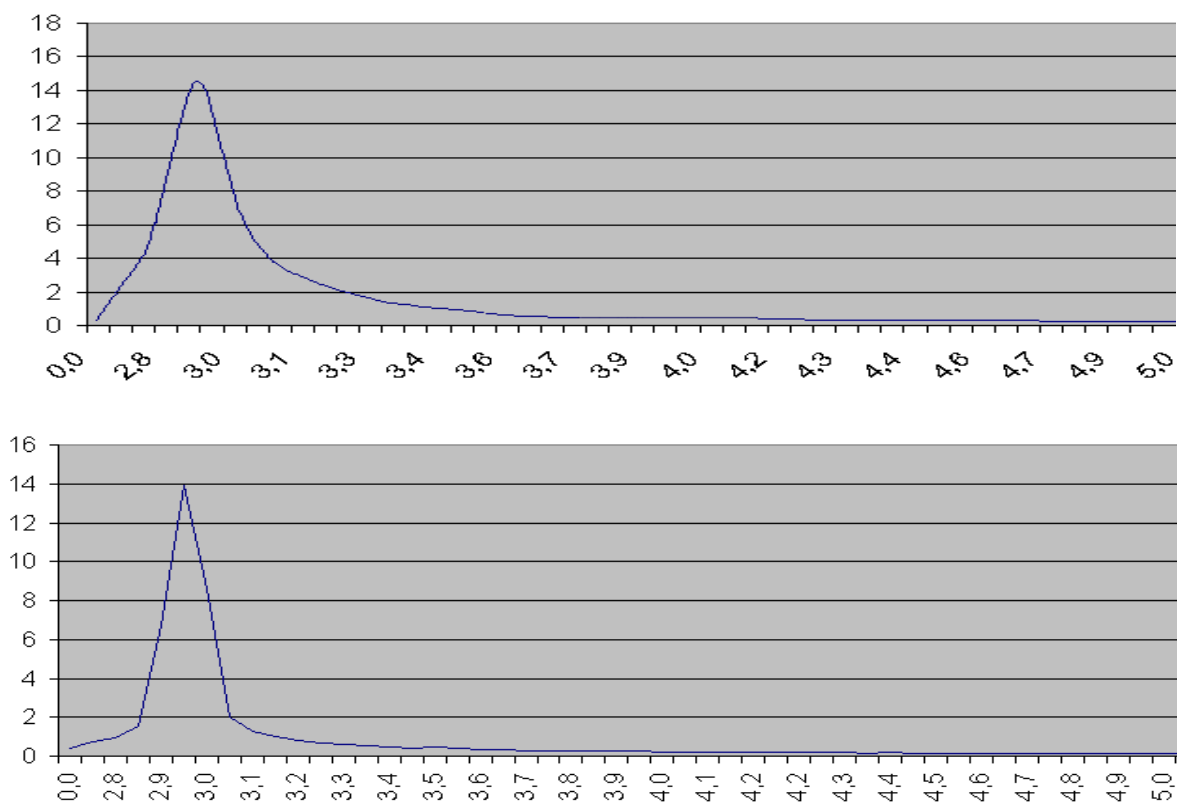


Рис.5. Спектры записей сигналов, полученных при помощи ПТМ и L-Card

Таблица 2

Результаты обработки записей сигнала

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, оказались на 0,009 больше, чем в записи сигнала с помощью L-Card. Данный результат объясняется тем, что в лабораторном макете ПТМ не применяли схему 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 потреблении 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 величины 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 заменяют на новый. Обработку записанной информации производят в стационарных условиях 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 сейсморегирующихся системах. В сб. Строительство и техногенная безопасность. Вып. 11., Симферополь, “НАПКС”. 2005.

Барыкин Б. Ю., к.т.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Предложения по методике расчета общей надежности конструкций перекрестных фундаментов зданий и сооружений, возводимых на склонах

В работе представлены предложения по расчету надежности зданий на склонах в целом с перекрестно-балочными фундаментами на основе нового подхода к расчету нормальных сечений перекрестно-балочных фундаментов на склоне с учетом действительной эпюры нормальных напряжений в сжатой зоне бетона на основе экспериментальных данных

Склон, фундамент, нормальные сечения, надежность, вероятность.

Безопасность эксплуатации зданий и сооружений на склонах, как известно, гарантируется расчетами по предельным состояниям, в т.ч. по прочности, жесткости и трещиностойкости. При этом определяются параметры неравенств, характеризующих необходимые соотношения между внешними воздействиями, геометрическими размерами и механическими характеристиками материалов и грунта.

В детерминированной постановке задача успешно решается в повседневной расчетной практике.

Однако, необходимость учета случайного характера величин, входящих в расчет, осложняет эту задачу.

Процесс функционирования сложных систем представляется в виде ряда последовательных элементарных актов перехода системы из одного состояния в другое. Так как для строительных систем их надежность и долговечность зависят не только от текущих состояний, но и предистории, для исследования наиболее целесообразен метод статистического моделирования [1].

Применим этот метод к исследованию надежности железобетонного фундамента здания, сооружения на склоне, а также ко всей системе, включая основание и свайный удерживающий ростверк.

Здание на склоне представляет собой сложную систему, состоящую из множества элементов, бесперебойное функционирование которых позволяет обеспечить застройку сложного рельефа, высвобождая тем самым горизонтальные площади земли для рекреационного использования. Сам фундамент представляет собой систему перекрестных продольных и поперечных фундаментных балок зачастую прямоугольного сечения, которые упираются в нижней части склона в удерживающую конструкцию в виде как правило свайного ростверка. Балки укладываются на плоско спланированное основание склона, уменьшая при этом объем земляных работ. Усложнение этого типа фундамента с применением диагональных балок для увеличения жесткости привело к тому, что для описания их качества необходимо применять более полные и сложные показатели. Зачастую нас не устраивает ответ: работает фундамент или нет, необходимо знать как он работает, какова эффективность функционирования этой системы с учетом ее надежности [2].

Задача расчета фундамента на склоне на надежность состоит в определении вероятности выхода из строя в конкретных условиях эксплуатации одного из элементов системы: основания, ростверка или фундаментных балок или же в определении по заданной экономически оправданной надежности требуемых размеров конструкций, допускаемых нагрузок или оптимального срока эксплуатации.

Тогда в вероятностной постановке задача расчета конструкций по надежности может быть выражена в виде неравенства

$$S - F \geq 1 \quad (1)$$

где S - обобщенная прочность конструкции, F - обобщенная нагрузка.

При этом S и F зависят от ряда случайных детерминированных величин.

В общем случае они являются случайными функциями времени, но при заданном сроке службы сооружения могут быть представлены случайными величинами с определенными законами распределения. Вероятность выполнения неравенства

$$P(S - F \geq 1) = 1 - V \quad (2)$$

где V - вероятность отказа, представляет собой надежность конструкции.

Для определения вероятности не разрушения вводим случайную величину R , называемую резервом прочности,

$$R = S - F, \quad (3)$$

где $R > 0$.

Очевидно, что вероятность отказа тогда

$$V = \int_{-\infty}^0 P_R(R) dR = P_R(0) \quad (4)$$

где $P_R(R)$ – распределение плотности вероятности резерва прочности.

По заданным кривым распределения S и F строим кривую распределения R .

$$P_R(R) = \int_{-\infty}^0 P_S(R + F) P_F(F) dF, \quad (5)$$

где $P_S(R)$ – плотность вероятности распределения прочности; $P_S(R + F)$ – та же функция, но с аргументом $(R + F)$; $P_F(F)$ – плотность вероятности распределения нагрузок.

Коэффициент запаса в детерминированной постановке равен отношению математических ожиданий прочности и нагрузки

$$\varepsilon = \frac{S}{F} \quad (6)$$

Надежность фундамента на склоне является интегральным показателем качества его конструкции и определяет вероятность того, что фундамент в течение заданного срока службы будет работать безотказно.

Задачу оптимизации надежности фундаментной системы можно поставить следующим образом – оценить вероятность отказа работы элементов при минимизации вероятности отказа фундаментной системы. В такой постановке задача превращается в задачу оптимизации [3].

Действительно, если считать целевой функцией вероятность отказа системы

$$P = f(P_1; P_2; P_3 \dots P_m) \quad (7)$$

где $P_1; P_2; P_3 \dots P_m$ – вероятности отказов отдельных элементов системы, то задача может быть формализована таким образом: найти такие $P_1; P_2; P_3 \dots P_m$, при которых целевая функция

$$P = f(P_1; P_2; P_3 \dots P_m) \rightarrow \min \quad (8)$$

будет стремиться к заданному минимуму.

Такой анализ был построен на основе структурных исследований по схеме, приведенной ниже.

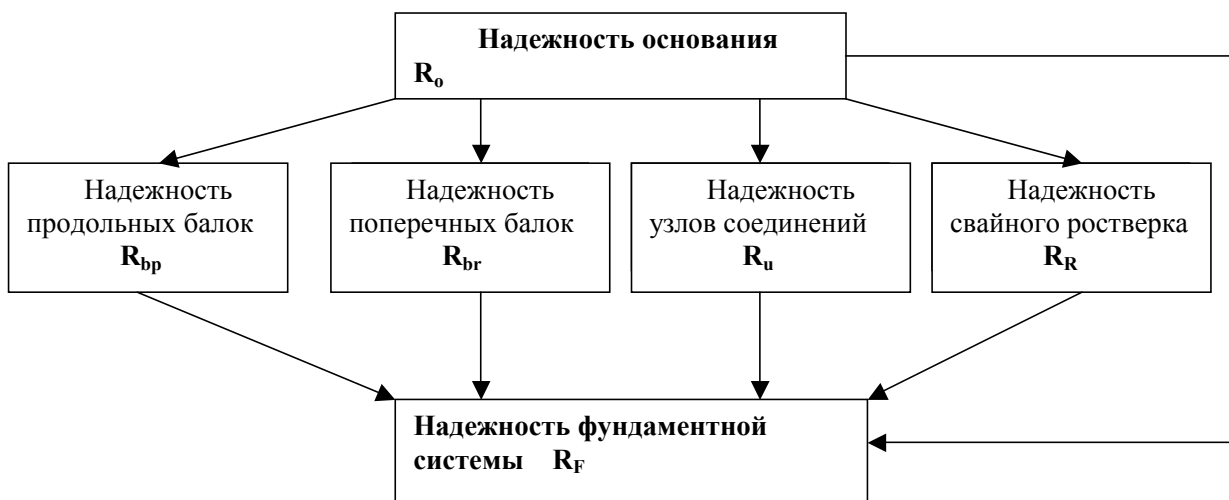


Рис. 1. Структурная схема распределения надежности по элементам системы.

Это позволило выявить уровень значимости элементов и связей между ними, оценить качество структурной схемы фундамента в целом и сформулировать рекомендации по ее расчету.

Проведенные экспериментальные и теоретические исследования показали, что отказы в системе распределяются следующим образом: 51% -отказы продольных балок из-за разрушения по нормальным и наклонным сечениям; 23% - отказы из за несовершенства стыковых соединений; 17% - отказы из-за значительного перемещения ростверка и просадок основания под фундаментными балками, 10% - отказы поперечных балок из-за разрушения по нормальным сечениям.

Приведенные данные и анализ работы фундаментной системы свидетельствуют о сложном характере ее отказа, так как в работе системы, состоящей из большого числа элементов, надежность фундамента определяется не только характеристиками надежности входящих отдельных элементов, но и их влиянием друг на друга. Поэтому анализ такой сложной системы не может быть выполнен путем последовательного или параллельного соединения элементов.

Таким образом, допуская независимость появления отказов, вычислим вероятности для каждого способа их появления. Так в нашем случае:

$$P(R_o \cap R_{bp}), P(R_o \cap R_{br}), P(R_o \cap R_u), P(R_o \cap R_R) \quad (9)$$

где R_o - вероятность отказа основания.

Полученные вероятности можно суммировать и тогда вероятность отказа системы определится выражением

$$P_S = (1 - R_o)(R_{bp} + R_{br} + R_u + R_R) \rightarrow \min \quad (10)$$

Это выражение и будет целевой функцией. В качестве условия ограничения принимаем известное положение

$$N_S \leq \min\{N_i\} \quad (11)$$

где N_S - надежность системы в целом; $\min N_i$ – минимальная надежность каждого элемента в отдельности.

Приведенный алгоритм реализуется при помощи метода статистических испытаний, результаты которых приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты расчета по оптимальному определению надежности элементов фундаментной системы на склонах.

Надежность элементов	R_{bp}	0.915	0.9816	0.8487	0.9352	0.9903	0.9964
	R_{br}	0.897	0.9159	0.9139	0.9614	0.9335	0.9566
	R_u	0.849	0.8384	0.9562	0.9675	0.9774	0.9897
	R_R	0.945	0.9145	0.9775	0.9643	0.9949	0.9965
	R_o	0.950	0.9044	0.9252	0.9492	0.9702	0.9848
Минимальная надежность	N_{\min}	0.849	0.8384	0.8696	0.9252	0.9353	0.9566
Надежность системы	N_S	0.846	0.8362	0.85	0.8838	0.9133	0.9553
Число циклов	n	1	16	28	97	128	211

При проектировании фундамента необходимо рационально отбирать конструктивные решения элементов из всего многообразия вариантов. В этом случае необходимо точно знать недостатки, выявленные в процессе эксплуатации. И в этом плане анализ эксплуатации таких систем чрезвычайно важен. Однако такого анализа нет. Поэтому, дальнейшие исследования в этой области должны быть направлены на создание математической модели фундаментной системы в виде имитационной модели и ее полное и всестороннее исследование методами математической статистики [4].

Прежде чем приступить к проектированию зданий и сооружений на склонах необходимо иметь

информацию о геологических, гидрогеологических условиях района строительства и свойствах грунтов строительной площадки. Для этого производят инженерно-геологические изыскания и определяют следующие факторы:

геоморфологические условия, инженерно-геологическое строение, физико-геологические процессы, влияющие на возведение и эксплуатацию сооружения;

инженерно-геологические элементы, слагающие сжимаемую толщу грунтов;

характер подземных вод и прогноз их изменения в процессе эксплуатации здания;

физико-механические свойства грунтов, их нормативные и расчетные значения.

Для оценки прочности и разработки методики расчета были проведены экспериментальные исследования перекрестных моделей фундамента на склоне. Полученные результаты использовали для выполнения анализа надежности таких балок, разрушение которых происходило в основном по нормальным сечениям [5].

Было испытано 72 балки, которые входили в состав перекрестной фундаментной системы. Часть конструкций была запроектирована в соответствии с требованиями СНиП 2.03.01-84*, что приравнивали к идеальному проектированию, другую часть проектировали с учетом рекомендаций по использованию трансформированной эпюры контактных напряжений в грунте [6] с использованием нового подхода к расчету

нормальных сечений.

Необходимо отметить, что выборка не так значима, как этого хотелось, поэтому оценки надежности результатов испытаний носят достаточно условный характер.

Практически все балки разрушались при соотношении $\xi \leq \xi_R$ вследствие значительных деформаций при напряжениях в арматуре, превышающих условный предел текучести.

Известны геометрические характеристики образцов, размещение арматуры, прочностные свойства ее и бетона. По СНиП 2.03.01-84* с использованием расчетных сопротивлений арматуры и бетона для каждого образца была вычислена расчетная несущая способность по изгибающему моменту от расчетной нагрузки, $M_{расч}$.

При оценке несущей способности расчетное сопротивление бетона определяли по фактической прочности при $\gamma_b = 0.85$, а расчетные сопротивления арматуры принимали по СНиП 2.03.01-84* без учета их увеличения.

Все испытанные образцы были доведены до разрушения, для каждого из них был определен параметр K , равный отношению момента от разрушающей нагрузки к моменту от расчетной нагрузки $M_{разр}/M_{расч}$ и построены графики изменения значения K в зависимости от относительной величины высоты сжатой зоны ξ .

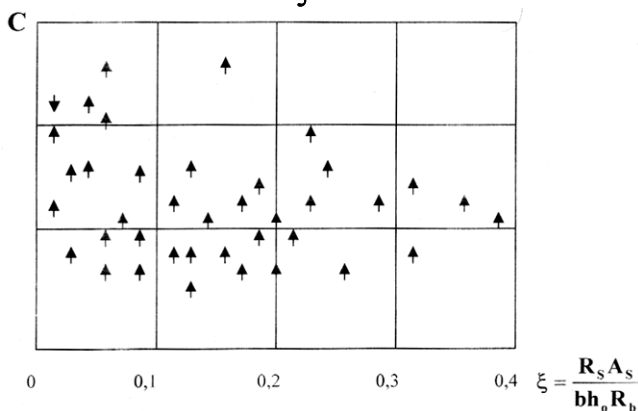


Рис.2. Изменение значения K для изгибаемых поперечных балок фундамента с изменением относительной высоты сжатой зоны ξ по результатам испытаний.

Оценим уровень надежности по результатам испытаний экспериментальных образцов. Под надежностью нормальных сечений изгибаемых элементов по прочности, оцениваемых по экспериментальным данным, подразумевается вероятность того, что разрушающий момент окажется больше момента от расчетной нагрузки, т.е. вероятность

$P(M_{разр} > M_p)$, которую представим в безразмерном виде $P\left(\frac{M_{разр}}{M_p} > 1\right)$ или $P(K > 1)$.

Как показывает обработка опытных результатов, значение $K=1$ соответствует экстремальным участкам кривой ее распределения. Оценка вероятности $P(K > 1)$ при ограниченной выборке получается до-

статочной условной. В связи с этим будем вводить дополнительную характеристику надежности по прочности как вероятность того, что $M_{разр}$ окажется выше оценки несущей способности, вычисленной с использованием нормативных характеристик материалов, т.е. $P(K > K_0)$ где K_0 – коэффициент безопасности при переходе от нормативных характеристик к расчетным.

Кроме этого проводили испытания 15 балок с учетом действительных характеристик материалов и новой методики расчета нормальных сечений с перераспределенной эпюрой контактных давлений [6].

В зависимости от характера разрушения определяли $P(K > K_0 \text{ или } 1)$. При этом исходили из предположения, что оценка надежности конструкции по прочности будет иметь значение того же порядка, что и оценка надежности нормативных сопротивлений материалов, так как разрушения, в основном для этого типа балок происходили по первому случаю. То есть несущая способность балок главным образом определялась несущей способностью арматуры. Максимальная погрешность в оценке будет иметь место только в тех балках, у которых возможно оба вида разрушения.

Предлагаемая характеристика надежности при всей ее условности дает возможность воспользоваться определенным критерием при оценке надежности по экспериментальным данным.

Таблица 2.

Результаты расчетов

Тип балки	Класс арматуры	Объем выборки	K	$\sigma(C)$	$P_{эмп} K > K_0$	$P_{теор} K > K_0$	$t_{теор} K > K_0$	$t_{теор} P(K > 1)$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 тип $\xi \approx \xi_R$	Vp-1	24	1,69	0,27	0,990	0,976	1,98	2,55
2 тип $\xi \leq \xi_R$	Vp-1	24	1,66	0,30	0,991	0,959	1,75	2,2
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3 тип $\xi \leq \xi_R$	Vp-1	24	1,85	0,45	0,988	0,940	1,56	1,89
В среднем		72	1,73	0,34	0,993	0,958	1,763	2,21
1 тип $\xi \approx \xi_R$	Vp-1	5	1,53	0,15	1,000	0,985	2,19	3,8
2 тип $\xi \leq \xi_R$	Vp-1	5	1,49	0,172	0,951	0,920	1,41	2,52
3 тип $\xi \leq \xi_R$	Vp-1	5	1,46	0,184	0,955	0,938	1,55	2,28
В среднем		15	1,5	0,168	0,968	0,947	1,71	2,86

Все балки распределены на три типа по месту их расположения по склону: 1 тип – контактируют с упором; 2 тип – удалены от упора на 1 пролет; 3 тип- удалены от упора на два пролета.

Для каждой группы балок оценены эмпирическая вероятность $P(K > K_0)$, а также теоретические, вычисленные в предположении нормального распределения значения K , оценки $P(K > K_0)$ и $P(K > 1)$. Теоретические оценки вероятности характеризуются нормированным отклонением t .

Как видно из табл. 2 для экспериментальных балок, запроектированных по СНиП, уровень эмпирической надежности равен в среднем 0,993. Такой уровень надежности существенно выше фактического уровня надежности нормативных сопротивлений.

Для балок, запроектированных в соответствии с предложенной методикой расчета, эмпирическая оценка вероятности 0,968. Во всех случаях надежность конструкций, запроектированных с приме-

нием предлагаемого метода расчета, выше надежности при расчете по СНиП. Это явление может быть вызвано только превышением фактической площади сечения арматуры над требуемой по расчету и учетом многих влияющих факторов, в том числе воздействия основания на конструкцию балки. В частности, анализ превышения требуемой арматуры над установленной фактически в конструкцию показывает, что оно может составлять 10-20% от площади необходимой арматуры. В этом случае можно рекомендовать минусовые допуски для данного типа балок при расчете их по нормальным сечениям. Это означает, что принимаемая в проекте площадь сечения арматуры может быть несколько меньшей требуемой по расчету. Уменьшение площади сечения приведет к снижению надежности, но минимальный уровень надежности каждой проектируемой балки должен быть обеспечен. И тогда задача будет сводиться к выбору минимально возможного уровня надежности поперечной балки фундамента на склоне с учетом функционального назначения и степени ответственности здания, сооружения.

Из всей номенклатуры конструкций наиболее высокую оценку надежности естественно ожидать от сжатых элементов, т.е. продольных балок фундамента, как наиболее ответственных конструкций фундамента. Причем, балки, контактирующие с упорной конструкцией, будут практически центрально-сжатые, а расположенные выше по склону – внецентренно-сжатые. В их работе существенную роль играет бетон, прочность которого СНиП оценивает осторожнее прочности арматуры.

Нами исследована надежность расчета центрально и внецентренно сжатых балок фундамента по результатам испытаний. Под надежностью расчета подразумевается вероятность того, что расчетная оценка несущей способности, вычисленная по СНиП 2.03.01-84 с использованием расчетных сопротивлений арматуры и бетона, фактических данных о геометрических параметрах сечения и начальном эксцентриситете приложения сжимающей, силы, окажется меньше разрушающего усилия, т.е. P

$(N_{on}^{разр} / N_{расч})$ или $P(N_{on}^{разр} / N_{расч} > 1)$. Обозначим $N_{on}^{разр} / N_{расч} = K$, тогда под оценкой надежности подразумевается вероятность $P(K > 1)$.

По каждой балке, доведенной до разрушения, определяли несущую способность и K . Из распределения плотности вероятности K вычисляли оценки надежности расчета по соответствующим выборкам.

Для определения надежности расчета использовали результаты испытаний 96 балок из них 48 на центральное сжатие и 48 на внецентренное. Расчетные сопротивления бетона для расчета несущей способности по СНиП принимали равным 66% экспериментальной оценки призмочной прочности (с коэффициентом 1,1, связанным с кратковременностью приложения нагрузки).

Результаты статистической обработки экспериментальных данных приведены в табл. 3. Для каждой выборки даны характеристики распределения K , эмпирическая оценка вероятности $P(K > 1)$, теоретические оценки этих вероятностей, определенные исходя из предположений о нормальном законе

распределения K , а также нормированное отклонение $N_{расч} - t = \bar{K} - 1 / \sigma(K)$.

При рассмотрении итога статистической обработки результатов установлено, что надежность внецентренно сжатых балок существенно ниже, чем центрально сжатых. В выборке с $\xi > \xi_R$ надежность выше, чем при $\xi \leq \xi_R$. Для выборки с $\xi > \xi_R$ характерны оценки надежности, близкие к аналогичным показателям центрально сжатых балок.

С увеличением эксцентриситетов и гибкости надежность внецентренно сжатых элементов уменьшается.

Отмеченные закономерности объясняются снижением роли бетона и повышением значения арматуры в работе внецентренно сжатых элементов. В исследуемой выборке более высокая надежность

расчетных сопротивлений бетона проявилась в том, что $\frac{\bar{R}_b}{R_b} = 1,5; a \frac{\bar{\sigma}_m}{R_S} = 1,2$.

После обработки данных нами были получены гистограммы распределения плотности вероятности K для внецентренно и центрально сжатых балок фундамента.

Характеристика элементов	Объем выборки	Показатели выборки		Вероятность P(C>1)		
		Среднее значение С	Стандарт $\sigma(C)$	t	P _{теор}	P _{эмпир}
центрально сжатые продольные балки						
Полная выборка	48	1,59	0,312	1,88	0,9699	0,976
Сечение менее 16x10 см	30	1,66	0,300	2,19	0,9857	0,9982
Сечение более 16x10 см	18	1,42	0,271	1,54	0,9382	0,976
Внецентренно сжатые продольные балки						
Полная выборка:	48	1,482	0,481	1	0,8413	0,8821
при $\xi > \xi_R$	12	1,293	0,472	0,62	0,7324	0,7662
при $\xi \leq \xi_R$	36	1,654	0,443	1,475	0,9300	0,9885
Эксцентриситет $e_0/h \leq 0.5$	48	1,442	0,413	1,07	0,8577	0,9222
Гибкость $l_0/h \leq 10$	32	1,51	0,443	1,15	0,8749	0,93
$10 < l_0/h \leq 20$	16	1,492	0,515	0,955	0,8302	0,9248

Для оценки влияния характера распределения эпюры усилий по длине элемента на его надежность рассчитывали надежности нескольких изгибаемых балок по нормальным сечениям при нагружении равномерно распределенной нагрузкой и сосредоточенными грузами. Максимальный момент, по которому подбирали площади арматуры в обоих случаях, был одинаковым. При этом подсчитывали полную вероятность отказа элемента, равную сумме вероятностей отказов всех сечений. Исследуемые балки разбивались на 10 участков.

Для балки постоянного сечения 100x160 мм второй серии испытаний, которая равноудалена от удерживающей конструкции, вероятность отказа в наиболее нагруженном сечении равна 0,0195, полная вероятность отказа при равномерно распределенной нагрузке 0,00449, при нагружении сосредоточенными силами 0,007999, т.е. при изменении характера эпюры моментов она возросла почти в 1,7 раза.

Сопоставляя надежность изгибаемых и сжатых элементов по нормальным сечениям, которые приводятся в таблицах можно констатировать, что ни в одной балке из 48 испытываемых не реализовалась вероятность события $M_{on}^{разр} < M_{расч}$. В то же время во всех выборках испытаний сжатых элементов вероятность $N_{on}^{разр} < N_{расч}$.

Такой разрыв надежности изгибаемых и сжатых элементов в конструкции фундамента связан не только с различной ролью арматуры и бетона в их работе. Более высокая надежность изгибаемых балок объясняется на наш взгляд только характером эпюры моментов. При изгибе лишь часть сечения работает на максимальную нагрузку, а в сжатых образцах практически все сечение, особенно у ниже расположенных по склону балок.

Из анализа влияния вида эпюры усилий на надежность следует, что наиболее надежны изгибаемые балки с нагрузкой, близкой к равномерно распределенной трапециевидной при $\xi < \xi_R$.

Надежность центрально сжатых элементов ниже аналогичного показателя изгибаемых балок системы несмотря на значительную роль бетона в их работе поскольку все сечения одинаково нагружены. Отсюда повышенная вероятность отказа одной из этих балок в целом.

Самая низкая надежность отмечена во внецентренно сжатых элементах с большими и постоянными по длине эксцентриситетами. Все сечения при этом загружены одинаково, но дополнительную вероятность отказа вызывает более существенное влияние работы арматуры.

Для реальных конструкций продольных сжатых балок фундамента характерен односторонний переменный по длине эксцентриситет или переменный по длине эксцентриситеты разного знака. Надежность таких балок зависит от распределения эксцентриситета по длине, поэтому она выше надежности внецентренно сжатых балок с постоянным по длине эксцентриситетом. Надежность таких балок, исходя из характера эпюры моментов, должна быть такого же порядка, что и надежность изгибаемых элементов, рассчитанных на равномерную нагрузку от отпора грунта.

Для большей части зданий на крутых склонах рекомендуется к применению тип фундамента из перекрестных балок.

Нижние балки таких фундаментов контактируют с удерживающей конструкцией и находятся в зоне малых эксцентриситетов, при этом работают в основном на центральное сжатие. Надежность таких конструкций можно оценить по результатам испытаний. Оценка надежности для таких балок $P(K>1)=0,9821$, что соответствует нормированному отклонению $t=2,1$. Эту оценку надежности можно рассматривать как некоторую минимально допустимую для всех балок такого типа фундамента, т.к. в этой системе нет более ответственных конструкций, чем продольные балки нижнего яруса, находящиеся в контакте с упором и воспринимающие самые большие продольные усилия и силы отпора грунта. Если рассматривать здание как систему элементов, то не требуется более высокой надежности, чем для колонн и для фундаментных балок. Отказ, например плиты перекрытия, может и не привести к обрушению здания в целом, а отказ фундамента и колонн здания приводит именно к таким последствиям. На наш взгляд, нет пока оснований считать надежность этих конструкций недостаточной и требовать ее повышения. В практике строительства имеются случаи разрушения балочных фундаментов, но они вызваны либо некачественным выполнением, либо некачественными стыками.

ВЫВОДЫ

1. На основании проведенных исследований показано, что существующая система расчетов не обеспечивает равнонадежности конструкций из-за того, что не учитывает характера распределения усилий как внешних, так и внутренних по длине элемента, а исходит лишь из максимальных значений, и практически не рассматривается вопрос о взаимодействии перекрестного фундамента и основания. В результате у конструкций с максимальными усилиями на небольшой части длины надежность выше, чем в случае с более полной эпюрой усилий.
2. Только наличие нормированного уровня минимально допустимого критерия надежности открывает возможности совершенствования расчетов железобетонных конструкций фундаментов из перекрестных балок на склонах и снижения их материалоемкости. При этом для реализации желаемого уровня надежности на стадии проектирования следует разработать систему коэффициентов к расчетным сопротивлениям арматуры и бетона, учитывающие специфику работы конструкции фундамента, при взаимодействии с грунтом основания

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Винокуров Е.Ф. Итерационный метод расчета оснований и фундаментов. - Минск: Наука и техника, 1972. - 248 с.
2. Тетиор А.Н., Барыкин Б.Ю., Лехно А.М. Расчет и конструирование зданий на склонах. Методические рекомендации. - Симферополь, КИПКС, 1994. - 46 с.
3. Проектирование фундаментов: Справочник / А.Н. Тетиор и др. - Киев: Будівельник, 1981. - 208 с.
4. Барыкин Б.Ю. Предельное НДС наклонного сечения железобетонной фундаментной балки в зоне совместного действия изгибающего момента, продольной сжимающей силы и поперечного усилия // В сб.: Строительство и техногенная безопасность Симферополь, КИПКС, 1999.- с. 54-62.
5. Барыкин Б.Ю. О расчете прочности нормальных сечений фундамента из перекрестных лент на склоне // Устройство и усиление фундаментов с улучшением строительных свойств грунтов оснований. Сб. научных трудов. - Пенза: ПИСИ, 1991. - С. 105-107.
6. Барыкин Б.Ю. Применение перекрестно балочных фундаментов для строительства зданий на сложном рельефе // Межведомственный научно-технический сборник научных работ (строительство)/Вып.49 НИИСК, 2000.-С.356-364

Барыкин Б.Ю., к.т.н., доцент, Андронов А.В., к. ф-м. н., доцент
 Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Расчет устойчивости склона, пригруженного вертикальной нагрузкой на бровке откоса

В работе представлены предложения по расчету устойчивости крутопадающих склонов от зданий, которые передают нагрузку по бровке откоса с учетом упрощенной формы тела обрушения на основе теоретических исследований.

Склон, фундамент, линия скольжения, коэффициент устойчивости

При очень крутых склонах (уклоны более 45°), когда здание может быть оперто только у подножия склона и его вершины, рекомендуются здания арочного типа (рис.1). Здание арочного типа состоит из отдельных блоков террас, соединенных монолитно между собой таким образом, что средняя линия стен представляла собой часть арки. При такой конструктивной схеме стены террас работают на сжатие, а нагрузка от здания не передается на поверхность склона.

Эти конструктивные решения позволяют резко сократить площадь застройки здания /в 4-200 раз/, освоить территории склонов без переформирования ландшафта, уменьшить объем земляных работ, строить на участках со сложным рельефом, которые невозможно освоить другими способами, с сохранением рельефа [1,2].

Здания арочного типа можно применять при любых уклонах склонов, даже при вертикальном откосе. Главным требованием при этом должна быть устойчивость склона, отсутствие плохо закрепленных участков и камнепада.

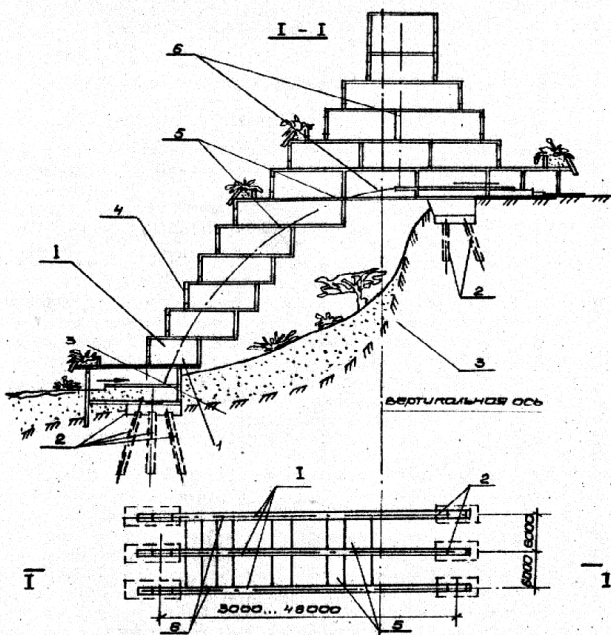


Рис.1. Здание на склоне с несущими арками-стенками:

1- арка-стенка; 2 фундаменты; 3- коренные породы; 4- вертикальные элементы каркаса; 5- горизонтальные элементы каркаса; 6- транспортная коммуникация

Методы анализа устойчивости откосов в общем хорошо разработаны. Как правило, распределение нормальных напряжений по поверхности скольжения принимают на основе гипотезы о пропорциональности этих напряжений высоте грунтового столба над данной точкой поверхности скольжения [3]. Развитие метода конечных элементов привело к появлению программ, позволяющих анализировать работу склонов в упруго-пластической стадии с полным удовлетворением всех требований механики сплошных сред: равновесия, сплошности и закона связи напряжений и деформаций [4,5].

Но использование этих методов для расчетов устойчивости пригруженных по бровке склонов вызывают определенные трудности.

Поэтому нами предлагается рассматривать условие устойчивости пригруженного склона для зданий арочного типа, опирающегося на бровку склона, по приближенной инженерной схеме (рис.2).

Считаем, что длина тела обрушения будет равна длине нагруженной части склона, а торцевые поверхности являются вертикальными, перпендикулярными склону. Криволинейную поверхность скольжения заменим двумя плоскими участками *АД* и *ДС*. Верхний участок

наклонен под углом α_c , равным углу падения склона, а нижний составляет угол $(45 - \varphi/2)$ с поверхностью откоса склона.

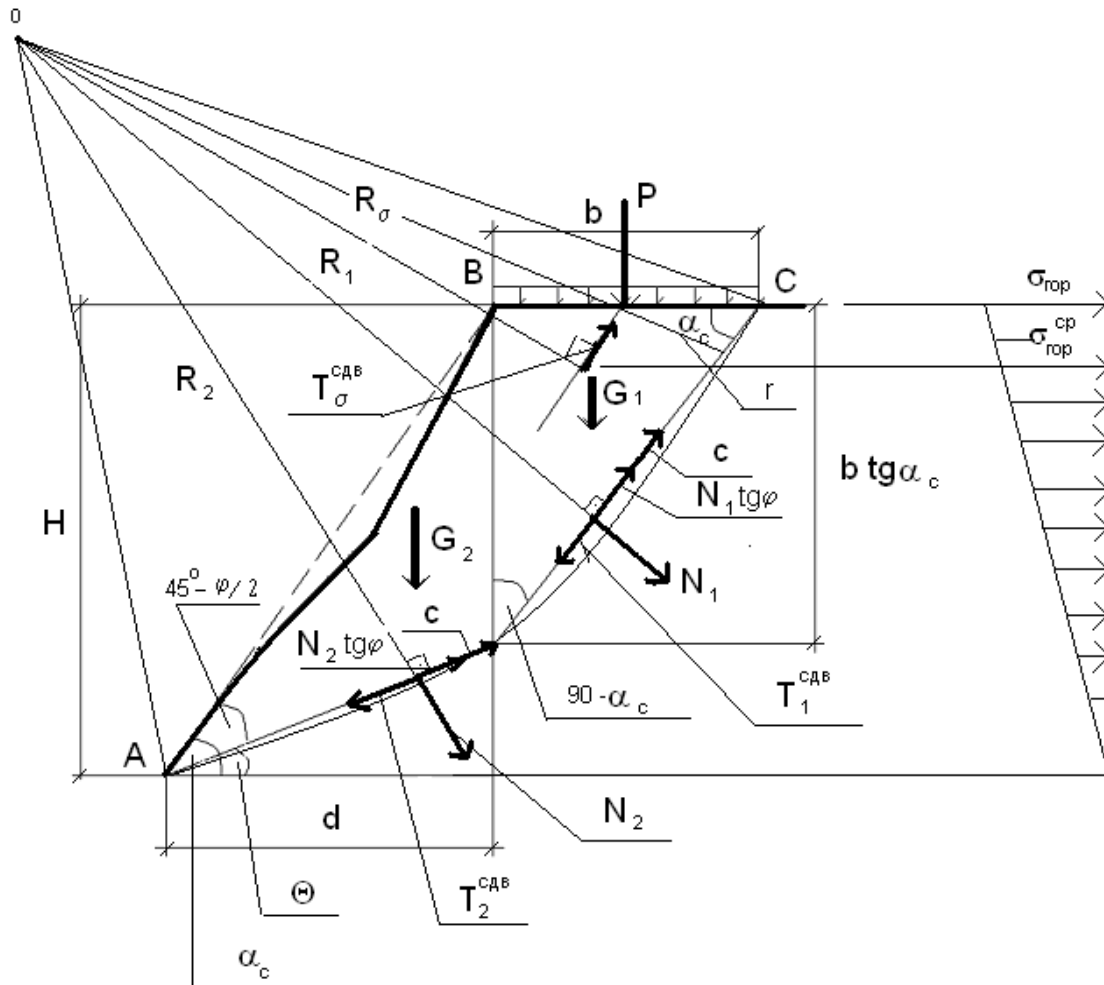


Рис.2. Расчетная призма сдвига склона

Определим центр вращения тела обрушения как точку O пересечения двух перпендикуляров к плоскостям скольжения, установленных из точек пересечения равнодействующих сил веса отсечков с плоскостями скольжения.

Тогда сдвигающими силами будут проекции веса G_1 и G_2 тела обрушения и внешней нагрузки P на поверхность скольжения

$$T_1^{cd\theta} = (G_1 + P) \sin(90 - \alpha_c) \quad (1)$$

$$T_2^{cd\theta} = G_2 \sin \theta \quad (2)$$

Удерживающими силами будут две силы $T_1^{y\theta}$ и $T_2^{y\theta}$ по поверхностям скольжения CD и DA , а также две одинаковые силы $T_0^{y\theta}$ по боковым поверхностям. Тогда

$$T_1^{y\theta} = L_1 ca + (G_1 + P) \cos(90 - \alpha_c) \operatorname{tg} \varphi \quad (3)$$

$$T_2^{y\theta} = L_2 ca + G_2 \cos \theta \operatorname{tg} \varphi \quad (4)$$

где произведение La - площадь соответствующих поверхностей скольжения CD и DA .

Удерживающая сила $T_0^{y\theta}$ состоит из двух частей:

- силы сцепления $F_0^{сцеп} = F_{бок} \operatorname{tg}\varphi$ (5), где $F_{бок}$ - площадь сечения боковой поверхности тела скольжения;

- силы трения $F_{тр} = F_{бок} (\sigma_{ср}^{zop} \operatorname{tg}\varphi + c)$ (6), где $\sigma_{ср}^{zop}$ - среднее нормальное напряжение, действующее по боковой поверхности тела скольжения.

Тогда

$$T_0^{y\theta} = F_{бок} \operatorname{tg}\varphi + F_{бок} (\sigma_{ср}^{zop} \operatorname{tg}\varphi + c) \quad (7)$$

Непосредственно под площадкой нагружения на бровке склона вертикальные нормальные напряжения от распределенной нагрузки, приведенной к сосредоточенной силе P , будут равны

$$\sigma_{вер} = P / ab \quad (8)$$

Из условия предельного равновесия определим горизонтальные напряжения от бокового распора по известной зависимости [6]

$$\sigma_{zop} = \frac{\sigma_{вер} (1 - \sin \varphi) - 2c \cos \varphi}{1 + \sin \varphi} \quad (9)$$

Используем эти соображения для приближенного определения среднего нормального напряжения $\sigma_{ср}^{zop}$ по торцевым поверхностям тела скольжения.

Предположим, что изменение горизонтального напряжения по торцам тела скольжения будет изменяться по линейному закону (рис.2). Тогда с известным допущением будем считать, что

$$\sigma_{ср}^{zop} = \sigma_{zop} / 2 \quad (10)$$

тогда

$$\sigma_{ср}^{zop} = \frac{1}{2} \frac{\sigma_{вер} (1 - \sin \varphi) - 2c \cos \varphi}{1 + \sin \varphi} \quad (11)$$

Рассматривая геометрию расчетной схемы рис.2, вычислим соотношения входящих в формулы (1)...(7) величин. Получим

$$G_1 = \frac{\gamma a b^2 \operatorname{tg}\alpha_c}{2} \quad (12)$$

$$G_2 = \frac{\gamma a b^2 \operatorname{tg}\alpha_c d}{2} \quad (13)$$

Определяя G_2 через G_1 получим

$$G_2 = \frac{G_1}{1 - \operatorname{tg}\theta \operatorname{ctg}\alpha_c} \quad (14)$$

$$L_1 = \frac{b}{\cos \alpha_c} \quad (15)$$

$$L_2 = \frac{d}{\cos \theta} = \frac{b}{\cos \theta (1 - \operatorname{tg} \theta \operatorname{ctg} \alpha_c)} \quad (16)$$

Тогда

$$F_{\text{бок}} = \frac{b^2}{2} \left(1 + \frac{1}{1 - \operatorname{tg} \theta \operatorname{ctg} \alpha_c} \right) \quad (17)$$

Подставляя выражения (12)...(17) в формулы (1)..(7), будем иметь следующие зависимости

$$T_1^{c\delta\epsilon} = \left(P + \frac{\gamma a b^2 \operatorname{tg} \alpha_c}{2} \right) \sin(90 - \alpha_c) \quad (18)$$

$$T_2^{c\delta\epsilon} = \frac{G_1 \sin \theta}{1 - \operatorname{tg} \theta \operatorname{ctg} \alpha_c} \quad (19)$$

$$T_1^{y\delta} = \frac{a b c}{\cos \alpha_c} + (G_1 + P) \cos(90 - \alpha_c) \operatorname{tg} \varphi \quad (20)$$

$$T_2^{y\delta} = \frac{a b c + G_1 \cos^2 \theta \operatorname{tg} \varphi}{\cos \theta (1 - \operatorname{tg} \theta \operatorname{ctg} \alpha_c)} \quad (21)$$

$$T_{\text{бок}}^{y\delta} = \frac{b^2}{2} \left(1 + \frac{1}{1 - \operatorname{tg} \theta \operatorname{ctg} \alpha_c} \right) \left(\frac{\operatorname{tg} \varphi}{2} \frac{\sigma_{\text{сеп}} (1 - \sin \varphi) - 2c \cos \varphi}{1 + \sin \varphi} + c \right) \quad (22)$$

где: $\theta = \alpha_c - 45^\circ + \frac{\varphi}{2}$.

Коэффициент устойчивости откоса равен соотношению моментов сил удерживающих и сдвигающих

$$K = \frac{R_1 T_1^{y\delta} + R_2 T_2^{y\delta} + 2R_\sigma T_{\text{бок}}^{y\delta}}{R_1 T_1^{c\delta\epsilon} + R_2 T_2^{c\delta\epsilon}} \quad (23)$$

где:

$$R_1 = \frac{H^2 (\operatorname{tg} \theta + \operatorname{ctg} \alpha_c) (1 - \operatorname{ctg} \alpha_c \operatorname{tg} \theta) + bH (1 - \operatorname{ctg} \alpha_c \operatorname{tg} \theta)}{3 [\operatorname{btg} \theta - H (1 - \operatorname{ctg} \alpha_c \operatorname{tg} \theta)]} \sqrt{1 + \frac{b^2}{H^2 (1 - \operatorname{ctg} \alpha_c \operatorname{tg} \theta)}}$$

$$R_2 = \frac{H^2 (\operatorname{tg} \theta + \operatorname{ctg} \alpha_c) (1 - \operatorname{ctg} \alpha_c \operatorname{tg} \theta) + bH (1 - \operatorname{ctg} \alpha_c \operatorname{tg} \theta)}{3 [\operatorname{btg} \theta - H (1 - \operatorname{ctg} \alpha_c \operatorname{tg} \theta)]} \sqrt{1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \theta}} \quad (24)$$

$$R_\sigma = R_1 + \frac{b}{2} \cos \alpha_c \quad (25)$$

Деля правую часть уравнения (23) на R_1 и вводя обозначения $\frac{R_2}{R_1} = A$ и $\frac{R_\sigma}{R_1} = M$ окончательно получим

$$K = \frac{T_1^{y\delta} + AT_2^{y\delta} + 2MT_{бок}^{y\delta}}{T_1^{cd\delta} + AT_2^{cd\delta}} \quad (24)$$

ВЫВОДЫ

1. Получена геометрическая схема тела обрушения с упрощенной формой для высоких склонов с пригрузкой по бровке откоса, криволинейная поверхность которой заменена на две плоские поверхности скольжения. Определены условия устойчивости данного склона.
2. Разработана методика инженерного расчета и получена аналитическая зависимость для определения коэффициента устойчивости откоса склона, которую весьма эффективно можно применять в расчетной практике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барыкин Б.Ю. Принципы биопозитивности // Строительство и техногенная безопасность / Сб. научн. тр. Крым. акад. природоохр. и курорт. стр-ва. – Симферополь: КАПКС, 2000. - С.26-28.
2. Барыкин Б.Ю. Применение перекрестно-балочных фундаментов для строительства зданий и сооружений на сложном рельефе // Строительные конструкции / Межведомственный сб. научн. работ, вып.53, Механика грунтов и фундаментостроение. - Киев: НИИСК, 2000. - С.323-330.
3. Флорин В.А. Расчет оснований гидротехнических сооружений. – М.: Госстройиздат, 1948. - 188 с.
4. Мурзенко Ю.Н. Расчет оснований зданий и сооружений в упругопластической стадии работы с применением ЭВМ. - Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1989. - 135 с.
5. Цыгович Н.А. Механика грунтов. – М.: Высш. школа, 1983. - 288 с.
6. Шукле Л. Реологические проблемы механики грунтов. - М.: Стройиздат, 1976. – 486 с.

Морозова Е.В., инженер, Абдурахманов А.З., студент
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Сейсмостойкость зданий при реконструкции методом надстройки типа «Фламинго»

В статье проанализированы основные проблемы реконструкции жилого фонда городов Украины. Обоснована целесообразность применения надстроек типа «Фламинго» при реконструкции зданий малой и средней этажности в сейсмических районах. Представлены результаты численного эксперимента по оценке сейсмостойкости зданий при реконструкции

реконструкция, надстройка «Фламинго», сейсмостойкость

В современном градостроительстве весьма заманчивым является получение дополнительных жилых помещений, не на окраинах городов во вновь возводимых домах, а в центральных престижных кварталах, застроенных обычно 4 - 5 этажными домами, что возможно только путем их надстройки. В ситуации сложившейся в Украине реконструкция жилого фонда имеет преимущественное направление, прежде всего по экономическим соображениям. Особую группу составляют дома первых массовых серий, постройки 50-80х годов. Нормативный срок проведения капремонта и реконструкции этих домов исчерпывается, однако значительная часть их имеет достаточный запас прочности, при практически полном моральном износе. Это говорит в пользу реконструкции таких домов, в ходе которой решаются вопросы сохранения существующего жилого фонда и его восстановления, а также повышения уровня комфорта квартир и архитектурной выразительности застройки в целом. Учитывая недостаточность аварийного фонда и необходимость резкого увеличения объемов реконструкции, наиболее перспективна реконструкция без отселения жильцов.

Проблему реконструкции этих домов целесообразно решать на основе приобретенного опыта реконструкции в нашей стране, ближнем зарубежье и за границей [1, 2, 3, 4, 9]. Начало эксперимента по реконструкции жилых домов первых массовых серий застройки было положено в нашей стране и в Российской Федерации еще в 1970-х годах. В частности институтом «КрымНИИпроект» были проведены ряд комплексных исследований с целью выявления новых эффективных способов преобразования городов Крыма, в результате чего были разработаны предложения по надстройке малоэтажных зданий методом «Фламинго» и сформулированы следующие градостроительные последствия применения метода «Фламинго» [6]. Позднее возобновились эти работы в середине 90-х годов и на данное время проводятся во всех городах Украины. Интересные предложения для несейсмических районов по реконструкции малоэтажного жилого фонда методом надстройки при помощи легких конструктивных каркасных систем разработаны в Киевском государственном техническом университете строительства и архитектуры (КГТУСА) [5,4] под руководством М.М. Жербина.

Однако следует помнить, что в соответствии с картой сейсмического районирования бывшего СССР (ОСР-78), около 12% территории Украины являются опасными в сейсмическом отношении. Кроме того, современная урбанизованная Украина становится все более уязвимой по отношению к сильным землетрясениям из-за роста плотности населения, усложнения инфраструктуры городов, ухудшения инженерно-геологических свойств грунтов в пределах промышленно-городских агломераций, создания огромных водохранилищ, строительства объектов повышенного риска (АЭС, хранилища токсичных веществ, газо- и нефтепроводов и др.) и т.д., что привело к необходимости пересмотра существующих оценок сейсмичности. Особенно остро эта проблема касается Крымского полуострова [7].

Реконструкция жилого фонда с применением надстроек типа «Фламинго» с металлическим каркасом, по мнению авторов, является перспективным направлением для сейсмически активных районов по следующим причинам. Во-первых, применение легких металлических конструкций для каркаса надстройки позволит обеспечить сейсмостойкость надстраиваемой части. Во-вторых, обеспечение совместной работы здание-надстройка на горизонтальные воздействия позволит повысить сейсмостойкость реконструируемого здания, так как надстройка в этом случае будет выполнять роль гасителя колебаний.

Первой задачей исследований, проводимых в Национальной академии природоохранного и курортного строительства, являлось определение динамических характеристик реконструируемого здания и надстро-

ек различной конструктивной формы. Для исследований был принят программный комплекс «Лира-Windows» версия 9.0 [8].

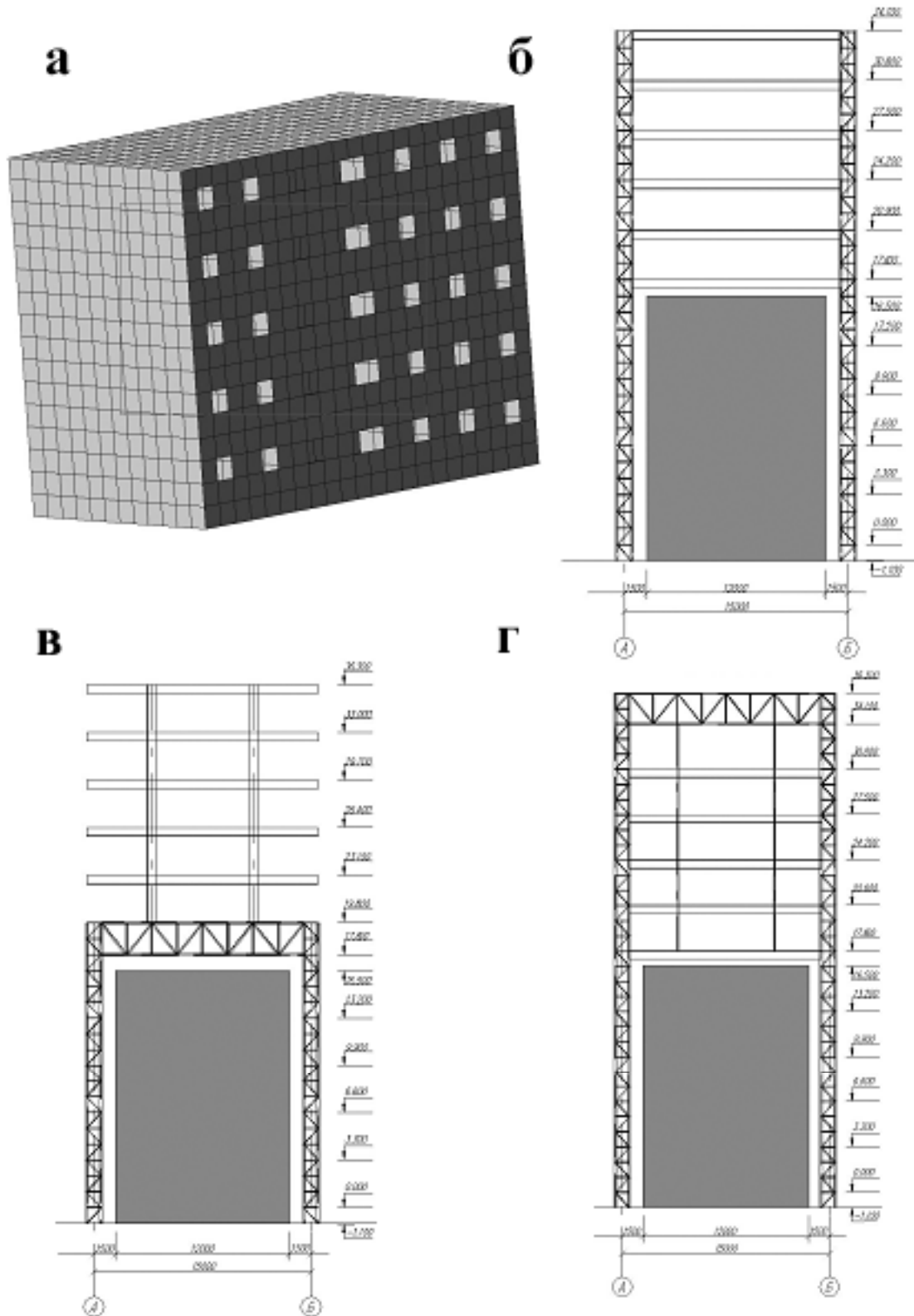


Рис.1 Конструктивные решения: а- реконструируемое здание; б- надстройка 1; в- надстройка 2; г- надстройка 3.

Исследуемая модель реконструируемого здания соответствует конструктивному решению, характерному для массовой серии жилых домов 50-80х годов в Крымском регионе. Рассматривали пятиэтажное здание со стенами из пильного известняка и перекрытиями из пустотных железобетонных плит (рис. 1а). Габаритные размеры в осях 12х30м. Несущие стены продольные, ослабленные оконными и дверными проемами.

Исследовали три варианта конструктивного решения поперечных рам надстройки, имеющих различ-

ную схему распределения масс и жесткостей по высоте, что влияет на динамические характеристики:

1. С однородной верхней частью (надстройка 1), выполненной по рамной схеме (рис 1б). Колонны сквозные из двух двутавров соединенных решеткой. Ригели сплошного двутаврового сечения;

2. С неоднородной верхней частью (надстройка 2), содержащей сквозной ригель в уровне нижнего этажа надстройки, который вместе со сквозными колоннами образует жесткую раму (рис 1в). Верхние этажи надстройки опираются на сквозной ригель в узлах;

3. С неоднородной верхней частью (надстройка 3), содержащей сквозной ригель в уровне верхнего этажа надстройки, который вместе со сквозными колоннами образует жесткую раму (рис 1г). Нижние этажи надстройки подвешены к сквозному ригелю в узлах и шарнирно крепятся к колоннам.

Были приняты следующие габаритные размеры надстроек: пролет 15м; отметка низа нижнего ригеля 18м; отметка верха 34-36м; количество надстраиваемых этажей 5.

Анализ динамических характеристик (табл.1) показал значительную разницу в характеристиках реконструируемого здания и надстройки.

Таблица 1

Динамические характеристики реконструируемого здания и надстроек				
Шифр задачи	Частота ,Гц	Циклическая частота, рад/сек	Период, сек	Амплитуда, мм
здание	5,2	32,7	0,2	3
надстройка 1	0,34	2,11	3	389
надстройка 2	0,35	2,84	2,2	340
надстройка 3	0,58	1,72	3,6	237

В дальнейшем исследовали надстройка 3, обладающую наименьшей металлоёмкостью. Была создана пространственная модель системы «здание-надстройка» (рис.2а). Пространственный блок надстройки состоит из плоских рам надстройки 3, объединенных системой вертикальных и горизонтальных связей и жесткими торцами. Реконструируемое здание соединено с надстройкой упруго-потдагливными связями в уровне перекрытий (рис.2б) и крестовыми включающимися связями между покрытием здания и верхним несущим остовом надстройки.

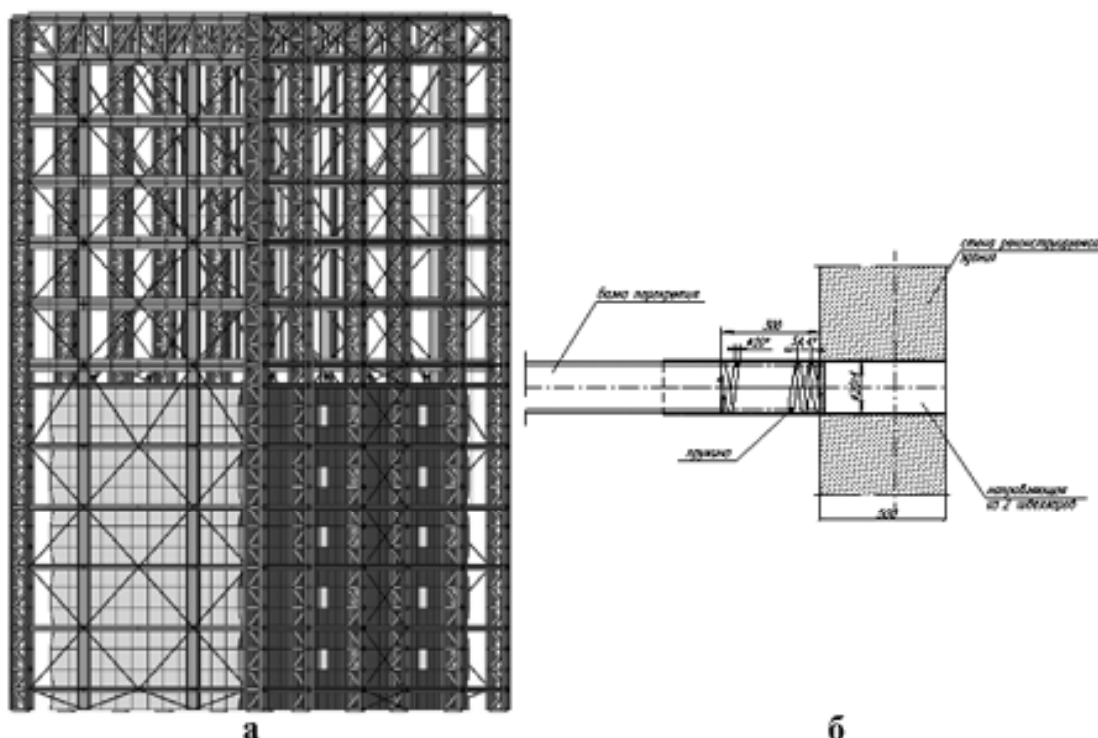


Рис.2 Пространственная система «здание-надстройка»: а- расчетная модель; б- узел соединения реконструируемого здания и надстройки.

Был проведен сравнительный анализ (рис.3) динамических характеристик пространственного блока и отдельных элементов реконструируемой системы, проанализированы растягивающие напряжения в продольной и поперечной стене реконструированного здания (рис.4, рис.5).

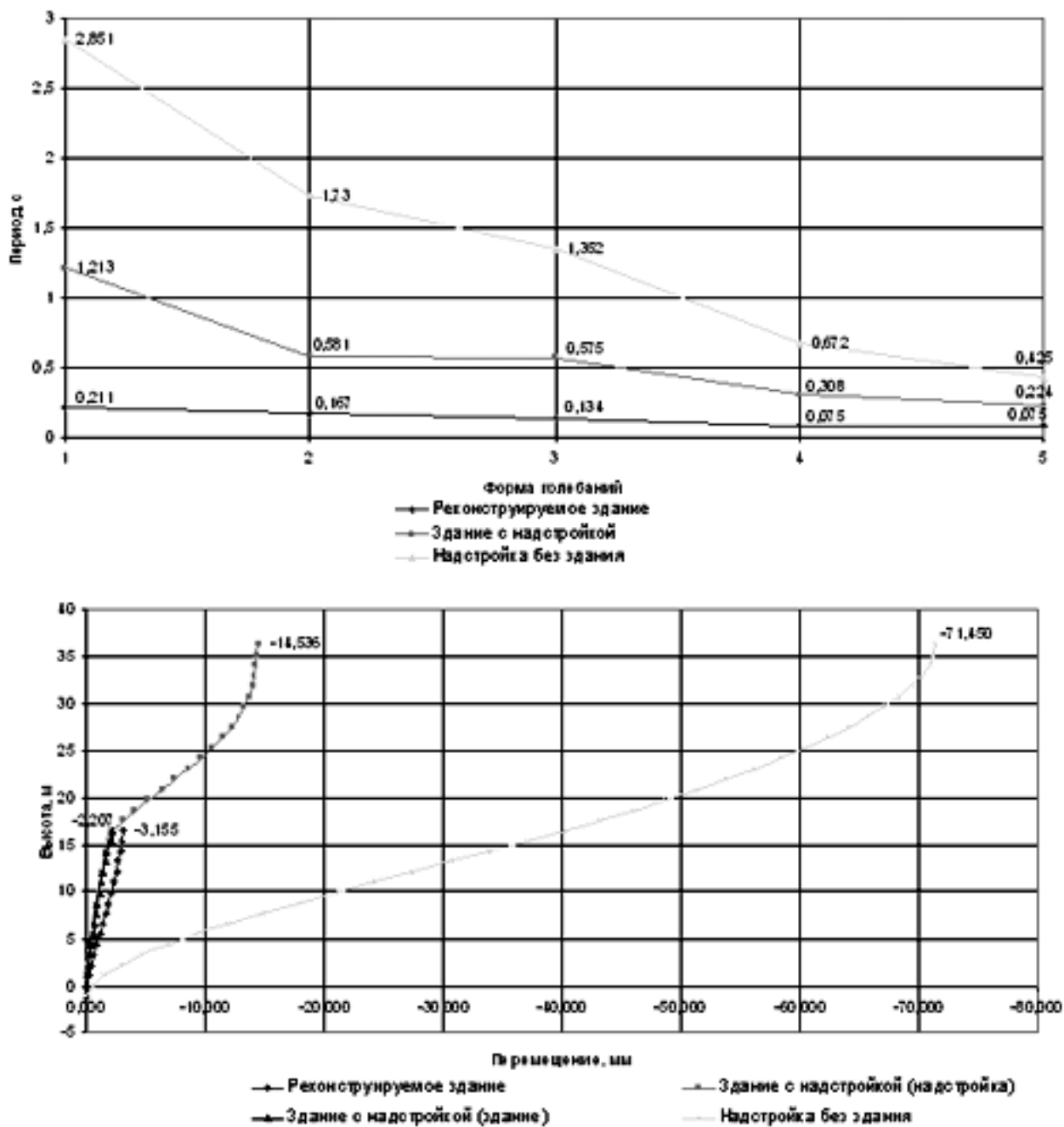


Рис.3 Динамические характеристики пространственной системы «здание-надстройка»: а- периоды колебаний; б- перемещения.

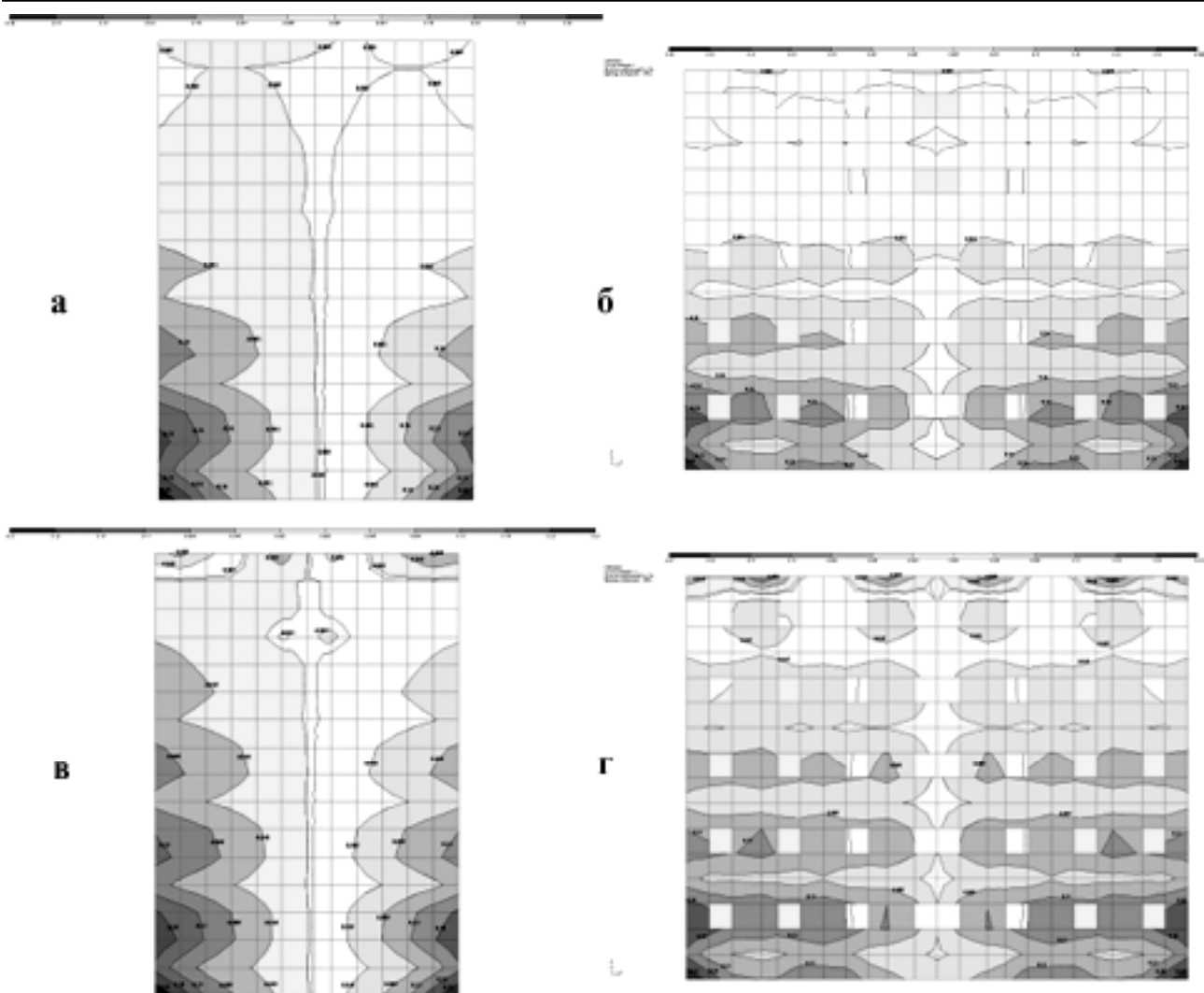


Рис.4 Растягивающие напряжения в стенах реконструируемого здания: а- напряжение в поперечной стене отдельно стоящего здания; б- напряжение в продольной стене отдельно стоящего здания; в- напряжение в поперечной стене в системе «здание-надстройка»; г- напряжение в продольной стене в системе «здание-надстройка»

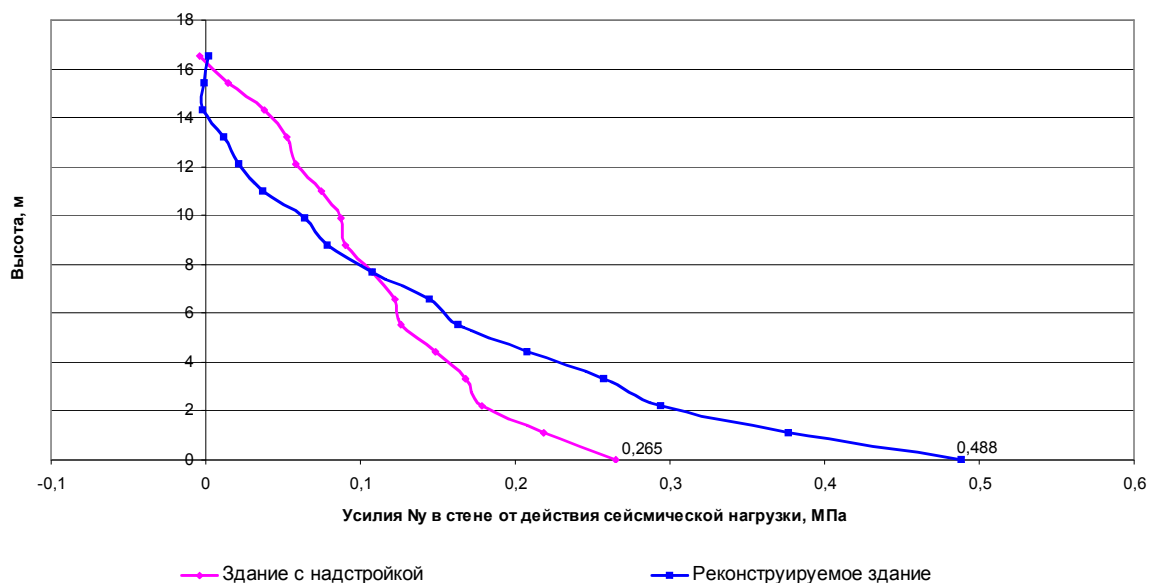


Рис.5 График изменения растягивающих напряжений в продольной стене реконструируемого здания.

ВЫВОДЫ

1. В ситуации, сложившейся в Украине, реконструкция жилого фонда по сравнению с малочисленным новым строительством имеет преимущественное направление, прежде всего по экономическим соображениям.
2. Применение надстроек типа «Фламинго» для реконструкции жилого фонда является перспективным направлением для сейсмических районов.
3. Динамические характеристики реконструируемого здания и надстройки значительно различаются.
4. Совместная работа системы «здание-надстройка» повышает сейсмостойкость, как реконструируемого здания, так и надстройки; растягивающие напряжения в стене здания от действия сейсмической нагрузки снижаются на 54%; перемещения надстройки уменьшаются в 4 раза; перемещения здания уменьшаются на 30%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дзюба В.Б. Проектні варіанти реконструкції п'ятиповерхівок // Міське господарство України. – 1994. - №2. – С. 9.
2. Нелепов А.Р. Опыт реконструкции пятиэтажек первого поколения // Жилищное строительство. — 1997. — № 7.
3. Реконструкция и модернизация жилой застройки 50-70 годов // Проблемы больших городов: Обз. инф. Вып. 16. — М., 1988.
4. Жербин М.М., Большаков В.И. Новая концепция модернизации и надстройки существующих малоэтажных жилых зданий до любого количества этажей // «Вісник ПДАБА» № 2. (додаток) – Днепропетровск, 1998. – 50 с.
5. Жербин М.М. Применение стальных конструкций при надстройке существующих жилых зданий до любого количества этажей // Сборник трудов Международной конференции «Металлостроительство 96» т 2 – Донецк – Макеевка, июнь, 1996 г. – 131 с.
6. Трушиньш Я.К. Методические рекомендации по преобразованию жилой застройки старых жилых районов в городах Крыма с применением метода «Фламинго». – Симферополь: 1975.
7. Пустовитенко Б.Г., Склад А.М., Вольфман Ю.Н., Сафронов О.Н. Сейсмическое районирование территории Украины: Современное состояние, проблемы и задачи. // Материалы IV научно-технической конференции «Строительство в сейсмических районах Украины». – Ялта, май, 1999 г. – 237 с.
8. Руководство пользователя ПК «Лира-Windows», Т1-6, НИИАСС, Киев, 1996г.
9. Морозова Е.В., Пересыпкин Ю.В. Опыт применения надстроек типа «Фламинго» для реконструкции жилого фонда малой и средней этажности // Сборник научных трудов КАПКС «Строительство и техногенная безопасность». Выпуск 9. – Симферополь: КАПКС, 2004г. – стр. 23-29.

удк

Сильнов Г. П., инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Опыт строительства цехов «Ртутного Электролиза на Иркутском Химкомбинате»

Защита свай от агрессивной среды пропиткой в петролатуме и покраска конструкций мастикой ПХВ.

Агрессивная среда, изоляция, петролатум, мастика ПХВ.

Строили «Ртутный Электролиз». Ртути планировалось использовать 10 тыс. тонн.

Производство хлора получали после электролиза NaCl и получали металлический натрий.

Была агрессивная среда.

Проектанты запланировали свайные фундаменты с защитой свай- пропиткой в петролатуме. Петролатум это отход нефтепереработки. Раньше постовляла его Уфа. Были разработаны ванны с паропрогревом $t=150^{\circ}\text{C}$. Сваи разгружали краном, температура в течение 3 часов поднималась до 130°C и держалась сутки. Затем сваи остывали и петролатум перепускали во вторую емкость. Потом сваи вынимали и отправляли на стройку для устройства свайного фундамента. Все здания были больших размеров: длиной 150м, шириной 90м, шаг колонн 12х6м, и высотой 15м. Все колонны, балки и плиты покрытий планировалось покрыть пленкой ПХВ в 3 слоя. И общий объем работ более 3-х миллионов м^2 пленки.

Объем работ был колоссальный. На объекте работали заключенные, осуществить контроль было невозможно. По договору с Иркутским Политехническим институтом была разработана технология нанесением на поверхность жидкой строительной удочкой в 6 слоев. Сначала наносили 3 слоя грунтовки ПХВ на основе полихлорвиниловых смол. Грунтовку в виде серо-голубой пасты поставляли в таре по 50кг с растворителем дихлорэтан и отвердителем. Перед нанесением на конструкции пасту разбавляли растворителем в соотношении 1:1 по весу. Паста превращалась в жидкую эмульсию, в которую добавляли отвердитель в соотношении 10 частей эмульсии к 1 части отвердителя. Все это наносили на конструкции пистолетом - распылителем, слои наносили последовательно друг на друга через 24 часа после высыхания. Потом на три высохших слоя грунтовки наносили последовательно три слоя эмали ПХЭ на основе полихлорвиниловых смол. Эмаль ПХЭ (светло-голубая жидкая эмульсия), поставляли в герметических бочках по 100кг.

В случае необходимости эмаль разбавляли до нужной консистенции растворителем дихлорэтан и тем же пистолетами-распылителями наносили по грунтовке на конструкции. Получалась прочная светло-серо-голубая пленка, наподобие хлорвиниловой изоляции кабелей. Скорость работ была увеличена в сотни раз и при высоком качестве.

ВЫВОД:

Новая технология позволила сдать объект в эксплуатацию с высоким качеством.

Раздел 3. Строительные материалы и изделия

УДК 624.024.029.9

Лавринев П. Г., к.т.н., доцент; Корохов В. Г., к.т.н., профессор, Бутова И.В., инженер
Национальная академия природоохранного и курортного строительства.

Гуйтур В.И., к.т.н., профессор

Николаевский государственный университет им. В.А. Сухомлинского

Об основных параметрах и применении технологии роликового формования

Получены зависимости для определения производительности процесса, предельных толщин формуемых изделий и нагрузок, действующих на оборудование, и формы с учетом параметров машин, видов смесей и типа изделий.

Роликовая технология, мелкозернистая смесь, коэффициент уплотнения, тяговое усилие.

Повышение эффективности капитального строительства в значительной степени связано с техническим прогрессом промышленности сборного железобетона. В этой связи важную роль играют дальнейшее совершенствование и создание новых технологий формования железобетонных изделий. К их числу относится безвибрационная технология роликового формования, преимущества которой заключаются в отказе от крупного заполнителя, возможностях получения высокопрочного, долговечного и плотного бетона, сокращении трудозатрат, повышении надежности оборудования, снижении уровня шума [1,2].

В ранее опубликованных работах [3,5] по технологии роликового формования были изучены в основном физико-механические свойства мелкозернистого бетона, описана возможность данного способа по изготовлению бетонных и железобетонных изделий различного назначения, рассмотрены вопросы экономической эффективности применения роликовой технологии.

Детальный анализ информационной обеспеченности по рассматриваемой проблеме показывает, что для совершенствования технологии роликового формования и получения изделий более высокого качества необходимы дополнительные теоретические и экспериментальные исследования.

В настоящей работе ставили следующие задачи:

1. Установить технологические приемы и параметры роликового формования, обеспечивающие получение изделий надлежащего качества.

2. Получить зависимости для определения производительности процесса, предельных толщин формуемых изделий и нагрузок, действующих на оборудование и формы, с учетом параметров машин, видов смесей и типа изделий, зависимости для определения достигаемой прочности бетона и оптимизировать составы смеси с учетом параметров формующей машины и требуемого класса бетона.

Схема формования бетонных и железобетонных изделий по роликовой технологии сравнительно проста (см. рисунок). Уплотнение бетонной смеси происходит под роликами вследствие вдавливания смеси (при возвратно-поступательном движении балки с роликами) в нижние слои новых порций смеси, непрерывно поступающих из расходного бункера малыми порциями в форму, перемещающуюся перпендикулярно движению балки по рольгангу.

Экспериментальные исследования по определению параметров процесса и выявлению достигаемых показателей качества бетона осуществляли с помощью специально разработанного лабораторного стенда и на различных полупроизводственных установках, подробное описание которых приведено в работах [4-6].

В опытах были приняты: диаметр роликов $D_p = 125-375$ мм, длина роликов $l_p = 100-300$ мм, число двойных ходов балки в минуту $n = 30-100$; расстояние между роликами $A = 340-500$ -мм, толщина формуемых изделий $h_{изд} = 15-250$ мм. Ширина балки $B\delta = 200-400$ мм.

Для приготовления смеси использовали цементы М300 и М400 в количестве от 300 до 600 кг/м³, песок с модулем крупности от 1,83 до 3. Расход воды изменяли от 110 до 200 л/м³, что обеспе-

чивало $V/C = 0,25-0,5$. Составы смесей соответствовали условиям полного заполнения межзерновых пустот песка цементным тестом (ПЗПЦТ) и недостатка цементного теста (НЦТ).

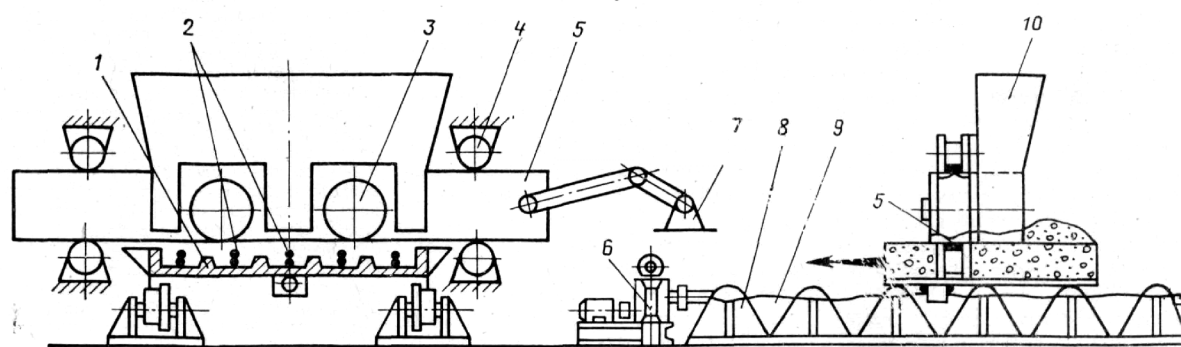


Схема формования
1 — форма; 2 — арматурный каркас; 3 — формующие ролики; 4 — направляющие; 5 — бадка; 6 — привод перемещения формы; 7 — кривошипно-шатунный механизм; 8 — родеганг; 9 — ходовой винт; 10 — расходный бункер

Рис.1. Схема формования

Одной из основных особенностей роликового формования является необходимость соблюдения скорости перемещения формы, равной скорости течения уплотненной смеси из-под роликов.

В результате обработки опытов было получено выражение для ее расчета, определяющего производительность процесса:

$$V_{\phi} = \frac{8,66 \cdot 10^{-3} \cdot \Pi R (1 - \cos \alpha_1) l_p \cdot B_{\text{изд}} \cdot n}{S}, \text{ м/с} \quad (1)$$

где: Π - пористость свежееотформованного бетона; R - радиус прессующего ролика, м; $B_{\text{изд}}$ - ширина изделия, м; n - частота формования; S - площадь сечения формуемого изделия, м^2 ;

α_1 - угол захвата прессующего ролика, значение которого:

$$\alpha_1 = (0,189 + 0,0573 \cdot C/B)(0,75 + 4,66 \cdot 10^{-3} \cdot n), \text{ рад} \quad (2)$$

Показано, что уплотнение с высоким коэффициентом $K_{\text{упл}}$ возможно при соблюдении условия: $h_{\text{изд}} = (0,9-1) R$,

Это выражение справедливо для изделий высотой не более 120-150 мм. В случае формования изделий большей высоты $K_{\text{упл}}$ нижней его части будет меньше на 15-20%.

Было установлено, что для исключения проскальзывания ролика при формовании частота n не должна превышать 40 двойных ходов в минуту при свободном вращении роликов и может быть больше (до 70) при принудительном [4].

Деструкцию бетона свежееотформованной части изделия предотвращает стабилизирующая балка. Измерениями значений давления в зоне действия балки было установлено, что ее ширина B_0 должна быть не менее диаметра ролика D_p .

В процессе отработки технологии изготовления армированных изделий было отмечено, что могут происходить смещения арматурных элементов относительно проектного положения, а в отдельных случаях из-за их упругого последействия могут появляться трещины на поверхности изделий. В результате проведенных экспериментальных исследований были предложены приемы, исключаяющие эти явления, в том числе использование предварительно-напряженного армирования, жестких сеток или пространственных каркасов с установкой их на прочные (недеформируемые) фиксаторы, которые устанавливаются друг от друга на определенном расстоянии (для стержней диаметром до 20 мм не более 600 мм) при одновременной фиксации каркасов сверху упорами, закрепленными заподлицо с верхней плоскостью, а также применение одинарных, достаточно жестких сеток.

Применение технологии роликового формования потребовало изучения особенностей подбора состава смесей и разработки соответствующей методики. Имеется ряд работ в области состава мелкозернистых смесей (Ю.М.Баженова, И.М.Красного, Б.Г.Скрамтаева, Я.А.Кайсера, И.А.Киренко, К.И.Львовича, А.Е.Десова и др.), однако полностью использовать их не представляется возможным из-за качественных отличий самих смесей, имеющих малое водосодержание. Такие виды смесей

лежат за пределами чувствительности стандартных приборов, предназначенных для определения формовочных свойств. Кроме того, в связи с существенным влиянием на степень уплотнения смеси вида изделий (его толщины, характера армирования) пока невозможно оценить по стандартным кубам фактическую прочность бетона в изделии.

В основу расчета составов смеси в исследованиях был принят традиционный метод абсолютных объемов. Технология роликового формования позволила применять смеси с малым водосодержанием и обеспечивала при этом достижение низких В/Ц, позволяющих получить высокую прочность бетона, в ряде случаев не требующуюся для работы конструкций. В связи с этим применяли составы с высоким расходом цемента и со сравнительно небольшим расходом. В первом случае цемента было достаточно для того, чтобы были обеспечены полное заполнение межзерновых пустот в уплотненном песке цементным тестом (ПЗПЦТ) или имелась раздвижка зерен. Во втором - имелось неполное заполнение пустот цементным тестом (НЦТ). Минимальная степень заполнения пустот в опытах доходила до 0,86 от объема пустот. Анализ результатов определения прочности показал, что при этом имеется снижение прочности бетона за счет дополнительной пористости, в среднем достигающем 4,2% от расчетной (по принятому В/Ц) на каждый процент увеличения пористости из-за НЦТ. Было также установлено, что аналогичное снижение прочности наблюдается в составах с ПЗПЦТ в тех случаях, если пористость является результатом недоуплотнения бетона. Кроме того, было обнаружено, что уплотняющая способность машины при прочих равных условиях зависит от количества цементного теста в бетоне. Например, для состава с ПЗПЦТ машина может обеспечить $K_{упл} = 0,95$ (или пористость за счет недоуплотнения $\Pi = 5\%$), Эта же пористость достигалась и в составах, имевших степень заполнения пустот цементным тестом 0,95, а коэффициент уплотнения ($K_{упл}$) при этом равен 1. Прочности бетонов были идентичны. Поскольку во втором случае состав более экономичен по расходу цемента, логично принять его для применения.

На основе полученных результатов и была создана методика подбора состава смеси с учетом решающей способности формовочного устройства.

При оценке качества бетона роликового формования были изучены физико-механические свойства бетона: прочность, морозостойкость, водопоглощение, газонепроницаемость, огнестойкость, а также степень и однородность уплотнения, которые определяют долговечность бетона и возможность его использования в различных изделиях.

Оценку физико-механических свойств бетона производили путем испытания образцов, полученных из затвердевшего изделия, результаты испытаний бетона из бортовых камней, показали, что несмотря на низкую марку применяемого цемента (шлакопортландцемент М300), прочность на осевое сжатие мелкозернистого бетона достигала $R_{сж}^{28} = 21-27,5$ МПа при расходах цемента 245-350 кг/м³, т.е. соответствующих расходу для вибрированного бетона с крупным заполнителем. Все испытанные образцы, независимо от расхода цемента, выдержали 300 циклов попеременного замораживания и оттаивания.

Результаты испытаний бетона из фрагментов аэродромных плит, отформованных на полупроизводственной установке, показали, что прочность на сжатие достигала для бетонов с ПЗПЦТ до 90 МПа при марке цемента 400, а для бетонов с расходом цемента примерно равным, как у обычного вибрированного бетона (350-430 кг/м³), до 40-50 МПа.

Испытание на водонасыщение показало, что бетон с ПЗПЦТ более плотный (время водонасыщения $t_{вл} = 5$ суток), чем бетон с НЦТ ($t_{вл} = 1-2$ суток). Бетон, испытанный на морозостойкость, показал $M_{рз} = 400$ без снижения прочности, несмотря на незаполненную структуру.

Фрагменты аэродромных плит были подвергнуты испытанию на огнестойкость. Результаты испытаний показали, что бетон с НЦТ более огнестоек, чем бетон с ПЗПЦТ.

Коэффициент вариации, равный 3,6% доказывает о достаточно высокой однородности бетона. Бетон с ПЗПЦТ и с НЦТ был испытан углекислым газом на диффузионную проницаемость. Испытания показали, что в образцах с ПЗПЦТ карбонизационного слоя практически не обнаружено, коэффициент диффузии равен $0,6 \cdot 10^{-4}$ см²/с, бетоны этих составов относятся к категории особо плотных. В образцах с НЦТ карбонизация прошла в среднем на 8-9 мм, коэффициент диффузии равен

$5,8 \cdot 10^{-4}$ см²/с, что соответствует бетону нормальной плотности.

Результаты испытаний бетона из тротуарных плит ТП-10, показали, что прочность на сжатие достигла (для бетонов с расходом цемента 590 кг/м^3) 60 МПа , прочность на изгиб $R_{\text{изг}}^{28} = 5,5 \text{ МПа}$, морозостойкость $M_{\text{рз}} = 400$ циклов. Для сравнения отметим, что при изготовлении этих же плит вибрационной технологией эти показатели были $R_{\text{сж}}^{28} = 40 \text{ МПа}$, $R_{\text{изг}}^{28} = 5 \text{ МПа}$, $M_{\text{рз}} = 200$ циклов.

Прозвучивание этих плит по площади, показало, что коэффициент вариации равен $3,9\%$, что указывает на достаточно высокую однородность уплотнения.

Были выполнены исследования, связанные с определением нагрузок, действующих на оборудование в процессе формования, учет которых необходим при проектировании формовочных устройств и форм. Так были получены выражения для определения давлений, действующих на днище (P_{max}) и борта формы P_{ϕ} в процессе формования, в виде:

$$P_{\text{MAX}} = K_T \frac{0,26 R (1 - \cos \alpha_1) \cdot 10^2}{K_p}, \text{ МПа} \quad (3)$$

где: K_T - технологический коэффициент равный:

1 - для изделий, формируемых без перегородок и арматуры,

1,5- для изделий, формируемых из смесей с добавкой щебня,

1,7- для изделий, формируемых в формах с перегородками, причем отношение площади сечения всего изделия к площади одного фрагмента, перекрываемого перегородкой, должно быть в пределах 7-10,

2,5- для изделий, формируемых в формах с перегородками и добавкой щебня;

K_p - коэффициент, зависящий от частоты воздействия прессующих роликов на бетонную смесь:

$$K_p = 1,69 \cdot 10^2 \cdot n - 0,15, \frac{c^2 \cdot \text{м}^2}{\text{к}^2} \quad (5)$$

$$P_{\delta} = K_{\delta} \cdot P_{\text{MAX}} = \frac{K_T \cdot K_{\delta}}{K_p} \cdot 0,26 R (1 - \cos \alpha_1) \cdot 10^2, \text{ МПа} \quad (6)$$

где K_{δ} - коэффициент бокового давления, равный $0,7$.

В результате обработки экспериментальных данных была получена формула для расчета тягового усилия форм:

$$P_{\phi} = \frac{K_T}{K_p} \cdot 4,03 R (1 - \cos \alpha_1) \cdot 10^6 \left[l_p \cdot \alpha \sqrt{\frac{R \cdot V_{\phi} \cdot S}{l_p B_{\text{ИЗД}} \cdot n}} \cdot 10^2 + 1,63 \cdot B_{\delta} \cdot B_{\text{ИЗД}} \right] \left(\frac{d\mu}{D} + \frac{2\mu}{D} \right) \beta, \text{ Н} \quad (7)$$

где d - диаметр цапфы колеса формы, м; D - диаметр колеса формы, м; μ - приведенный коэффициент трения качения в цапфах, равный $0,03$; μ_1 - коэффициент трения качения колеса по направляющим; $\mu_1 = 0,0008$; β - коэффициент, учитывающий дополнительное сопротивление трения ребер колеса формы о направляющие, равный $2,5$.

Обработка экспериментальных данных позволила получить формулы для расчета мощности, потребляемой главным приводом установок роликового формования:

$$N = \frac{K_T \cdot K_{\text{ск}}^1}{K_p} \cdot 6,5 R (1 - \cos \alpha_1) \cdot R_{\text{кр}} \cdot \omega \cdot \left[10^3 \cdot B_{\delta} \cdot R_{\text{ИЗД}} + K_{\text{п}} \cdot 1,78 l_p \sqrt{\frac{P \cdot V_{\phi} \cdot S}{l_p \cdot R_{\text{ИЗД}} \cdot n}} \cdot 10^2 \right], \text{ кВт} \quad (8)$$

где $K_{ск}^1$ - коэффициент трения скольжения металла по уплотненной бетонной смеси, равной 0,3 (получен из экспериментов); $K_{п}$ - коэффициент сопротивления перекачиванию:

$$K_{п} = 0,03 + 3,8 \cdot 10^{-3} \cdot n, \quad (9)$$

$K_{кр}$ - радиус кривошипа, м; ω - угловая скорость вращения кривошипа, по результатам обработки экспериментальных данных.

По запросам заинтересованных организаций изучали возможность формирования различных видов изделий. Были изготовлены предварительно-напряженные аэродромные плиты, армированные плоские и ребристые плиты, решетки перекрытий каналов животноводческих ферм, стойки для виноградных шпалер, плиты трамвайных путей, многопустотные настилы, люки канализационных колодцев. Опробована возможность многослойного формирования. Так, четыре аэродромные плиты прошли натурные испытания на кратковременную и длительно действующую нагрузку. Результаты испытаний показали, что прочность и трещиностойкость плит с ПЗПЦТ превышала проектные показатели в 1,3 раза. У плит с НЦТ эти показатели равны проектным. Указанное является косвенным свидетельством того, что усадка и ползучесть мелкозернистого бетона роликового формирования идентичны обычным тяжелым бетонам, отформованным традиционной вибрационной технологией. Результаты испытаний плоских и ребристых плит, а также решеток перекрытия животноводческих ферм показали, что трещиностойкость этих конструкций превышает проектные показатели соответственно в 1,2 и 4 раза. Названные конструкции были изготовлены из мелкозернистых смесей с расходом цемента (марки 400) от 425 до 600 кг/м³. Результаты испытаний крышек люков канализационных колодцев показали, что прочности (разрушающее усилие 15 КН) железобетонных и чугунных изделий равны. Расход цемента активностью 35 МПа составлял от 466 до 508 кг/м³. Прочность кубов, выпиленных из стоек виноградных шпалер, составляла от 55 до 65 МПа при расходе цемента (марки 400) 510 кг/м³.

Изложенное позволяет рекомендовать применение роликовой технологии в первую очередь для производства дорожных и аэродромных плит, а также элементов благоустройства и архитектурного оформления городов, отдельных элементов сельскохозяйственного строительства, где нужен долговечный бетон. Получены также первые положительные результаты по применению технологии роликового формирования фибробетонных изделий.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных экспериментальных и теоретических исследований по технологии роликового формирования получены зависимости для определения производительности процесса, предельных толщин формируемых изделий и нагрузок, действующих на оборудование и формы с учетом параметров машин, видов смеси и типа изделий. Получены также зависимости для расчета мощности, потребляемой главным приводом установок роликового формирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архипкин А. А., Лавринев П. Г. Технология роликового формирования бетонных и железобетонных изделий из мелкозернистых смесей // В кн.: Исследования в области технологии, структурообразования строительных материалов и изделий на их основе. – Тбилиси. – 1981. – с. 35-38.
2. Селиванова С.А., Кузин В.Н. формирование с помощью роликов жестких мелкозернистых смесей. Труды НИИЖБ, вып.30,1977, с. 13-19.
3. Руденко И.Ф., Якушин В.А. и др. Способ роликового формирования изделий из мелкозернистого бетона, - В сб. Исследования и применение мелкозернистых бетонов, труды НИИЖБ, вып. 35.-М.: Стройиздат, 1978, с.38.
4. Руденко И. Ф., Кузин В. Н., Лавринев П. Г. и др. // Рекомендации по изготовлению железобетонных изделий методом роликового формирования. – М. – 1983. – 32 с.
5. Лавринев П. Г. Безвибрационная технология роликового формирования изделий из сталефибробетонных смесей // В кн.: Пути технического совершенствования и интенсификации строительного производства. – М. – 1984. – с. 124-127.
6. Баранов Д. С. Карамзин В. Е. О методике измерения давления бетонной смеси на элементы форм // Стальные формы для сборного железобетона. М.: Стройиздат, 1966 – 192 с.

Любомирский Н.В., к.т.н., доцент, Артюхов Ю., студент
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Циак Н., магистр-инженер
Университет Варминско-Мазурский в Ольштыне (Польша)

Патронированное невзрывчатое разрушающее вещество на основе негашеной извести, модифицированной железосодержащими добавками

Рассматриваются вопросы получения патронированного невзрывчатого разрушающего вещества (НРВ) на основе негашеной извести, модифицированной железистыми добавками, и пластифицирующее-замедляющей добавкой. Разработаны оптимальные технологические параметры формования патронов из порошка НРВ путем его гранулирования и последующего прессования.

невзрывчатое разрушающее вещество, патронированное НРВ, негашеная известь, гранулирование, прессование, прочность, время гашения

В практике современного строительства все больше применение находят строительные материалы, обладающие эффектом расширения. Использование таких материалов позволит отказаться от использования небезопасных и дорогих взрывных веществ, негативно влияющих на экологическую ситуацию в районе проведения взрывных работ, исключить такое негативное явление как усадка, имеющая место при твердении минеральных вяжущих веществ.

Наиболее эффективным способом, позволяющим сократить сроки и стоимость реконструкционных работ (разрушение бетонных, железобетонных конструкций, каменной кладки и т.д.), добычи блоков природного камня, а также исключить трудности соблюдения техники безопасности и охраны окружающей среды, является невзрывной способ разрушения с применением невзрывчатых разрушающих веществ (НРВ) [1 – 5].

Разрушение объектов вызывает сила расширения продуктов гидратации НРВ. При этом разрушение не сопровождается выбросом твердых и газообразных продуктов реакции в атмосферу, звуковыми и другими колебаниями, отпадает необходимость в проведении мероприятий по защите сооружений. В ряде случаев применение НРВ является единственно возможным способом разрушения, например, вблизи сосудов, работающих под давлением, емкостей с горючими веществами, АЭС и т.д.

Технология безвзрывного разрушения каменных материалов предусматривает приготовление рабочего раствора НРВ и заливке его в шпур разрушаемого объекта [6]. Научный и практический интерес представляет применение патронированных НРВ [7]. Применение НРВ в виде патронов диаметром, соответствующим диаметру шпура, позволит значительно сократить время закладки разрушающего вещества в шпур, упростить производство работ и уменьшить трудоемкость работы. Однако, наряду с множеством разработок порошковых невзрывчатых разрушающих веществ, практически отсутствуют работы по получению патронированных НРВ.

Таким образом, целью настоящей работы является разработка патронированного невзрывчатого разрушающего вещества путем установления оптимальных технологических параметров формования патронов.

Патронированное невзрывчатое разрушающее вещество – один из перспективных строительных материалов, является композиционным материалом, состоящим из расширяющего компонента, быстротвердеющего вяжущего и пластифицирующе-замедляющей добавки, в форме цилиндра диаметром 25, 29, 33 или 40 мм (85 – 95 % от диаметров отверстий шпуров 28, 32, 36 и 44 мм [6] соответственно) с центральным отверстием и высотой 300 мм и более. Центральное отверстие в патроне должно обеспечивать расход воды в пределах $V/T = 0,25 \dots 0,3$.

Применение НРВ в виде патронов позволит значительно ускорить и упростить производство работ по разрушению объектов из хрупких материалов [6]. Отпадает необходимость в приготовлении рабочего раствора НРВ, работы по которому состоят в точном дозировании порошка НРВ и

воды и тщательном перемешивании компонентов в течение не более 2 мин. Кроме того, применение невзрывчатого разрушающего вещества в виде патронов позволит производить работы на больших площадях разрушаемого объекта, поскольку работы сводятся лишь к высверливанию шпуров, закладке в шпуры патронов НРВ и заливке в отверстия патронов воды и, при необходимости, закрытии открытой поверхности шпура материалом от попадания воды в шпур.

Работа патрона невзрывчатого разрушающего вещества в шпуре сводится к следующему. Под воздействием воды патрон растворяется и в шпуре превращается в рабочий раствор, при этом В/Т раствора составляет примерно 0,28...0,3. Приблизительно через 2 – 4 ч в зависимости от температуры воздуха начинается массовая гидратация кристаллов оксида кальция НРВ и возникновение в замкнутом пространстве шпура давления расширения. Через 6 – 8 ч разрушаемый объект покрывается сетью трещин, разделяющими его на отдельные небольшие блоки, и готов к разборке или демонтажу.

В данной работе в качестве невзрывчатого разрушающего вещества использовали разработанное в НАПКС порошковое НРВ на основе негашеной извести, полученной в результате обжига известняка-ракушечника с железистой добавкой, полуводного гипса и пластифицирующе-замедляющей добавки [8 – 10].

Производство патронированного НРВ состоит из получения расширяющего известкового спека, совместном помоле спека с пластифицирующе-замедляющей добавкой, формование из порошка НРВ патронов и упаковки их в водонепроницаемый материал (полиэтиленовая пленка). Формование патронов НРВ осуществляется путем прессования предварительно гранулированного порошка НРВ. Предварительная грануляция порошка невзрывчатого разрушающего вещества способствует равномерному распределению в массе порошка связующего вещества – жидкости, облегчает процесс формования патронов. Кроме того, уплотнение частиц в грануле [11, 12] влияет и на увеличение плотности патрона НРВ и, как следствие, более полному заполнению шпура материалом НРВ. Все это влияет на более эффективную работу невзрывчатого разрушающего вещества.

Гранулирование порошкообразных материалов осуществляется в присутствии жидкой фазы, которая вводится с исходными сыпучими компонентами. Поскольку, гранулируемый материал является реакционным по отношению к воде, жидкостью должно быть вещество не вызывающее гашение СаО. Таким веществом может служить, например, машинное или пищевое масло, жидкий парафин и т.п.

В настоящей работе для гранулирования порошка НРВ применяли метод окатывания на тарельчатом грануляторе. Гранулирование методом окатывания состоит в предварительном образовании агрегатов из равномерно смоченных частиц или в наслаивании сухих частиц на смоченные ядра – центры гранулообразования. Этот процесс обусловлен действием капиллярно-адсорбционных сил сцепления между частицами и последующим уплотнением структуры, вызванным силами взаимодействия между частицами в плотном динамическом слое [11, 12].

Исследования условий гранулирования НРВ проводили на лабораторном тарельчатом грануляторе. Диаметр тарелки гранулятора 500 мм, скорость вращения тарелки – 36 об/мин.

В качестве жидкости для формования гранул применяли отработанное трансформаторное масло. Скорость подачи порошка НРВ на гранулятор составляла 0,2 кг/мин. Расход жидкой фазы изменяли в пределах от 1 до 10 % от массы порошка НРВ.

Принцип работы гранулятора показан на рис. 1. Порошок НРВ подают в точку X, жидкую фазу разбрызгивают над материалом. Мелкие частицы скребком 6 направляются в зону орошения. Крупные агломерированные частицы движутся к поверхности глубокого слоя 4 в нижней части тарелки и выгружаются из нее через борт в нижней части тарелки, а мелкие остаются в слое 5 для дальнейшего агломерирования. Таким образом, в слое происходит и классификация гранул.

При проведении испытаний установлено, что наиболее стабильные гранулы размером 2 – 4 мм образовывались при расходе масла 7 – 10 % от массы порошка НРВ. Время образования гранул (время гранулирования) – 10 мин. Насыпная плотность гранулированного НРВ составила 1050 кг/м³, что меньше насыпной плотности порошка НРВ (1280 кг/м³).

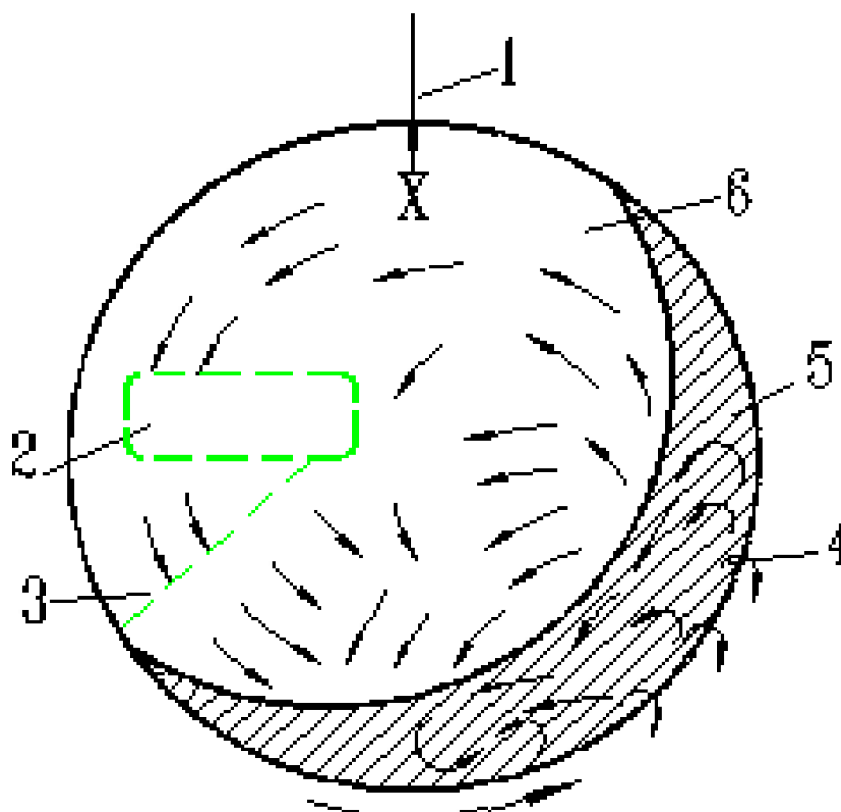


Рис. 1. Принцип работы тарельчатого гранулятора:

1 – подача твердых компонентов; 2 – подача отработанного трансформаторного масла; 3 – скребок; 4 – место выгрузки продукта через борт; 5 – глубокий слой материала; 6 – неглубокий слой мелких частиц.

Второй основной технологической операцией по изготовлению патронов НРВ является прессование гранулированного порошка. Для определения оптимального прессующего давления полученные гранулы НРВ прессовали с удельным давлением прессования 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50 и 60 МПа. Опытные образцы-цилиндры получали в металлических пресс-формах диаметром 27,7 мм и высотой 25 – 30 мм. Отпрессованные образцы-цилиндры испытывали на прочность при сжатии, время поглощения воды и распадаения цилиндра под воздействием воды, время гашения.

Таблица 1

Физико-механические характеристики образцов-цилиндров патронированного НРВ

Удельное давление прессования образцов, МПа	Средняя плотность образцов, г/см ³	Предел прочности при сжатии, МПа	Время разрушения образца-цилиндра в воде, с	Время гашения образцов-цилиндров, с
5	2,42	0,1	460	7300
10	2,45	0,12	480	7280
15	2,49	0,4	510	7340
20	2,54	0,56	520	7350
30	2,56	0,6	510	7340
40	2,64	0,95	520	7350
50	2,65	0,97	540	7360
60	2,72	1,35	560	7360

Результаты табл. 1 свидетельствуют, что трансформаторное масло практически не влияет на скорость гашения НРВ. Время гашения патронированного НРВ в сравнении с порошком НРВ замедляется всего на 100 – 160 с. Время гашения порошка НРВ составляет 7200 с. Больше всего на физико-механические свойства влияет удельное давление прессования. С повышением удельного давления прессования увеличивается средняя плотность и предел прочности при сжатии патронов. Причем если плотность растет незначительно ($2,42 \text{ г/см}^3$ при давлении прессования 5 МПа и $2,72 \text{ г/см}^3$ при 60 МПа), то прочность при сжатии образцов-цилиндров возрастает заметно с 0,1 МПа при удельном прессующем давлении 5 МПа до 1,35 МПа при удельном прессовании при 60 МПа. Давлением прессования порошка НРВ, при котором возможно получать патроны достаточной прочности для работы с ними (более 0,5 МПа), можно считать 20 МПа и более.

Таким образом, можно заключить, что оптимальным давлением прессования патронов НРВ, обеспечивающим достаточную прочность патронов для их транспортировки и удобства работы, является 20 МПа и более, в зависимости от длины патрона.

ВЫВОДЫ

1. Экспериментально доказано, что из порошка НРВ на основе известково-железистой композиции можно получать невзрывчатое разрушающее вещество в виде патронов, готовых для закладки в шпуровый разрушаемый материал, путем грануляции порошка НРВ и последующего сухого прессования.
2. В качестве жидкой фазы для осуществления процесса гранулирования порошка НРВ можно использовать отработанное трансформаторное масло. Наиболее стабильные гранулы размером 2 – 4 мм образуются при расходе масла 7 – 10 % от массы порошка НРВ.
3. Оптимальным удельным давлением прессования порошка НРВ при получении патронированного НРВ, обеспечивающим прочность патронов не менее 0,5 МПа, является давление 20 МПа и более.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безопасный способ разрушения сооружений / Шереметьев Ю.П., Струков И.П., Удалов В.В., Ушаков Ю.Л. // Цемент. – 1991. – № 3–4. – С. 44–45.
2. Захаров Н.М. Разрушающий материал на основе высокоплотной негашеной извести // Строительные материалы. – 1995. – № 10. – С. 10–11.
3. Колбасов В.М., Леонов И.И., Сулименко Л.М. Технология вяжущих материалов. – М.: Стройиздат, 1987. – 105 с.
4. Средство для добычи блоков природного камня / Хорьков П.Н., Николаев М.М., Сажнева З.С., Рогатин Н.Н., Стадницкий Б.Я., Артамонов С.М. // Строительные материалы. – 1984. – № 8. – С. 10.
5. Шульгин Л.П., Гордышев С.А. Влияние некоторых факторов на эффективность действия невзрывного разрушающего средства // Химическая промышленность. – 1992. – № 3. – С. 177–179.
6. Сургучев В.Г., Любомирский Н.В. Рекомендации по разрушению прочных хрупких материалов при ведении ремонтных работ с использованием разрушающего материала (РМ) на основе известково-железистой композиции. – Симферополь: КАПКС. – 2001. – 20 с.
7. Левинтант Р.Г., Агеев С.Г., Залита Б.В. Патронированное невзрывчатое разрушающее средство // Строительные материалы. – 1991. – № 9. – С. 16–17.
8. Пат. 25703 А Україна, МКІ С 04 В 7/17. Руйнівний матеріал / М.П. Гаврилук, І.Я. Бондар, Г.І. Арзамасцев, М.В. Любомирський (Україна). – № 96103765, 30.10.98; Заявл. 01.10.96; Опубл. 25.12.98, Бюл. № 6. – 4 с.
9. Гаврилук Н.П., Любомирский Н.В. Структурообразование и свойства невзрывчатого разрушающего вещества на основе модифицированной извести // Будівництво: зб. наук. пр. ДніТУ. – вип. 7. – Дніпропетровськ. – 1999. – С. 200–205.
10. Любомирский Н.В. Регулирование свойств расширяющихся композиций поверхностно-активными веществами // Вестник Донбасской государственной академии строительства и архитектуры. – Макеевка. – 2001. – вып. 2001-1(26). – С. 122–124.
11. Классен П.В., Гришаев И.Г. Основы техники гранулирования. – М.: Химия, 1982. – 230 с.
12. Классен П.В. Грануляция. – М.: Химия, 1989. – 205 с.

Свищ И.С., к.т.н., доцент, Носатова Е.В., инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Влияние технологических параметров на физико-механические свойства строительного камня из шлакощелочного бетона в производственных условиях

Рассматриваются производственные составы бетона и технологический процесс производства строительного камня, отработанные на предприятии МСП «Стройкомплект».

Бетон шлакощелочной, жидкое стекло, плотность, прочность, жесткость, отходы, шлак доменный, критерий, состав, наполнитель, оптимизация, планирование.

На МСП «Стройкомплект» были отработаны и уточнены технологические параметры процессов приготовления, укладки, формования шлакощелочной бетонной смеси и условий набора прочности бетона при производстве строительного камня из обычного и цветного шлакощелочного бетона на основе жидкого стекла с силикатным модулем $M_c = 1,5 \dots 1,7$ и отходов камнепиления известняка ракушечника.

Предварительно была проведена оптимизация составов бетонов с использованием шлакощелочного вяжущего при помощи математического планирования эксперимента (МЭП). В результате работы были получены математические модели прочности, плотности и удобоукладываемости (в частности жесткости) бетонных смесей. По математическим моделям были определены оптимальные лабораторные составы шлакощелочного бетона, а также исследованы свойства этого бетона. Была получена кубиковая прочность на осевое сжатие, призменная прочность на осевое сжатие, морозостойкость, средняя плотность бетонного камня ($R_{куб} = 15 \dots 30$ МПа; $R_b = 18 \dots 22$ МПа; модуль упругости $E_b = 15500 \dots 17500$ МПа; $\rho_0 = 1990 \dots 2150$ кг/м³; F50). Были подготовлены все предпосылки для проведения производственных испытаний.

В результате производственных испытаний было выявлено, что технологический процесс при производстве строительного камня на Симферопольском МСП «Стройкомплект» предусматривает: объемное дозирование исходных компонентов, их совместное перемешивание, формование строительного камня и выдерживание в естественных условиях до набора отпускной прочности, испытание образцов.

Производственные испытания осуществляли в целях получения однородной бетонной смеси в лопастном смесителе, объемом по загрузке 250 литров.

В процессе производственных испытаний установлена и подтверждена целесообразность использования оборудования предприятия для изготовления строительного камня из шлакощелочного бетона.

В соответствии с результатами научно-исследовательских, опытно-промышленных и внедренческих работ получен состав шлакощелочного бетона на основе жидкого стекла с силикатным модулем $M_c = 1,5 \dots 1,7$ и отходов камнепиления известняка ракушечника для изготовления строительного камня, соответствующий требованиям ДСТУ БВ 2.7-16-95 и ДСТУ БВ 2.7-25-95.

В результате производственных испытаний был откорректирован технологический регламент в части оптимизации состава обычного и цветного шлакощелочного бетона. В частности состав обычного шлакощелочного бетона после корректировки следующий: расхода молотого доменного шлака – 335 кг на 1 м³ бетонной смеси; щебня из отходов камнепиления известняка ракушечника фракции 10 – 20 мм – 775 кг на 1 м³ бетонной смеси; песка из отходов камнепиления известняка ракушечника – 580 кг на 1 м³ бетонной смеси; жидкого натриевого стекла – 201 литр, плотностью $\rho = 1,145$ г/см³, на 1 м³ бетонной смеси. Состав цветного шлакощелочного бетона после корректировки следующий: расход молотого доменного шлака – 335 кг на 1 м³ бетонной смеси; щебня из отходов известняка ракушечника – 780 кг на 1 м³ бетонной смеси; песка из отходов камнепиления известняка ракушечника – 565 кг на 1 м³ бетонной смеси; жидкого натриевого стекла плотностью

$\rho = 0,155 \text{ г/см}^3 - 212$ литров на 1 м^3 бетонной смеси; красного пигмента (железный сурик, ГОСТ 8135 – 74) – $10 \dots 11$ кг на 1 м^3 бетонной смеси. Дозирование компонентов производили на производственный объем в 225 литров бетонной смеси.

В результате исследований были изготовлены 115 штук камней двух составов на обычном и цветном шлакощелочном бетоне. Выявлены технологические особенности и технологические параметры при приготовлении бетонной смеси и формировании строительного камня. Также, при формировании камней были изготовлены образцы кубов $10 \times 10 \times 10$ см, не менее 12 штук, 4 образца призм обычного и 4 образца призм цветного ШЩБ на осевое сжатие размером $10 \times 10 \times 10$ см, 5 образцов призм на растяжение размером $10 \times 10 \times 10$ см. Через 28 суток естественного твердения были определены физико-механические характеристики образцов производственного состава. Необходимо отметить, что прочностные характеристики производственных составов отличаются от лабораторных характеристик на $15 \dots 40\%$. Так, например, кубиковая прочность составляет $R_{\text{куб}} = 8 \dots 18$ МПа. Призменная прочность на осевое сжатие $R_b = 5 \dots 12,5$ МПа; призменная прочность на осевое растяжение $R_{bt} = 1,05 \dots 1,1$ МПа; модуль упругости $E_b = 12200 \dots 17800$ МПа; средняя плотность $\rho_0 = 1950 \dots 2100$ кг/м³; средняя плотность пустотелого камня составила $\rho_0 = 1650$ кг/м³; морозостойкость составила F 25...35. Средняя прочность на сжатие строительного камня составила – из обычного ШЩБ 3,5 МПа, из цветного ШЩБ 2,5 МПа. Такое существенное отличие показателей прочности обусловлено во-первых, растворопотребностью, которая составила P/Ш = 0,51. Смесь получалась относительно сухой. Во-вторых, конструктивные особенности пустотелого строительного камня также повлияли на прочностные характеристики строительного камня. Ребра жесткости строительного камня в некоторых местах были не уплотнены, из-за малой растворопотребности бетонной смеси. В-третьих, было замечено, что более подвижные по удобоукладываемости шлакощелочные бетонные смеси имеют к 28 – ми суткам плотную и прочную цементно-песчаную растворную часть бетонного камня. Даже по цвету шлакощелочной цементный камень имел темно-синий цвет, что нельзя было сказать о шлакощелочном цементном камне ребер жесткости. В данном случае цементный камень имел обычный серый цвет, не отличающийся повышенной прочностью. Все эти причины связаны с технико-технологическими характеристиками формовочной установки. Были предприняты попытки существенно увеличить растворопотребность бетонной смеси. Это привело к нарушению технологического цикла распалубки строительного камня на данной формовочной установке. Проще говоря, строительный камень разрушался при немедленной разопалубке. В результате дальнейших исследований растворопотребности при формировании строительного камня были обнаружены удовлетворительные параметры водопотребности, разопалубочной прочности и времени виброуплотнения бетонной смеси, которые составили соответственно P/Ш = 0,61; P = 25 кг, т.е. усилие снятия металлической бортоснастки; общее время виброуплотнения бетонной смеси увеличилось на 4 секунды и составило 12...14 секунд. Именно при этих условиях технологического процесса приготовления строительного камня были изготовлены образцы кубиков, призм и камня, подвергнутых разрушающим усилиям при определении прочности и морозостойкости.

Недостатком при проведении производственных испытаний следует считать неудовлетворительный технический контроль измерения порций компонентов бетонной смеси по объему при приготовлении бетонной смеси, а также контроль влажности щебня и песка из отходов камнепильения известняка ракушечника и растворошлакового отношения. Время уплотнения бетонной смеси при P/Ш = 0,59...0,61 рекомендуется увеличить до 8 – 9 секунд. Общее время виброуплотнения составляет 13...14 секунд на изготовление 3-х камней одновременно.

ВЫВОДЫ

- 1). Свойства строительного камня из шлакощелочного бетона на жидком стекле с силикатным модулем $M_c = 1,5 \dots 1,7$ и отходах камнепиления известняка-ракушечника удовлетворительно соответствуют требованиям ДСТУ на строительные камни;
- 2). Существенным недостатком данной технологии является трудоемкость изготовления модифицированного жидкого стекла и его относительная дороговизна, а также технологические процессы, связанные с сушкой и помолом доменного гранулированного шлака;
- 3). В целом данная технология производства строительного камня является экономически целесообразной по сравнению с другими технологиями по производству строительного камня из обычного бетона.
- 4) Результаты производственных испытаний на МСП «Стройкомплект» являются предпосылкой и подготовкой для внедрения шлакощелочного бетона на основе водного раствора жидкого стекла с силикатным модулем $M_c = 1,5 \dots 1,7$ и отходов камнепиления известняка ракушечника при производстве строительного камня, как для малоэтажного строительства, так и для строительства зданий повышенной этажности.

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'язуче шлаколужне. Технічні умови. (Строительные материалы. Вяжущее шлакощелочное. Технические условия).
7. ГОСТ 310.4-81. Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии.

Федоркин С.И., д.т.н., профессор, Любомирский Н.В., к.т.н., доцент, Локтионова Т.А., аспирантка

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Перспективы развития известковой промышленности с созданием новых технологий получения искусственных строительных материалов на основе воздушной извести

Рассмотрены тенденции развития известковой промышленности в странах ЕС, Украине и АР Крым. Выявлены потенциальные возможности производства извести из мелкодисперсного техногенного карбонатного сырья. Предложен способ получения дешевого каменного материала на основе воздушной извести путем контактного формования начальной структуры материала и последующей искусственной его карбонизации. Определены основные научные и практические задачи, решение которых позволит регулировать процессы получения искусственного камня на основе извести карбонизационного твердения.

Ресурсосбережение, известковая промышленность, воздушная известь, известковое вяжущее, известковое тесто, углекислый газ, карбонат кальция, карбонизация, структурообразование

Основопологающей концепцией развития современного материаловедения и технологии является ресурсосбережение. Решение проблемы ресурсосбережения может быть связано как с усовершенствованием и оптимизацией существующих технологий и процессов структурообразования материалов, так и с разработкой новых нетрадиционных направлений получения искусственных строительных материалов. В этой связи, материалом, в котором заложены потенциальные возможности ресурсосбережения, как энергетических, так и сырьевых запасов, является воздушная известь. Несмотря на то, что воздушная известь, являясь одним из древнейших строительных материалов, неизменно на протяжении тысячелетий находит себе применение, человечество и сейчас еще не использует в полной мере заложенные в ней возможности. Само название «воздушная известь» указывает на ограничение сферы ее применения. А между тем, если бы удалось найти доступные способы управления структурообразованием искусственного камня на основе карбонатной извести, то можно было бы создать эффективные технологии изготовления строительных материалов и изделий из доступного и относительно малоэнергоёмкого продукта, каким является воздушная известь.

Разрабатывая пути ресурсосбережения и применения извести в «прорывных», принципиально новых технологиях получения искусственных строительных материалах, оценим состояние известковой промышленности в странах Европейского Союза, в Украине и в Крыму – наиболее перспективном регионе Украины в части карбонатного сырья для производства извести.

Несмотря на то, что известь в первую очередь является строительным материалом, основная сфера ее потребления, например, в странах ЕС [1] является сталелитейное производство (см. - табл. 1), строительная индустрия занимает второе место.

Таблица 1

Области применения извести в странах ЕС	Доля в потреблении, %
Производство стали и других металлов	40
Строительная индустрия	20
Сельскохозяйственное производство	12
Химическое производство	10
Мероприятия по охране окружающей среды	8
Производство сахара	5
Стабилизация грунта в гражданском строительстве	3
Производство бумаги	2

Среди европейских стран – производителей извести бесспорным лидером является Германия, далее следуют Италия, Франция, Бельгия и Австрия. В конце 80-х гг. прошлого века потребление извести в Европе снизилось, вследствие сокращения производства стали, но в середине 90-х гг. вновь наметился подъем ее производства, обусловленный использованием извести при проведении мероприятий по охране окружающей среды.

По данным Германской федеральной ассоциации известковой промышленности, объем потребления извести в Германии в 2004 г. составил порядка 6,7 млн. т, а годовой рост цен на известь – 0,6 %. Такой уровень потребления извести поддерживался устойчивым подъемом в сталелитейном производстве и государственным стимулированием мероприятий по охране окружающей среды, компенсирующих спад в строительном секторе (порядка 1,5 %), связанный с проблемами производства силикатного кирпича и ячеистого бетона [1].

Динамика производства извести в Украине с 1985 по 2004 год по данным Государственного комитета статистики Украины [2] представлена в табл. 2.

Таблица 2

Вид извести	Год							
	1985	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004
Технологическая известь, тыс. т	6765	6672	3166	3050	3860	3922	4439	5243
Строительная известь, тыс. т	1868	2005	736	581	507	535	595	

Из табл. 2 видно, что объем производства извести в 90-х годах XX века заметно снизился, причем если с 2000 года производство технологической извести увеличилось, то производство строительной извести продолжало снижаться и лишь с 2002 года незначительными темпами начало повышаться.

Объем произведенной извести в Автономной Республике Крым с 2004 по 2005 годы несколько возрос – с 503,0 до 547,5 тыс.т. Этот рост по данным Госкомстата Украины вызван в первую очередь возросшими потребностями химической промышленности. На начало 2006 года в АРК имеется шесть предприятий, производящих известь, два из которых в 2005 году не работали.

Оценивая представленные статистические цифры можно сделать вывод, что известковая промышленность, как Украины, так и Крыма имеет резервы для увеличения своих мощностей. Слабый рост производства извести, в частности строительной, связан с ограниченным применением данного вида вяжущего. Создать предпосылки для увеличения производства такого малоэнергоемкого вяжущего как воздушная известь можно путем разработки новых технологий производства на ее основе искусственных строительных материалов и изделий, отвечающим современным строительным требованиям.

Сырьем для производства извести, как правило, служит карбонатный щебень, крупность которого определяет используемый обжиговой агрегат. В настоящее время в отечественной и зарубежной практике для производства извести используются агрегаты для производства лишь кусковой извести. При этом в зависимости от типа обжигового агрегата применяется определенный класс крупности исходного известняка: для шахтных печей – 40...80 мм, для вращающихся печей – 20...40 мм, для печей кипящего слоя – 10...20 мм.

Мощности по производству известняков расположены практически в каждой области Украины, а строительная промышленность является одним из основных их потребителей. В месте с тем, в отвалах предприятий, разрабатывающих месторождения известняков, накопилось более 2,5 млн. т только по южным регионам страны. В наличии имеются также ряд неразрабатываемых месторождений для целей изготовления блочного камня из-за большой трещиноватости горной породы. Только в Крыму по официальным данным ежегодно образуется более 100 тыс. т известковых отходов (в 2004 г. – 151525 т, в 2005 г. – 121746 т). Примерно половина отходов дробления известняков и их распиловки накапливаются в отвалах, при этом нет четко направленного и эффективного использования их в строительстве, главным образом, из-за нестабильности их свойств. Утилиза-

ция данного побочного сырья в производство извести могла бы существенно решить экологическую и ресурсную ситуацию в южном регионе Украины, а также освободить большие земельные площади под сельскохозяйственные угодья.

Из [3] следует, что возможно производство мелкодисперсной активной извести в циклонной печи с предварительным размельчением карбонатного сырья из отходов дробления и распиловки известняков в шаровой барабанной мельнице. При этом измельчение известняка по санитарным условиям предпочтительней, чем извести, так как запыление рабочих мест пылью извести намного вреднее. Применение данного обжигового аппарата позволит использовать для получения извести мелкодисперсные побочные продукты камнедобычи, утилизация которых особенно проблематична.

Печь циклонного барабана обеспечивает высокое качество готового продукта, а наличие теплообменных элементов для утилизации теплоты дымовых газов и извести обуславливает ее высокий термический коэффициент полезного действия. Печь циклонного типа целесообразно использовать в комплексе с мельничной системой для помола известняка, в которой дымовые газы используются в качестве сушильного агента.

В табл. 3 приведены для сравнения основные теплотехнические параметры работы печей различного типа для производства извести.

Таблица 3

Показатели работы печей по производству извести

Наименование параметров	Ед. измерения	Тип печей			
		Шахтная (кольцевая)	Вращающаяся	Кипящего слоя	Циклонная
Производительность	т/сут	480	360	1033	1000
Расход условного топлива	кг/т*	160-180	220-270	150-152	154-158
Содержание извести	т/м ² сут	28	50	83	104
Содержание CaO+ MgO	%	82-85	89-92	83-84	90-92
Расход известняка на тонну готового продукта	т/т*	1,85	2,2	2,1	1,98
Размер обжигаемого сырья	мм	20-50	10-40	12-25	0-0,1
Расход технической воды	м ³ /т*	35	50	58	35

Примечание: * на 1 тонну извести

Экономические расчеты показывают [1], что в себестоимости известковой продукции затраты на топливо составляют до 50 %. Удельный расход теплоты на обжиг важен не только с точки зрения контроля себестоимости извести, но и с точки зрения защиты окружающей среды от выбросов CO₂. В этой связи предполагается, что после 2008 г. в странах ЕС штраф за выброс в атмосферу 1 т CO₂ возрастет до 87 USD. В связи с этим в известковую промышленность ФРГ для снижения выбросов CO₂ в атмосферу на 15% (за счет сокращения затрат топлива) в период с 1990-го по 2005 г. инвестирована сумма, эквивалентная 76 млн. немецких марок.

В процессе получения 1 т извести выделяется 1,2 т CO₂, 2/3 которого образуется за счет разложения карбоната кальция и 1/3 является продуктом сжигания топлива. При стоимости квоты за выброс 1 т CO₂ 10 – 30 евро стоимость 1 т извести может возрасти на 12 – 36 евро.

Количество выбросов CO_2 в атмосферу стационарными установками только в Крыму по данным Госкомстата Украины в АРК составил в 2004 г. 790,4 тыс. т, а в 2005 г. – 814,7 тыс. т. По Украине выбросы CO_2 в атмосферу стационарными установками также увеличиваются, например, в 2003 году они составляли 1269,7 тыс. т, а в 2004 году – 1318,8 тыс. т. Подобных германским инвестициям на инвестиции в известковую промышленность на охрану окружающей среды в Украине при современном состоянии ее экономики надеяться тщетно. Однако переход на европейские стандарты и стремление Украины в Европейский Союз неизменно приведет к соответствующим санкциям со стороны ЕС, что может привести к снижению производства извести и, вместе с этим, к значительному удорожанию малоэнергоёмкого вяжущего. Таким образом, не менее остро, чем утилизация карбонатных побочных продуктов камнедобычи, стоит проблема снижения выбрасываемого в атмосферу CO_2 .

Согласно систематизации вяжущих веществ, предложенной М.М. Сычевым [4, 5], известь относится к группе вяжущих, твердеющих на основе физических явлений, кристаллизация которых происходит вследствие испарения воды затворения. Причем известковое вяжущее твердеет по смешанному типу. Так, при твердении гашеной извести коагуляционное твердение перемежается с кристаллизацией $\text{Ca}(\text{OH})_2$ вследствие испарения воды затворения. Позже в процессе твердения принимают участие и карбонизация – превращение $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в CaCO_3 .

Следуя закономерностям твердения мономинеральных вяжущих систем [6], к которым относится известь, продукт взаимодействия CaO с водой, – высокодисперсная и высококонцентрированная суспензия, – должен превращаться в камень за счет кристаллизации растворенной $\text{Ca}(\text{OH})_2$, срастывающей отдельные кристаллики $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в монолит, что практически не обеспечивается из-за «саморазрушающегося» характера гидратации CaO и кристаллизации $\text{Ca}(\text{OH})_2$ [7]. Эффективным путем преодоления деструктивных процессов, предопределяющих низкую прочность известкового камня, может быть использование контактного механизма формирования структуры искусственного камня из кристаллогидратов $\text{Ca}(\text{OH})_2$ [8].

В связи с вышеизложенным, проблема получения дешевого искусственного камня на основе карбонатной извести может быть решена комплексно путем:

- максимального использования вторичного сырья и вторичного топлива с целью снижения себестоимости извести;
- применения соответствующих печных агрегатов, позволяющих обжигать мелкодисперсные фракции побочных известняковых продуктов камнедобычи;
- формирования искусственного камня из кристаллов гидроксида кальция;
- использования в качестве компонента искусственного конгломерата на основе извести углекислый газ, который выделяется при обжиге карбонатного сырья.

Все вышеперечисленные направления имеют определенное практическое значение и представляют перспективный проблемный научный интерес. Особый научный интерес представляет заключительный этап получения искусственного камня на основе извести – способы формирования камня из кристаллогидратов $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и его дальнейшая искусственная карбонизация. Карбонизация гашеной извести описывается следующим общим химическим уравнением:



Это гетерогенная реакция, в которой твердая, жидкая и газообразная составляющие участвуют вместе. Следуя ионной природе процесса, главная реакция образования твердого осадка CaCO_3 будет происходить в жидкой составляющей системы. Газ CO_2 прежде чем включиться в сложный механизм реакции карбонизации должен пройти через предварительный процесс растворения. Одновременно твердый гидрат до момента, когда произойдет ионная реакция, также должен перейти в жидкую фазу путем растворения в ней.

В естественных воздушных условиях процесс карбонизации известковых растворов протекает весьма медленно и исчисляется десятилетиями. В результате получается довольно прочный и водостойкий каменный материал. Единственной причиной медленного протекания процесса насыщения известкового теста углеродом в атмосфере, является низкая концентрация CO_2 в воздухе. Искусственное увеличение концентрации CO_2 до оптимальной повысит темп карбонизации.

Вопросы химизма и технологии искусственной карбонизации известковых растворов были впервые поставлены академиком А.А. Байковым, предложившим еще в начале XX века способ производства невыветривающегося карбонизированного известково-песчаного кирпича из гидравлической извести. В середине XX столетия вопрос искусственной карбонизации извести и известковых растворов изучался в СССР в Академии коммунального хозяйства (1938 – 1948 гг.) и в НИИстройнефти (1948 – 1950 гг.) [9]. Подобные работы проводились и в Израиле [10, 11]. Однако, отдельные положительные результаты, полученные в лабораториях и даже в опытных производственных условиях, не привели к массовому производству известковых искусственно карбонизационных изделий. Более того, вопросы карбонизации извести и получения на ее основе высококачественных строительных материалов и изделий последние пять десятилетий практически не поднимались.

Несмотря на теоретическую очевидность процесса карбонизации извести с позиции уравнения химической реакции на практике приходится сталкиваться с множеством факторов, влияющих на протекание процесса, без управления которыми невозможно добиться положительного конечного результата – получения вторичного карбоната кальция. Поскольку процесс карбонизации извести связан с реакцией двух компонент, газообразной и твердой, для понимания механизма процесса следует упомянуть теорию «двойной пленки», предложенной Lenis и Whinton [10], из которой следует, что реакция образования осадка происходит только в ограниченных пределах на внешней поверхности известкового теста. Имея небольшую величину поверхности реакции по сравнению с большим количеством известкового теста можно заключить, что практически не будет карбонизации всей массы.

Согласно исследованиям [10, 11], процесс получения искусственного камня CaCO_3 путем карбонизации извести во многом зависит от влажностного состояния известкового теста, концентрации CO_2 и температуры протекания процесса, оптимизировать которые довольно сложно из-за не изученности процесса. Нет данных в научной литературе и по структурообразованию известкового теста при его карбонизации. Очевидно, в виду того, что процесс карбонизации затрагивает поверхностный слой материала, то структура карбонизированного камня на поверхности будет состоять из кристаллов вторичного CaCO_3 , а его внутренняя структура будет похожа на ту, что присуща гидрату. Следовательно, исследования должны быть направлены на поиск добавок-катализаторов, «вмешивающихся» в кинетику процесса карбонизации путем создания «активных» центров карбонизации внутри материала и способствующих вовлечению CO_2 внутрь известкового теста. Известно [12, 13], например, что древнерусские мастера и зодчие практиковали введение коровьего молока, ячменной мякины, бычьей крови, льняного семени, отвара древесной коры и некоторых подобных веществ для улучшения свойств извести и строительных растворов, изготовленных на её основе, в частности для ускорения процесса карбонизации извести. Процесс гидратации и кристаллизации известковых систем зачастую носит «взрывной» характер [7], причина которого заключается в исключительно высоком термодинамическом неравновесном состоянии обжига карбоната кальция. Такой аномальный характер структурообразования извести может влиять на процесс образования структуры искусственно карбонизируемого камня на основе извести. Таким образом, рассматривая проблему искусственной карбонизации известкового теста, необходимо уделить внимание вопросам условия обжига карбонатного сырья и гидратации продукта обжига – CaO .

Анализ проблемы приводит к выводу о том, что для получения прочного и водостойкого искусственного камня на основе извести из техногенного карбонатного сырья путем контактного формования структуры искусственного камня из кристаллогидратов Ca(OH)_2 и его дальнейшего карбонизационного твердения необходимо решить ряд научных и практических задач, представляющих систему принципов и приемов регулирования этих процессов:

- 1) изменение термодинамического состояния продукта обжига карбоната кальция – CaO за счет применения новых технологий и режимов декарбонизации CaCO_3 ;
- 2) изменение энергетического состояния процесса гидратации CaO путем введения добавок, оказывающих влияние на процесс кристаллизации Ca(OH)_2 , а также управления теплообменом системы «негашеная известь – вода» со средой;
- 3) получение искусственного камня из кристаллогидратов Ca(OH)_2 , используя контактный механизм формования структуры материалов;

- 4) создание условий для ускоренного протекания процесса карбонизации извести путем увеличения концентрации CO_2 в окружающей среде твердения карбонизируемого материала и оптимизации основных технологических параметров процесса – влажности известкового теста и температуры протекания процесса;
- 5) химическое регулирование процессов карбонизации с помощью добавок-катализаторов, способствующих вовлечению CO_2 внутрь известкового теста;
- 6) управление структурообразованием системы «гидроксид кальция – углекислый газ – вода».

Сформулированные направления несут в себе определенный физико-химический смысл и, несомненно, являются перспективным направлением создания бесклнкерных малоэнергоёмких строительных материалов. Приведенные выше теоретические положения процесса карбонизации известкового теста и предположения получения на его основе качественных искусственных каменных строительных материалов представляют широкое поле для будущих исследований, имеющих особое экономическое значение. Реализация приведенных идей позволит получить материал нового поколения и обеспечить определенный весомый вклад в решение ряда экологических проблем и ресурсосбережения.

ВЫВОДЫ

1. Известковая промышленность, переживавшая спад производства в середине 90-х годов XX века – начале 2000 годов, в настоящее время имеет устойчивую тенденцию к увеличению объема выпуска негашеной воздушной извести.
2. Определены возможные пути удешевления производства мелкодисперсной негашеной извести за счет применения циклонной печи с предварительным размельчением карбонатного сырья из отходов дробления и распиловки известняков. Применение данного обжигательного аппарата позволит использовать для получения извести мелкодисперсные побочные продукты камнедобычи, утилизация которых особенно проблематична.
3. Теоретически обоснована возможность получения искусственного камня на основе воздушной извести из техногенного карбонатного сырья путем ее карбонизации. Разработка технологии, установление и оптимизация основных технологических параметров карбонизации извести позволит замкнуть производственный цикл производства негашеной извести, сделав его безотходным и экологически безопасным, за счет полной утилизации, выделяемого при обжиге карбонатных пород, углекислого газа. Определены основные научные и практические задачи изучения процесса карбонизации извести, составляющие физико-химические принципы создания известковых каменных материалов карбонизационного твердения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кройчук Л.А. Известковая промышленность западноевропейских стран // Строительные материалы. – 2006. – № 7. – С. 52–54.
2. Стагистичний щорічник України за 2004 рік // За ред. О.Г. Осауленка. – Київ: Видавництво «Консультант», 2005. – 592 с.
3. Волженский А.В., Буров Ю.С., Колокольников В.С. Мономинеральные вяжущие вещества. – М.: Стройиздат, 1986. – 464 с.
4. Сычев М.М. Систематизация вяжущих веществ // Журнал прикладной химии. – 1970. – № 3. – С. 528–533.
5. Сычев М.М. Систематизация вяжущих веществ // Журнал прикладной химии. – 1970. – № 4. – С. 758–763.
6. Сегалова Е.Е., Ребиндер П.А. Современные физико-химические представления о процессах твердения мономинеральных вяжущих веществ // Строительные материалы. – 1960. – № 1. – С. 21–26.
7. Исследование процессов структурообразования и деструкции известково-песчанного бетона на стадии гидратационного твердения извести / Осин Б.В., Волков В.В., Диделкул А.С., Ульянов В.А. // Известия вузов. Строительство и архитектура. – 1972. – № 1. – С. 70–73.
8. Чернышев Е.М., Потамошнева Н.Д., Кукина О.Б. Портландитовые и портландито-карбонатные бещементные системы твердения. Часть 2 // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2002. – № 5. – С. 8–9.
9. Зацепин К.С. Известковые карбонизированные строительные материалы // Сборник материалов Московского научно-технического совещания по жилищно-гражданскому строительству, строительным материалам и проектно-испытательским работам. Том II. – М.: Московская правда, 1952. – С. 283–290.
10. Zalmanoff N. Carbonation of Lime Putties To Produce High Grade Building // Rock Products. – 1956. – August. – P. 182–186.
11. Zalmanoff N. Carbonation of Lime Putties To Produce High Grade Building // Rock Products. – 1956. – September. – P. 84–90.
12. Брамфилд У. Фрески Дионисия. – www.cultinfo.ru/bramfild/province.
13. История применения гидрофобизирующих добавок в технологии бетонов. – www.ibeton.ru/a151.php.

Раздел 4. Технология промышленного и гражданского строительства

УДК 621.867.84

Морозов А.Д., к.т.н. профессор, Жидов С.Н., аспирант, Чередниченко И.А., инженер.
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Исследования надежности шнековых пневмотранспортирующих машин

Приводятся методика и результаты исследований надежности пневмотранспортирующих машин с напорными шнеками для работы с пылевидными и абразивными строительными материалами.

пневмотранспортная установка, надежность, наработка, производительность, пылевидный груз, изнашивание, шнек

При исследовании и разработке методики определения надежности пневмоустановок для транспортирования сыпучих материалов можно выделить следующие основные задачи:

- исследование надежности составляющих последовательной цепочки механизмов пневмоустановки;
- исследование надежности систем очистки, обезвоживания, регулирования и подачи сжатого воздуха;
- исследование надежности элементов транспортных трубопроводов и систем сыпучих материалов.

При транспортировании абразивных сыпучих грузов особую важность приобретает обеспечение надежности рабочих органов машин пневматического транспортирования. Частота появления отказов, как показывает опыт эксплуатации пневмоустановок, определяется наличием недостатков в конструкции машины, а также изменяющимися характеристиками транспортируемого груза и энергоносителя.

Перемещение абразивных сыпучих материалов вызывает интенсивный износ рабочих органов и элементов конструкций. Это является одной из основных причин выхода из строя пневмоустановок. В большей мере обстоятельство касается шнековых пневмоустановок, постоянство производительности которых зависит от величины износа шнеконапорного узла. Для выявления закономерностей была проведена серия экспериментальных исследований, а также обобщен опыт практической эксплуатации машин.

Характер линейной аппроксимации был подтвержден расчетными коэффициентами Стьюдента и Фишера, то есть выполнена проверка гипотезы об адекватности уравнений регрессии. По результатам расчетных значений независимых переменных были построены аппроксимирующие прямые [3].

Для выявления показателей надежности шнеконапорного узла, которые могут быть заложены в основу расчета надежности пневмоустановок, необходимо определить его предельно допустимое состояние из условий нормального функционирования, то есть обеспечения определенной расчетной производительности. По мере износа рабочих органов, производительностью пневмотранспортирующих машин снижается, что установлено экспериментально и установлено на практике.

Для подтверждения связи между наработкой, суммарным износом рабочих органов и производительности требуется провести множественный корреляционно-регрессивный анализ. При этом лучше всего рассматривать трехфакторную связь. При проверке адекватности уравнений регрессии обычно используется критерий Фишера [2].

Высокие значения индекса множественной корреляции должны свидетельствовать о том, что данные модели и выбранные факторы достаточно точно описывают изменение интенсивности изнашивания и производительности. На основе установленных регрессионных зависимостей можно выполнить выравнивание интенсивности изнашивания [1].

Анализ результатов эксплуатации установок в различных условиях показывает, что транс-

портирование сыпучих материалов этими установками проводится практически до тех пор, пока их производительность снижается почти в два раза. При этом суммарный зазор в максимально изношенном сечении шнеконапорного механизма достигает размера превышающего 10 мм.

В качестве предельно допустимого состояния машины, принимаем такое состояние, при котором максимальный износ конечного сечения достигает значения 8 мм. Такое состояние определяло срок службы установки до отказа [3].

В связи с тем, что объем выборки невелик, выявление закона распределения и далее показателей надежности проводили путем определения закономерности через скорости изнашивания шнеконапорного узла. Если выявить закон распределения и подтвердить критериями согласия, то его действие по аналогии можно распространить и на сам процесс изнашивания. Далее определяются величины наработок, соответствующие принятому предельно допустимому значению параметра, установленному из условий нормального функционирования машины. Например, упорядоченная выборка представлена в часах в виде ряда : 530, 545, 550, 565, 575, 585, 588, 601, 604...

После расчета скоростей изнашивания убеждаемся, что значение коэффициента вариации подтверждает подчинение нормальному закону распределения. Проверку соответствия нормальному закону распределения можно провести через скорости изнашивания с помощью критерия согласия Шапиро – Уилка. Проверка гипотезы о том, что данная выборка взята из совокупности, имеющей нормальный закон распределения, осуществляется следующим образом:

- эмпирические данные располагают в порядке возрастания, т.е. получают упорядоченную выборку значений;
- вычисляют среднеквадратическое отклонение;
- определяют необходимые коэффициенты;
- вычисляют критерии согласия Шапиро – Уилка.

Расчетные значения критерия согласия сравнивают с табличным и убеждаются в том, что принятая гипотеза подтверждается. Кроме того, выполняют дополнительную проверку соответствия эмпирических данных нормальному закону распределения. Далее определяют плотность распределения вероятности и строят график плотности распределения вероятности безотказной работы и вероятности появления отказов. Определяют показатели надежности: средний ресурс, гамма – процентный ресурс и другие необходимые показатели.

Если в пневмоустановку вносят конструктивные изменения, то определение показателей надежности проводят аналогично в соответствии с предложенной методикой.

Отличие будет заключаться лишь в выборе предельно допустимого состояния, для чего необходимо иметь определенную наработку в эксплуатационных условиях.

Сравнение показателей надежности позволяет выявить значимость влияния конструктивных изменений, внесенных в установку и величину изменения ресурсов машины.

В конечном итоге определяется коэффициент повышения надежности пневмотранспортной установки для сыпучих материалов.

Предложенная методика широко апробирована на практике для различных групп пневмомашин, транспортирующих различные виды материалов, и может оказать активную помощь при обработке результатов наблюдений при малой выборке.

Для исследования технического состояния деталей механизмов машин в процессе эксплуатации, была разработана стохастическая модель, устанавливающая связи между детерминированными закономерностями физики отказов и статистическими характеристиками надежности. Разработана и программно реализована на ЭВМ расчетная схема определения параметров универсального трехпараметрического закона Вейбулла по полностью определенным и случайно усеченным выборкам с учетом объективно существующего сдвига распределения.

ВЫВОДЫ

1. Для обеспечения надежности пневмоустановок и их нормальной эксплуатации необходимо выделение основных групп механизмов по потере надежности и обеспечения их мониторинга в процессе работы.
2. Стохастическая модель позволяет учесть влияние на изменение параметров технического состояния множества случайных эксплуатационных факторов методами статистического анализа. Изучение физической природы явлений, приводящих к изменению параметров, предшествует моделированию.
3. Произведенный предварительный анализ предполагает выделение основных факторов, определяющих динамику процессов и формирование гипотезы в виде зависимости математического ожидания от наработки, а также изучение условий эксплуатации и режимов нагрузки с целью априорной оценки степени рассеивания реализаций.
4. Повышение надежности пневмоустановок для транспортирования сыпучих материалов может быть также достигнуто путем применения балансировки долговечности. Сущность метода заключается в поиске наиболее уязвимого в процессе эксплуатации рабочего органа и переноса путем конструктивных решений части нагрузок на другие составляющие машины. Кроме того, экономический эффект может быть достигнут путём замены ослабленного рабочего органа в соответствии с графиком балансировки долговечности.

Для обеспечения полной надежности пневмоустановок, транспортирующих сыпучие материалы, помимо рассмотренных методов необходимо владеть инструментом для исследования надежности систем регулирования и подачи сжатого воздуха, а также надежности элементов транспортных трубопроводов и систем механизмов складирования.

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., Чердниченко И.А. Транспорт и пути сообщения, Симферополь, РИО НАПКС, 2005, - 305 с.

удк.

Сильнов Г. П. инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Сильнов Г. П. Опыт работы треста «Перекопхимстрой» на едином расчетном счете

Сокращение счетов в банке, не изменялся план по труду, выдача заработной платы постоянна, сокращение аппарата.

Финансирование предприятий, фонд заработной платы, единый расчетный счет, контроль финансовой дисциплины

В целях улучшения финансово-хозяйственной деятельности треста «Перекопхимстрой» и действенного контроля за соблюдением финансовой дисциплины в 1975 году трест, по согласованию с областной конторой Стройбанка, перешел на единый расчетный счет в Стройбанке и работал до 1994 года.

В связи с этим расчетные и ссудные счета ПМК и СУ, кроме УПТК, ЖКК и детских садов, были закрыты в Стройбанке, а задолженность по этим счетам зачислена на соответствующие счета треста.

Это дало возможность сократить в 7 раз число счетов в Стройбанке (было 49 стало 7), усилить контроль за соблюдением расхода фонда заработной платы, приобретением и отпуском строительных материалов, хозяйственного инвентаря, оборудования, мебели и т.д., так как все платежные документы сосредоточены в одних руках; значительно улучшить расчеты с поставщиками и субподрядчиками.

Около 91% поставщиков переведены на расчеты по плановым платежам. С каждым поставщиком заключается договор на плановые платежи, где указаны сроки оплаты счетов и обязанности сторон. В начале каждого месяца печатаются поручения на плановые платежи с указанием срока оплаты и по реестру сдаются в Стройбанк. По наступлению срока платежа банк производит оплату.

В условиях работы на едином расчетном счете особое внимание уделяется рациональному использованию фонда заработной платы.

Раньше, почти каждый квартал, представляли в Стройбанк измененный план по труду по каждому строительному управлению.

В нынешних условиях такая практика отпала. В Стройбанк представляется единый план по труду на год и с разбивкой по кварталам. Изменения вносятся лишь в том случае, когда тресту присылают измененный план по труду из комбината «Крымстрой».

Начисления заработной платы на фактически выполненный объем строительно-монтажных работ производится по установленному нормативу для треста. Таким образом, экономия в одном управлении перекрывает перерасход в другом управлении. Это дает возможность дифференцировать норматив внутри управления треста, следить за недопущением перерасхода по фонду заработной платы в каждом ПМК и СУ.

Накануне получения заработной платы ПМК и СУ предоставляют в финансовый отдел треста заявки, в которых указывают сумму наличных денег и сумму перечислений каждой организации. На основании этих заявок печатаются сводные поручения на перечисление подоходного налога, кредита, соцстраха и другие удержания по заработной плате, которые сдаются в Стройбанк.

Справки о фактически начисленной зарплате проверяются в плановом отделе, визируются и передаются в бухгалтерию треста. На основании этих справок бухгалтерия составляет единую справку по тресту и предоставляет ее Стройбанку.

Наличные деньги в госбанке получает кассир треста. В этот же день ПМК и СУ получают наличные деньги в центральной кассе треста по доверенности, подписанной начальником и главным бухгалтером ПМК и СУ и заверенной печатью. Выдача производится по расходным ордерам, которые выписывает финансист, подписывает начальник финансового отдела и главный бухгал-

тер треста. В конце рабочего дня кассир сдает отчет по кассе в бухгалтерию треста.

Для расчетов между трестом, ПМК и СУ осуществляет 79-й счет «Внутрихозяйственные расчеты», по которому производятся все хозяйственные операции. По этому счет ведется книга аналитического учета и каждую пятidineвку выписываются лицевые записи по дебиту и кредиту счета.

ПМК и СУ составляют месячные, квартальные и годовые балансы, предоставляют их тресту.

В бухгалтерии треста работает 4 человека: главный бухгалтер, зам. Главного бухгалтера, старший бухгалтер и бухгалтер расчетного отдела. Все операции по 79-ому счету ведет старший бухгалтер.

В финансовом отделе работает 3 человека: начальник отдела, старший экономист-финансист и бухгалтер-кассир. В каждом ПМК и СУ работает по 4 человека: главный бухгалтер. Бухгалтер материального отдела, бухгалтер расчетного отдела и бухгалтер-кассир.

ВЫВОД:

Опыт работы треста «Перекопхимстрой» на едином расчетном счете может быть использован в корпорациях, компаниях и трестах.

Раздел 5. Техногенная безопасность

УДК 504.05. 504.06

Абрамов И.Б., канд. геол-мин. наук

Харьковское государственное отделение комплексных исследований и оценки воздействия на окружающую среду института «УкрНИИНТИЗ», г. Харьков

Формирование техногенных солевых аккумуляций и их влияние на экологическую безопасность

Рассмотрены процессы техногенного образования солевых аккумуляций в грунтах зоны активного водообмена в зависимости от литологического состава пород, представляющих геофильтрационный разрез. Указаны опасные инженерно-геологические процессы, которые могут развиваться в грунтах, содержащих солевые аккумулятивные горизонты и которые могут быть причиной нарушения экологической безопасности.

Ключевые слова: геофильтрационный разрез, зона аэрации, солевые аккумуляции, техногенные образования, опасные инженерно-геологические процессы, экологическая безопасность

Вопрос засоленности грунтов зоны аэрации является актуальным при гидротехническом строительстве, мелиорации земель, оценке влияния хранилищ промышленных и других отходов; линейных сооружений и т. д. При техногенном влиянии на засоленные слои и при формировании техногенного засоления грунтов изменяются не только состав и распределение солей в разрезе, но и несущие способности грунтов, что является основным показателем устойчивости осваиваемой территории [3].

Развитие солевых аккумулятивных горизонтов в грунтах зоны аэрации в природной обстановке охарактеризовано в многочисленных литературных источниках, особенно, для лессовых пород [1 – 2], в то время условия их формирования под влиянием техногенных факторов изучались. Все это определило объект и предмет исследований. Объект исследований – это грунты зоны аэрации, а предмет исследований – изменение засоленности грунтов в пространстве и времени под влиянием различных видов хозяйственной деятельности.

В природных условиях юга Украины наиболее широко распространено строительное освоение подземного пространства на глубине 3 – 5 м, содержание водорастворимых солей колеблется в широких пределах, от 0,05 до 2 % на 100 г сухого грунта. Как правило, наиболее засоленные аккумулятивные горизонты с содержанием водорастворимых солей от 0,5 до 2 % на 100 г сухого грунта выделяются с глубины залегания горизонта палевых лессовидных суглинков. В составе солей преобладают сульфаты кальция и магния. Нередко встречаются скопления солей в виде прослоек мощностью 0,1 – 0,5 м, где соли представлены в виде отдельных кристаллов, «песка», друз и других форм. В слоях лессовых пород, находящихся между аккумулятивными солевыми горизонтами, содержание солей невысокое и составляет чаще всего 0,05 – 0,2 %, в составе солей преобладают сульфаты натрия.

Природному накоплению солей способствовала общая климатическая обстановка: сухой климат, малое количество осадков (350–400 мм), высокая испаряемость (700 – 800 мм) и, соответственно, отсутствие естественного промывного режима.

Наличие солевых аккумулятивных горизонтов в грунтах основания зданий и сооружений, как правило, приводит к развитию ряда отрицательных инженерно-геологических процессов: просадкам, суффозии, формированию агрессивных сред, нарушению структурной прочности грунтов. Развитие этих процессов обуславливает нарушение экологической безопасности.

При формировании техногенных грунтовых вод и обводнении ими солевых аккумулятивных горизонтов минерализация этих вод повышается до 5 – 25 г/дм³, содержание сульфатов – до 2 – 10 г/дм³. Воды становятся агрессивными к бетону фундаментов зданий и сооружений и металлическим конструкциям.

Растворение солей аккумулятивных горизонтов формирующимися техногенными водами вызывает образование полостей в грунтах и, вместе с этим, просадки и разрушение строений. Растворение гипсовых солей под дамбами Северо-Крымского канала создало ряд аварийных ситуаций после 7 – 10 лет его эксплуатации.

В современных условиях хозяйственной деятельности, прежде всего на объектах химического производства, за счет фильтрационных утечек минерализованных вод формируются техногенные солевые аккумуляции.

мулятивные горизонты. Исследования техногенного образования вторичных солей в почвогрунтах были проведены на промплощадке эксплуатации объектов химического производства в г. Рубежное Луганской области в конце 80-х годов прошлого столетия «УкрвостокГИИНТИЗ». Указанная промплощадка расположена в пойме р. Северский Донец. Мощность зоны активного водообмена составляет 50–75 м. Геофильтрационный ее разрез представлен следующими горными породами. С поверхности залегают техногенные насыпные грунты мощностью 4–5 м, ниже которых находятся аллювиальные отложения пойменной и русловой фации (пески, илы, суглинки), мощностью до 20 м. В основании аллювиальной толщи залегают меломергельные породы верхнего мела, кровля которых разрушена и представляет собой элювиальный слой в виде пластифицированного мела.

Наличие вторичных водорастворимых солей в грунтах и породах изучали до глубины 50 м. В природных условиях (до застройки) содержание водорастворимых солей в указанных грунтах не превышало 0,1 % на 100 г сухого грунта. В последующем произошло вторичное накопление солей, связанное с интенсивной инфильтрацией вод при эксплуатации объектов химического производства, которое здесь ведется с 1965 г. Кроме того, начиная с 70-х годов, суммарная техногенная нагрузка была уже такой, что химический состав промстоков стал определяющим в формировании гидрохимического режима подземных вод всей зоны активного водообмена. Химический состав вод техногенных утечек варьирует в широких пределах: минерализация от 5 до 50 г/дм³, pH от 3 до 12. Из анионов преобладают сульфаты и хлориды, местами гидрокарбонаты; из катионов – натрий и кальций. Попадая в грунты, минерализованные промстоки взаимодействуют с ними, изменяют свою температуру и скорость движения. В результате происходит химическое взаимодействие промстоков с грунтами и накопление солей. Это приводит к образованию слоев с определенными особенностями накопления техногенных солей.

По условиям соленакопления, фильтрационным параметрам, литологии, обводнения выделяются следующие слои: насыпной, представленный искусственно уплотненными мелкозернистыми песками; суглинки и глины пойменных отложений; аллювиальные пески; меломергельные породы.

Насыпной слой по генезису, условиям соленакопления и обводнения разделяется на зону аэрации и водонасыщения. Мощность зоны аэрации составляет 1–3 м, поэтому там, где глубина залегания грунтовых вод превышает 2 м, процессы испарения в данной климатической зоне существенного влияния на накопление солей не оказывают, т. е. по климатическим и техногенным условиям данная часть грунтов представляет собой зону транзита солей. И, наоборот, там, где глубина грунтовых вод меньше, процессы испарения задерживают часть солей, причем максимальное их содержание зафиксировано в приповерхностном слое. В целом содержание солей в грунтах насыпного слоя, имеющих коэффициент фильтрации около 0,5 м/сут, составляет 0,03–1,7 %. Соли представлены сульфатами, хлоридами, гидрокарбонатом, натрием, кальцием, магнием. Наиболее высокое среднее содержание солей (свыше 0,3 %) отмечается в районе цехов, имеющих в технологическом цикле производства сильно минерализованные промстоки (10–50 г/л). Если не считать участков с глубиной залегания грунтовых вод менее 1,5 м, распределение солей в обводненной и необводненной частях насыпных грунтов относительно равномерное и отражает, в частности, уровень их транзита.

Суглинки и глины пойменных отложений залегают непосредственно под насыпными грунтами или разделяются слоями небольшой мощности (0,5–2 м) мелкозернистых песков естественного сложения. Суглинки и глины в различной степени загорфованы. В связи со слабой водопроницаемостью связанных грунтов (коэффициент фильтрации 0,1–0,05 м/сут) и относительно большой их сорбционной способностью аккумуляция водорастворимых солей в них наиболее значительная, изменяется от 0,3 до 2,8 %, чаще всего, составляя 0,5–1 %. Соленакопление происходит в слое глин или тяжелых суглинков, которые залегают в подошве рассматриваемого слоя. В химическом составе солей преобладают сульфаты, но имеются хлориды, гидрокарбонаты, натрий и калий, кальций, магний. Наиболее высокие содержания гидрокарбонатов отмечены в пределах трех цехов из 30, где имелись источники их поступления.

Под влиянием химического состава техногенных вод произошло насыщение грунтов преимущественно солями натрия. Именно поэтому в составе поглощающего комплекса грунтов накопление натрия преобладает в районе площадки сброса промстоков. Следовательно, помимо вторичного засоления грунтов происходит их техногенное осолонцевание. В результате такого воздействия минерализованных инфильтрационных вод суглинки и глины начинают проявлять линейную усадку [3]. Кроме того, образование значительного количества водорастворимых солей создает в интервале залегания связанных грунтов пойменных отложе-

ний среду, обладающую сильными агрессивными свойствами по отношению к конструкциям из металла и бетона.

В связи с высокой концентрацией сульфатных солей в образующихся инфильтрационных водах происходит выпадение в осадок кристаллического гипса. По данным анализов поровых растворов содержание сульфат-иона достигает 2,6 %. Как правило, образующиеся кристаллы солей нарушают структуру грунтов и даже могут привести к снижению их прочности при последующем выщелачивании, что в свою очередь обуславливает осадки зданий и сооружений.

Аллювиальные пески, залегающие ниже суглинков и глин преимущественно в интервале глубин от 7 до 10 м (в отдельных случаях до 20 м) от поверхности земли, имеют относительно невысокое содержание водорастворимых солей — 0,02 – 0,4 % (очень редко до 0,7 %). Повышенное содержание солей (более 0,1%) характерно для верхней части аллювиальной толщи, сложенной преимущественно мелкозернистыми песками. В пределах слоя средне- и крупнозернистых песков с высокими фильтрационными параметрами (коэффициент фильтрации 10 – 40 м/сут) солевой профиль сnivelирован и не отличается от естественного.

Меломергельные породы по условиям соленакопления разделяются на два горизонта: элювиальный слой, представленный вязким пластифицированным мелом, и плотные коренные меломергельные породы. Горизонт вязкого мела характеризуется, как и связанные грунты пойменных отложений, повышенным содержанием вторичных солей (0,1 – 1,0 %). Соли распространены неравномерно по разрезу. Это связано с различиями литологического состава, трещиноватостью, пористостью и реакцией меловых пород на воздействие проникающих техногенных вод. В той части элювиального горизонта, где содержание мела выше, чем мергеля, происходит нарушение его сплошности и даже частичная дисперсия, что приводит к увеличению емкости поглощения этих пород. В составе обменных веществ преобладает натрий. Образование зон вязкого мела, содержащего в поглощенном состоянии ионы натрия, делает такое основание неустойчивым, особенно если грунты с описанными свойствами располагаются в сфере влияния сооружения.

Горизонт плотных меломергельных пород в значительной степени окремненных обладает низкой сорбционной способностью. Содержание водорастворимых солей здесь не превышает 0,1 %. Содержание сульфат-иона равно 0,02 %, хлора — 0,015 %. Емкость поглощения незначительная и соответствует природной.

ВЫВОДЫ

Утечки минерализованных промстоков резко изменяют природный солевой состав в грунтах и горных породах, который существовал до эксплуатации объектов химического производства.

Инфильтрация высокоминерализованных вод (растворов) из хранилищ отходов и других объектов сформировала в зоне активного водообмена новые горизонты техногенного засоления грунтов. Распределение горизонтов засоления зависит от литологического состава и геофильтрационных свойств горных пород.

Наиболее интенсивное вторичное накопление солей (образование техногенных солевых аккумуляций с содержанием солей от 0,5 до 1 % на 100 г сухого грунта) произошло в связанных грунтах пойменных отложений и в элювиальном горизонте меломергельных пород, где коэффициенты фильтрации изменяются преимущественно в пределах 0,1 – 0,05 м/сут. В песках с коэффициентом фильтрации более 10 м/сут вторичное накопление солей не превысило 0,1 %.

При осуществлении строительства сооружений, в процессе эксплуатации которых возможны утечки высокоминерализованных вод (растворов), необходимо оценивать условия накопления техногенных солей в зоне активного водообмена.

Если не был выполнен правильно прогноз формирования гидрохимической обстановки и не предусмотрен сульфатостойкий цемент необходимой плотности, а подземные коммуникации устроены без необходимой защиты, они выходят из эксплуатации раньше предусмотренного срока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов И. Б. Вторичное засоление земель на Краснознаменском массиве орошения. // Бюллетень почвенного института им. В.В. Докучаева, вып. XVII, М., 1977. – С.17 – 24.
2. Гринь Г. С. Галогенез лессовых почво-грунтов Украины. Изд. «Урожай». Киев. 1969. – 217 с.
3. Инженерная геология массивов лессовых пород. Труды международной научной конференции (25 – 28 мая 2004 г., Россия, г. Москва, МГУ им. М. В. Ломоносова) / Под ред. В. Т. Трофимова и В. А. Королева. – М.: Изд-во Московского университета, 2004. – 139 с.

Липатенков А.В., инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Об экологическом аудите и некоторых аспектах его проведения в Украине.

Рассмотрены вопросы о роли и сфере проведения экологического аудита в современных условиях. Приведена классификация экологического аудита по видам и формам.

Аудит экологический, стандарты, объекты, формы, законодательство, инструмент оценки, загрязнение окружающей среды

Появление ISO 14000 — серии международных стандартов систем управления окружающей средой на предприятиях — называют одной из наиболее значительных международных природоохранных инициатив. Предметом этих стандартов является система управления окружающей средой (СУОС), а также система экологического аудита — как важнейшего ее элемента.

Зачем же стандарты ISO 14000 нужны государству и предприятиям?

Принятие этих стандартов означает приведение нормативной базы Украины в соответствие с международными нормами и является важным шагом к обеспечению соблюдения международных процедур охраны окружающей среды при функционировании предприятий.

Принятие и введение этих стандартов в Украине обусловлено необходимостью внедрения новых экономических и организационно-управленческих механизмов управления качеством окружающей среды и обеспечения экологической безопасности нашего государства. Действующая эффективная СУОС на предприятии уже на первых этапах своего развития способна приводить к существенным экономическим эффектам за счет экономии и сбережения сырья, материалов, энергетических ресурсов; снижения экологических платежей и штрафных санкций; уменьшения аварий и затрат на ликвидацию их последствий и т.д. Сфера применения и роль экологического аудирования очень широка и многогранна:

- экологический аудит, как организационно-управленческий инструмент обеспечения экологической безопасности объекта;
- экологический аудит, как инструмент государственного обеспечения экологической безопасности объектов и территорий (если его рассматривать в общегосударственном масштабе, когда внедрена и работает государственная система экологического аудита);
- экологический аудит, как инструмент обеспечения предупреждения и ограничения последствий аварий на аудируемом объекте;
- экологический аудит, как элемент системы экологического страхования, выполняемый с целью определения вероятности возникновения аварийных ситуаций и возможных последствиях. В этом случае результаты аудита будут влиять на экономику процесса экологического страхования, то есть на размер страховых сумм и тарифов;
- экологический аудит, как новое направление деятельности на рынке экологических услуг (речь идет о том, что на рынке экологических услуг появляется новое направление для предпринимательства, что тоже очень важно в условиях государственных приоритетов на развитие малого и среднего бизнеса).

Кроме этого, внедренная и функционирующая система управления окружающей средой позволит предприятиям:

- обеспечить процесс постоянного улучшения экологических характеристик их деятельности, т.е. постоянно уменьшать свое воздействие на окружающую среду;
- снизить количество аварийных ситуаций;

- соответствовать повышенным требованиям инвесторов и партнеров;
- облегчить выход на международный рынок и укрепить там свои позиции;
- поддерживать хорошие отношения с общественностью и контролирующими органами.[1]

Понятие экологического аудирования (аудита) новое для нас экспертное мероприятие, оно выходит за рамки не только проектной стадии, но и меры чисто экологической направленности.

Несмотря на то, что понятие «Экологический аудит» в Украине закреплено законодательно [2], оно по-разному определяется специалистами и экологами как у нас, так и за рубежом, в частности, как:

- - объективный независимый анализ, оценка разработки соответствующих рекомендаций и предложений по **фактическим** результатам любой экологически значимой деятельности;
- - предпринимательская деятельность, заключающаяся в сборе и оценке информации об эколого-экономическом положении аудируемого предприятия.

Закон Украины «Об экологическом аудите» дает следующую трактовку: **Экологический аудит (ЭА)**— это документально оформленный системный независимый процесс оценивания объекта экологического аудита, который включает сбор и объективную оценку доказательств для установления соответствия определенных видов деятельности, мероприятий, условий, системы управления окружающей природной средой и информации по этим вопросам требованиям законодательства Украины об охране окружающей природной среды и другим критериям экологического аудита.

За рубежом устоявшегося определения ЭА не существует и часто используется целый ряд терминов, обозначающих сходные с экологическим аудитом процедуры: оценка эксплуатации, обзорная оценка, экологическая ревизия, проверка соответствия экологическим требованиям и т.д. (audit, review, survey, surveillance, assessment). Наиболее часто приводят два определения ЭА:

- - инструмент управления, охватывающий систематическую, документированную, периодическую и объективную оценку того, насколько соответствует организационная система... и функционирование оборудования экологическим целям, что предполагает усиление контроля..., а также оценку соответствия деятельности производства экологической политике компании, включая и соответствие нормативным требованиям;
- - систематическая, документированная, периодическая и объективная оценка регулируемых субъектами эксплуатации объектов и деятельности в соответствии с экологическими требованиями.

Агентством по охране окружающей среды США ЭА определяется как “систематическая, документированная, периодическая и объективная оценка реализованных на предприятии видов деятельности с точки зрения соответствия экологическим требованиям”.

По своей сути ЭА является ни чем иным, как *эколого-экономической экспертизой послепроектной стадии* жизненного цикла действующего объекта хозяйственной деятельности.

ЭА как инструмент оценки уровня загрязнения окружающей природной среды.

Задача оценки уровня загрязнения, характеризующего состояние промышленной площадки, и воздействия строительного объекта на прилегающие территории чрезвычайно трудна и редко может быть решена исключительно инструментальными методами. В первую очередь сложность этой задачи определяется значительной неоднородностью уровня загрязнения промплощадки, в особенности веществами, не являющимися приоритетными для исследуемых производств, не специфицированными в отчетной документации и т.п. Причиной поступления в окружающую среду таких веществ является продолжительное или часто возникающее нештатное, а в части случаев и аварийное функционирование

ние как производственных, так и вспомогательных и побочных процессов. Наиболее эффективно задача оценки уровня загрязнения промплощадки может быть решена с использованием подходов экологического аудирования (ЭА). [3].

ЭА основан на принципах добровольного взаимодействия экологов-аудиторов и представителей предприятия всех уровней — от руководства до рядового персонала; конфиденциальности получаемых в ходе ЭА сведений; возможно более глубокого анализа фактической информации с целью разработки конкретных выполнимых рекомендаций — обычно по уменьшению воздействия, оптимизации использования природных ресурсов, предотвращению возникновения внештатных ситуаций и т.п.[4]

Сущность, объекты, виды и формы экологического аудита.

Экологический аудит является одним из инструментов повышения рационального использования природных ресурсов.

С одной стороны, он является отдельным типом в общей системе контроля. С другой стороны, экологический аудит является специализированным видом управленческой деятельности и отдельной сферой знаний, связанной с изучением хозяйственных процессов с позиции законности, достоверности, хозяйственной целесообразности, воздействия на окружающую природную среду(ОПС).

Объективной основой проведения экологического аудита является функция управления путем наблюдения за распределением и использованием природных ресурсов в условиях их ограниченности и медленного возобновления.

Сущность экологического аудита состоит в комплексном, органически взаимосвязанном изучении законности хозяйственных и финансовых операций и процессов на основе использования финансовой отчетности, бухгалтерского учета, нормативной и другой экономической информации в объединении с исследованием фактического состояния объектов контроля с целью обеспечения эффективного использования финансовых ресурсов [5].

Объектом экологического аудита являются распределительные и перераспределительные процессы при формировании и использовании природных ресурсов на всех уровнях экономической системы страны. К сфере экологического аудита относятся практически все операции, связанные с хозяйственной деятельностью человека, т.к. всякая хозяйственная деятельность человека воздействует на ОПС.

Различают такие виды экологического аудита: государственный, аудиторский и внутрихозяйственный. Эти виды экологического аудита выполняются в формах, которые определяются по определенным признакам. Так, по времени осуществления выделяют предшествующий, текущий и последующий контроль; по источниками данных, которые проверяются, - документальный и фактический; по методами выполнения - ревизию (комплексную или не комплексную), проверку, анализ и обследования (рис. 1).



Рис.1. Классификация экологического аудита по видам и формам

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Святослав Куруленко «Роль и место экологического аудита в системе экологического менеджмента» -К.: Минприроды Украины, 2005.
2. Закон Украины «Об экологическом аудите» // ВВР Украины. -2004.-№45
3. Гусева Т.В., Дайман С.Ю., РХТУ им. Д.И. Менделеева «Особенности оценки экологической обстановки на промышленной площадке и в импактной зоне промышленного объекта» -М.: РОО Эколайн, 2005
4. Букс И.И., Фомин С.А. Экологическая экспертиза и оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС): Уч. пособ. - М.: МНЭПУ, 1998
5. Грідчина М.В. Фінанси(теоретичні основи): Навч. посіб. -К.: Межрегиональная Академия управления персоналом (МАУП), 1997.

Тимохин В.М., инженер

Крымский филиал института гидротехники и мелиорации Украинской академии аграрных наук

Руднев В.П., к.т.н., доцент, Анкудинов А.В., студент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Актуальность и перспективы получения космических снимков Земли для украинской региональной власти

Изложены задачи космического мониторинга состояния окружающей среды и актуальность применения технологий дистанционного зондирования Земли в системе управления регионами. Существующие персональные станции приема спутниковой информации классифицированы по их тематической информативности и стоимости. Дан перечень космических аппаратов, информация которых пользуется наибольшим спросом у потребителей.

Спутниковые съемки Земли, состояние окружающей среды, космический мониторинг, персональные станции приема спутниковой информации, информативность космических аппаратов.

В современном мире спутниковые съемки Земли являются обязательным компонентом систем информационного обеспечения органов региональной власти любого государства с развитой экономикой. Спутниковая информация стала жизненно необходимой в системах принятия решений, от которых зависят качество прогнозирования, своевременное предотвращение и ликвидация чрезвычайных ситуаций, метеорологическое обеспечение, рациональное природопользование, картографирование, планирование строительства, бесперебойное функционирование транспорта, обороноспособность и многое другое [1,2,3]. Сегодня трудно определить сферу деятельности человека, где не были бы полезными данные космических снимков.

К примеру, в России после административной реформы правительства РФ, произведенной в соответствии с указом президента № 314 от 9.3.2004, ответственность за сбор и обработку данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) была разделена между несколькими ведущими ведомствами, каждое из которых является оператором собственной наземной сети приемных средств:

1. Министерство обороны.
2. Министерство природных ресурсов (МПР).
3. Министерство по делам гражданской обороны, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС).
4. Федеральное космическое агентство (Роскосмос).
5. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет).

И это при том, что Россия сегодня в мировом сообществе не является самым наглядным примером активного использования космических съемок в системах информационного обеспечения органов региональной власти.

Однако, несмотря на значительный прогресс во всем мире в использовании материалов космических съемок, во властных структурах Украины и в частности в Крыму широкое использование технологий ДЗЗ до сих пор не стало нормой. Главной причиной тому является с одной стороны консерватизм и «временничество» исполнительных властных структур, а с другой стороны отсутствие законодательной базы, обязывающей исполнительную власть к применению технологий ДЗЗ в своей работе.

Необходимость и актуальность в применении технологий ДЗЗ в системе управления регионами и в частности Крыма вызвана, прежде всего, следующими основными причинами:

1. Значительными изменениями в системе природопользования, вызванными проводя-

щимися государственными реформами во всех сферах народного хозяйства.

2. Снижением эффективности контроля состояния окружающей среды традиционными способами.
3. Потребностью в информационно - советующих системах современного информационного уровня при поиске оптимизации решений по рациональному развитию Крыма.
4. Снижением достоверности для органов исполнительной власти различных видов статистической информации о состоянии хозяйства Крыма.

В настоящее время существуют достаточные научно-технические предпосылки к практическому внедрению технологий ДЗЗ в народно-хозяйственных интересах Украины. В Крыму на базе лаборатории экологии и аэрокосмического мониторинга Крымского филиала института гидротехники и мелиорации (КФ ИГиМ) Украинской академии аграрных наук накоплен большой опыт в использовании технологий ДЗЗ для осуществления контроля состояния окружающей среды [4,5]. Научно-методическую основу исследований, которые проводятся этой организацией с 1990 года, составляет возможность приема информации измерений спутниковой аппаратурой параметров излучения поверхности Земли [6]. Например, пространственно-временное распределение биомассы контролируется посредством использования тесной взаимосвязи между яркостными характеристиками отраженного от подстилающей поверхности электромагнитного излучения, измеренного непосредственно съемочной аппаратурой, и величиной проективного покрытия почвы с последующим использованием биомассы, как индикатора (метод космобиоиндикации), позволяющего рассмотреть причинно-следственные связи между состоянием растительного покрова и факторами, его формирующими.

Опорная информация с тематических полигонов помогает выполнять тематическое дешифрирование космических снимков методом аналогий, т. е. применяя косвенные методы определения необходимых параметров и указанных причинно-следственных связей.

Для решения многих поставленных задач в локальном масштабе предварительно исследуются решения в масштабе региональном (принцип генерализации).

Водный баланс зоны аэрации на сельскохозяйственных полях в первом приближении оценивается с применением гидрологической модели [7], в основе которой лежит уравнение водного баланса зоны аэрации:

$$D = d + E - x - m - k,$$

где: D - дефицит влагообеспеченности сельхозкультуры, мм; d - исходный дефицит влагообеспеченности, мм; E - суммарное испарение, мм; X - атмосферные осадки, мм; m - поливная норма, мм; k - подпитка от грунтовых вод, мм.

На основе гидрологического моделирования и метода космобиоиндикации возможно построение модели, позволяющей определять эвапотранспирацию дистанционным методом (космобиоклиматический метод). В процессе тематического дешифрирования различных факторов, влияющих на состояние окружающей среды, предусмотрено использование метода системного анализа, при котором определяются составляющие информационные блоки и структура геоинформационных баз данных. Регистрация электромагнитного излучения, отраженного в видимом диапазоне от поверхности воды в комплексе с наземными актинометрическими наблюдениями станции Кара-Даг позволяет отработать механизм наблюдения повышенного содержания пыли в атмосфере (метод акваиндикации).

В таблице приведены основные типы возможных задач по контролю за состоянием окружающей среды: атмосферы, гидросферы, литосферы, биосферы.

Основные задачи космического мониторинга состояния окружающей среды

Объекты мониторинга и задачи	Средства получения оперативной информации	Реальная дискретность получения оперативной информации
1. Атмосфера		
1.1 Прогноз и контроль за метеорологическими процессами		
1.1.1 Ветровой режим (направление, скорость приземного ветра)	1,2,5	15 мин - 3 час
1.1.2 Ливни, град	1,3,5,А	10 мин - 3 час
1.1.3 Пыльные бури	1,2,3,4,5	15 мин - 1 сут.
1.1.4* Определение областей вымерзания озимых посевов в суровые зимы	1,2,3,4	15 мин - 1 сут.
1.1.5 Гололед	1	1 сут
1.1.6* Заморозки	1,2,3	15 мин - 1 час
1.1.7 Засуха	1,2,3,4	1 сут
1.1.8 Температура воздуха по вертикали.	2,3	15 мин - 1 час
1.1.9* Оперативный прогноз температурного режима почвы, а также режима выпадения атмосферных осадков	1,2,5	15 мин - 1 час
1.2 Контроль за загрязнением атмосферы		
1.2.1 Общее содержание и распределение парниковых газов в атмосфере по вертикали	2,3	1 час
1.2.2 Смог над городами	3	1 час
1.2.3 Изучение особенностей и контроль за формированием трансгрессивных потоков загрязняющих веществ		
1.2.3.1* Кислотные дожди	1,2,3,А	10 мин - 1 час
1.2.3.2 Пылевое загрязнение	1,2,3,4	15 мин - 1 сут.
1.2.3.3 Радиоактивное загрязнение	1,2,3,4	15 мин - 1 сут.
2. Гидросфера		
2.1 Прибрежные морские акватории		
2.1.1* Загрязнение прибрежных акваторий нефтепродуктами	3,4,5,6	1 час - 5 сут.
2.1.2* Загрязнение прибрежных акваторий химикатами	6	1-5 сут.
2.1.3* Ледовый режим морей	1,2,3,4	15 мин - 1 сут.
2.2 Реки Крыма		
2.2.1 Паводковые процессы	4,5,6	1 сут - 5сут.
2.3 Водохозяйственные объекты		
2.3.1 Водохранилища		
2.3.1.1* Состояние плотин	6, Г	1 год
2.3.1.2 Запасы воды	4	1 сут.
2.3.2 Магистральные водопроводящие каналы		
2.3.2.1* Состояние дамб каналов	6, Г	1 год
2.3.3 Коллекторно-дренажная сеть		
2.3.3.1 Водоотводящая способность главных коллекторов	6	1 мес.
2.3.3.2 Эффективность работы дренажных насосных станций	6	5 сут.
2.3.3.3 Эффективность работы площадного дренажа	6	1 мес.
2.4 Соленые озера		
2.4.1 Гидрологический режим лечебных грязевых источников	4,6	1сут - 5 сут.
2.4.2 Гидрологический режим Сивашской сырьевой базы химической промышленности	4,6	1сут - 5 сут.
3. Литосфера		
3.1 Наблюдения за состоянием сельскохозяйственных земель		
3.1.1 Засоление и осолонцевание почв	6	1 год
3.1.2 Подтопление сельскохозяйственных земель	6	1 мес.
3.1.3 Подтопление территорий населенных пунктов	6	1 мес.
3.1.4 Эрозионные процессы	6	5 лет
3.2* Наблюдения за оползневыми процессами	6, Г	1 мес.
3.3* Неблагоприятное состояние береговых зон	3,4,6	1 сут - 5 лет
4. Биосфера		
4.1 Контроль за лесомелиоративной эффективностью	6	5 сут.
4.2* Лесо-степные пожары	3,4	1 час - 1 сут.
4.3 Состояние лесов	3,4,6	1 сут - 5 сут
4.4 Лекарственные растения (ромашка степная)	6	5 сут

В таблице в графе «Средства получения оперативной информации» условно обозначены персональные станции приема спутниковой информации: 1 - КосмЭк-АРТ, 2- КосмЭк-НР, 3- КосмЭк – MSG, 4- КосмЭк –EOS. Здесь указаны только станции, которые разработаны и изготавливаются в Крыму. По качеству приема информации они не уступают зарубежным аналогам, по стоимости - значительно дешевле. Далее: 5 – интернет; 6 - заказ на CD; А - радиолокационные системы Крымской военизированной службы «Антиград»; Г – георадиолокатор. Задачи, которые могли бы иметь первоочередной спрос и оплату со стороны потенциальных Заказчиков, в таблице обозначены «*».

При осуществлении мониторингового контроля состояния окружающей среды самым надежным и самым независимым способом получения спутниковых снимков является прием информации с космического аппарата (КА) на собственную (персональную) станцию. Персональные станции приема спутниковой информации по их тематической информативности и стоимости можно условно разделить на три класса.

Первый класс персональных станций

К этому классу станций по тематике спутниковой информации относятся агрометеорологические спутниковые станции со стоимостью от 1 до 3 тыс. американских долларов. Прежде всего, это работающие в режиме АРТ (Automatic Picture Transmission) станции. Они принимают информацию с самых доступных и открытых американских спутников серии NOAA (NOAA-12, 15, 17, 18). Для получения АРТ-информации с этих спутников предлагается использование персональной станции спутниковой информации “КосмЭк” [8,9], которая по классу и типу информации является аналогом станции “Лиана” [2], но стоимостью - в 3 раза меньше (около 6.0 тыс. грн.). Станция разработана и изготовлена Тимохиным В.М и Гавришем В.А. для приема изображений Земли, передаваемых с полярно – орбитальных спутников типовых серий: NOAA, Метеор, Ресурс, Океан, Сич, Метор в формате АРТ и диапазоне 137-138 МГц.

Формат АРТ – аналоговый. Информация передается посредством АМ/ЧМ модуляции излучения с шириной полосы около 40 КГц. В одном сеансе со спутников NOAA аппаратурой AVHRR с уменьшенным пространственным (до 4 км) и радиометрическим (до 8 бит) разрешением в полосе обзора около 3000 км передаются изображения в двух спектральных каналах из пяти для разных спутников в различных вариациях.

“КосмЭк” предназначена для создания базы данных по датам чистого неба, определения фактической замутненности атмосферы (для отбраковки дат со снимками высокого геометрического разрешения) методом акваиндикации, а также для определения агрометеорологических факторов: направление ветра, весенние и осенние заморозки, пространственно-временное распространение атмосферных осадков (дождь, снег). Станция в режиме реального времени получает со спутника устойчивое изображение окружающей ее территории в радиусе 3600 км при угле визирования космического аппарата более 5 градусов. В среднем за сутки с учетом имеющегося количества спутников можно выполнять не менее 20 сеансов. Время прохождения зоны видимости от 6 до 15 минут. Объем первичной информации, получаемой за один сеанс связи, может составлять до 20 МБ. Станция “КосмЭк” прошла трехгодичную производственную проверку и испытания в отрядах Крымской военизированной службы по активному воздействию на неблагоприятные гидрометеорологические процессы.

К этому же классу относится приемное устройство “КосмЭкГео”, позволяющее принимать информацию с метеорологических геостационарных спутников нового поколения серии MSG, а также со спутников NOAA. Информация со спутника закрытая. Доступ к ней возможен только по лицензии. Вопросы по приобретению персональной станции приема “КосмЭкГео” и получению лицензии на прием информации с КА MSG-1 следует направлять по адресу: asi@crimea.com. Стоимость изготовления станции около 40.0 тыс. грн.

Работа станции по приему и первичной обработке снимков обеспечивается различными компьютерными программами. Одна из них разработана Дэвидом Тэйлором (Англия) [10]. Более совершенная программа [11] разработана в Новой Зеландии. В настоящее время нами в сотрудничестве с норвежскими специалистами разрабатывается еще более совершенное программное обеспечение, чем указанные.

Второй класс персональных станций

К этому классу станций по тематике спутниковой информации относятся агрометеорологические станции со стоимостью около 10 тыс. американских долларов.

Прежде всего, это работающие в режиме HRPT (High Resolution Picture Transmission) станции аппаратов NOAA (пять каналов, с геометрическим разрешением 1 км), например, станция СканЭкс [2.] Ее аналогом по классу, но стоимостью в 4 раза дешевле, является персональная станция “КосмЭк-HR”. Эта станция разработана и изготовлена Гавришем В.А. Она установлена в харьковском институте экологии, где третий год успешно используется.

Третий класс персональных станций

К этому классу станций по тематике спутниковой информации относятся ресурсные станции со стоимостью более 100 тыс. американских долларов. Кроме того, за прием информации такого класса со спутников необходимо оплачивать ежегодно дорогостоящую лицензию. Несмотря на свою высокую полезность, к сожалению, ценовые характеристики не позволяют рекомендовать эти станции для комплектации региональных центров космического мониторинга. Информацию такого класса следует получать по другим каналам (см. табл.).

Для конкретной задачи, связанной со сбором и обработкой данных ДЗЗ, определяются КА и соответствующая станция по приему и первичной обработке снимков. Согласно направленности выделенного круга задач, из множества существующих в настоящее время КА, ниже рекомендуются к использованию самые эффективные, пользующиеся наибольшим спросом у потребителей. Их информативность исследовали в лаборатории экологии и аэрокосмического мониторинга КФ ИГиМ с 1990 года по настоящее время.

- Американские метеорологические спутники серии NOAA (NOAA 12, 14 - 19). Прием информации открыт для всех, кто имеет средства приема этой информации, передающейся в режиме реального времени со спутника по каналу 1.7 ГГц.
- Американские геостационарные спутники типа MSG (MSG-1, 2). Основным достоинством этих космических аппаратов является их сверхвысокая временная дискретность выдачи информации – через 15 мин.
- Французский спутник SPOT. Имеет функциональные возможности одновременного получения необходимой информации малого геометрического разрешения (VGT) и высокого разрешения (HRVIR, HRG). Региональную информацию VGT можно получать оперативно (стоимость - \$100 в месяц) или бесплатно, с опозданием на три месяца, в режиме свободного доступа на базах данных по следующему адресу: <http://www.vgt.vito.be>. Ежедекадные нормализованные снимки в формате NDVI с КА SPOT 4,5 через систему Internet позволяют получать: многолетние данные о динамике биопродуктивности основных фитоценозов на юге ЕТС, в том числе сельскохозяйственных культур на юге Украины в региональном масштабе; выполнение тестового районирования территории и биоклиматических анализов. Информация HRVIR, HRG дорогостоящая и, с учетом низкой потребительской способности украинского рынка в данных ДЗЗ (близкой к нулевой), сегодня не оправдывает затрат. Интерес представляет информация прошлых лет с этого КА высокого (10.0 м) геометрического разрешения, к которой имеется свободный доступ.
- Американские спутники серии EOS (Terra и Aqua с аппаратурой Modis). За прошедшие четыре года со дня ввода в эксплуатацию прекрасно зарекомендовал себя спутник TERRA, первый КА, запущенный по американской программе EOS. Этот КА при гиперспектральных свойствах съемочной аппаратуры позволяет одновременно получать необходимую информацию среднего геометрического разрешения (Modis) и высокого разрешения (Aster), что предоставляет возможность одновременного использования спутниковой информации, как в региональных задачах, так и в задачах локального плана. КА серии EOS с бортовой аппаратурой Modis являются на сегодняшний день самыми оптимальными в затратном смысле и перспективными в информативном смысле для использования в системах мониторингового контроля за состоянием сельскохозяйственных культур. Они дают возможность получить информации в режиме свободного доступа для всех, кто имеет средства приема этой информации, передающейся в режиме реального времени со спутника по каналу 8.2 ГГц, а также на соответствующих базах архивных данных (<http://modis.gsfc.nasa.gov/news>).
- Американские спутники серии Landsat (Landsat 5, 7) - самые эффективные в информативном смысле для локальных задач агрокосмического мониторинга. Для получения снимков можно восполь-

зоваться одним из адресов: <http://glcfapp.umiacs.umd.edu>.

- Европейский спутник Envisat - уникальный аппарат с аппаратурой MERIS. Стоимость информация высокая. Однако можно пользоваться бесплатной информацией, прореженной в 3 раза.
- Индийские спутники серии IRS (IRS 3, 4, 5, 6), информацию с которых очень удобно и надежно получать через московские центры приема спутниковой информации. По вопросу заказа и приобретения спутниковых снимков с КА IRS рекомендуется обращаться по адресу: asi@crimea.com.
- Российский спутник «Монитор-Э», запущенный 27.08.2006г. Официальное соглашение с владельцем КА о распространении снимков с этого спутника по Украине имеет КФ ИГиМ. По вопросу заказа и приобретения спутниковых снимков с КА «Монитор-Э» рекомендуется обращаться по адресу: asi@crimea.com.

ВЫВОДЫ

В настоящее время без применения научных достижений современных информационных технологий на базе использования спутниковых снимков Земли региональные власти в Украине не могут достоверно оценивать состояние природно-хозяйственного комплекса в регионе, и, соответственно, не способны принимать правильные решения по его рациональному управлению. Современные научные разработки в технологиях использования спутниковых съемок позволяют сегодня для региональных властей Украины создавать не дорогие, но информационно надежные региональные системы дистанционного зондирования Земли, обеспечивающие необходимой информацией о состоянии природно-хозяйственного комплекса в регионе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кравцова В.И. Космические методы картографирования / Под редакцией Ю.Ф. Книжникова. — М.: Изд-во МГУ, 1995.- 240 с ил.
2. Гарбук С.В., Гершензон В.Е. Космические системы дистанционного зондирования Земли. — М.:Издательство А и Б, 1997. —296 с., ил.
3. Киенко Ю.П. Основы космического природоведения: Учебник для вузов.- М.:”Картгеоцентр” – “Теодезиздат”, 1999. 285 с.: ил.
4. Тимохин В.М. Роль дистанционного зондирования Земли в проведении экспертной оценки эффективности гидромелиорации земель в заданном регионе. Сборник докладов 4-ой международной научно-практической конференции «Современные технологии управления экологической и информационной безопасностью территории».- Киев – Харьков – Рыбачье, 2005г.
5. Тимохин В.М. Изучение возможностей контроля факторов, формирующих урожайность на основе использования спутниковой информации в системе агрокосмического мониторинга сельскохозяйственных культур юга Украины. Тезисы докладов 3-ей международной научно-практической конференции «Проблемы разработки и внедрения современных информационных технологий мониторинга окружающей среды и управления экологической информационной безопасностью в регионе.- Киев – Харьков – Рыбачье, 2004г.
6. Тимохин В.М. К вопросу о методологических основах использования спутниковой информации в системе агрокосмического мониторинга сельскохозяйственных культур юга Украины. Материалы 1-ой крымской научно-практической конференции на тему: «Земельная реформа в Крыму. Состояние и перспективы дальнейшего совершенствования земельных отношений». - Симферополь, 2004г.
7. Орлова Н.А., Тимохин В.М., Кополовец Л.К. Методические указания по выполнению выпускной работы слушателями ФПК (расчёт водно-солевого режима зоны аэрации орошаемых почвогрунтов при близком залегании грунтовых вод). - Ровно, 1984.
8. Тимохин В.М. Персональная станция приема космической информации малого геометрического разрешения «КосмЭк». Тезисы докладов 1-ой международной научно-практической конференции «Информационные технологии управления экологической безопасностью, ресурсами и мероприятиями в чрезвычайных ситуациях». Харьков: Национальный аэрокосмический Университет им. М.Э.Жуковского, 2002г.
9. Тимохин В.М. Перспективы применения персональной станции приема космической информации малого геометрического разрешения «КосмЭк» в решении задач, связанных с неблагоприятными метеорологическими условиями для сельскохозяйственного землепользования. Тезисы докладов 2-ой международной научно-практической конференции «Современные информационные технологии управления экологической безопасностью регионов, природопользованием и мероприятиями в чрезвычайных ситуациях. Киев - Харьков – Рыбачье: Украинский институт исследований окружающей среды и ресурсов, Национальный аэрокосмический университет им. М.Э.Жуковского, 2003г. –148с.
10. This program is freeware and remains copyright of David J Taylor, Edinburgh, 1999-2001.
11. Software and documentation copyright © 1995, 2004 Tim Vasquez Weather Graphics Technologies. All rights reserved.

Чабан В.В., инженер, Сурова Н.А., инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Исследование экологической обстановки Сакского солёного озера.

Описывается сезонное колебание содержания поллютантов (хлорорганических пестицидов и тяжелых металлов) в рапе и донных отложениях Сакского соленого озера. Также рассматривается содержание некоторых поллютантов на прилегающей к озеру территории.

пестициды, тяжелые металлы, рапа, донные отложения.

Сакское солёное озеро представляет собой затопленное морскими водами устье двух балок: Чеботарской и Чокракской, отделённых от моря морской пересыпью шириной до 600м и высотой 3-4м. Берега озера не превышают 7м, водоразделы в значительной мере сглажены, в ряде мест видны обнажения горных пород.

Восточный бассейн является источником современной добычи рапы и лечебной грязи, которая обладает широкими бальнеологическими свойствами. Западный бассейн является перспективным резервом добычи рапы и грязи.

В настоящее время по берегам озера располагается целый ряд источников загрязнения, которые оказывают непосредственное влияние на качество природных лечебных ресурсов. Это действующие садово-огородные кооперативы, производственное объединение тепловых сетей, ряд санаториев, военный гарнизон, совхоз Саки, жилые кварталы г. Саки, прилегающие села Михайловка и Орехово и промзона – молокозавод, завод минеральных вод, стройматериалов, колбасные цеха, предприятия Горгаз и Горводоканал.

Сакские грязи являются уникальными по своим лечебным свойствам, поскольку имеют богатый химический состав (Табл.1).

Таблица 1.

Результаты отжима лечебной грязи по слоям залежи (по данным Сакской ГГРЭС)

Состав в 1дм ³	Ед.	Глубина отбора пробы, см		
	изм.	0-20	40-60	80-100
КАТИОНЫ				
Аммоний NH ₄ ⁺	мг-экв	0.8	1.064	1.33
Калий + Натрий K ⁺⁺ Na ⁺	мг-экв	2170.57	2258.43	1647.48
Магний Mg ²⁺	мг-экв	702	749.5	614
Кальций Ca ²⁺	мг-экв	53	45.5	41
Железо закисное Fe ²⁺	мг-экв	0.01	0.0021	0.005
Железо окисное Fe ³⁺	мг-экв	0.02	0.0054	0.007
Сумма катионов	мг-экв	2926.4	3054.5	2303.82
АНИОНЫ				
Хлорид Cl ⁻	мг-экв	2594.35	2721.71	1971.71
Сульфат SO ₄ ²⁻	мг-экв	326.34	326.85	322.22
Гидрокарбонат HCO ₃ ⁻	мг-экв	5.63	3.5	7.87
Карбонат CO ₃ ⁻	мг-экв	-	2	2
Нитрит NO ₂ ⁻	мг-экв	-	0.0026	0.02
Нитрат NO ₃ ⁻	мг-экв	0.08	0.44	-
Сумма анионов	мг-экв	2926.4	3054.5	2976.37
Минерализация	г/дм ³	167.54	174.4597	170.119
Объемный вес		1.654	1.652	1.665
pH	ед.pH	7.35	7.65	7.4
Окисляемость	мг O ₂ /дм ³	91	76	77
Сухой остаток	г/дм ³	171.8	173.3	171.6

Запас Мойнак очень мал, поэтому Сакские грязи перспективны в использовании в лечебных целях.

Многолетний режим Сакского соленого озера характеризуется постоянной миграцией солей и изменением солёности рапы.

В озере постепенно исчезли сульфаты путем биохимического их восстановления и реакции обменной адсорбции, связанной с заилением озера, а также реакции двойного солевого обмена; таковы были главнейшие пути, по которым шла метаморфизация. Помимо нее шла искусственная добыча соли.

В воде Черного моря коэффициент метаморфизации K равен 0.645; в заливе Гудым он уже равен 0.62; в Западном бассейне — 0.515; в Восточном бассейне в среднем K равен 0.49. Параллельно с понижением K мы наблюдаем повышение магнизиальных коэффициентов K_1 и K_2 ; Сакское озеро по сравнению с морем в два раза богаче магнизиальными солями:

— в морской воде 0.1

$$\frac{MgSO_4 + MgCl_2}{NaCl} = \text{— в Саксом озере } 0.33\text{—}0.37$$

— в грязевом р-ре Восточного бассейна 0.45.

Таким образом, мы видим, что Восточный бассейн Сакского озера сохранил древнюю физиологию своей рапы, измененной природой и человеком лучше, чем бассейн Западный, усиленно питавшийся в течение многих лет морской водой и не получавший маточных растворов с солепромысла

Многолетние данные солёности рапы отражают, в известной мере, различие режимов с 1926 по 1999 год. Среднегодовая солёность рапы восточного бассейна находилась в пределах 150,3 — 222,2 г/л, западного — 112,9 — 114,04 г/л. Высокие концентрации рапы отмечены в 1945—1947 гг., что связано с нарушением питания и сильным его усыханием. Солёность рапы восточного бассейна озера достигла 173,2—243,0 г/л, западного — 127,0—134,0 г/л.

После паводка 1947 года происходит опреснение озера с последующим накоплением солей, которые в 1952—1957 г.г. достигают в восточном бассейне концентрации 134,07—182,73 г/л и в западном — 109,31—160,5 г/л. В последние 5—6 лет отмечается в летний период значительное обнажение грязевой площади в западной части озера и усыхание озера, что очевидно, объясняется увеличением потребления рапы йодо-бромным заводом, несмотря на пополнение его рапой озера Сасык — Сиваш.

Многолетние данные по составу рапы обеих частей указывают на некоторое их различие. Рапа восточной части несколько богаче ионом магния, но имеет меньше ионов йода, брома и метаборной кислоты, чем рапа западной части.

В ряде проб в период с 2001 г. по 2003 г. обнаружены тяжелые металлы в различных концентрациях[1].

В связи с изложенным, становится очевидной задача оценки сезонного экологического состояния Сакского соленого озера.

Научная новизна проделанной нами работы в течение 4-х лет заключается в том, что были получены результаты сезонного накопления пестицидов и других химических компонентов в рапе и донных отложениях озера, что позволяет обозначить источники поставки загрязнителей и делать выводы о возможности применения грязи в лечебных целях, а также это позволяет делать прогнозы применения исследуемого объекта.

В настоящее время данными о содержании веществ в исследуемом объекте располагает Центральная испытательная лаборатория Сакской ГГРЭС. Однако исследования не носят сезонный характер по содержанию в озере пестицидов и тяжелых металлов, но могут быть приняты за основу химического состава. Нами проводились исследования по содержанию пестицидов и тяжелых металлов в различное время года и в нескольких точках по периметру озера.

Методика исследования

Для исследования были отобраны пробы рапы и донных отложений в 6-ти точках Сакского озера по ГОСТ 4979-89. Пробы отбирали с частотой один раз в квартал [2]. Все пробы рапы отбирали возле берега на расстоянии метра от уреза воды, кроме пробы №5 - точка максимально приближенная к центру озера, и по возможности при одинаковых погодных условиях: отсутствие осадков, на озере штиль или небольшая рябь, прозрачность воды высокая.

Все точки отбора проб располагались на площади озера таким образом, что бы при последующих анализах можно было бы выявить основные источники загрязнения и проследить динамику загрязнений. Точки размещались в местах предполагаемых загрязнений: места вероятного расплескивания, зоны неорганизованного отдыха, зоны предполагаемого влияния сельскохозяйственных угодий, а также возле рапозабора.

В качестве методов исследования пестицидов использовали метод газохроматографического разделения хлорорганических пестицидов (ХОП), [3] химические методы титрования (ХПК), солевого состава и метод инверсионной вольтамперометрии определения тяжелых металлов. [4]

Тяжелые металлы (Zn, Cd, Pb и Cu) определяли на полярографе Пу-1 на графитовом электроде, на фоне ацетатного буфера. [5]

Результаты и обсуждения

Земельный фонд Крымского полуострова составляет 2608,1 тыс. га, из которых 1857,7 тыс. га сельскохозяйственные угодья (это 71,2% всей площади). Химической обработке подвергается 359,1 тыс. га.

По мнению ряда авторов одной из острых проблем сельского хозяйства Крыма является использование пестицидов. Проблемой загрязнения Крыма средствами защиты растений занимается ряд организаций.

Наиболее широкое распространение среди пестицидов получили ГХЦГ, реглон, базаграм, фундазол, каратэ. БИ-58, ДНОК, альдрин, гептахлор; 2,4-Д, гексахлоран, атразин и др.

В условиях интенсивного применения пестицидов создаются предпосылки для их накопления в почвах, а также в других объектах окружающей среды, что представляет опасность непосредственно для здоровья человека.

Исследование распределения загрязняющих веществ в природных средах, циклов их миграций и трансформации в биосфере имеют большое значение для оценки и прогноза экологических последствий воздействия антропогенных факторов. Повсеместное загрязнение пестицидами атмосферы, гидросферы и биоты свидетельствуют о том, что эти вещества находятся в постоянном движении, переходя из одной природной среды в другую.

В настоящее время есть опасение повышения уровня загрязнения пестицидами пищевых продуктов, что связано с нарушением правил и доз их применения.

Угроза загрязнения окружающей среды связана также с неправильным хранением, с накоплением устаревших пестицидов, с отсутствием технологии их обезвреживания.

По данным 1998 году на химических складах выявлено 684,8 т ядохимикатов, из которых 337,3 т запрещены к применению. В настоящее время эти химикаты также не уничтожены в связи с отсутствием технологий. Хранение пестицидов на территории Крыма осуществляется в 300 складах, расположенных в различных хозяйствах, условия хранения в которых не соответствуют требованиям Закона Украины «Об использовании пестицидов и агрохимикатов, их применении, транспортировке и хранении».

Многолетние наблюдения, проводимые в регионе, позволяют характеризовать воздействие пестицидов на всю экосистему в целом.

По мнению ряда авторов поведение пестицидов в почвах в значительной степени зависит от многих климатических факторов. В связи с тем, что самоочищения почв прак-

тически не происходит, токсические вещества имеют тенденцию накапливаться. Это приводит к постоянному изменению химического состава почв, нарушению единства геохимической среды и организмов, а также приводит к загрязнению пищевых продуктов. В Крыму в 1998 году было израсходовано на обработку почвы 2295,4 т пестицидов (в среднем 2,1 кг на 1 га)[7].

По данным центра «Крымгосплдородие» наиболее благоприятное положение при использовании препаратов группы триазинов (2,4-Д, атразин), которые сохраняются в почве после обработки 7-24 месяцев. При использовании 2,4-Д на площади 2730 га и атразина на площади 145 га не были обнаружены остаточные количества этих препаратов в 2002 году, также они не были обнаружены в плодовых и овощных культурах. По данным почвенно-агрохимического мониторинга результаты определения остаточных количеств пестицидов в пшенице мягких сортов показали, что в 2000-2001 годах в пределах ПДК = 0,5 мг/кг обнаружены остаточные количества ГХЦГ и ДДТ (ПДК = 0,02 мг/кг) соответственно, особенно в Симферопольском и Сакском районах. В целом, это, конечно, возможно при уменьшении использования пестицидов в крымских хозяйствах по различным причинам[8].

Однако, если проблема накопления наиболее опасных пестицидов в сельскохозяйственных растениях вполне решаемая, то для развития курортов загрязнение водоемов и почв пестицидами стоит очень остро, поскольку даже малые количества химических препаратов сводят к «нулю» использование грязи и рапы в лечебных целях. Была исследована динамика накопления ГХЦГ, ДДТ, ДДЭ, ДДЦ в рапе Сакского соленого озера, которая является уникальной по своему химическому составу и применяется для бальнеологического лечения.

Сакское соленое озеро находится на западном побережье Крымского полуострова и относится к озерам лиманного типа. В настоящее время Сакское месторождение лечебных грязей находится в окружении опасной в природоохранном отношении инфраструктуры. В соответствии с Водным кодексом и Постановлением Кабинета Министров Украины от 18.12.98 г №2024 «О правовом режиме зон санитарной охраны водных объектов», необходимо установить все источники загрязнения в зонах санитарной охраны.[9]

Известно, что загрязнение пестицидами вод поверхностных водоемов происходит, в основном, в результате поверхностного стока с сельскохозяйственных полей. Вблизи Сакского озера расположены многочисленные сельские поля сел Михайловки, Орехово и дачных участков, которые поставляют химические органические загрязнители в подземные и поверхностные воды. В результате исследований были обнаружены пестициды в пробах почв (Табл. 2).

Таблица 2

Концентрация пестицидов в почве вблизи Сакского озера.

Место отбора	ГХЦГ, мг/кг	ДДЭ мг/кг	ДДД, мг/кг	ДДТ, мг/кг	Сумма ДДЭ, ДДД, ДДТ, мг/кг
Северный берег	$0,13 \times 10^{-2}$	$0,53 \times 10^{-2}$	$0,11 \times 10^{-2}$	н.о.	$0,64 \times 10^{-2}$
Южный берег	н.о.	$0,17 \times 10^{-3}$	н.о.	$0,23 \times 10^{-3}$	$0,40 \times 10^{-3}$

В почве ГХЦГ не обнаружен ни на северном, ни на южном берегу озера, а ДДТ и его производные обнаружены во всех пробах почв. Однако во всех пробах почв не наблюдается превышение ПДК по пестицидам.

Было установлено, что хлорорганические пестициды содержатся во всех исследуемых объектах и могут поступать в водную среду прямым и косвенным путем. Загрязнение рапы происходит за счет атмосферных выпадений и за счет поверхностного водного стока. В донных отложениях накопление происходит вследствие сильной адсорбции и более низкой температуры.

Аналогично содержание хлорорганических пестицидов порядка 10^{-3} – 10^{-4} мг/кг обнаружены во многих пробах донных отложений, что свидетельствует о накоплении их в донных осадках. В ряде проб не обнаружено содержание ДДТ поскольку этот препарат не применяется уже более 10 лет, но имеются его производные ДДЭ, ДДД в концентрациях того же порядка 10^{-3} – 10^{-4} мг/кг.

Исследования, проведённые Сакской Гидрогеологической станцией, показали вертикальную и горизонтальную миграцию пестицидов во всех окружающих объектах (в поверхностном стоке, донных отложениях, сбросном канале, воздухе и почве, донных отложениях живых организмов).

Анализ проведенных исследований подтверждает опасность накопления часто применяемых пестицидов в Крымских водоемах, что ухудшает лечебные свойства уникальных грязей и даже создает угрозу для здоровья.

Результаты анализа показали, что содержание Zn превышает ПДК в некоторых пробах в 3 раза, Pb-обнаружен только в летний период в точке отбора №2 и превышает ПДК в 4 раза, Cd в некоторых пробах превышает ПДК в 10 раз, в летнее время. Содержание Cu не превышает ПДК. Превышение Cd и Pb в летний период, прежде всего, можно объяснить смывом с полей, куда они вносятся вместе с удобрениями.

Таблица 3

Содержание пестицидов в рапе и донных отложениях

№ пробы	Рапа (мг/л)			Донные отложения (мг/кг)		
	α -ГХЦГ	γ -ГХЦГ	Σ ДДТ, ДДД, ДДЭ	α -ГХЦГ	γ -ГХЦГ	Σ ДДТ, ДДД, ДДЭ
№1	н.о.	$0,79 \times 10^{-6}$	$1,27 \times 10^{-5}$	$0,81 \times 10^{-4}$	$0,97 \times 10^{-4}$	$1,59 \times 10^{-3}$
№2	н.о.	н.о.	$1,52 \times 10^{-6}$	$0,38 \times 10^{-4}$	$0,41 \times 10^{-4}$	$0,50 \times 10^{-4}$
№3	$0,14 \times 10^{-3}$	н.о.	н.о.	н.о.	$0,87 \times 10^{-3}$	$1,69 \times 10^{-4}$
№4	$0,62 \times 10^{-5}$	$0,32 \times 10^{-6}$	$1,57 \times 10^{-6}$	н.о.	н.о.	$1,34 \times 10^{-3}$
№5	$0,16 \times 10^{-3}$	н.о.	н.о.	$0,19 \times 10^{-3}$	н.о.	$0,20 \times 10^{-4}$

Сопоставляя данные по содержанию тяжелых металлов в Сакском солёном озере можно проследить их сезонное колебание. Так, пики концентраций некоторых металлов приходится на весну и осень, - что связано с внесением их на поля и дальнейшим смывом в акваторию озера.

Согласно полученным результатам видно, что рН существенно не меняется, его значение колеблется от 6,8, до 8,1. Жесткость превышает ПДК в 2-3 раза, максимальное значение 27,2 мг/экв., а минимальное 4,8 мг/экв. Такой перепад мы связываем с бытовыми стоками. Анализ бикарбонатов показал сезонное изменение концентраций. Максимальные значения наблюдаются весной, осенью и в начале лета, max-97,5 мг/л., а минимальные значения приходятся на середину и конец лета, min-24,4 мг/л. Это можно объяснить выпадением осадков и смыва почв с полей (Табл. 4).

В результате исследований установлены колебания концентрации хлоридов: в летний период их меньше чем в зимний, весенний и осенний периоды. Мах-482,8 мг/л., min-142 мг/л., но превышение ПДК не наблюдали. Такое колебание можно объяснить периодичностью поступления пресной воды в озеро: дожди, мелиоративные работы и т. д.

ВЫВОДЫ

1. Полученные результаты говорят об антропогенной нагрузке, источниками которой являются ряд промышленных и сельскохозяйственных предприятий, расположенных, как и в пределах санитарных зон, так и непосредственно на берегу озера.
- В экосистему озера поступают тяжелые металлы и пестициды, которые при постоянном потреблении и контакте с кожей могут вызывать заболевания.
2. Результаты химических анализов рапы и донных отложений показывают неравномерное распределение поллютантов по акватории озера, а также их сезонное изменение.
3. Грязевое лечение согласно бальнеологических свойств грязи и рапы предполагает регулярное применение в целях лечения таких болезней: болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани, остаточные явления травм и интоксикаций ЦНС, заболевания периферической нервной системы, гинекологические заболевания, заболевания ЛОР-органов, болезни кожи и заболевания зубочелюстных систем.

И хотя концентрация пестицидов в рапе и донных отложениях (10^{-4} - 10^{-6} мг/л) в пределах ПДК, при постоянном контакте с кожей во время процедур, они могут накапливаться в жировых тканях. Это может привести к заболеванию крови и раковым опухолям.

Аналогично через кожу могут попадать растворы солей тяжелых металлов.

В организме они связывают сульфидные мостики белков, разрушают мембраны, блокируют действие ферментов, нарушают естественный обмен и могут вызывать заболевание печени, почек, ЦНС.

Изменение солевого состава (опреснение озера) также влияет на его целебные свойства, а процесс этот происходит регулярно посезонно.

4. Все вышесказанное говорит о необходимости проведения постоянных исследований.
Более подробно изучить механизм действия малых концентраций поллютантов, содержащихся в рапе и донных отложениях на организм человека.
 5. Необходимо инженерное решение для препятствия поступлению загрязнителей в лечебный бассейн через дамбы и с грунтовыми водами.
- Чтобы решить задачу уменьшения поступлений загрязнителей в озеро необходимо улучшить работу (ремонт, новое оборудование, монтаж очистительных сооружений упомянутых источников загрязнения).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Сурова Н. А. Вольтамперометрический анализ биологических объектов на содержание тяжелых металлов. // КУАС 2000. Программа Всеукраинской (с международным участием) конференции по аналитической химии, посвященной 100-летию со дня рождения профессора Н. П. Комаря (Харьков, 15-19 мая 2000 г.). Тезисы докладов. - Харьков, 2000. - С. 140.
2. ГОСТ 4979-89. Вода хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения. Методы химического анализа. Отбор, хранение и транспортирование проб.
3. Спутник эколога. Методика определения пестицидов в природных объектах. - Ростов-на-Дону: «Эксидон», 1991. - 130 с.
4. Косовская А.Ф. Сравнительная характеристика восточной и западной части Сакского озера. // Тезисы докладов международной научно-практической конференции посвященной 75-летию Сакскокой Гидрогеологической Режимно-эксплуатационной станции: «проблемы рациональной эксплуатации и использования курортных ресурсов». - г. Симферополь: «Форма», 2001, - С. 107-111.
6. Доповидь «Про стан навколишнього природного середовища в АРК за 1999 р.» - Симферополь, 2001. - 87с.
5. Практическое руководство по физико-химическим методам анализа. / Под редакцией И. П. Алимарина. - Москва: МГУ, 1987. - 243с.
7. Отурина И.П., Кобечинская В.Г. Экологический аспект загрязнений почв Крыма агрохимикатами. Сб. «Актуальные вопросы развития инновационной деятельности в государствах с переходной экономикой» - Симферополь, 2001. - с.80-82
8. Бабенко Г. А. Промышленность Крыма: проблемы и пути решения. - Симферополь: Таврия, 2001. - 170с.
9. Гольдин Б. М., Олиферов А. Н. Реки и озера. - Симферополь: Крым, 1966. - 52с.

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

УДК 333.93

Афанасьева М.Ю., аспирант

Национальная академия природоохранного и курортного строительства.

Ковальчук А.Н., ктн, член корреспондент МАНЭБ,

Украинское национальное отделение МАНЭБ, Феодосийский филиал.

Наурзоков Ю.Х., ктн

Феодосийский политехнический институт Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова.

К вопросу моделирования объектно-функциональных связей системы интегрированного управления водными ресурсами

Приведены результаты моделирования процессов водопользования, оценен реальный водный баланс территории (Феодосийский регион), выявлены механизмы воспроизводства водных ресурсов, устойчивости экосистем.

Водопользование, интегрированное управление, экосистемы, процессы, объектно-функциональные связи.

Вопросы моделирования процесса интегрированного управления водными ресурсами один из наиболее эффективных способов мировой практики решения водных проблем территорий. Так как водный сектор взаимосвязан с другими секторами экономики, основой территориальной организации водопользования должна быть оптимальная структура природно-антропогенных систем. Функциональные связи такой структуры можно представить в виде графа (элемента дискретной математики). Предложенный в данной работе алгоритм можно применить для моделирования системы связей между объектами различной природы. В основе нашей модели территориальной организации водопользования положены векторные показатели направления и объёмно-скоростных характеристик поверхностных и подземных водотоков. Данная модель использована нами для определения функции движения воды в естественном и антропогенном каналах Феодосийского регионального водного бассейна и оценки баланса между объёмом поднятой из водохранилищ воды и объёмом сточных вод в рассматриваемом регионе.

Одним из наиболее эффективных способов решения водных проблем территорий, применяемых в международной практике, является интегрированное управление водными ресурсами (ИУВР) [1, 2].

Мировая практика развивается в направлении интегрированного управления водными ресурсами, ориентированном на гидрографический бассейновый подход с вовлечением в этот процесс потребителей воды. Привязка бассейнового подхода в управлении водными ресурсами, в основном, ориентирована на крупные речные бассейны трансграничного значения. Однако, вопросы сохранения экосистем и биоразнообразия, устойчивого воспроизводства качественной питьевой воды в значительной степени касаются регионов с ограниченными природными водными ресурсами и интенсивной производственно-хозяйственной деятельностью. Понятие бассейнового принципа управления в таком случае становится дискуссионным.

Теоретически эффективное управление системой водных ресурсов, с одной стороны, представляется как производственная функция, в результате которой происходит преобразование характеристик поверхностных и грунтовых вод в количественные, качественные, временные и локализованные характеристики продукции для потребителя, а также в показатели сокращения ущерба от негативных экологических последствий антропогенного воздействия. С другой стороны, трудности управления водными ресурсами связаны с тем, что водный сектор не может существовать изолированно от других секторов экономики, а также территориально. Кроме того, система управления водными ресурсами должна учитывать ограниченность их запасов. В связи с этим для воспроизводства качественной воды на территории и обеспечения условий устойчивости экосистем необходимо сформировать оптимальную территориальную структуру природных и хозяйственно-экономических связей в рамках водного сектора.

Таким образом, основой территориальной организации водопользования должно быть формирование оптимальной структуры природно-антропогенных систем, каждая из которых имеет входные (внешние) и выходные (функциональные) характеристики.

Совокупность функциональных связей такой структуры можно представить в виде графа, упорядоченного по уровням в соответствии со следующей схемой.

Моделирование процессов межуровневых переходов в соответствии с заданной схемой связано с трудностями математического описания ввиду их многофакторности и многофункциональности. Наиболее перспективным, по нашему мнению, является применение математических методов описания объектно-функциональных связей дискретных объектов. Модель территориальной организации водопользования в соответствии с выше приведенной схемой можно представить деревом связей, в основе которой положены векторные показатели направления и объемно-скоростных характеристик поверхностных и подземных водотоков.

Универсальность предлагаемого метода заключается в том, что его можно применить для моделирования системы связей между объектами различной природы. В частности, элементами модели могут быть объекты, задействованные в системе водообеспечения и водоотведения, объекты, определяющие межведомственные связи в системе интегрированного управления водным хозяйством и т.п.

В основе предлагаемой модели используются методы дискретной математики, а именно, теории графов.



Алгоритм реализации модели включает следующие этапы:

- определение объектов модели;
- определение межобъектных связей;
- составление исходного графа в виде булевой матрицы или связями;
- разложение исходного графа на максимально сильно связные подграфы (если таковые существуют в исходном графе);
- упорядочение графа, нахождение порядковой функции графа.

В исходном графе $G(V,L)$ объекты представляют собой множество вершин $(v_i \in V)$, а связи – множество дуг $(l_j \in L)$. Прямое и обратное транзитивные замыкания определяются соответственно формулами много-

значного отображения:

$$Lv_i^+ = \{v_i\} UL^1 v_i UL^2 v_i UL^3 v_i U \dots UL^n v_i$$

$$Lv_i^- = \{v_i\} UL^{-1} v_i UL^{-2} v_i UL^{-3} v_i U \dots UL^{-m} v_i,$$

где Lv_i^+ и Lv_i^- - соответственно прямое и обратное транзитивные замыкания, n и m - длины путей соответственно прямого и обратного транзитивного замыкания.

Сильно связанные подграфы в составе исходного графа определяются тождеством $(\bigcup v_i \in L)Lv_i^+ = L$,

где \bigcup – квантор общности

Порядковая функция графа без контуров определяется как упорядоченное множество $N_0, N_1, N_2, \dots, N_r$, где r - минимальное число, для которого $L N_r^+ = O$ (пустое множество).

На практике порядковую функцию проще найти способом Демукрона [3] на основе квадратной булевой матрицы смежности для вершин исходного графа.

Данная модель использовалась ниже для определения функции движения воды в естественном и антропогенном каналах Феодосийского регионального водного бассейна [4].

Входными данными являются характеристики источников, формирующих водные ресурсы бассейна. Они относятся к двум типам: естественному (атмосферные осадки, подземные воды) и донорскому (воды реки Днепр, поступающие сезонно через Северо-Крымский канал в Феодосийское и Фронтное наливные водохранилища).

Выходными данными являются характеристики стоков, которые для рассматриваемого бассейна представляют собой выбросы централизованной системы канализования, ландшафтные стоки естественного и хозяйственно-бытового происхождения. Все стоки поступают в Черное море. Объекты антропогенного канала представляют собой промежуточные носители, характеризующие процессы водоподготовки, доставки и использования воды потребителями.

В табл. представлены объекты модели, номера которых определяют номера вершин графа.

Таблица

Объекты схемы использования водных ресурсов Феодосийского региона

№	Объект, наименование и назначение	Количественная характеристика (тыс. м ³ /год)	Примечание
1	Атмосферные осадки	10260	Среднегодовая норма – 300 мм. Площадь региона 34,2 км ²
2	Подземные воды, из них: - Субашские источники - Кошка-Чокракский источник с галереями Карагозы (п. 13) - Подпочвенные воды, имеющие выход в виде родников на северных склонах хребта Тепе-Оба - подземные воды, накапливающиеся в колодцах	4958 4745 197 16	В настоящее время не используются ни в питьевых, ни в хозяйственных целях. Вода самоизливается на поля. Расстояние от источника 29 км Ведомственный водовод ж-д станции Айвазовская Днепропетровской железной дороги. Расстояние – 17 км Оценка по данным экспедиционных работ в рамках проекта MATRA KAP 2004 г. Не оценены
3	Днепровская вода Северо-Крымского канала, поступающая для нужд региона, в т.ч. (4, 5, 6, 7, 8)		По данным за 2005 год
4	Вода для орошения		Нет данных
5	Вода, поступающая на водоочистные сооружения (ВОС) из Феодосийского водохранилища	19460	
6	Вода, поступающая на водоочистные сооружения из Фронтного водохранилища	6487	
7	Вода, поступающая на ВОС	26238	

8	Полив от ВОС	291	
9	Потери неочищенной воды на ВОС	5336	
10	Технологический расход и сброс воды	6350	
11	Потери воды в разводящей сети (утечки)	4195	
12	Объем реализации воды	7184	Население, прочие потребители Феодосийского региона, г. Судак
13	Вода Кошка-Чокракского источника, поступающая в локальную сеть, в т.ч. (14, 15)	197	
14	На обслуживании железно-дорожной станции (депо, составы и т.п.)	79	
15	Населению из Кошка-Чокракского водовода	118	
16	Централизованные канализационные стоки (бытовые и производственные)	6205	Глубоководный коллектор длиной 410 м в Феодосии и 390 м в Приморском
17	Ливневые и хозяйственно-бытовые неочищенные стоки, в том числе (18)	12337	
18	Сток реки Байбуга в Феодосийский залив	7008	

На рис. дано графическое изображение функциональных связей в системе водных ресурсов Феодосийского региона, полученное на основе обработки булевой матрицы графа, учитывающей функциональные связи между указанными в табл. объектами.

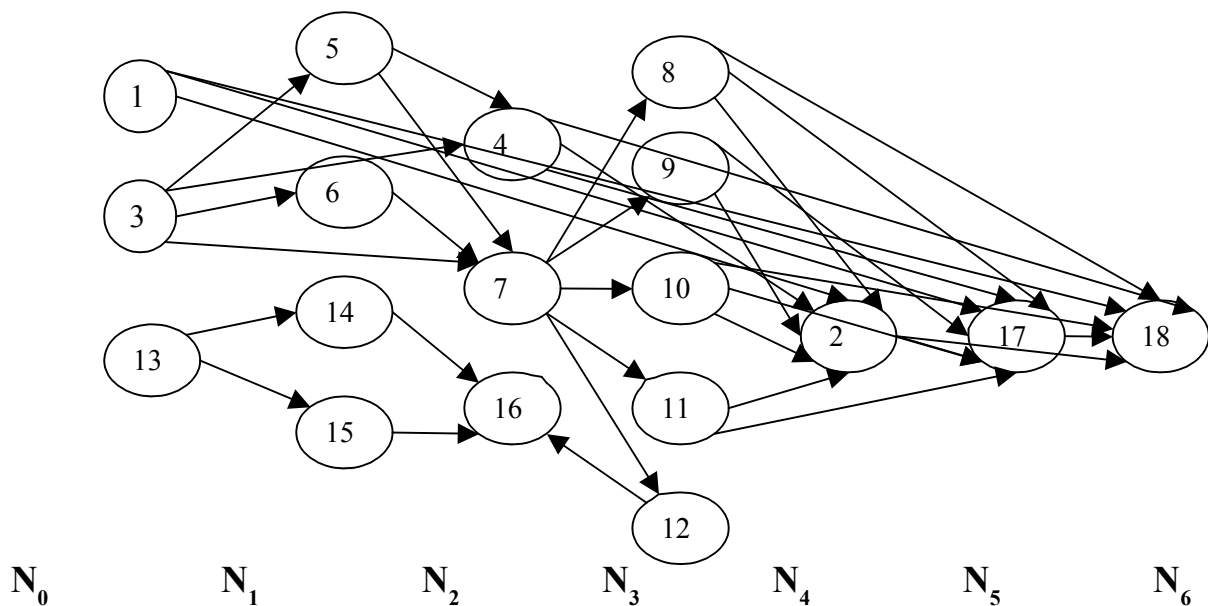


Рис. Порядковая функция графа движения воды в Феодосийском региональном водном бассейне.

Как видно из рис. модель распределила объекты по уровням функциональных связей между ними. Состав каждого уровня представляет собой множество тех объектов (вершин графа), которые определяют движение воды, начиная от ее источников до стоков.

$$N_0 = \{1, 3, 13\}, N_1 = \{5, 6, 14, 15\}, N_2 = \{4, 7, 16\}, N_3 = \{8, 9, 10, 11, 12\},$$

$$N_4 = \{2\}, N_5 = \{17\}, N_6 = \{18\}$$

Таким образом, полученная порядковая функция позволяет упорядочить граф по уровням и четко определить структуру функциональных связей между объектами движения воды в естественном и антропогенном каналах. Модель позволяет рассмотреть также навешенный граф, если связь между объектами задать количественно (каждая дуга, соединяющая две соседние вершины, будет иметь «вес», соответствующий объему воды, на каждом участке функциональной модели). Учет

количественных характеристик позволяет оценить водный баланс региона:

$$N_0 - N_{16,17,18} = 41456 - 18542 = 22914 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$$

Очевидно, что значительное превышение объема исходной воды над объемом сточных вод относится к объекту №2, то есть излишняя вода поступает путем инфильтрации в почву. Возможно, это и является причиной заболачивания значительной территории рассматриваемого бассейна, что требует дальнейшего изучения.

ВЫВОДЫ:

Моделирование процессов водопользования позволяет оценить реальный водный баланс территории. Выявить механизмы воспроизводства воды и обеспечения условий устойчивости экосистем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Устойчивый Крым. Водные ресурсы, Симферополь, «Таврида», 2003 г – 413 с.
2. Управління у сфері охорони довкілля та природокористування в Україні: проблеми та шляхи їх вирішення. ВЕГО «МАМА-86», Київ, 2003 р. – 160 с.
3. Сироджа И.Б. Комбинаторика и теория графов. Харьков, 1998 г. – 197 с.
4. Афанасьева М. Состояние водных ресурсов Большой Феодосии и проблемы реформирования водного хозяйства. Устойчивый Крым. Водные ресурсы, под ред. Тарасенко В.С., Симферополь. - «Таврида», 2003 г. - С. 252 – 255.

Бекиров Э.А. к.т.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Анализ функций, заданных дискретно и численная реализация этих функций преобразованием напряжения фотоэлектрических модулей в переменное напряжение с оценкой ошибки приближения гармонической интерполяции.

Аналитически определена зависимость приближения функции, заданной на равномерной сетке гармоническим рядом Фурье при преобразовании переменного напряжения прямоугольной формы в синусоидальное напряжение. Периодическая функция, ошибки аппроксимации функции, гармонический анализ ошибки аппроксимации.

Преобразование постоянного напряжения фотоэлектрических модулей в переменное напряжение осуществляется с помощью инвертора в автономных системах электроснабжения. На выходе инвертора получаем переменное напряжение прямоугольной формы. При генерировании этого напряжения в общую систему электроснабжения на выходе инвертора напряжение должно быть синусоидальной формы, и необходимо оценить ошибку приближения переменного напряжения прямоугольной формы в синусоидальную форму. Произведем гармонический анализ функций, заданных дискретно.

Имеем следующую задачу теории приближения периодической функции с периодом T , заданной на промежутке $[0, T]$ в точках t_k ($k=0, 1, \dots, N$). Требуется построить аналитическую зависимость $\tilde{f}(t)$ этой функции так, чтобы среднеквадратическая погрешность на точках t_k была минимальной, то есть

$$\Delta = \frac{1}{T} \sum_{k=0}^N [f(t_k) - \tilde{f}(t_k)]^2 (t_{k+1} - t_k) = \min$$

Функцию $\tilde{f}(t)$ ищем в виде линейной комбинации гармонических периодических функций $C_k(t)$, составляющих ортогональную систему на точках t_k отрезка $[0, N]$, где t_k заданы с постоянным шагом

$$t_k = k \frac{T}{N}$$

Такого рода представление функций носит название гармонический анализ, то есть представление $\tilde{f}(t)$ имеет вид ряда Фурье:

$$\tilde{f}(t) = A_0 + \sum_{i=1}^n A_i \cos j \frac{2\pi}{T} t + B_i \sin j \frac{2\pi}{T} t = \sum_{j=0}^{2n} a_j C_j(t)$$

как разложение по гармоническим функциям. Здесь $\frac{2\pi}{T}$ - основная частота функции $\tilde{f}(t)$, $j \frac{2\pi}{T}$ -

кратные частоты, $\sqrt{A_j^2 + B_j^2}$ - амплитуда колебаний по j -той гармонике, $\varphi_j = -\arctg \frac{B_j}{A_j}$ - сдвиг фаз j -той гармоники.

Можно показать [1], что гармоники $C_j(t)$ ортогональны на системе точек t_k , то есть

$$\sum_{k=0}^N C_j(t_k) C_p(t_k) = \begin{cases} 0, & \text{если } j \neq p; \\ \delta_j(N), & \text{если } j = p \end{cases} \quad (p = 0, 1, \dots, 2n),$$

где,
$$\delta_j(N) = \sum_{k=0}^N C_j^2(t_k) = \frac{N}{2}, \quad \delta_0(N) = N, \quad C_0(t) = 1$$

Этим свойством можно воспользоваться для определения неизвестных параметров приближения a_j — коэффициентов Фурье функции $\tilde{f}(t)$, определяемых на основе метода наименьших квадратов, к которому сведена наша задача: найти параметры a_j , при которых ошибка приближения $\Delta(a_0, a_1, a_2, \dots, a_{2n})$ имеет минимум:

$$\Delta = \frac{1}{T} \sum_{k=0}^N \left[f(t_k) - \sum_{j=0}^{2n} a_j C_j(t_k) \right]^2 \frac{T}{N} = \min \quad (2n \leq N)$$

Тогда

$$\frac{\partial \Delta}{\partial a_j} = -\frac{1}{T} \sum_{k=0}^N 2 \left[f(t_k) - \sum_{j=0}^{2n} a_j C_j(t_k) \right] C_p(t_k) \frac{T}{N} = 0$$

или

$$\sum_{k=0}^N f(t_k) C_p(t_k) - \sum_{j=0}^{2n} a_j \sum_{k=0}^N C_j(t_k) C_p(t_k) = 0$$

В силу свойств ортогональности

$$\sum_{j=0}^{2n} a_j \sum_{k=0}^N C_j(t_k) C_p(t_k) = \delta_p(N) a_p$$

так что

$$a_j = \frac{\sum_{k=0}^N f(t_k) C_p(t_k)}{\delta_p(N)} = \frac{2}{N} \sum_{k=0}^N f(t_k) C_p(t_k), \quad a_0 = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^N f(t_k)$$

Возвращаясь к обозначениям

$$C_0(t) = 1; \quad C_{2i-1}(t) = \sin j \frac{2\pi}{T} t; \quad C_{2i}(t) = \cos j \frac{2\pi}{T} t$$

Последние равенства принимают окончательный вид:

$$A_i = a_{2j} = \frac{2}{N} \sum_{k=0}^N f(t_k) \cos j \frac{2k\pi}{N};$$

$$B_i = a_{2j-1} = \frac{2}{N} \sum_{k=0}^N f(t_k) \sin j \frac{2k\pi}{N};$$

$$a_0 = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^N f(t_k).$$

Таким образом, найденные коэффициенты ряда Фурье можно подставить в выражение для определения погрешности приближения функции, заданной таблично с постоянным шагом:

$$\Delta(N, n) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^N \left[f(t_k) - \sum_{j=0}^{2n} a_j C_j(t_k) \right]^2;$$

$$\Delta(N, n) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^N f^2(t_k) - \frac{2}{N} \sum_{k=0}^{2n} a_j \sum_{k=0}^N f(t_k) C_j(t_k) + \frac{1}{N} \sum_{j=0}^{2n} a_j^2 \delta_j(N);$$

$$\Delta(N, n) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^N f^2(t_k) - \frac{2}{N} \sum_{j=0}^{2n} a_j^2 \delta_j(N) + \frac{1}{N} \sum_{j=0}^{2n} a_j^2 \delta_j(N) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^N f^2(t_k) - \frac{1}{N} \sum_{j=0}^{2n} a_j^2 \delta_j(N)$$

Если применить равенство Парсеваля [2]

$$\frac{1}{N} \sum_{k=0}^N f^2(t_k) = A_0^2 + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^{N/2} A_j^2 + B_j^2,$$

то при $n=N/2$ ошибка приближения равна нулю, то есть происходит гармоническая интерполяция, когда значения обеих функций $f(t)$ и $\tilde{f}(t)$ в точках t_k совпадают. При $n < N/2$ ошибка существует.

Таким образом, построен алгоритм решения задачи приближения функции, заданной на равномерной сетке, гармоническим рядом Фурье, который решает задачи точно, когда число искомых параметров совпадает с числом точек разбиения. В этом варианте решения необходимо вычислить коэффициенты ряда Фурье по известным формулам и найти затем ошибку приближения, как функцию двух чисел: n — числа членов ряда Фурье и N — число точек в таблице значений функций $f(t)$.

Гармонический анализ на равномерной сетке отрезка $[0, T]$ можно производить на отрезке $[0, 1]$, так как все искомые величины зависят от отношения $\frac{t_k}{T}$, что позволяет ввести новую пере-

менную $x = \frac{t}{T}$, которая изменяется от нуля до единицы с шагом $h = \frac{1}{N}$, $x_k = \frac{k}{N}$.

Таким образом, заданными величинами являются:

N — четное число заданных значений функции f_k ;

$n \leq N/2$ - число членов ряда Фурье, приближающего функцию;

$x_k = \frac{k}{N}$ - точки разбиения, где $k=0, 1, 2, \dots, N$;

$f(x_k) = f_k$ — значение дискретно заданной функции в точках x_k .
Необходимо вычислить:

1. Значение функций $C_j(x)$ по формулам:

$$C_0 = 1; C_j = \begin{cases} \sin\left(\frac{j+1}{2} 2\pi x\right), & \text{для } j = 1, 3, 5, \dots, 2n-1 \\ \cos\left(\frac{j}{2} 2\pi x\right), & \text{для } j = 2, 4, \dots, 2n \end{cases}$$

2. Величины

$$\delta_j(N) = \begin{cases} \frac{N}{2}, & \text{для } j \geq 1; \\ N, & \text{для } j = 0 \end{cases}$$

3. Коэффициенты ряда Фурье

$$a_j = \frac{1}{\delta_j(N)} \sum_{k=0}^N f(x_k) C_j(x_k), \quad (j = 0, \dots, 2n)$$

4. Ошибку приближения

$$\Delta(N, n) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^N f^2(x_k) - \sum_{j=0}^{2n} a_j^2 \delta_j;$$

или

$$\Delta(N, n) = \sum_{j=2n+1}^N a_j^2 \delta_j, \text{ так что } \Delta = 0 \text{ при } n = \frac{N}{2}.$$

Описанный алгоритм реализован на алгоритмическом языке Turbo Pascal.

ВЫВОДЫ:

1. Построен алгоритм приближения функции, заданной на равномерной сетке гармоническим рядом Фурье, который решает задачи точно, когда число искомых параметров совпадает с числом точек разбиения.
2. Определены коэффициенты ряда Фурье и ошибка приближения как функция двух чисел: числа членов ряда Фурье и числа заданных значений функции.
3. Представлено выражение для определения погрешности приближения функций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Г. Корн, Т. Корн Справочник по математике. М., Наука, 1978 г., 831 с. с ил.;
2. Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельников Численные методы. М. Наука, 1987 г., 600 с. с ил.

Борисов Б.М., к.т.н., академик МАНЭБ
 Лаборатория водоснабжения КФ ИГиМ УААН

Инженерная составляющая математической модели процесса очистки воды в гранодиоритных фильтрах

По результатам научного эксперимента определена инженерная составляющая математической модели процесса очистки воды в гранодиоритных фильтрах. Рассчитаны интенсивность применения частиц к зерну, скорость проникновения их вглубь фильтрующего слоя, значение предельной насыщенности порового пространства отложениями. Полученные экспериментальные и эмпирические данные – основа методики расчета новых фильтровальных сооружений.

Очистка воды, гранодиоритные фильтры, кварцевый песок, водоочистная станция, химико-минералогический состав

Новые зернистые местные фильтрующие материалы, как правило, являются побочным продуктом основного производства на предприятиях строительной индустрии. Это в значительной степени влияет на отпускную карьерную цену, в сторону её уменьшения. В процессе дробления изверженных пород получают отсеvy, пески с развитой удельной поверхностью, а значит и с более высокой грязеемкостью, чем не дроблёные материалы. И то, и другое вызывает повышенный интерес специалистов по водоочистке.

Химико-минералогический состав крымского горного песка (гранодиорита) представлен, в основном, кварцитом, полевым шпатом, оксидами кремния и алюминия. Материал имеет высокую механическую прочность, более 1000 кг/см^2 , острую шероховатую поверхность зёрен, что обуславливает хорошие адгезионно-сорбционные свойства, позволяющие очищать воду не только от взвешенных, коллоидных, но и растворённых ингредиентов. Наличие возможности регенерации фильтрующих загрузок из гранодиоритного песка позволяет эксплуатировать подобные фильтровальные сооружения в течение 4-5 лет без их замены.

Длительное время существовало представление о процессе фильтрования, как о механическом процеживании [1], что не побуждало к изучению структурных параметров фильтрующих загрузок. Развитие современных представлений о физико-химической сущности фильтрационного процесса побудило более обосновано подойти к изысканиям и исследованиям фильтрующих материалов с эффективными показателями. [2]

Ряд известных исследователей, в их числе В.И. Аюкаев, Г.И. Николадзе, В.З. Мельцер, показывали, что большей фильтрующей способностью будет обладать та загрузка, которая имеет большую контактирующую с водой поверхность частиц. Действие гидродинамических сил отрыва будет менее ощутимым в загрузках с большей незамкнутой пористостью, где меньше реальные скорости фильтрационного потока. [3] То есть, применение в технологии очистки воды фильтрующих материалов с большей удельной поверхностью и пористостью повышает способность данной загрузки задерживать загрязнения.

Удельная грязеемкость кварцевого песка в кг/м^2 при очистке воды с содержанием взвешенных веществ в исходной воде до 25 мг/дм^3 находилась в пределах 3-4 единиц, пористость равнялась 42-47%, коэффициент формы зерна 1.2-1.5 [3]. В связи с тем, что крымский гранодиоритный песок – материал, фильтрующие свойства которого ранее не были изучены, нами были проведены физико-кинетические исследования процесса.

Межзерновую пористость (порозность фильтрослоя) рассчитывали по формуле:

$$G = (1 - \gamma_n / D) * 100 \quad (1)$$

Где: γ_n – насыпная масса песка в сухом состоянии, кг/м^3

D – плотность песка, равная 2.8 кг/м^3

Насыпную массу γ_n гранодиоритного песка определяли по формуле:

$$\gamma_n = P/Z \quad (2)$$

P – вес высушенного до постоянной массы песка, кг

Z – объём мерного цилиндра, м³

$$\gamma_n = 1,350 / 0,001 = 1350 \text{ кг/м}^3$$

Подставляя полученные значения в формулу (1) получаем:

$$G = (1 - 1350/2800) * 100 = 52\%,$$

то есть, материал имеет большую порозность слоя, чем у кварцевого песка, даже окатанной формы. Коэффициент формы зерна, определенный по стандартной методике, у крымского песка равен 1.7. Таким образом, обе из сравниваемых структурно-геометрических характеристик песков имеют большие значения у гранодиоритного песка.

Современные природные воды – это сложные системы, фильтрационные свойства которых не могут быть в полной мере записаны математически. Поэтому эксперимент является единственным средством получения достоверно-надёжных данных для проектирования очистных сооружений. Однако, в ряде случаев наработка достаточного количества экспериментальных результатов – трудоёмкий и длительный процесс. Поэтому, часто для получения прогнозных данных процесса очистки используется технологическое моделирование. Технологическое моделирование, основанное на теории фильтрования Д.М.Минца, и было применено в наших исследованиях для определения значений параметров “ v ”, “ a/v ”, “ A ”, характеризующих эффективность процессов очистки и накопления отложений в толще загрузки.

Определение параметров фильтрования методически осуществляли «прямым способом». В ходе кинетических исследований процесса осветления и дезодорации воды в гранодиоритном слое строили «выходные кривые» для каждой точки отбора проб и кривую прироста потери напора. Контрольные точки для отбора проб и фиксации мгновенных концентраций загрязнений в воде располагались по высоте модельного фильтра с интервалом 13-14 см друг от друга. Установлено, что выходные кривые, построенные для каждого элементарного слоя песка, имеют плавно возрастающий характер. Каждая из 6 построенных кривых характеризует очищающую способность элементарных слоёв песка и отражает зависимость качества очистки от продолжительности фильтрования. В дальнейшем по обозначенной методике определяли время защитного действия t_z каждого элементарного слоя. После этого по полученным в ходе экспериментальных исследований данным строят усреднённую прямую, угол и точка пересечения которой с осью ординат дают возможность определить параметры процесса фильтрования “ v ” и “ a/v ”.

Параметр “ v ”, характеризующий интенсивность прилипания взвеси к зёрнам загрузки, и имеющий размерность м⁻¹, рассчитывали по формуле:

$$v = X_0 / x_0 \quad (3)$$

где: X_0 - коэффициент, значение которого определяется отношением C/C_0 берут из табл. I. 0.

x_0 – отрезок отсекаемый на оси ординат усредненной прямой, значение x_0 равняется 0,1.

По результатам наших исследований $X_0 = 1,2$, а $K = 1,23$; $x_0 = 0,1$;

Поэтому, подставив значения в формулу (3), получим: $v = 12,0$

Параметр “ a/v ”, характеризующий скорость проникновения отложений ингредиентов вглубь загрузки, определяют по формуле:

$$a/v = \text{tg } \alpha / K \quad (4)$$

значение K , определенное по табл. , равнялось 1,23, а $\text{tg } 45^\circ = 1$

Подставив значения в (4), получим: $a/v = 1/1,23 = 0,82$

Данные, полученные нами в кинетических исследованиях, можно использовать; они дают возможность определить необходимую для оптимизационных расчетов значение предельной насыщенности порового пространства фильтрующего слоя A по рассчитанному заранее значению $F(A)$.

C/C ₀	0,03	0,05	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5
X ₀	1,2/8,2	3,7/6,8	3,0/5,6	2,2/4,9	1,8/4,3	1,2/2,8	0,92/1,9	0,7/0,7
K	1,96/1,40	1,69/1,29	1,51/1,24	1,45/1,19	1,36/1,15	1,23/1,11	1,10/1,04	1,1/1,1

ПРИМЕЧАНИЕ: В числителе даны значения K и X₀ для скорых фильтров, а в знаменателе – при расчете контактных осветлителей.

Теоретическое уравнение:

$$h/t = i_0 F(A) a/v \varphi \quad (5)$$

учитывает все факторы, от которых зависит прирост потери напора, скорость фильтрации, размер зёрен загрузки; а свойства фильтруемой суспензии и осадка учитываются параметрами процесса “v”, “a/v”, i₀ (начальный гидравлический уклон). Последний параметр зависит ещё от температуры воды, структурных характеристик пористой среды – пористости и формы зёрен загрузки. Из формулы (5):

$$F(A) = h/t / \varphi i_0 (a/v) \quad (6)$$

где: **h/t** – темп прироста потерь напора, определённый в ходе исследований и равный 0,12

φ – коэффициент неоднородности фильтрующей загрузки, численно равный $(d_{э\text{кв}} / d_{20})^2 = 1,1$

i₀ – начальный гидравлический уклон в слое гранодиоритного песка, равный 0,07м. Тогда значение **F(A)** вычисляют по формуле (6) : $F(A) = 0.12/1,1 * 0,07 * 0,82 = 2,39$

По графику, приведенному в [1], определяем значение величины **A** – предельно возможной для данных условий эксперимента насыщенности порового пространства отложениями, равной 0.67.

ВЫВОДЫ:

1. Критериальные параметры фильтрования “v”, “a/v”, “A”, определенные впервые для нового фильтрующего материала (гранодиоритного песка), имеют лучшие значения, чем у кварцевого песка, что позволяет рекомендовать крымский песок, как эффективный фильтрующий материал для интенсификации работы водоочистных станций.
2. Инженерная составляющая формирующейся математической модели очистки воды в гранодиоритных фильтрах является основой для разработки методики расчета сооружений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мельцер В.З. Фильтровальные сооружения в коммунальном водоснабжении. – М.: Стройиздат, 1995. – с. 33-35, 45.
2. Борисов Б.М. Выбор способа дезодорации природных вод – К.: Будівельник, 1987. – с. 75
3. Производство и применение фильтрующих материалов для очистки воды. Под ред. Аюкаева Ф.И. – Л.: Стройиздат, 1985. – с. 120.

Борисов Б.М., к.т.н., академик МАНЭБ
Лаборатория водоснабжения КФ ИГиМ УААН

Инженерно-экологические аспекты интенсификации окислительно-сорбционного метода в современных технологических схемах очистки воды

Проанализированы инженерно-экологические аспекты интенсификации окислительно-сорбционного метода очистки воды. Повышению эффективности сорбции способствует преозонирование воды, увеличение числа активных зон на поверхности сорбента, рационализация типа применяемых фильтросорбов и конструкций фильтровальных сооружений с целью интенсификации метода позволит на 30 – 40 % снизить эксплуатационные затраты, улучшить качество питьевой воды, повысив уровень ее безопасности.

Очищенная вода, гранодиорит, преозонирование воды, сорбция, угольно-песчаные фильтры, озонирование воды, хлорирование воды

Увеличивающаяся загрязненность водных объектов формирует опасность попадания вредных для здоровья человека веществ в питьевую воду. В настоящее время активно ведутся исследования по интенсификации общепринятых процессов осветления, обесцвечивания и дезодорации воды с целью гарантировать качество очищенной воды.

Простота устройства, небольшие капитальные затраты одновременно с возможностью улучшения технологии очистки воды, ещё в советское время способствовали расширению применения осветлительно-сорбционных угольно-песчаных фильтров в различных регионах. Изучению вопросов сорбции органических загрязнений из природных вод в фильтровальных сооружениях были посвящены работы Гончарука В.В. [1], Новикова Ю. В. [2], Смирнова А. Д. [3], Sigworth E.A. [4], Шевченко М.А. [5].

Установлено, что обесцвечивание и дезодорация природных вод в сорбционных фильтрах усиливается в результате проявления сорбентом каталитических свойств. Наличие на поверхности сорбента участков с повышенным адсорбционным потенциалом объясняется присутствием окислов общего состава C_xO_y и является причиной каталитических свойств. Поэтому именно здесь происходит концентрирование адсорбируемых веществ и ускорение реакций между ними [6]. Превращение органических веществ на поверхности катализатора может приводить к деструкции их молекул, улучшая их сорбцию.

Применение метода окисления совместно с сорбционным методом интенсифицирует процесс осветления, обесцвечивания и дезодорации воды. Предварительная обработка воды хлором, его производными, озоном, перманганатом калия и т. д. с последующей адсорбцией загрязнений на угле приводит не к простому суммированию процессов, а к возникновению нового, заключающегося в каталитическом окислении загрязнений и сорбции продуктов распада. По отношению к этим веществам адсорбент обладает более высокой ёмкостью поглощения, чем к исходному продукту. Возрастает в этом случае и продолжительность межрегенерационного периода сорбента.

Проведенные эксперименты на Днепровской водопроводной станции (1996 г.) с предварительным хлорированием и озонированием сырой воды перед её фильтрованием в слое донецкого активированного антрацита показали существенное повышение эффективности сорбционной очистки. Это преимущество возросло с увеличением времени эксперимента. После пропуска через фильтр 4000 условных объёмов воды ХПК фильтрата озонированной воды равнялось – 0,1; хлорированной – 0,3; а сырой (без реагента) – 0,45 ХПК₀ [7]. Это объясняется тем, что озонирование воды перед её очисткой в сорбционных фильтрах существенно меняет строение молекул органических веществ и тем самым улучшает условия адсорбции [8].

Широчайшее применение окислительно-сорбционный метод (озон + сорбент) получил за рубежом во Франции, Германии, Швейцарии, Финляндии; его используют более 600 водопроводных станций.

Ухудшение состава природных вод поверхностных водоисточников, с одной стороны, и ужесточение требований органов Санэпиднадзора, с другой, побудили работников горводоканалов реализовать окислительно-сорбционный метод очистки воды в осветлительно-сорбционных угольно-песчаных фильтрах. Фильтры с кварцевой загрузкой в качестве сооружений II ступени не всегда обеспечивают требуемую степень осветления, обесцвечивания и при необходимости дезодорации воды, даже от незначительных запа-

хов. Кроме того, при поступлении в фильтры плохо отстоявшейся воды кварцевые фильтры имеют малую грязеемкость и обеспечивают короткие фильтроциклы, что увеличивает эксплуатационные затраты и снижает производительность очистных сооружений. Возможности по замене фильтрующих кварцевых загрузок на более грязеемкие например, гранодиоритные у эксплуатационников весьма ограничены из-за отсутствия средств. Досыпка сверху обогащенного или активированного угля позволяет не только улучшить качество осветления, обесцвечивания и дезодорации воды, но и удлинить продолжительность фильтроциклов. Сорбционный слой в таких фильтровальных сооружениях изготавливали из угольных гранул, тогда ещё дешевого угля марки АГ-3, обладавшего достаточными физико-механическими и сорбционными свойствами, а требуемая высота слоя иногда достигала 1,5 м.

В течение года исследовали работу производственных угольно-песчаных фильтров на водоочистной станции г. Тюмень. Над слоем ненадёжно работающего кварцевого песка высотой 1,2 м размещали слой АГ-3 высотой 1,2 м, имеющего $d_{\text{экв}} = 1,36$ мм. За счёт этого увеличивалась и грязеемкость, и производительность фильтров. При подаче на фильтры воды с цветностью 40 град., мутностью до 10 мг/дм³, гнилостным запахом 3 – 4 балла, окисляемостью 25 мг/дм³, скорость фильтрования была увеличена с 4 – 5 м/час до 8 м/час, а качество фильтрата при этом соответствовало ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая». Параметры промывки двухслойных фильтров оставались такими же, как и у рядом работающих фильтров с кварцевой загрузкой [9]. То есть, процесс осветления, обесцвечивания и дезодорации воды в фильтрах был интенсифицирован и соответствовал нормативам эксплуатации (продолжительность фильтроциклов составляла 8 – 12 часов [7]. Однако, как показали результаты производственных испытаний, через год работы фильтров сорбционные способности угля снизились, что вызвало ухудшение эффекта дезодорации. В то же время эффект осветления и обесцвечивания воды оставался высоким. Кольматация активной поверхности гранул угля взвесью и продуктами гидролиза коагулянта на протяжении рабочих фильтроциклов не препятствовали использованию угля в качестве обычного (адгезионного) фильтрующего материала. Более того, использование в двухслойных угольно-песчаных фильтрах более эффективных, по сравнению с кварцевым песком, гранодиоритных фильтрующих материалов позволяет, не снижая продуктивность фильтров, уменьшить высоту дорогостоящего сорбционного слоя. Тем самым интенсифицируется работа осветлительно-сорбционных угольно-песчаных фильтров. Замена кварцевых фильтрующих загрузок на гранодиоритные в осветлительно-сорбционных угольно-песчаных фильтрах дает возможность уменьшить высоту дорогостоящего угольного слоя до минимальных размеров, равных 0,3 – 0,5 м.

Для одноступенчатых реагентных схем наиболее оптимальные условия осуществления осветления, обесцвечивания и дезодорации воды могут быть созданы в осветлительно-сорбционных контактных осветлителях. Эти сооружения конструируются таким образом, что почти полное обесцвечивание и осветление воды (удаление взвесей, коллоидов и части растворенных веществ) происходит в одном – осветлительном слое, а сорбция остатков растворенных ингредиентов цветности и запахов – в другом, сорбционном слое. Обе загрузки таких сооружений размещаются в одном аппарате, одна над другой. Это обеспечивает экономию площадей станции водоочистки, снижение или ликвидацию капиталовложений на строительство третьей ступени сорбционных фильтров.

В качестве осветлительных слоев контактных осветлителей вместо кварцевого песка предпочтительно использовать крымский (горный) гранодиоритный песок, а вместо дорогостоящих активированных углей для устройства сорбционных загрузок – активированные или обогащенные антрациты. Дефицит качественного кварцевого песка и активированных углей в Украине, особенно отечественного производства, вынуждает вести поиск местных фильтрующих материалов. Одним из них является крымский горный (гранодиоритный) песок, производящийся на работающих предприятиях строительной индустрии бывшего объединения «Крымнерудпром». Песок, получаемый в результате дробления и отсева горных диоритных пород, имеет развитую удельную поверхность, высокие порозность слоя (56 – 58 %) и грязеемкость. Поэтому его использование в осветлительно-сорбционных контактных осветлителях в качестве первого по ходу движения воды слоя улучшает их работу. Засыпка применяющихся сегодня осветлителей типа КО-1 и КО-3 крымским песком, дает увеличение производительности фильтровальных сооружений, снижение затрат на промывку, повышение качества очистки воды.

Завершение процесса очистки воды в двухслойных контактных осветлителях, в основном от растворенных ингредиентов цветности и запаха, происходит во втором по ходу движения воды сорбционном слое. В

данной конструкции осветлителей сорбционный слой защищен от попадания в него взвешенных и коллоидных загрязнений, задерживаемых осветлительным песчаным слоем. Фильтрующая загрузка сорбционного слоя может быть выполнена из таких марок активированных углей, как АГ-М, АГ-3, АГ-ОВ и т.д., или обогащенных антрацитов – АО-1, АОД. Конструктивные особенности предлагаемых контактных песчано-угольных осветлителей позволяют в рабочем и в промывочном режимах подавать на уголь чистую воду, содержащую минимальное количество взвеси и продуктов гидролиза коагулянта.

В связи с тем, что гранодиоритный песок – новый фильтрующий материал (патент Украины на способ очистки выдан в 2000 году), его адгезионно-сорбционные свойства изучены не полностью. Гранулированные угли марок АГ-М, АГ-ОВ, в отличие от угля марки АГ-3, как сорбенты ингредиентов цветности и запаха также недостаточно изучены, поскольку их использовали, в основном, как фильтрующие материалы. Природные угли АО-1 и АОД-1, как фильтрующие материалы начали выпускаться промышленностью Украины сравнительно недавно. Поэтому изучение в процессе исследований фильтрующих и сорбционных свойств перечисленных фильтросорбов представляет практический и научный интерес.

Разработка и внедрение в производство гранодиоритных, угольно-гранодиоритных фильтров, контактных осветлителей для осветления, обесцвечивания и дезодорации природных вод позволяет решить следующие задачи:

1. При использовании в технологии очистки контактных осветлителей с гранодиоритно-угольным слоем – отказаться от необходимости строительства сооружений I и III степени очистки.
2. Значительно снизить эксплуатационные затраты, упростить техническое обслуживание водоочистных станций.
3. Уменьшить на 40 – 50 % в сравнении с угольными фильтрами технологически необходимую высоту сорбционного слоя, снизить материалоемкость сооружений.
4. Интенсифицировать процесс осветления, обесцвечивания и дезодорации воды, улучшить очистку воды от токсичных, мутагенных и канцерогенных ингредиентов цветности и запаха.

Анализ предлагаемых различными исследователями способов осветления, обесцвечивания и дезодорации воды подтверждает, что наиболее надежным является окислительно-сорбционный метод. Этот метод реализуется в фильтровальных сооружениях с зернистыми сорбционными загрузками из природных и технических сорбентов, обладающих эффективными адгезионными и каталитическими свойствами. Именно на этой стадии создаётся постоянно действующий барьер для веществ, придающих воде цветность и запахи.

ВЫВОДЫ:

1. Практическое использование перечисленных фильтровальных сооружений для осветления, обесцвечивания и дезодорации природных вод вызывает необходимость проведения исследований по идентификации ингредиентов, придающих природным водам водохранилищ цветность и запахи.
2. Внедрение сооружений в практику водоснабжения предполагает определение фильтро-сорбционных способностей гранодиоритов, углей марок АГ-3МВ, АГ-ОВ, ОА-1, АОД, исследования кинетики процессов, определения расчётно-конструктивных параметров гранодиоритных фильтровальных сооружений в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гончарук В.В. Концепция улучшения качества питьевой воды в Украине. //Химия и технология воды. - 1994. – №5. - С. 469.
2. Новиков Ю.В., Кудрин Л.В., Ноаров Ю.А. Современная гигиеническая проблема зарегулированных водоёмов. //Гигиена и санитария. – 1985. - №3. - С.55-56.
3. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. – Ленинград: Из-во «Химия», 1982. - 69-76 стр.
4. Sigworth E. A. Taste and odor problems in the Unites States. Jour. “New Engl Water Assoc” – 1959. – V 73, №3. - Pp. 55-59.
5. Шевченко М.А., Марченко П.В. и др. Окислители в технологии водообработки. //Наукова думка – 1979. - С.178.
6. Черкинский С.Н. Гигиенические вопросы водоснабжения. //Медицина. – М.: - 1985. - С. 44.
7. Методические рекомендации по обеспечению требований СП и СанПиН 2.1.4.559-96. //Госстрой России. – М.: - 2000. - С. 46-48, 63.
8. Борисов Б.М., Хоружий П.Д. Окислительно-сорбционный метод очистки воды из Северо-Крымского канала. //Экспресс-информация ЦБНТИ Минводхоза СССР. Вып. 1. – М.: - 1982. - С. 14, 17-19.
9. Борисов Б.М. Технологии осветления, обесцвечивания и дезодорации природных вод. Книга-монография. - Симферополь: Вперед, 2002. - С. 113, 115-121.

Борисов Б.М., академік МАНЭБ і Інженерної академії України
зав. лабораторією водопостачання КФ ІГіМ УААН

Інженерно-екологічні умови погіршення якості води в поверхневих вододжерелах Криму, України.

Проаналізовано та досліджено інженерно-екологічні умови погіршення якості води у поверхневих вододжерелах Криму, України. Цвітіння води, накопичене донного осаду за багато рокову експлуатацію водоймищ та біохімічні процеси в них є причиною значного погіршення кольоровості, запаху і присмаку, каламутності води у водосховищах та річках. Багато із забруднюючих інгредієнтів розчинні і тому для їх ідентифікації треба використовувати систему газовий хроматограф – мас-спектрометр – комп'ютер (ГХ – МС - К). Що є доцільним для обґрунтування вибору ефективного методу очистки води.

Вододжерела, якість води, органолептичних властивостей, кольоровість води, окислюванність

Дослідження вчених-гігієністів показують, що погіршення фізико-хімічних властивостей води значно впливає на водо-питний режим, а також ряд фізіологічних функцій людського організму. Наприклад, погіршення органолептичних властивостей води – смаку, запаху, кольоровості – впливає на секрецію шлунка, чутливість і гостроту органів зору, якість слуху, колервідчуття і т.д. [1].

Фізико-хімічні властивості води в першу чергу погіршуються в поверхневих малопроточних вододжерелах. У зв'язку з зарегулюванням стоку рік і створенням в Україні цілого ряду водоймищ з уповільненим водообміном створюються умови для погіршення цілого ряду фізико-хімічних показників природних вод, таких як кольоровість, запах, смак і окислюванність. У цих умовах формування кисневого режиму і якісного складу води відбувається при великому впливі донних процесів, що сприяють вторинному забрудненню води. Більш того, інтенсивний сонячний прогрів води у водоймищах Криму та інших південних регіонів, особливо на мілководдях, і нагромадження отут великої кількості біогенних елементів сприяє інтенсивному розвитку макрофітів і фітопланктону, продукти життєдіяльності і відмирання яких, потрапляючи у воду, також погіршують її фізико-хімічні властивості, підвищують кольоровість, продукують у ній неприємні запахи і присмаки. В осінньо-зимовий період причиною погіршення якості води є переброджування осаду, накопиченого на дні водоймищ в умовах дефіциту кисню.

Значне погіршення фізико-хімічних властивостей було зафіксовано на очисних спорудах м. Миколаєва, джерелом водопостачання якого є Жовтнєве водоймище. За період багаторічної експлуатації, у результаті неінтенсивного водообміну, малих швидкостей переміщення водяних мас відбулося замулення водоймища, значно підвищилася мінералізація води. Поряд з появою у воді сильного гнильного, перехідного в меркаптановий запах, відзначено підвищення кольоровості води з 30 до 75 градусів, сухого залишку з 300 мг/дм³ до 1120 мг/дм³, змісту хлоридів і сульфатів у два рази, окислюємість збільшилася з 5.6 до 9.5 мг/дм³. Причиною поганих показників води на думку фахівців інституту гідробіології НАН України було не «цвітіння» води у водоймище (у тієї період цвітіння води не спостерігалось), а анаеробне збражування осаду в гігантському відстійнику, яким з'явилося водоймище, і розкладання загиблих гідробіонтів [2].

У подібній ситуації джерелом підвищення кольоровості води р. Північний Донець були макрофіти, вплив яких був мінімальним у травні, максимальним у вересні, жовтні [3]. Відмираючи і потрапляючи в донні шари водоймища, макрофіти служать постачальником органічних відкладень, що є основою для розвитку актиноміцетів, цвілі, грибів. Найбільш стійкими і важкорозчинними є забруднення, що надають воді актиноміцети, що надходять із ґрунту [3]. Актиноміцети часто можуть бути головними джерелами неприємних запахів і забруднень води геосмином.

Це підтверджують і результати аналізів проб води зі Старого-Кримського водоймища Автономної Республіки Крим, у яких актиноміцети були виявлені у великій кількості. При «цвітінні» води отут відзначається збільшення кількості кліток діатомових водоростей до 3000 у 1 мол, ріст кольоровості до 130 грд.ПКШ, одночасно у водоймищі з'являється виразний неприємний запах. Установлене також і ті, що актиноміцети у великій кількості і концентраціях засвоюють феноли, що

у свою чергу приводити до збільшення кількості продуцируємих ними речовин, що пахнуть.

Як уже відзначалося раніше, у водоймах уповільненого стоку в зв'язку з присутністю в них великої кількості біогенних елементів при наявності світла і тепла спостерігається інтенсивний розвиток організмів, що формують бентос і планктон водоймищу. Водорослі розвиваються в поверхневих кулях на глибині 1 – 2 метри. Кожному конкретному періоду року відповідає визначена форма фітопланктону. Так, у Сенянском водоймище (Донбас) навесні в масовій кількості розвивається *Synedra delicatis*, улітку – *Ceratium hirundinella*, літні форми *Peridinium* і різні форми групи *Protocalles*. При цвітінні води істотно погіршуються її фізико-хімічні показники: окисленість підвищується від 3 до 7 мг/дм³, запах збільшується від 1 до 4 балів, кольоровість підвищується від 18 до 80 градусів, а тривалість фільтроціклів при очищенні такої води відповідно зменшується з 30 до 12 часів [4]. В Ольховському водоймище (Донбас) навесні і восени переважними формами фітопланктону є група флагеллат.

Таким чином, у водоймищах Донбасу, що відрізняються щорічним масовим розвитком фітопланктону, неодноразово фіксувалося погіршення органолептичних показників води і забруднення її розчиненими органічними речовинами [4], що значно ускладнювало її очищення.

Ті ж саме спостерігається Городецькому й інших водоймищах, а також у р. Дніпро і її притоках.

Ріка Дніпро традиційно має високий зміст розчинених гумусових органічних речовин за рахунок формування водозбору в лісових зонах Білорусі й України. Значну погрозу якості води створюють забруднення антропогенного характеру. З 10.5 млрд. м стічних вод, що скидаються в Дніпро щорічно, 25 % – цілком неочищені стоки [5]. Зарегульованість стоку, що обумовлює повільний водообмін у Дніпровських водоймищах, приводить до “цвітіння” води, а фітопланктон при цьому продукує велику кількість органічних речовин. Серед їх найбільш небезпечні токсичні метаболіти синьо-зелених водоростей [6; 7]. Продукти життєдіяльності (розпаду) фітопланктону вдруге забруднювали води водоймищ, р. Десни токсичними кетонами, альдегідами, вуглеводами, спиртами, фенолами [8].

Вивчення інженерно-екологічних умов погіршення якості води у водоймищах Криму, а саме: збільшення кольоровості, мутності, окисленості, поява у воді інтенсивних неприємних запахів здійснювалося, починаючи з 1983 долі. Досліджувалися проби води з Ленінського, Сокольського, Самарлінського, Сімферопольського, Старого-Кримського, Станційного й інших водоймищ Криму. Особливістю водоймищ Криму є наявність у них великої кількості мілководних зон. Мілководдя добре прогриваються і, як правило, у першій декаді квітня починають “цвісти”. У весняно-літній період при “цвітінні” води її фізико-хімічні властивості значно погіршуються. У цей час у поверхневих кулях кольоровість збільшується з 40 – 50 градусів ПКШ до 100 градусів, окисленість зростає в 1.2 – 1.7 рази, інтенсивні запахи відчуються вже на глибині 0.5 – 1.0 метрів. У придонних же кулях восени й узимку ступінь забруднення води вище, чим у поверхневих на 40 – 50 %. Окисленість, мутність і запахи води збільшуються в міру наближення до донних відкладень [9].

За 28 років експлуатації на дні Ленінського водоймища нагромадився осад, і товщина його, обмірювана низьковольтним датчиком, у районі водозбору склала 3.0 – 4.0 метра. Причиною погіршення якості води, збільшення мутності, запахів, окисленості було анаеробне, сформоване загиблими гідробіонтами, розкладання осаду у відстійнику – водоймище. Результати аналізів проб води підтверджують, що неприємні гнильно-болотні запахи величиною 3 – 4 бали в листопаду – квітні в Ленінському водоймищі змінювалися на гнильні з додаванням ароматичних інтенсивністю 4 – 5 балів у травні – вересні. Оскільки цвітіння води припинялося у вересні (кількість кліток водоростей у 1 мол знижувалося до мінімуму стосовно літньої концентрації), запахи восени й узимку продуцировались донним осадом. Дослідження складу води Фронтowego, Феодосійського водоймищ також підтвердили великий ступінь впливу біогенних процесів, що протікають, на її якісні параметри. Нагромадження донних відкладень у районі водозбору Феодосійського водоймища до висоти 5 – 6 метрів значно, до 70 мг/дм³, збільшили мутність води, ускладнили її очищення на міських ВОС. Зросло забруднення водопровідної води хлорорганікою, іонами заліза [9]. Тобто, у водоймища Криму, України протягом року попадає величезна кількість різноманітних органічних, у тому числі і токсичних, інгредієнтів, що значно ускладнюють її очищення на традиційних очисних

спорудженнях. Оскільки органічні і мінеральні з'єднання, що додають воді кольоровість, запах і присмак, це системи, що знаходяться в ній у розчиненому стані, то для витягу їх з води необхідне здійснення глибокого очищення і застосування активних фільтрантів. Розробка ефективних способів очищення вимагає застосування аналітичних методів контролю якості води в поверхневих вододжерелах, водоймищах, і ідентифікації забруднюючих інгредієнтів, відповідальних за збільшення кольоровості і запаху в природних водах. Застосування сучасної і точної системи діагностики складу води: «газовий хроматограф – мас – спектрометр – комп'ютер» дозволило нам вирішити цю задачу – визначити рівень забруднень, назвати їхній склад і ступінь токсичності для здоров'я людини.

ВИСНОВКИ:

1. Зріст забруднення природних вод у поверхневих вододжерелах, у ріках, водоймищах країни вимагає в кожному індивідуальному випадку визначення причин і умов погіршення якості води, точної діагностики її складу.
2. Розробки надійних технологічних схем глибокого очищення води і переоснащення діючих очисних споруд.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Черкинский С.Н. // Гігієнічні питання водопостачання. — М., 1985. — 44
2. Белан В.С., Слинченко В.А. // Усунення гнильних запахів і привкусів на водопроводі м. Миколаєва. — водопостачання і санітарна техніка. — М., №8. — 1977.
3. Y Sibvey, Actinomicetis and Common Fastes and Actors|| Y AWWA, — 1950, V42, p 1018.
4. Малечик А.В. // Санітарний режим і якість води у водоймищах Донбасу. — матеріали н.п. конференції – К., 1993, -і19 с.
5. Bilotkach O. V. Water Polution in Ukraine and its Effekts: the Main Polution An Jnvestigation of.
6. Новиков Ю.В., Кудрин Л.В., Ноаров Ю.А. // Сучасні гігієнічні проблеми зарегульованих водойм. — гігієна і санітарія. — 1987. -і№3. — з.55-56.
7. Клоченко П.Д., Сокевич А.И. // Особливості нагромадження нітратів у джерелах питного призначення. — там же. — 1991. -і-№6 — з. 17-18.
8. Шевченко М.А., Марченко В. і ін. // Окислювачі в технології водообробки. — наукова думка. — 1979. — з. 178.
9. Борисов Б.М. // Макроекологічні проблеми водяних ресурсів Криму, України. - Матреиалы X Міжнародного симпозиуму. — С. — 2001.
10. Борисов Б.М., Тарасенко В.С., Афанасьєва М.Ю. // Стан водяних ресурсів Великої Феодосії і проблеми реформування водяного господарства міста. — Збірник праць Міжнародної НПК. — 2003. — с.29-33.

Вернези С.А., инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Возможности расширения лабораторного практикума по дисциплине «Термодинамика и теплопередача» за счет использования компьютерных программ

Рассмотрены перспективы расширения лабораторной базы за счет использования компьютерных лабораторных практикумов

Лабораторная база, виртуальный лабораторный практикум, компьютерная программа

Одним из важных элементов системы образования является получение студентами необходимого объема практических навыков по изучаемой дисциплине. С целью закрепления теоретического материала и приобретения практических навыков по дисциплине «Термодинамика и теплопередача» в рабочей программе предусмотрено проведение лабораторных занятий. Лабораторный практикум позволяет интегрировать теоретические знания студентов в практические умения. В настоящее время лабораторная база кафедры «Теплогасоснабжения и вентиляции» позволяет проводить лабораторные занятия по следующим темам: «Изучение процессов состояния газов», «Исследование процессов, протекающих во влажном воздухе», «Изучение теплообмена с помощью теплопроводности», «Изучение сложного теплообмена»[1].

Используемые в лабораторном практикуме установки позволяют получить ограниченный объем информации в связи с тем, что невозможно в широком диапазоне изменять параметры процессов. Такой недостаток свойственен любой лабораторной установке. Этот недостаток может быть устранен с использованием численного эксперимента, который воплощается в виртуальную лабораторную работу. В этом случае возможно изменение параметров в весьма широком диапазоне, вплоть до появления экстремальных и аварийных ситуаций[2].

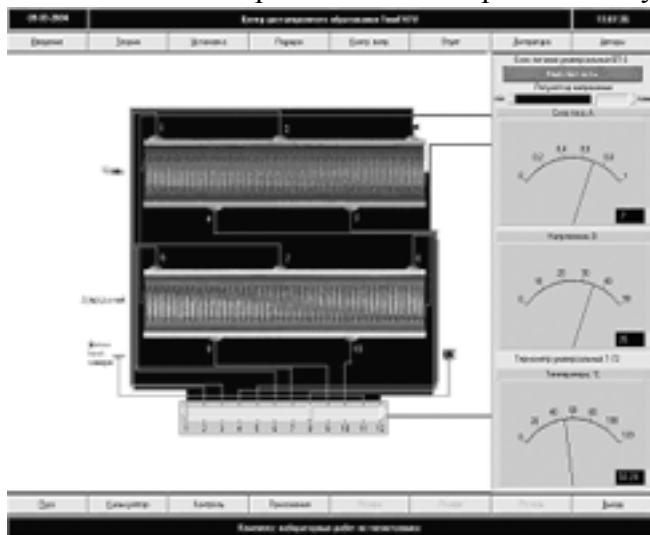


Рис. 1. Вид дисплея при выполнении лабораторной работы по изучению процесса теплопроводности и определения коэффициента теплопроводности меди и алюминия.

Цели виртуальной лабораторной работы совпадают с целями традиционной, дают навыки в проведение эксперимента, но позволяют, например, при изучении процесса теплопроводности, определить коэффициент теплопроводности не одного, а двух исследуемых материалов, установить зависимости коэффициентов теплопроводности от температуры, сопоставить полученные данные со справочными. Помимо этого, лабораторный практикум позволяет проводить обучающие игры. Опыт использования виртуальных лабораторных практикумов имеется в Тюменском нефтегазовом институте и его филиалах. Общая информация о виртуальном лабораторном практикуме этого института содержится в Интернете [3]. Так, например, виртуальный лабораторный практикум для изучения теплопроводности материалов позволяет значительно расширить возможности, которые обеспечиваются кафедральной лабораторной

установкой. На рис.1 представлен вид дисплея, при выполнении указанной лабораторной работы. При этом возможно установление качественной зависимости коэффициента теплоотдачи от геометрического положения трубы в пространстве. Определяются коэффициенты теплоотдачи двух труб одинакового диаметра, изготовленных из одного и того же материала, одна из которых

–вертикальная, а вторая - горизонтальная. На трубы виртуально подаётся одинаковый тепловой поток, поступающий от нагревателя, расположенного внутри трубы. На основании полученных данных анализируется влияние различных факторов (величины поверхности, температуры, расположения поверхности в пространстве) на коэффициент теплоотдачи и на количество тепла, отдаваемое трубой в окружающую среду.

Помимо виртуальных практикумов аналогичных проводимым на установках кафедры, возможно увеличение номенклатуры лабораторных работ. Так, например, можно проводить виртуальную компьютерную работу по исследованию процесса адиабатного истечения воздуха из суживающегося сопла. На рис. 2 представлен вид дисплея при выполнении этой работы.

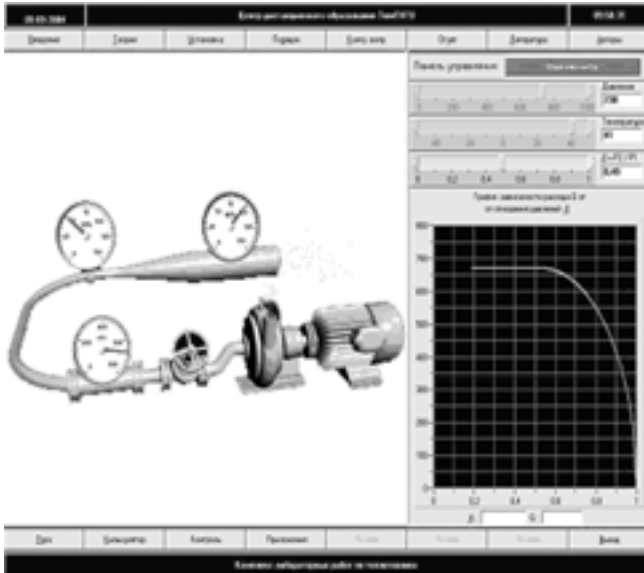


Рис. 2. Вид дисплея при выполнении лабораторной работы по исследованию процесса адиабатного истечения воздуха из суживающегося сопла.

Комплексное обучение с использованием виртуальных лабораторий выполняет следующие образовательные функции:

1. Приспособление к индивидуальным особенностям студентов.
2. Увеличение объема информации, получаемой студентами в пределах отведенного времени.
3. Приобщение студентов к современным средствам информационных технологий, что позволяет развивать их информационную культуру.

В связи с изложенным, целесообразно дополнительно внедрить в учебный процесс кафедры теплогазоснабжения и вентиляции виртуальный лабораторный практикум, в том числе по дисциплине «Термодинамика и теплопередача»

ВЫВОДЫ:

1. Учебная лабораторная база не позволяет проводить исследования процессов термодинамики и теплопередачи в широком диапазоне изменения параметров.
2. Дополнением к лабораторной базе кафедры может служить виртуальный лабораторный практикум, позволяющий увеличить объем получаемых студентами знаний за счет расширения диапазона задаваемых параметров и за счет внедрения дополнительных лабораторных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Термодинамика и теплопередача» для студентов специальности 7.092108 «Теплогазоснабжение и вентиляция» Сост. С.Н.Анисимов, Н.Д.Глухов Симферополь: НАПКС, 2006.-30 с.
2. Хачатуров Л.А. Телеконференции как виртуальная образовательная среда в ДО.// В сб. Виртуальная реальность: философские и психологические проблемы. -М: Институт человека, 1997.- с.
3. <http://cde.tsogu.ru/main.asp?par=komp>

Дворецкий А. Т., д.т.н, профессор, Казьмина А. И., доцент, Пинчук Е. А., студентка
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Особенности теплотехнического проектирования жилых зданий с учетом энергосбережения

Рассмотрены вопросы энергосбережения в жилых зданиях с учетом нового подхода к проектированию, когда нормируется здание в целом с энергетической точки зрения.

Необходим дифференцированный подход к назначению требуемого уровня теплозащитных качеств ограждающих конструкций здания и введения в практику проектирования критериев, нормирующих конечные потребительские качества всего здания. Это позволяет нацелить проектировщиков, строителей и эксплуатационников на конечный результат – контроль за проектированием с помощью энергетического паспорта здания.

Особенности проектирования энергоактивных зданий с применением пассивных и активных солнечных установок

В Украине большой процент жилищного фонда составляет застройка первого периода индустриального домостроения (1956-1975 гг.). Эта застройка имеет низкую потребительскую ценность городского квартирного жилища. Она определяется размерами жилых и подсобных помещений квартиры, санитарно-гигиеническими характеристиками, наличием необходимого инженерно-технического оборудования, которые не соответствуют новым концептуальным направлениям в жилище. Застройка требует комплексной реконструкции и модернизации с обеспечением внедрения ресурсо- и энергосберегающих разработок высоких технологий. К сожалению, несмотря на многочисленные обоснования и утверждения о необходимости комплексного подхода к зданию, рассмотрению его как единого энергетического объекта, введенные в действия изменения норм по теплозащите сохраняют как прежнюю структуру, так и прежние методические подходы, основанные на поэлементном нормировании теплозащитных качеств отдельных ограждающих конструкций (как по санитарно-гигиеническим требованиям, так и по условиям энергосбережения).

Детальный анализ существующей системы нормирования теплозащиты зданий показал следующие очевидные недостатки:

- жесткое поэлементное нормирование теплозащитных качеств отдельных ограждающих конструкций без учета всей совокупности ограждений здания;
- отсутствие варьирования теплозащитными качествами отдельных элементов оболочки здания;
- отсутствие критериев, позволяющих хотя бы косвенно оценить конечный результат-уровень энергопотребления здания (т.е. то, прежде всего и определяет его потребительские качества).

Поэлементное нормирование теплозащитных качеств ограждающих конструкций почти без учета климатических адресных факторов не оставляет свободы проектировщику и фактически не стимулирует внедрение комплекса энергосберегающих мероприятий.

Энергоэффективная эксплуатация здания должна гибко учитывать погодные условия, изменять график работы систем отопления здания, осуществлять организационные мероприятия, направленные на энергосбережение. В предыдущих научно-исследовательских работах нами были разработаны климатические паспорта городов Крыма и Украины, в которых представлены не только климатические условия городов, но и взаимосвязанные типологические особенности здания и климатических факторов [5].

На основании исследования архитектурных, строительных и инженерных решений существующих зданий рассмотрены вопросы для методики расчета постоянного теплового режима здания и рекомендованы показатели для теплотехнического проектирования реконструируемых зданий.

Эта методика включает в себя:

1. Данные о географической широте местности, солнечной радиации, расчетной температуре наружного воздуха, относительной влажности наружного воздуха, направлении, скорости и температуры на каждом направлении ветров в зимнее и летнее время, необходимой потребности в отоплении и охлаждении для стандартных и критических погодных условий, включая их колебания, микроклиматические условия.

2. В зависимости от характера деятельности людей в помещении и необходимых комфортных условий определить температуру воздуха в помещениях в зимнее и летнее время (например, в жилых комнатах - +20°, в ванных комнатах - +21° +22°), а также температуру воздуха в прилегающих помещениях (подвал, чердак), температуру земли и прочих неотапливаемых пространств.

3. Определение инфильтрации, реальных теплопотерь (т.е. количество тепла, необходимое для нагрева воздуха, проникающего в помещения, до комнатной температуры) и скрытые теплопотери (т.е. эквивалентное количество тепла, необходимое для предотвращения точки росы при изменении влажности).

Реальные потери тепла можно вычислить по формуле;

$$Q_p = 0,018 W(t_B - t_H) \quad (1)$$

Где: Q_p - количество тепла, необходимого чтобы значение t_H поднять до t_B ;

W - количество воздуха, поступающего в помещение, 90 см³/час;

t_B и t_H - расчетная температура соответственно внутреннего и наружного воздуха.

Скрытые потери тепла рассчитываются по формуле:

$$Q_c = 79,5 W(p_B - p_H) \quad (2)$$

Где: Q_{ct} - количество тепла, необходимое для увеличения влажности воздуха с P_B до P_H ;

P_B - относительная влажность внутреннего воздуха;

P_H - относительная влажность наружного воздуха;

Значение W (количество воздуха, поступающего в помещение) желательно определить через кратность воздухообмена.

Кратность воздухообмена в жилых зданиях с учетом исследований (данные взяты согласно «Общего руководства» (ASHRAE)): Средняя кратность воздухообмена в жилых зданиях (ASHRAE)

4. Вычисление площади наружных стен, окон, потолков и полов, крыш и ограждающих конструкций ограждающих конструкций отапливаемых помещений, а так же стен, полов и потолков неотапливаемых помещений.

5. Определение коэффициентов теплопередачи вышеназванных элементов.

6. Определение потерь тепла в зимний отопительный период для каждой стены (в зависимости от ориентации), потолка, пола, окон и дверей путем умножения коэффициента теплопередачи на площадь каждого из элементов и разность температур.

7. Определение внутренних теплопотерь от людей, приборов освещения и т. п. для предварительных расчетов системы охлаждения. Значительное увеличение термического сопротивления наружных стен исчерпало возможности дальнейшего снижения расхода тепла на отопление зданий, ибо общие теплопотери сокращаются на ~10-15 %.

Вместе с тем расход тепла, связанный с вентиляцией квартир, в общем, расходе тепла достигает почти 50 %.

В целях экономии топливно-энергетических ресурсов при теплотехническом проектировании следует предусматривать энергетический показатель компактности формы здания Φ_c , который должен быть нормирован с учетом не только температуры наружного воздуха, но и всех макропоказателей климата: солнечной радиации, температуры наружного воздуха, температурно-ветрового режима, относительной влажности воздуха.

$$\Phi_c = F_0 / F_n \quad (3)$$

Где: F_0 - площадь поверхности всех наружных ограждающих конструкций,

F_n - площадь.

Определение обобщенного приведенного коэффициента теплопередачи здания K , с учётом нового потребительского подхода к проектированию, когда не регламентируются отдельные составляющие, определяющие тепловой баланс здания, а нормируется здание в целом с энергетической точки зрения.

Обобщённый приведенный коэффициент теплопередачи здания K (Вт/м²*°С)

$$K = \frac{\sum F_{cm} / R_{cm} + \sum F_{нок} / R_{нок} + \sum F_{покр} / R_{покр} + \sum F_{пола} / R_{пола}}{F_0} \quad (4)$$

по СНиП 11-3-79** : для полов на грунте $\alpha=0,5$

$F_{ст}$; $F_{пок}$; $F_{покр}$; $F_{пола}$ - площади соответственно стен, окон, покрытий, пола первого этажа;
 $R_{0ст}$; $R_{0ок}$; $R_{0покр}$; $K_{0пол}$ - приведенные сопротивления теплопередаче соответственно стен, окон, покрытий, пола первого этажа, м²*°С/Вт.

Этот коэффициент должен быть нормирован и расчетный коэффициент теплопередачи здания не должен превышать значений нормативного коэффициента теплопередаче K . В качестве нормативного показателя теплотехнического проектирования следует рассмотреть среднее приведенное сопротивление теплопередаче всей оболочки здания и удельный годовой расход тепла на отопление и вентиляцию 1м² общей площади отапливаемого здания. Эти показатели применяются в зарубежных нормах. Среднее приведенное сопротивление теплопередаче всей оболочки здания

$$R = \frac{\sum F_i}{F_{cm} / R^{cm} + F_{ок} / R^{ок} + F_{пол} / R^{пол} + F_{ном} / R^{ном} + F_{дв} / R^{дв}} \quad (5)$$

$F_{ст}$; $F_{ок}$; $F_{пол}$; $F_{пот}$; $F_{дв}$ - суммарные площади отдельных ограждающих конструкций (стен, окон, пола, потолка, покрытия, дверей), м²

$R_{0ст}$, $R_{0ок}$, $R_{0пол}$, $R_{0пот}$, $R_{0дв}$ - приведенное сопротивление теплопередаче отдельных конструкций, м²*°С/Вт.

$$Q = Q_{расч} \cdot \frac{(t_{вн} - t_{средгод})}{t_a^d - t_{нар}} \cdot Z_{сргод} \cdot 24 \frac{1}{F_{пол}} \quad (6)$$

$Q_{расч}$ - расчётная мощность системы отопления, Ватт

$t_{нар}$, $t_{вн}$ - расчётные температуры внутреннего и наружного воздуха, С

$t_{ср}$, $Z_{ср}$ - средняя температура и продолжительность отопительного периода, сут/год

Эти критерии достаточно полно отражают особенности теплового режима здания и могут являться комплексными характеристиками его потребительских качеств.

Следует отметить, что на сегодняшний день теплотехническое проектирование продолжает осуществляться с соблюдением условия, что сопротивление теплопередаче R_0 отдельных элементов здания во всех случаях должно быть не менее требуемого по санитарно-гигиеническим условиям сопротивления теплопередаче R_n

Однако нормирование сопротивления теплопередаче системы по санитарно-гигиеническим требованиям было основано на принципе обеспечения минимально допустимых комфортных условий внутри помещений и его производили с учётом расчётной зимней температуры наружного воздуха, которую принимали в соответствии со СНиП 2.01.01.-82.

Такой принцип нормирования и низкое качество изготовления ограждений привели к тому, что в среднем по Украине затраты на отопление 1м² общей площади жилого дома составили примерно 88т условного топлива в год, что превышает аналогичный показатель по сравнению с другими странами в 2,5-3 раза.

Необходим дифференцированный подход к назначению требуемого уровня теплозащитных качеств ограждающих конструкций здания и введение в практику проектирования критериев, нор-

мирующих не промежуточные величины, а конечные потребительские качества всего здания. Это позволило бы снизить категоричность требований к уровню теплозащиты отдельных конструкций, а с другой стороны нацелила бы проектировщиков, строителей и эксплуатационников на конечный результат-контроль за проектированием с помощью энергетического паспорта здания (и в будущем при эксплуатации) на соответствие показателей энергосбережения и энергетической эффективности здания теплотехническим и энергетическим критериям. Для экономии энергоресурсов необходимо осуществлять обязательный контроль энергетических параметров здания.

В современных условиях для решения проблемы дальнейшей эксплуатации домов, построенных в 60-80 гг. требуется комплексное научное обследование жилого фонда с целью определения необходимости их модернизации или реконструкции в зависимости от физического состояния объемно-планировочной структуры, морального старения, с учетом экономической оценки различных вариантов перепланировки и преобразований зданий.

Важно отметить, что различные проявления морального старения объемно-планировочных решений существенно снижают комфортность проживания в этих домах.

Все это говорит о целесообразности не только скорейшей модификации, но и серьезной реконструкции домов. Дома этого периода не удовлетворяют теплотехническим требованиям согласно СНиП II-3-79**, т.к. сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций в 2,5-3 раза меньше нормативного значения, установленного в приложении к СНиП II-3-79** Строительная теплотехника.

При разработке проекта реконструкции жилых домов необходимо введение нового потребительского подхода к проектированию, когда не регламентируются отдельные составляющие, определяющие тепловой баланс здания, а нормируется здание в целом с энергетической точки зрения. При этом вводятся новые показатели энергоактивности – среднее приведенное сопротивление теплопередаче совокупности ограждающих конструкций здания $R_{\text{ср}}^{\text{пр}}$, $\text{м}^2\text{С}/\text{Вт}$, удельный показатель расхода энергии на отопление 1 м^2 площади здания, как за отопительный период и приходится на 1 градусосутки ($\text{Втч}/\text{м}^2\text{Ссут}$). Необходимо отметить, что внедрение таких показателей как удельный расход тепла на 1 м^2 полезной площади в дальнейшем можно увязать с системой льготного или наоборот штрафного налогообложения (тарифов) за экономию или перерасход тепловой энергии отдельными потребителями сверхнормативных значений. В свою очередь, это может являться сильнейшим экономическим стимулом для реализации программ энергосбережения, как при реконструкции зданий, так и при новом строительстве.

Контроль за проектированием необходимо вести с помощью энергетического паспорта-здания (и в будущем этот паспорт должен иметь каждый дом при эксплуатации) на соответствие показателей энергосбережения и энергетической эффективности здания теплотехническими и энергетическими критериями.

Модель энергетического паспорта зданий включает в себя:

- 1.Общестроительные данные о геометрии здания и географической широте.
2. Этажность, объем.
3. Площади наружных ограждающих конструкций (стены, окна и балконные двери, окна лестничной или лестнично-лифтового узла, двери входов, и др.)
4. Площадь пола отапливаемых помещений.
5. Климатический паспорт района, который включает в себя расчетные температуры по месяцам наружного воздуха, шкалу температур, относительную влажность по месяцам, данные об отопительном периоде со средней температурой наружного воздуха за отопительный период, данные о температурно-ветровом режиме, данные по солнечной радиации, типологические особенности здания и др.
- 6.Сведения о системах поддержания микроклимата помещений и способы их регулирования в зависимости от изменения климатических воздействия (системы климатизации).

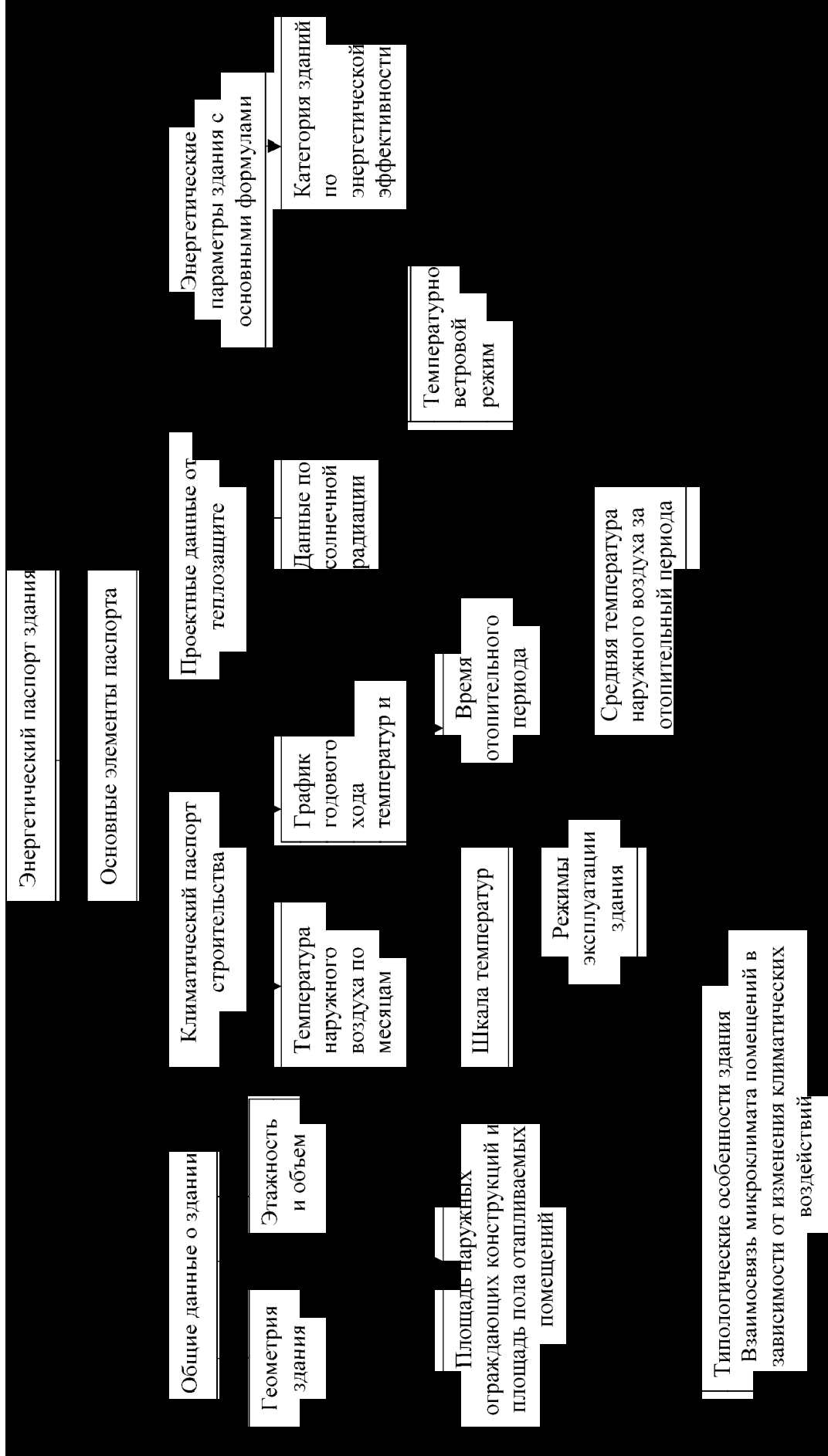


Рис. Структурно-логическая схема энергетического паспорта здания

Проектные данные о теплозащите здания и энергетические параметры, включающие приведенное сопротивление теплопередаче как отдельных ограждений, так здания в целом, удельный годовой расход энергии на отопление и вентиляцию 1 м^2 общей площади удельный расход энергии на отопление здания за отопительный сезон и за одни градусосутки.

ВЫВОДЫ

1. Рекомендуется введение нового потребительского подхода к проектированию, когда не регламентируются отдельные составляющие, определяющие тепловой баланс здания, а нормируется здание в целом с энергетической точки зрения. Это позволяет определить характеристики архитектурно-конструктивных, теплотехнических и энергетических показателей. При этом должны быть введены и нормированы показатели энергоэффективности:
 - энергетический показатель компактности формы здания;
 - обобщенный приведённый коэффициент теплопередачи здания;
 - среднее приведённое сопротивление всей оболочки здания;
 - показатель по удельному годовому расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию 1 м^2 общей площади отапливаемого здания.
2. В нормативных документах по теплотехническому проектированию рекомендуется наличие необходимых данных комплекса климатологических характеристик (климатические паспорта местности), так как все метеорологические факторы действуют на здание одновременно, усиливая их или ослабляя влияние друг друга.
3. В ходе проектирования, строительства и эксплуатации зданий должен осуществляться обязательный государственный метрологический контроль и надзор в области энергосбережения с помощью энергетического паспорта здания

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андерсон Б. Солнечная энергия. М.: Стройиздат, 1982 г.
2. Беляев В. С., Хохлова Л.П. проектирование энергоэкономичных и энергоактивных гражданских зданий. – М.: Высшая школа, 1991 г.
3. Дворецкий А. Т. Геометрические основы создания и оптимизации гелиоустановок для получения технологического тепла// Научно-практическая конференция «Геометрическое и компьютерное моделирование: энергосбережение, экология, дизайн». – Симферополь.-2004.-С.19-25.
4. Журнал «Промышленное и гражданское строительство», №6, 2004г.
5. Казьмина А. И. Климатический паспорт - первая ступень для проектирования зданий. Устойчивый Крым, инновационный потенциал Крымской академии природоохранного и курортного строительства. 2000г
6. Круглова А. И. Климат и ограждающие конструкции. - М.: Высшая школа, 1970г.
7. Матросов Ю. А., Гольдштейн Д. новые подходы к энергосбережению в регионах России/ЦЭНЭФ, 1996г

Герчио И.Ю., ассистент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Особенности преподавания дисциплины «Системы автоматизированного проектирования систем ТГВ»

Рассмотрены актуальные аспекты профессиональной подготовки инженеров-строителей по специальности «Теплогазоснабжение и вентиляция» в области автоматизированного проектирования. Сформулированы основные принципиальные подходы и положения методики преподавания указанной дисциплины. Дан обзор программных продуктов, используемых при проектировании систем теплогазоснабжения и вентиляции (ТГВ). САПР, теплогазоснабжение, вентиляция, программный продукт.

На кафедре теплогазоснабжения и вентиляция учебным планом предусмотрено преподавание дисциплины: «Системы автоматического проектирования систем ТГВ» (далее САПР). Целью преподавания является профессиональная подготовка инженеров-строителей направления ТГВ в части автоматизированного проектирования, формирование у будущих специалистов навыков работы с различными графическими программами и умение использования этих навыков в решении конкретных проектировочных задач теплогазоснабжения [1].

Современный этап развития науки характеризуется огромным ростом внедрения новейших компьютерных технологий на всех стадиях проектирования и производства. Ушли в историю кульманы и ручное черчение, а главными инструментом стал компьютер, открывший широкие возможности для проектировщика[5]. Использование компьютера в проектной и конструкторской деятельности значительно сокращает сроки проектирования, а качество графики поднимается на небывало высокий уровень, что обеспечивает получение чертежей высокого качества, оформленных в соответствии с требованиями стандартов.

Возрастание роли САПР привело к качественному изменению профессиональных требований, предъявляемых к специалистам. Современный инженер это специалист, владеющий современными графическими, автоматизированными программами, умеющий на практике выполнить проекты на высоком техническом уровне.

Программные продукты САПР для промышленного и гражданского строительства (внутренние инженерные сети) отличаются разнообразием и широтой представляемых возможностей [5]. Ряд программ САПР для **графического** проектирования базируются на ПС (программной системе) AutoCAD[6], адаптированной непосредственно для проектирования и расчета систем ТГВ. К наиболее известным программным продуктам, которые, безусловно, являются интересными и необходимыми для специальности ТГВ, относятся: Allklima for AutoCAD, Комфорт, Монарх, именно это и диктует необходимость их изучения студентами специальности ТГВ. ПС Монарх используется студентами на кафедре ТГВ. Освоение этой программы позволяет в дальнейшем успешно работать в других автоматизированных программах.

Все вышеизложенное диктует необходимость разработки новых подходов к преподаванию САПР. Обычно преподавание САПР проводится в четыре этапа:

1. Определение цели и задач подготовки.
2. Учет индивидуальной базовой подготовки и компьютерной грамотности студента и дифференцированный подход к каждому студенту.
3. Детальная отработка основных команд САПР и выработка у студентов умения на практике применить полученные знания для решения элементарных графических задач на первом этапе.
4. Выполнение небольших графических задач по проектированию элементов систем ТГВ, что позволяет дополнительно закрепить знания, полученные на первом этапе изучения дисциплины.

Отсюда следует, что изучение САПР не завершается выполнением студентом реальных проектов по ТГВ. Предлагается дополнить изучение САПР выполнением реального проекта на уровне курсового по соответствующим дисциплинам специальности ТГВ. Такой подход позволяет выработать у студента навыки, необходимые в дальнейшем для выполнения дипломного проекта с

чертежными листами в компьютерном исполнении. Компьютерная разработка чертежей курсовых проектов «Отопление жилых и общественных зданий» [2], «Теплоснабжение» [3] позволит студенту сравнить результаты «ручного» расчета, необходимого для освоения соответствующей дисциплины, с автоматизированным расчетом, что даст возможность выявить недочеты в «ручном счете» и откорректировать курсовой проект.

Определяя цели и задачи подготовки студентов, следует отметить, что изучение дисциплины САПР складывается из двух емких частей.

В первой части цель и задачи преподавания заключаются в ознакомлении студентов с общими теоретическими возможностями существующих и доступных программ, в получении начальных практических навыков работы, выполнения самостоятельной работы по выполнению чертежа строительной подосновы с инженерным оснащением (систем ТГВ), а также умения быстро и качественно вносить изменения в проект, создавать новые варианты, используя возможности программы. Все это возможно реализовать благодаря имеющейся в НАПКС программе ПС Монарх [7], которая позволяет принимать интегрированные программные решения для инженерных сетей зданий: отопления, вентиляции, кондиционирования, возможность создавать сложные проекты без больших издержек. Методике отработки навыков простейших команд необходимо уделить особое внимание и достаточное время, т.к. от этого напрямую зависит дальнейшая работа по выполнению более сложных проектировочных чертежей.

Во второй части, как уже отмечалось, студенты проводят автоматизированную разработку чертежей курсовых проектов, здесь следует подключить изучение *расчетных* автоматизированных программ по расчету рабочих параметров систем отопления. Очень удачной в этом отношении является программа, разработанная польскими программистами и широко используемая фирмами - изготовителями различного теплотехнического оборудования такими, как KAN, Danfoss, Герц и т.д. Вышеупомянутый программный продукт по расчету отопления разработан таким образом, что в процессе выполнения расчетов программа информирует и предупреждает об обнаруженных ошибках, а также снабжена функцией локализации ошибок, которая указывается и фрагмент схемы, где обнаружена ошибка, и соответствующую таблицу данных, требующих исправления. Таким образом, работа с этой программой выполняет важную методическую функцию: дополнительного тренинга и контроля за проектированием. Причем программы KAN, Danfoss, Герц, позволяют студентам получить знания о современном оборудовании, которое используется на отечественном рынке, т.к. в состав программ входят каталоги оборудования.

Рабочая программа [1] построена таким образом, что для того, чтобы перейти к проектированию систем вентиляции, газоснабжения и т.д. необходимо вспомнить и применить знания, полученные ранее. Так для проектирования систем вентиляции общественных зданий и сооружений на начальном этапе необходимо выполнить чертеж строительной подосновы, а для этого используют ПС Монарх (архитектурно-строительная часть). После записи подосновы студент непосредственно приступает к проектированию системы вентиляции здания, причем на основе реальных расчетных данных проекта, выполненного им в объеме дисциплины «Вентиляция жилых и общественных зданий» [4]. Работа с программным продуктом САПР наглядно показывает студенту все возможности и преимущества графического автоматизированного проектирования систем вентиляции, а именно использование интеллектуальных графических элементов, простое присоединение воздухопроводов, функции изменения и копирования, быстрое построение аксонометрических схем и многое другое [7].

Для студентов специальности ТГВ очень важным являются *графические* программы, интегрированные для проектирования систем ТГВ. В Крымском регионе проектными организациями, занимающимися разработкой проектов систем теплогазоснабжения и вентиляции, используются, как правило, или AutoCAD[8], или специализированная программа Монарх, поэтому обучение студентов специальности ТГВ работе в этих программах уделяется особое внимание. ПС Монарх является удобной, достаточно простой в усвоении, прекрасно адаптированной непосредственно для студентов специальности ТГВ, а самое важное, что, обучение студентов, работать в этой программе, создает фундамент для их самостоятельного освоения других автоматизированных графиче-

ческих программ. При изучении САПР систем ТГВ целесообразно дать информацию и о других программных продуктах, используемых в этой области, н-р Allklima for AutoCAD, Комфорт. Особенность этих программ заключается в широчайших возможностях при проектировании именно инженерных систем ТГВ, что без сомнения обеспечивает и совершенно другой, высокий уровень качества проектной документации. Так программа Комфорт, наряду с командами ПС Монарх, выполняет одновременное проектирование единой модели систем по двум видам: план и 3-х мерная схема, ведет редактирование модели на любой стадии проекта, обеспечивает гибкую систему выдачи отчетов, автоматически создает спецификацию оборудования.

На этапе проектирования, студенты также дополнительно используют программы по подбору оборудования. Изучение данных программ облегчает подбор оборудования для систем теплоснабжения и позволит проверить правильность выбора студентом того или иного оборудования. Все это формирует у студента представление о взаимосвязи различных существующих автоматизированных программ.

ВЫВОДЫ

1. Последовательное, ступенчатое изучение дисциплины САПР, акцент на отработку базовых команд программных продуктов являются залогом качества знаний студентов и мобилизации их для решения более сложных практических задач проектирования систем ТГВ.
2. Предложено в качестве эффективной формы обучения студентов САПР вести автоматизированное выполнение реальных курсовых проектов по отоплению, вентиляции и теплоснабжению, т. е в комплексе со специализированными дисциплинами специальности ТГВ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Учебная и рабочая программы по дисциплине «Системы автоматизированного проектирования систем ТГВ» для студентов специальности 7.092 108 «Теплогазоснабжение и вентиляция» всех форм обучения. НАПКС, 2006г., с.2-5.
2. Учебная и рабочие программы по дисциплине «Особенности отопления жилых и гражданских зданий» для студентов специальности 7.092 108 «Теплогазоснабжение и вентиляция» всех форм обучения. НАПКС, 2006г., с 2-5.
3. Учебная и рабочие программы по дисциплине «Теплоснабжение микрорайона» для студентов специальности 7.092 108 «Теплогазоснабжение и вентиляция» всех форм обучения. НАПКС, 2006, с.2-5.
4. Учебная и рабочие программы по дисциплине «Вентиляция жилых и общественных зданий для студентов специальности 7.092 108 «Теплогазоснабжение и вентиляция» всех форм обучения. НАПКС, 2006, с 2-8.
5. В.Е. Михайленко и др. Инженерная и компьютерная графика. К: Каравелла, 2004, с76-82.
6. 100% самоучитель AutoCAD 2006/ под ред. А.Г.Жадаева. М: Технолоджи-3000, 2006, с 10-14.
7. Берштейн В.Г. Описание программ архитектурно-строительной системы «МонARCH». Руководство проектировщика (прилагается к программе).

Гироль Н.Н.

Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно

Мякишев В.А., Бойчук С.Д., Фишер В.И., Котовская Е.Е.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства, г. Симферополь

Стабилизация и улавливание тяжелых металлов в процессе высокотемпературной обработки осадков водоочистных станций

Показана динамика загрязненности тяжелыми металлами водохранилищной воды и грязных промывных вод на выходе водоочистной станции. Дана токсикологическая оценка высокотемпературного превращения соединения металлов. Предложен метод обезвреживания и утилизации осадков промстоков.

Промстоки, очистные сооружения, содержание металлов, метод обработки, обжиг, водная вытяжка.

Проблема обезвреживания сточных вод и осадков водопроводных очистных сооружений (ВОС), как в нашей стране, так и за рубежом с каждым годом приобретает все большую актуальность. Осуществляемый повсеместно отвод тысяч кубометров технологических стоков от каждой водопроводной станции на площадки их накопления или в природные источники воды является попыткой перемещения во времени поиска решения проблемы, не редко с усугубляющими ее последствиями. Многолетнее накапливание и хранение осадка сопровождается изменением его физико-химических и санитарно-бактериологических свойств, проникновением опасных загрязнений в окружающую среду и в подземные воды. В связи с запрещением складирования или неорганизованного захоронения осадков после водоочистки в странах Европы, во многих водопроводных предприятиях разрабатываются новые и совершенствуются существующие технологии переработки, обезвреживания и утилизации осадков многотоннажных технологических стоков ВОС [1-3]. Для предотвращения экологической катастрофы требуется неотложный поиск технических решений, позволяющих обеспечить эффективное обезвреживание и утилизацию данного типа токсичных технологических стоков.

Задача исследований заключалась в изучении физико-химических параметров осадка промывных вод Симферопольских ВОС и проверке термического метода стабилизации, улавливания и обезвреживания наиболее токсичных тяжелых металлов. Гипотеза исследований заключалась в предположении, что перевод осадков сточных вод в спекшуюся оплавленную массу позволит стабилизировать токсичные формы тяжелых металлов, а также, обезвредить органические соединения. При этом предотвращается не контролируемое распространение токсичных веществ в окружающей среде.

Физико-химические свойства осадка грязных промывных вод водоочистной станции зависят от состава загрязнений, концентрации и вида примесей исходной воды из водохранилища, от технологии реагентной обработки воды на водоочистной станции, от содержания и формы загрязнений в промывной воде и осадке. По результатам нейтронно-активационного анализа воды Симферопольского водохранилища содержание веществ группы токсичных металлов и неметаллов составляет: медь – 6,0 мкг/л, марганец - 1,8 мкг/л, уран – 5,0 мкг/л, хром - 0,2 мкг/л, никель – 60,0 мкг/л, железо – 26,0 мкг/л, цинк - 1,4 мкг/л, свинец – 1050,0 мкг/л, фтор – 400,0 мкг/л. Максимальное содержание взвешенных веществ и других загрязнений в воде водохранилища приходится на период паводков и составляет 67,0 мг/л. Рост содержания органических загрязнений и поверхностно активных веществ происходит в летне-осенний период из-за массового цветения воды и сброса бытовых нечистот без какой-либо очистки жителями поселков в пойме реки от села Перевального до Симферополя.

При изучении состава загрязнений в грязных промывных водах после скорых фильтров ВОС выявлено изменение содержания наиболее опасных для здоровья тяжелых металлов и загрязнений в процессе промывки скорых фильтров, которое показано в табл. 1.

Таблица 1

Изменение показателей загрязненности промывной воды в процессе промывки фильтров водоочистной станции

Показатели	Значения показателей качества промывной воды за время промывки							
	1 мин	2 мин	3 мин	4 мин	5 мин	6 мин	7 мин	8 мин
Взвешенные вещества, мг/л	1380	1420	280	104	32	15	8	5
pH	6,9	7,0	7,0	7,1	7,2	7,1	7,1	7,1
Железо, мг/л	3,81	2,17	1,42	0,65	0,32	0,24	0,13	0,08
Алюминий, мг/л	5,59	4,22	2,16	1,07	0,15	0,12	0,07	0,04
Перманганатная окисляемость, мгО/л	45,3	34,8	29,5	21,5	10,4	5,6	8,9	5,3
ОМЧ, КОЕ/мл	1930	2760	1250	580	340	38	310	140

Влажность грязных промывных вод ВОС в период малой загрязненности воды в водохранилище составляет в среднем 99,91 %, поэтому требуется предварительно провести обезвоживание осадка. Проведение серии лабораторных опытов по реагентному отстаиванию, а также фильтроциклов на полупромышленной фильтровальной установке позволило уменьшить влажность осадка ВОС до 98,4 %. Последующее обезвоживание его в прудах и подсушивание сокращает влажность осадка до 66-76 %. Исследование химического состава обезвоженного осадка промстоков водоочистной станции показало, что он состоит из окислов, %: CaO – 11,40; Al₂O₃ – 21,70; SiO₂ – 32,20; F₂O₃ – 4,50; SO₃ – 1,90; MgO – 0,96. Содержание органических в подсушенном осадке, включая хлорорганические соединения, равнялось 16-29 %. В водной вытяжке из подсушенных образцов осадка промстоков ВОС при значениях pH среды равном 4,8 содержание железа в пересчете на массу сухого осадка составило 1,48 г/кг и алюминия – 8,25 г/кг. Поэтому промстоки с осадком ВОС нельзя сбрасывать без обработки в водные объекты или в пруды-накопители с естественным основанием. Повторное использование их в технологии подготовки питьевой воды недопустимо из-за превышения установленных норм качества исходной воды.

Метод высокотемпературной термообработки осадка промстоков состоял в том, что на первом этапе после подсушивания его до влажности 48-59 % выполняли формирование гранул размером 16-20 мм. Далее группы образцов подвергали обжигу в предварительно разогретой электрической печи при температурах 420, 600, 900 1020 °С. После охлаждения проводили тестирование обожженных образцов осадка на токсичность по показателям содержания тяжелых металлов в водных вытяжках при значениях pH, равных 4,8; 7,0; 9,0. Полученные результаты отображены в табл.2.

Таблица 2

Содержание металлов и токсичных элементов в водных вытяжках из обожженного осадка, г/т

Значение pH среды	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=9	0,2	0,05	0,2	0,5	0,05	0,003	0,5	5,1	45,5

Примечание. Анализы выполнены в лаборатории (аттестат аккредитации в системе УкрСЕПРО № UA 6.001.Н.042 от 16.05.2002).

Химический анализ образцов прокаленного при температуре 1020 градусов 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. Показатели химсостава водной вытяжки при pH среды равном 4,8 свидетельствуют о том, что содержание соединений железа в результате высокотемпе-

ратурного обжига осадка сократилось в 5,4 раза, а алюминия – в 5,2 раза.

В результате лабораторной проверки содержания тяжелых металлов в водных вытяжках установлено, что в нейтральной и щелочной среде их концентрация практически не изменяется. В щелочной среде многие металлы превращаются в гидроксиды, большинство из которых являются слабо растворимыми в воде соединениями, поэтому в воде вымывается их очень малая часть. В нейтральной среде комплексы металлов практически не переходят в раствор. Максимальное содержание солей тяжелых металлов наблюдается в водной вытяжке при pH 4,8, то есть в достаточно кислой среде. Такие результаты можно объяснить тем, что в кислой среде соли тяжелых металлов, находящиеся в виде комплексов, связываются с кислотными остатками и образуют растворимые в этой среде формы солей. В грунтовых водах такие показатели кислотности встречаются очень редко, поэтому отсутствует опасность растворения и перехода тяжелых металлов в окружающую среду. В процессе высокотемпературной обработки большая часть металлов эффективно улавливается в гранулах осадка и незначительное количество их выгорает. Увеличение температуры спекания до 1020 °С дает высокий эффект стабилизации и фиксации данных металлов в кристаллах спека. По заключению лаборатории получаемый при высокотемпературной обработке осадков керамический щебень можно утилизировать и использовать в строительстве без ограничений.

По показателям прочности полученный после обжига керамический гравий соответствует маркам керамзита 200-500 и требованиям ГОСТ 9759-71. Кроме того, применение обожженного осадка промстоков в строительном производстве в виде керамического щебня позволит получить конечный цикл утилизации и избавиться от этих опасных отходов жизненно необходимого производства питьевой воды.

ВЫВОДЫ

1. Для предварительного обезвреживания осадков промстоков целесообразно применять реагентную обработку на фильтрах с плавающей загрузкой, способных очищать грязную промывную воду с высокой концентрацией механических примесей.
2. В результате высокотемпературного обжига большая часть тяжелых металлов эффективно улавливается в гранулах осадка и фиксируется в кристаллах спека.
3. Исследование содержания тяжелых металлов в водной вытяжке из образцов обожженного при 1020 °С осадка ВОС показало, что данный метод обезвреживания является высокоэффективным и получаемые керамические материалы пригодны для захоронения или использования в строительстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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 ?.
2. Шевченко Л.Я., Ютина А.С., Бернштейн Л.А., Ломако Г.Н. Сырьевая смесь для получения порландцементного клинкера. А.с. 897729 МКИ ВС3/00/ -№2908238; Заявлено 4.04.80. Опубл. 15.01.82. Бюл.№2.-5с.
3. Гироль Н.Н., Гироль А.Н., Якимчук Б.Н., Бойчук С.Д., Мякишев В.А. Обработка технологических стоков и утилизация осадков станций очистки питьевых вод. // Сборник докладов седьмого международного конгресса ЭТЭВК, «Вода: экология и технология». –М.: 2006, 534 с.

Глухов Н.Д., д.т.н., доцент, Анисимов С.Н., доцент, Маркин А.В., инженер
 Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Упрощенная методика гидравлического расчета систем водяного отопления

Получены обобщенные соотношения для определения потерь давления в системах водяного отопления. На основе этих и других соотношений в результате численного эксперимента найдены простые зависимости позволяющие определить диаметр труб, потери давления на трение и местные сопротивления в системах водяного отопления.

Водяное отопление, потери давления, экономичный диаметр, гидравлическое сопротивление, гидравлический коэффициент трения, удельные потери давления.

Расчет трубопроводов систем отопления сводится к определению экономичных диаметров труб при заданных тепловых нагрузках и располагаемом перепаде давлений теплоносителя.

Существующие методы гидравлического расчета трубопроводов систем отопления можно классифицировать следующим образом:

- по удельным потерям давления;
- по эквивалентным сопротивлениям;
- по характеристикам сопротивления.

Перечисленные выше общепринятые методы расчета отличаются большой трудоемкостью и основаны на использовании вспомогательных таблиц и номограмм.

Расчеты при помощи таблиц более точны, но менее наглядны. Они требуют последовательных приближений и подробной записи промежуточных результатов, на что уходит много времени.

Расчеты при помощи номограмм более просты, наглядны, но менее точны.

В настоящее время для проведения гидравлических и теплотехнических расчетов широко используют ЭВМ. Но совершенно очевидно, что работе на ЭВМ, особенно в учебных целях, должно предшествовать изучение расчетов традиционными методами с целью приобретения практических навыков и освоения приемов и техники расчетов.

Гидравлическим расчетам предшествуют подготовительные работы. Общие принципы и последовательность подготовительных операций гидравлического расчета трубопроводов систем центрального отопления сводятся к следующему:

- выбирают принципиальную схему системы отопления, типы нагревательных приборов, параметры теплоносителя, способ циркуляции теплоносителя;
- размещают на планах здания нагревательные приборы, стояки, подающие и обратные магистрали, вычерчивают аксонометрическую схему системы отопления;
- выбирают наиболее невыгодное циркуляционное кольцо, разбивают его на расчетные участки и на основании расчета теплотерь, наносят на схему тепловые нагрузки (аналогичные операции выполняют по всем остальным кольцам);
- зная параметры теплоносителя и располагаемый перепад давлений в системе отопления по принятой методике, пользуясь вспомогательными таблицами или номограммами, проводят гидравлический расчет.

В основе гидравлических расчетов систем отопления лежат общие законы гидромеханики.

Потери давления складываются из потерь на трение $\Delta P_{тр}$ и потерь на местные сопротивления ΔP_m .

Потери на трение вычисляют по формуле Дарси-Вейсбаха

$$\Delta P_{mp} = \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho w^2}{2}, \quad (1)$$

где: λ – гидравлический коэффициент трения; l – длина трубопровода; d – диаметр трубопровода; w – скорость движения жидкости; ρ – плотность жидкости.

Потери давления на местные сопротивления определяют по формуле Дарси

$$\Delta P_m = \sum \xi \cdot \frac{\rho w^2}{2}, \quad (2)$$

где: $\sum \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений.

Таким образом, общие потери давления ΔP_Σ можно представить уравнением

$$\Delta P_\Sigma = \Delta P_{mp} + \Delta P_m = \left(\lambda \frac{l}{d} + \sum \xi \right) \frac{\rho w^2}{2}, \quad (3)$$

Анализ режимов работы систем водяного отопления при стандартных условиях ($95/70^\circ \text{C}$) с учетом рекомендаций [1] по допустимым скоростям движения теплоносителя показывает, что трубопроводы работают в переходной области сопротивления ($10 < \text{Re} \Delta/d < 500$), а коэффициент гидравлического трения можно рассчитывать по формуле А.Д. Альтшуля [2]

$$\lambda = 0.11 \left(\frac{\Delta}{d} + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0.25}, \quad (4)$$

где: Δ – эквивалентная шероховатость, мм (для труб водо-газопроводных обыкновенных $\Delta = 0.2$ мм); $\text{Re} = wd/\nu$ – число Рейнольда; ν – коэффициент кинематической вязкости жидкости.

Тогда удельные потери давления R на трение для данных условий

$$R = \Delta P_{mp}/l = 0.11 \left(\Delta/d + 68/\text{Re} \right)^{0.25} \cdot \frac{\rho w^2}{2d}, \quad (5)$$

Скорость теплоносителя w выразим через тепловую нагрузку Q , Вт:

$$w = \frac{4G}{\rho \pi d^2}; G = \frac{Q}{c_p(t_r - t_0)}; w = \frac{4Q}{\rho c_p(t_r - t_0) \cdot \pi d^2}, \quad (6)$$

где: G – массовый расход теплоносителя; c_p – изобарная массовая теплоемкость теплоносителя; t_r и t_0 – температура теплоносителя в подающей и обратной магистралях, соответственно.

В результате численных экспериментов с использованием (5), (6) и обработки результатов методами математической статистики получена простая зависимость для определения удельных потерь давления на трение R , Па/м при стандартных условиях работы системы водяного отопления

$$R_i = 5.52 \cdot Q^2 / d_i^{5.25}, \quad (7)$$

где d – внутренний диаметр трубопровода, мм.

Из формулы (7) со всей очевидностью вытекает, что если известны средние удельные потери

R_{cp} , то всегда можно, зная тепловую нагрузку участка, определить расчетный диаметр участка по формуле

$$d_{ip} = 1.38(Q_i^2 / R_{cp})^{0.19}. \quad (8)$$

$$R_{cp} = \beta P_p / \sum l_i, \quad (9)$$

где: β – поправочный коэффициент, зависящий от вида системы водяного отопления;

P_p – располагаемое давление; $\sum l_i$ – суммарная длина трубопроводов расчетного кольца.

В этом и состоит основная идея упрощения расчета: определив по исходным данным средние

удельные потери R_{cp} , по формуле (9) определяем расчетный диаметр участка. На основе полученного значения из стандартного ряда диаметров труб водо-газопроводных обыкновенных выбираем ближайший стандартный диаметр. Подставив стандартное значение диаметра в формулу (7), напрямую вычисляем действительное удельное сопротивление рассчитываемого участка. При этом отпадает необходимость пользоваться номограммами или проводить громоздкие интерполяционные расчеты, которые всегда сопровождают вычисления при пользовании вспомогательными таблицами.

Кроме того, на основе проведенных исследований получены формулы для вычисления величин, входящих в сводную таблицу гидравлического расчета

$$G_i = 0.0344 Q_i, \text{ кг/ч};$$

$$w_i = 0.0126 Q_i / d_i^2, \text{ м/с};$$

$$\Delta P_{mp_i} = 5.52 \cdot l_i Q_i^2 / d_i^{5.25}, \text{ Па};$$

$$\Delta P_{m_i} = 0.0763 (\sum \xi)_i Q_i^2 / d_i^4, \text{ Па}.$$

Как видим зависимости довольно просты и при наличии современных, особенно программируемых микрокалькуляторов, расчеты по ним не вызовут сколь-нибудь серьезных затруднений.

Заполнив таблицу, определяют общие потери давления в кольце и проверяют полученные результаты на соответствие требованиям норм по обычной схеме. При необходимости вводят корректировку на отдельных участках кольца.

Аналогичный подход можно применить для расчетов систем водоснабжения и газопроводов среднего и низкого давления.

ВЫВОДЫ

Обобщение результатов численных экспериментов позволило получить простые соотношения позволяющие определять диаметры труб системы водяного отопления и основные параметры, характеризующие гидравлический режим, не прибегая к помощи таблиц и номограмм.

Аналогичный подход можно применить для расчетов систем водоснабжения и газопроводов среднего и низкого давления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Внутренние санитарно-технические устройства: В 2 ч. I: Отопление, водопровод, канализация: Справочник проектировщика. Под ред. И.Г. Старовойтова. 4-е изд. – М.: Стройиздат, 1990. – 430 с.
2. Справочник по гидравлике. Под ред. В.А. Большакова. – К.: Вища школа, 1977. – 280 с.

Глухов Н.Д., д.т.н., доцент, Анисимов С.Н., доцент; Маркин А.В., инженер
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Усовершенствованная методика расчета тепловых схем закрытого типа для водогрейных котельных.

Предлагается усовершенствованная методика расчета тепловых схем закрытого типа для водогрейных котельных взамен существующего графо-аналитического расчета методом приближений.

Водогрейные котельные, тепловая схема, температурный график, тепловые нагрузки, расчетная наружная температура, расход теплоты на собственные нужды.

Тепловая схема теплогенерирующей установки представляет собой схему движения и распределения теплоносителя в пределах котельной.

Принципиальную тепловую схему составляют на основе назначения теплогенерирующей установки, параметров теплоносителей, тепловых нагрузок, типа системы теплоснабжения, вида используемого топлива, характеристик исходной воды и др.

Для водогрейных отопительных котельных в настоящее время наиболее широко применяют системы теплоснабжения закрытого типа. Вода для горячего водоснабжения подогревается в водоводяных теплообменниках, устанавливаемых на месте потребления воды, а в тепловой сети циркулирует одна и та же вода. Потери ее из сети невелики, поэтому производительность водоподогревательной и деаэрационной установок для подготовки подпиточной воды получается небольшой, а сами установки – компактными.

Расчет принципиальной тепловой схемы состоит из нескольких этапов:

- анализ и обработка исходных данных;
- составление материальных балансов потоков теплоносителя для отдельных узлов схемы;
- составление тепловых балансов и решение их уравнений для отдельных узлов схемы;
- увязка решения уравнений тепловых балансов отдельных узлов в целом по всей схеме.

Расчет производят для характерных режимов работы, которые зависят от назначения теплогенерирующей установки и графика работы.

Сложность тепловых схем и большое количество единиц оборудования, входящего в схему, расчет нескольких режимов работы тепловых систем приводят к необходимости задаваться некоторыми величинами (расход теплоты на собственные нужды, потери в ТГУ и тепловых сетях и т.д.) с последующим уточнением, а также использовать данные нормального температурного графика работы тепловой сети, который строят предварительно.

Таким образом, для расчета тепловой схемы котельной применяют графо-аналитический метод последовательных приближений, который громоздок и требует большого объема дополнительных вычислений.

Учитывая особенности построения нормального температурного графика и данные опыта эксплуатации водогрейных котельных, в методику расчета тепловых схем закрытого типа можно внести существенные упрощения.

Общий вид нормального температурного графика отопительной водогрейной котельной с системой теплоснабжения закрытого типа представлен на рис. 1.

ABC – график изменения температуры воды в подающей магистрали; DEFG – график изменения температуры воды в обратной магистрали; ϑ'_n , ϑ'_o – температура в подающей и обратной магистрали, соответственно, при расчетной наружной температуре воздуха $t_{нр}$, $\Delta\vartheta_{2\theta}$, $\Delta\vartheta_o$ – перепад температур теплоносителя, используемый для целей горячего водоснабжения и отопления, соответственно; $t_{ни}$ – температура наружного воздуха в точке перелома.

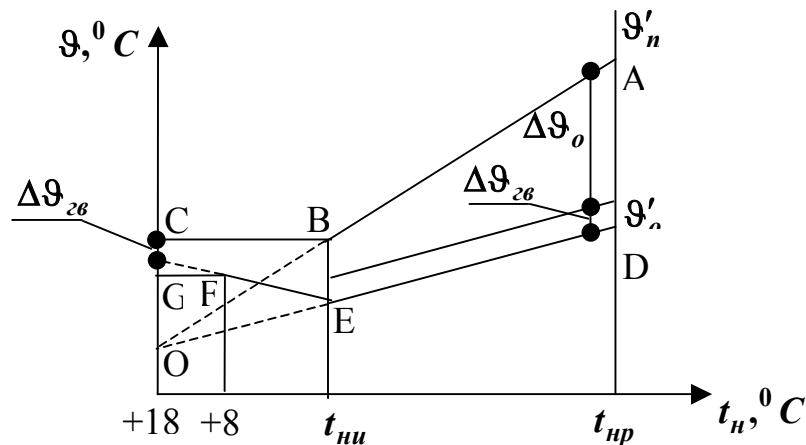


Рис. 1. Нормальный температурный график работы тепловой сети

Как следует из рис. 1 графики изменения температуры сетевой воды в подающей и обратной магистралях представляют собой ломаные линии. Такой характер графиков обусловлен тем, что сезонные тепловые нагрузки Q при любых температурах наружного воздуха t_n , отличающихся от расчетных $t_{нр}$, изменяются по линейному закону

$$Q = Q_p \frac{t_g - t_n}{t_g - t_{нр}}, \quad (1)$$

где: Q_p – расчетная тепловая нагрузка в максимально зимнем режиме; t_g – преобладающая температура воздуха в помещениях. Кроме того, накладывают ограничения по температурам воды в магистральных трубопроводах.

Линейный характер изменения температур теплоносителя и накладываемые ограничения по температурам дают возможность простого аналитического описания нормального температурного графика уравнениями отрезков прямых линий вида $y = c + kx$, где под x и y следует понимать температуры наружного воздуха и теплоносителя, соответственно.

Уравнение прямой OA

$$\begin{aligned} y &= 18 + \kappa_n(18 - x); \\ \kappa_n &= (\vartheta'_n - 18)/(18 - t_{нр}). \end{aligned} \quad (2)$$

Уравнение прямой OD

$$\begin{aligned} y &= 18 + \kappa_o(18 - x); \\ \kappa_o &= (\vartheta'_o - 18)/(18 - t_{нр}). \end{aligned} \quad (3)$$

Тогда температуру наружного воздуха в точке перелома при $\vartheta_n = 70^\circ\text{C}$ определяем по уравнению

$$t_{ни} = 18 - 52/\kappa_n. \quad (4)$$

Температура воды в подающей магистрали:

при $t_{нр} \leq t_n \leq t_{ни}$,

$$\vartheta_n = 18 + \kappa_n(18 - t_n) \quad ;(5)$$

при $t \geq t_{ни}$, $\vartheta_n = 70^\circ C$

Температура обратной сетевой воды:

при $t_{нр} \leq t_n \leq t_{ни}$,

$$\vartheta_o = 18 + \kappa_o(18 - t_n); \quad (6)$$

при $t_{ни} \leq t_n \leq 8$

$$\vartheta_o = (70 - \Delta\vartheta_{зв}) - [52 - \Delta\vartheta_{зв} + \kappa_o(18 - t_{ни})] \frac{18 - t_n}{18 - t_{ни}}; \quad (7)$$

при $t_n \geq 8^\circ C$

$$\vartheta_o = (70 - \Delta\vartheta_{зв}) - \frac{10[52 - \Delta\vartheta_{зв} + \kappa_o(18 - t_{ни})]}{18 - t_{ни}}; \quad (8)$$

$$\Delta\vartheta_{зв} = \frac{\vartheta'_n - \vartheta'_o}{1/\varepsilon + 1},$$

где: $\varepsilon = Q_{зв}^{cp} / Q_{ов}^{max}$, $Q_{зв}^{cp}$ – средняя тепловая нагрузка на горячее водоснабжение; $Q_{ов}^{max}$ – расчетная тепловая нагрузка на отопление и вентиляцию.

Второй важный момент при расчете тепловых схем – расход теплоты на собственные нужды котельной, который зависит от множества факторов, его принимают предварительно с последующим уточнением.

Расход теплоты на собственные нужды можно представить как часть расчетного расхода теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение Q_m

$$Q_{сн} = \beta Q_m, \quad (9)$$

где β – коэффициент расхода теплоты на собственные нужды котельной.

Анализ уравнений тепловых и материальных балансов элементов тепловой схемы, с учетом рекомендаций и данных опыта эксплуатации водогрейных котельных с закрытой системой горячего водоснабжения позволил получить простую полуэмпирическую формулу для определения значения коэффициента расхода теплоты на собственные нужды:

$$\beta = 0.92 / \Delta\vartheta_c, \quad (10)$$

где $\Delta\vartheta_c = \vartheta_n - \vartheta_o$ – разность температур в подающей и обратной магистралях тепловой сети.

Как следует из (10) величина β однозначно определяется, если известна разность температур теплоносителя в подающей и обратной магистралях, т.е. если задан режим работы тепловой сети.

Определив разность температур теплоносителя $\Delta\vartheta_c$ для заданного расчетного режима работы тепловой сети по приведенным выше уравнениям нормального температурного графика, можно напрямую, без приближений, рассчитать расход теплоты на собственные нужды котельной и увязать расходы теплоносителя по отдельным элементам тепловой схемы. В этом и состоит основная идея предлагаемого упрощения расчета тепловых схем.

Контрольные расчеты по предложенной методике показали соответствие полученных результатов требованиям современных норм проектирования котельных установок.

Таким образом, получена возможность прямого определения расхода теплоты на собственные нужды котельной путем расчета, без предварительного построения нормального температур-

ного графика и последовательных приближений с целью увязки расходов теплоносителя по отдельным элементам тепловой схемы. Результаты описания нормального температурного графика могут быть использованы при автоматизации процессов управления режимами работы теплогенерирующих установок.

ВЫВОДЫ

Анализ нормального температурного графика и тепловых балансов отдельных элементов тепловых схем водогрейных котельных с закрытой системой теплоснабжения позволил получить простые зависимости для расчета тепловых схем. Отпадает необходимость предварительного построения нормального температурного графика и последовательных приближений при расчетах. Показана возможность перехода от графо-аналитического расчета методом приближений к прямому расчету аналитическим путем. Кроме того, результаты работы могут быть использованы при автоматизации процессов управления работой теплогенерирующих установок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Р.Г. Зах. Котельные установки. – М.: Энергия, 1968. – 352 с.
2. Ю.Л. Гусев. Основы проектирования котельных установок. – М.: Стройиздат, 1973. – 248 с.
3. В.Е. Козин и др. Теплоснабжение. – М.: Высшая школа, 1980. – 408 с.

УДК

Карпова Л.Г., инженер

ГП «Крымстандартметрология», г. Симферополь

О состоянии метрологического обеспечения в Украине приборов учета тепла

Рассматриваются вопросы метрологического обеспечения приборов учета тепла в Украине
Теплосчетчик, горячая вода, потери тепла, точность измерений, эталонная база.

Основные правовые, экономические и организационные принципы деятельности на объектах сферы теплоснабжения Украины определяет Закон Украины «О теплоснабжении» (далее – Закон). Закон регулирует отношения, связанные с производством, транспортировкой, снабжением и использованием тепловой энергии с целью обеспечения энергетической безопасности Украины, повышения энергоэффективности функционирования систем теплоснабжения, создания и усовершенствования рынка тепловой энергии и защиты прав потребителей и работников сферы теплоснабжения.

Сегодня основным документом, который устанавливает требования к измерению количества тепловой энергии, являются «Временные правила учета отпуска и потребления тепловой энергии» (далее – Правила), утвержденные и введенные в действие Государственным комитетом Украины по жилищно-коммунальному хозяйству и Министерством энергетики и электрификации Украины, от 01.09.1996 г., приказ № 57/112 и согласованные с Государственным комитетом Украины по стандартизации, метрологии и сертификации и Государственным комитетом Украины по делам градостроения и архитектуры.

В Правилах базовыми расчетными приборами учета приняты теплосчетчики, в состав которых входят: преобразователи (счетчики) объемного расхода (объема) воды на подающем трубопроводе, два комплекта преобразователей температуры на подающем и обратных трубопроводах и теплосчетчик.

Коммунальная энергетика находится сегодня в критическом состоянии, которое обусловлено моральным и физическим износом оборудования. В коммунальной теплоэнергетике на предприятиях всех форм собственности и ведомственного подчинения эксплуатируется более 20 тыс. котельных. По результатам Государственного метрологического надзора, который проводится территориальными органами Госпотребстандарта Украины, 43,7% проверенных предприятий **не обеспечены или частично обеспечены средствами измерительной техники** (далее – СИТ) для учета тепловой энергии и воды в соответствии с действующими нормативными документами. На многих из этих котельных количество тепловой энергии **определяют расчетным методом** баланса котельного агрегата по объему потребленного газа, который измеряется на узле учета. Котельные агрегаты, установленные в котельных, **устарели и малоэффективны** – их КПД 65-70% при работе на газе и 70% при работе на угле). **Потери тепловой энергии ежегодно составляют до 10 % за счет несоответствия тепловых сетей требованиям технической документации.**

На больших теплоэнергоцентралях, подчиненных Минтопливэнерго Украины, основное внимание уделяется вопросам учета природного газа, поступающего на предприятие. Там установлены современные высокоточные СИТ: измерительные преобразователи избыточного и дифференциального давления ведущих иностранных фирм, вычислители природного газа. В то же время учет тепловой энергии, которая поставляется потребителям осуществляется на узлах учета морально устаревшими самопишущими дифманометрами и термометрами **с последующей ручной обработкой диаграмм и расчетом количества тепловой энергии. Погрешность измерения количества тепловой энергии при этом достигает 10 % и более.**

Одним из источников потерь тепловой энергии в Украине являются потери вследствие несовершенства конструкции домов, которые составляют около 30 % общих потерь тепла. По экспертным оценкам, **при уменьшении потерь при таких конструкциях на 10%** (обеспечение утепления зданий), **потерь на трубопроводы на 5%** (ремонт, замена и термоизоляция трубопрово-

дов) и с учетом потерь при повышении точности измерения количества тепловой энергии на теплоэлектроцентралях, установлении теплосчетчиков на котельных ведет к значительной экономии тепловой энергии за один отопительный сезон.

По информации Минстроя Украины на 1 января 2006 г. теплосчетчиками оснащено около 4% жилых домов, регуляторами температуры – 3% от заданий «Программы поэтапного оснащения имеющегося жилищного фонда средствами учета потребления воды и тепловой энергии на 1996-2000 годы», срок выполнения которой продлен до 2007г.

Предприятия Украины выпускают современные качественные теплосчетчики, которые по метрологическим и техническим характеристикам не уступают образцам зарубежных производителей, способны обеспечить жилищно-коммунальное хозяйство теплосчетчиками в установленные сроки

Создана необходимая эталонная и нормативная база для метрологического обеспечения теплосчетчиков, как при выпуске из производства, так и в эксплуатации. Это прежде всего Государственный первичный эталон единиц объемного и массового расхода, объема и массы жидкости, протекающей по трубопроводу, Государственный первичный эталон единицы температуры Кельвина, вторичные и рабочие эталоны обеспечивают единство измерений при учете тепловой энергии. Так, в ГП «Крымстандартметрология» используется для поверки тепловычислителей калибратор КТ-061/2; для поверки термопреобразователей сопротивления – калибратор температуры КТ-110.

Проводится работа по гармонизации национальных стандартов с международными и европейскими. Сейчас находится на утверждении комплекс из шести стандартов «Теплосчетчики», гармонизированных с Европейскими нормами EN 1434. После вступления в силу этот комплекс стандартов будет регламентировать условия использования теплосчетчиков от разработки до эксплуатации, которая будет основой для **внедрения технического регламента по подтверждению соответствия теплосчетчиков**, согласно требованиям Европейской директивы на СИТ 2004/22/ЕС.

ВЫВОДЫ

Со вступлением в силу в Украине технических регламентов и европейских норм поверки преобразователей расхода (счетчиков) горячей воды, которые входят в состав теплосчетчиков, необходимо проводить на горячеводных установках. Это ставит перед предприятиями Минпромполитики, Минстроя и частными предприятиями-производителями задачу повышения точности измерений путем модернизации действующих и внедрения новых горячеводных установок. Решение этой задачи предусмотрено в «Программе развития эталонной базы на 2006-2011 годы».

В настоящее время Госпотребстандартом Украины совместно с заинтересованными организациями разрабатывается межотраслевая Концепция и программа создания единой системы учета тепловой энергии в Украине.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закон Украины «О метрологии и метрологической деятельности»
2. Закон Украины «О теплоснабжении»
3. Временные правила учета отпуска и потребления тепловой энергии, утвержденные Министерством энергетики и электрификации Украины 01.09.1996г. Приказ № 57/112.

Кудин М.Ф., к.э.н., доцент, Попович В.В., научный сотрудник
Крымский филиал НИИ гидромелиорации.

Закусилов Н.А., к.э.н., профессор
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Комплексная оценка мелиоративных земель

Земельный кодекс, бонитировка земель, стоимость земли, естественное плодородие земли, потребительская стоимость, рентный доход, норма капитализации, денежная оценка земли, покупательская способность орошаемых земель.

Земельный Кодекс Украины [1] определил основные виды оценки земли, к которым, прежде всего, отнесены бонитировка земель, экономическая оценка и денежная оценка земельных участков. В рыночных условиях наибольшее значение представляет оценка земельных участков, поскольку они, в основном, являются предметом договоров купли-продажи. Объектом договоров купли-продажи могут быть земли всех форм собственности на землю: частная, собственность юридических лиц, коммунальная собственность и государственная. Наибольший удельный вес, на наш взгляд, будут занимать земли, относящиеся к частной собственности и собственности юридических лиц.

Необходимость стоимостной оценки земельных участков возникает при:

- налогообложении пользования землёй;
- купле и продаже земли;
- передаче в коллективную долевую собственность;
- учете стоимости земли, входящую в цену сельхозпродукции;
- установлении нормативных цен на землю в условиях формирования рынка земли;
- определении арендной платы и в других случаях.

Оценка орошаемых земель наряду с традиционными показателями (плодородие, местоположение, сервитут) имеет и свои отличительные признаки, связанные со спецификой водообеспечения участков, техническим состоянием и сроком эксплуатации оросительной сети, дождевальной техникой, стоимостью водоподачи на орошаемый участок и др.

Проанализируем основные положения оценки земли, сформулированные различными исследователями, оценку мелиорированных земель в целом и отдельных земельных участков. Концепцию оценки орошаемых земель можно сформулировать в виде оценки орошаемого участка на базе его естественного плодородия и других важных землеоценочных факторов в условиях рыночной экономики. Теоретические обоснования оценки земли изложены в трудах классиков, отечественных и зарубежных авторов для условий рыночной экономики, с изложением целей, задач и путей их решения. Наиболее важными методологическими положениями являются периодичность оценки земли, зонирование территории, выделение эталонных участков или почв, ограниченность рынка земли, выделение потенциальных покупателей и покупательской их способности, роль государства в регулировании отношений купли и продажи земли, определяющие критерии и др.

Методика оценки земли представляет собой совокупность методов и приёмов расчёта показателей, характеризующих основные природно-хозяйственные свойства орошаемых земельных участков.

Оценка земли - это оценка её потребительской стоимости, поскольку земля не имеет стоимости, так как не является продуктом труда. "Пашню (воду и т.д.) можно рассматривать как орудие производства, которое образовалось естественным путем" [2]. Свою стоимостную оценку земля исторически получила в течение развития производства, разделения труда, возникновения частной собственности и превращения земли в объект купли-продажи. Такую оценку К.Маркс назвал "воображаемой формой цены, которая, однако, скрывает в себе действительное стоимостное отношение - земельную ренту" [3].

В отечественной практике при оценке природных ресурсов рассматривались три основные концепции: бесплатности, затратная и по полученному эффекту или рентная [4,5].

Сторонники концепции бесплатности природных ресурсов утверждали, что природные ресурсы не являются объектами купли-продажи и поэтому методологически неверно устанавливать им какую-либо денежную оценку.

Затратная концепция, выдвинутая академиком С.Г. Струмилиным [6], исходит из размера затрат, связанных с освоением (восстановлением) природных ресурсов. При этом денежную оценку природных ресурсов предлагалось измерять на основе стоимости, которая определяется затратами труда, необходимыми для освоения и поддержания в эксплуатационном состоянии.

Официальным документом, регулирующим вопросы денежной оценки земли в Украине, является временная Методика денежной оценки земель сельскохозяйственного назначения и населенных пунктов, утвержденная Кабинетом министров Украины в 1995 г. [7]. Согласно этой Методике денежная оценка отдельного земельного участка определяется по шкалам денежной оценки агропроизводственных групп почв по формуле:

$$D_{agr.} = (D \times B_{agr.}) : B,$$

где: $D_{agr.}$ - денежная оценка агропроизводственных групп почв, в грн.

$B_{agr.}$ - балл бонитета агропроизводственных групп почв;

D - денежная оценка гектара соответственных угодий по сельхозпредприятию, грн.;

B – балл плодородия почвы.

Проведенный нами анализ различных методик денежной оценки земли свидетельствует о большом их разнообразии и отсутствии какого-либо единства в решении многих основополагающих вопросов.

По нашему мнению, методология и основные положения методики оценки мелиорированных земель (земельных участков) должны быть идентичными оценке богарных земель, с учетом эффекта, получаемого от орошения. Поэтому основной акцент должен быть сделан на установление поправочного коэффициента на эффект орошения к баллу бонитета богарных земель.

Оценка орошаемого участка в натуральном выражении с учётом поправочных коэффициентов на эффект орошения и местоположение его следует определять по формуле:

$$R_{di} = C_b \times B_i \times K_{op.} \times K_{ix} \times K_{iy},$$

где R_{di} - рентный доход i -го орошаемого участка в натуральном выражении, ц/га;

C_b - цена балла естественного плодородия в среднем по региону, ц/балл;

B_i - балл бонитета i -го участка;

$K_{op.}$ - поправочный коэффициент на эффект орошения в среднем по региону;

K_{ix} - поправочный коэффициент на расстояние перевозок i -го хозяйства;

K_{iy} - поправочный коэффициент на внутривозделное местоположение i -го орошаемого участка.

Денежная оценка орошаемого участка с учётом поправочных коэффициентов определяется по формуле:

$$D_{ou} = ((C \times U_{sr.} \times B_i \times R_n) : (B_x \times 0.02)) \times K_{op.} \times K_{ix} \times K_{iy},$$

где: C - мировая цена на зерно, грн./т;

$U_{sr.}$ - средняя урожайность зерновых культур по хозяйству за последние 5 лет, т/га;

B_i - балл бонитета i -го участка;

R_n - нормативный уровень рентабельности по растениеводству;

B_x - балл бонитета худшей почвенной разновидности;

0.02 - норма капитализации земли, равная 50-летнему периоду эксплуатации участка;

$K_{op.}$ - поправочный коэффициент на эффект орошения в среднем по региону;

K_{ix} - поправочный коэффициент на расстояние перевозок i -го хозяйства;

K_{iy} - поправочный коэффициент на внутривозделное местоположение i -го орошаемого участка.

Рентная оценка также может быть выполнена по отдельным культурам в натуральном и денежном выражении или в денежном эквиваленте по растениеводству, как взвешенная по рассматриваемым культурам.

Натуральная рента определялась как урожайность культуры, полученная делением валового

сбора на собранную площадь по группам районов и хозяйств. При этом урожайность на худших землях выступает как абсолютная рента, а по средним и лучшим землям - как дифференцированная рента без разделения на I и II формы. Натуральная рента с орошаемых земель определялась аналогично, только валовой сбор и убранные площади берутся при орошении.

Для определения годовой денежной ренты по сельхозкультуре (P_k), кроме урожайности, учитывался доход на 1 ц культуры, который показывает разницу между ценой реализации (C_p) и себестоимостью производства (C_o) по группам районов ($P_k = C_p - C_o$). Умножение полученного дохода (D_k) на урожайность культуры (Y_k) по группе даёт сумму денежной ренты (P_d) с 1 га посевов ($P_d = D_k \times Y_k$).

Расчёт денежной ренты проведён усредненно по пашне, многолетним насаждениям и в целом по землепользованию по группам районов, которые имеют разное естественное плодородие. При этом расчёт ренты выполняется по растениеводству на богаре и орошении. Различие в ренте по группам районов между рентой орошаемых и богарных земель в определённой мере может представлять дифференцированную ренту II формы, связанную с уровнем интенсификации производства в сельском хозяйстве.

Цена земли по оценке классиков является капитализированной рентой и определяется отношением величины ренты к ставке ссудного процента по формуле:

$$Цз = (P / \text{Спроц.}) \times 100\%,$$

где: Цз - цена земли;

P - денежная рента за год;

Спроц. - ссудный процент, под который предприниматель может вложить средства в банк.

В основу разделения почв на худшие, средние и лучшие применены баллы бонитетов неорошаемой пашни, поскольку доля реально орошаемой пашни в Крыму за последние годы заметно снизилась, а кратность поливов не превышает 1 полива, что не позволяет относить их к орошаемым землям, поэтому отнесем их к условно орошаемым. Заметим, что разделение неорошаемой пашни на худшие, средние и лучшие соответствует и орошаемым землям. Приведённые данные по бальной оценке земель в разрезе районов не позволяют выявить закономерность, поскольку большинство из них имеет разнокачественную оценку.

В связи с этим нами были сгруппированы районы Крыма по близким параметрам оценки пашни, при этом выделено три группы: до 38 баллов - худшие, от 38 до 43 - средние, больше 43 - лучшие.

На заключительном этапе производится расчёт цены земли на основе ренты, как капитализированной прибыли, которую может иметь предприниматель, вложив свой капитал в сельхозпроизводство. При определении цены земли возможны варианты расчета с учётом банковского процента на вложения, который сложился в отечественной практике - 13 %, или зарубежной - 1-4 %.

В основе цены мелиорированных земель лежит капитализированная рента, а другие составляющие мелиоративного комплекса внутрихозяйственной системы могут оцениваться по методике оценки основных фондов.

Цена земли как капитализированная рента определяется по формуле:

$$Цз = P_{di} : Sp,$$

где: - P_{di} - рентный доход по i-ой категории почв;

Sp - ссудный процент в долях единицы.

В данной формуле цена определяется по разнице в естественном плодородии. Но на цену земли влияет и фактор местоположения земельного участка как относительно рынков сбыта, так и внутрихозяйственного местоположения участка. Для учёта этих особенностей применяют поправочные коэффициенты на местоположение участка относительно рынка сбыта (K_p) и его внутрихозяйственного расположения ($K_{вх}$).

С учётом последнего формула имеет вид:

$$Цз = (P_{di} : Sp) \times K_p \times K_{вх}.$$

ВЫВОДЫ.

Оценка земли в рыночных условиях является важнейшим стимулом дальнейшего развития сельскохозяйственного производства, который позволяет решить ряд основных экономических и финансовых проблем. Рентная оценка является концептуальной основой цены земли, в том числе мелиорированной.

В основу методики расчёта ренты по отдельным сельскохозяйственным культурам и орошаемым землям в целом положена дифференциация районов по уровню естественного плодородия пашни по категориям: худшие, средние и лучшие, что позволило решить задачу определения ренты, в том числе и абсолютной, которая свойственна худшим землям.

Научное обоснование ренты и методики её расчёта позволяют определить цену земли, являющейся капитализированной рентой, скорректированной на местоположение участка земли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Земельный Кодекс Украины от 25.10.2001 г. №2768 - III. Всё о бухгалтерском учёте. 11.03.2002 г. №23
2. К. Маркс и Ф. Энгельс Соч. Изд. 2-е Гос. издательство политической литературы. т. 3, с 65
3. К. Маркс и Ф. Энгельс Соч. Изд. 2-е т. 4, с. 177
4. Водные ресурсы: рациональное использование /Под ред. Е.П. Ушакова. - М.: Экономика, 1987.- 126с.
5. Земельный кадастр: экономика землепользования. Гнаткович Д.И. - Львов: Вища шк. 1986.- 136с.
6. Струмилин С.Г. О дифференциальной ренте в условиях социализма // Журнал «Вопросы экономики», 1960. № 7
7. Методика денежной оценки земель сельскохозяйственного назначения и населённых пунктов (временная), газ. Народная трибуна 26.04.1995 г

Мякишев В.А., к.т.н., доцент, Мартыненко Н.Ю. инженер, Котовская Е.Е., инженер, Мартыненко О.В. студент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Обоснование выбора марки насосов для реконструкции канализационной насосной станции

Приведены варианты расчетов при выборе оптимальной марки насосов, дано экономическое сравнение вариантов реконструкции насосной станции.

Канализационные насосы, гидравлический расчет, экономические показатели, обвязка трубопроводов.

Насосное оборудование существующих канализационных насосных станций (КНС) в настоящее время, как правило, давно выработало свой ресурс. Его постоянный ремонт требует больших капитальных вложений, порой не меньших, чем установка новых насосов. На современном рынке приходится выбирать из большого количества насос с требуемыми параметрами работы и соответствующей заданию конструкции.

Цель данной работы рассмотреть один из методов реконструкции канализационной насосной станции. Рассматривается вариант реконструкции существующей КНС, перекачивающей сточные воды с расходом 23100 м³/сут по двум напорным коллекторам из железобетонных напорных труб диаметром 500 мм, оборудованной тремя насосами (два рабочих, один резервный) марки СД 800/32. Действующие насосы выработали свой ресурс более чем на 75 %. Насосная станция относится к первой категории надежности. Рассматривается задача увеличения производительности КНС путем замены существующих насосов на вариантной основе.

Расчет нового насосного оборудования КНС выполняем при следующих исходных данных:

расход сточных вод на два трубопровода	1577 м ³ /час (438 л/с);
расход сточных вод на один трубопровод	788,5 м ³ /час (219 л/с);
отметка земли у КНС	119,050 м;
отметка подводящего коллектора	113,700м;
отметка дна КНС	110,850 м;
отметка уровня воды в приемной камере КОС	129,350 м;
длина напорного коллектора	1700,0 м.
Требуемый напор насосов КНС	

$$H_{тр} = H_{ст} + h_{вв} + h_{нс} + h_{нв}, \text{ м,}$$

где: $H_{ст}$ - статический напор насосов

$$H_{ст} = H_{геом} + h_{из} = (Z_{пк} - Z_{пр}) + h_{нв}, \text{ м,}$$

где: $H_{геом}$ - геометрическая высота подъема воды, м;

$h_{нв}$ -запас напора на излив жидкости из трубопроводов, принимаем 2,0 м

$$H_{ст} = (129,350 - 110,850) + 2 = 20,5 \text{ м.}$$

Существующая насосная станция с совмещенным расположением приемного резервуара и машинного зала, потери напора во внутри станционных трубопроводах принимаем равными $h_{нс} = 1,50$ м.

По таблицам для гидравлического расчета напорных труб (Лукиных Н.А.) определяем потери напора на единицу длины и уточняем скорость движения сточной воды в напорном трубопроводе диаметром 500 мм: при двух рабочих коллекторах расход по одному коллектору будет равен 146 л/с, $1000i = 3,0$ м/км, $V = 1,1,12$ м/с. Потери напора в напорном трубопроводе (при двух рабочих коллекторах):

$$h_{нв} = 1000 i \cdot L \cdot k = 3,0 \cdot 1,7 \cdot 1,05 = 5,4 \text{ м,}$$

где $k = 1,05$ коэффициент на вязкость сточной воды.

Требуемый напор насосов (при двух рабочих коллекторах)

$$H_{тр} = 20,50 + 1,5 + 5,4 = 27,4 \text{ м.}$$

Характеристика вариантов выбора насосов для установки в КНС.

Вариант 1. Принимаем к установке два рабочих и один резервный насосы марки СМ 250-200-400/46 (Рыбницкий насосный завод, Молдова), со следующими параметрами: диаметр рабочего колеса 500 мм, $Q = 790 \text{ м}^3/\text{час}$; $H = 31,0 \text{ м}$; $n = 1450 \text{ об/мин}$, мощность двигателя 4А15М6У3 - 160 кВт/ч, допускаемый кавитационный запас 6 м, расход технической воды на охлаждение и промывку сальников $2 \text{ м}^3/\text{час}$, масса 1100 кг.

При установке трех рабочих насосов меньшей производительности (для насосной станции первой категории надежности) требуется установка двух резервных насосов. Машинные помещения существующих насосных, как правило, не рассчитаны на установку пяти насосов.

Вариант 2. Принимаем к установке два рабочих и один резервный насоса марки СД 800/32, со следующими параметрами: диаметр рабочего колеса 530 мм, $Q = 790 \text{ м}^3/\text{час}$; $H = 32 \text{ м}$; $n = 985 \text{ об/мин}$, двигатель марки 4А333S6У3 - 160 кВт/ч, допускаемый кавитационный запас 6 м, расход технической воды на охлаждение и промывку сальников $2 \text{ м}^3/\text{час}$, масса 1420 кг.

Вариант 3. Принимаем к установке три рабочих и два резервных насоса марки ЕМУ FA 15.77Z со следующими параметрами: диаметр рабочего колеса 350 мм, $Q = 525 \text{ м}^3/\text{час}$; $H = 31 \text{ м}$; $n = 1450 \text{ об/мин}$, мощность двигателя для погружной и «сухой» установки с масляным охлаждением марки FK 34/1-4/33 - 65 кВт/ч, масса - 843 кг. Установка насосов для уплотнения сальников и дренажных насосов не требуется.

Для построения графика совместной работы насосов трубопроводов необходимо уточнить потери напора в трубопроводах внутри КНС, для этого на рис. 1 выполнены аксонометрические схемы обвязки насосов трубопроводами.

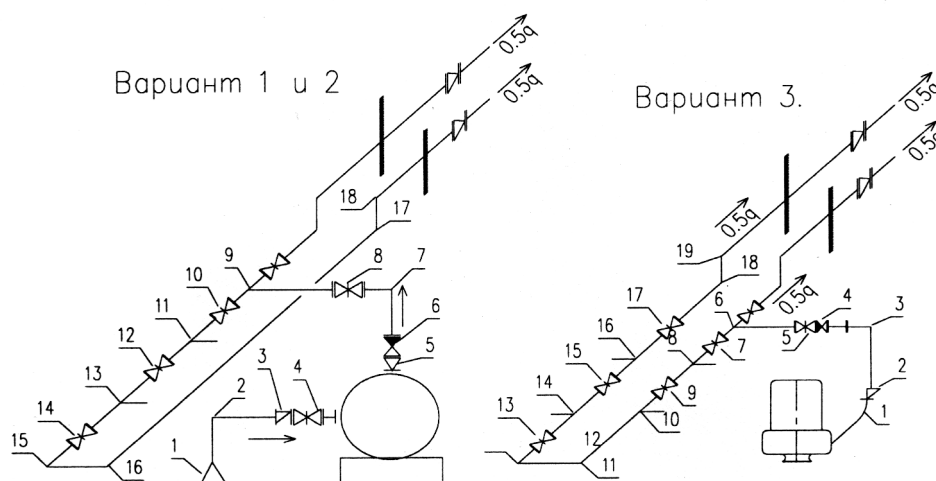


Рис. 1. Аксонометрические схемы обвязки насосов: марки СМ или СД (варианты 1 и 2), марки ЕМУ (вариант 3).

Показатели трубопроводов по вариантам 1 и 2: диаметр всасывающих трубопроводов принимаем 500 мм при скорости 1,06 м/с, диаметр напорных трубопроводов насосов - 400 мм при скорости 1,65 м/с и напорную гребенку для всех вариантов принимаем 600 мм при скорости 1,48 м.

Сопротивления во всасывающих и напорных трубопроводах

$$S_{mp} = \frac{h_{mp}}{q^2},$$

где: $h_{тр}$ - потери напора в трубопроводе, м;

q - расход воды, протекающий по трубопроводу, $\text{м}^3/\text{час}$.

Местные сопротивления во всасывающей и напорной линиях:

$$S_{нс}^{вс+нап} = \frac{0,963}{788,50^2} = 15,488 \cdot 10^{-7} \text{ ч}^2 / \text{м}^5$$

Сопротивления в гребенке

$$S_{cp} = \frac{h_{cp}}{q^2} = \frac{0,603}{788,50^2} = 9,6965 \cdot 10^{-7} \text{ ч}^2 / \text{м}^5$$

Сопротивления в трубопроводах в пределах насосной станции

$$S_{cp} = \frac{h_{mp}}{q^2} = \frac{0,40}{788,50^2} = 6,4336 \cdot 10^{-7} \text{ ч}^2 / \text{м}^5$$

Сопротивления в напорных трубопроводах от насосной станции до приемной камеры КОС (два трубопровода)

$$S_{mp} = \frac{7,9}{525,6^2} = 285,89 \cdot 10^{-7} \text{ ч}^2 / \text{м}^5$$

Сопротивления системы последовательно соединенных трубопроводов определяем, как сумму сопротивлений отдельных элементов.

$$\sum S = \frac{S_{bc+cp}}{n_{bc+cp}^2} + \sum \frac{S_{н.с}}{n_{н.с}^2} + \frac{S_{cp}}{n_{cp}^2} + \frac{S_{нв}}{n_{нв}^2}.$$

Расчеты по вариантам 1 и 2. При работе одного насоса на два трубопровода:

$$\sum S = \left(\frac{15,488}{1^2} + \frac{9,6965}{2^2} + \frac{6,4336}{2^2} + \frac{285,89}{2^2} \right) \cdot 10^{-7} = 68,388829 \cdot 10^{-7} \text{ ч}^2 / \text{м}^5$$

При работе двух насосов на два трубопровода:

$$\sum S = \left(\frac{15,488}{2^2} + \frac{9,6965}{2^2} + \frac{6,4336}{2^2} + \frac{285,89}{2^2} \right) \cdot 10^{-7} = 56,7725678 \cdot 10^{-7} \text{ ч}^2 / \text{м}^5$$

Расчеты по варианту 3. При работе одного насоса на два трубопровода:

$$\sum S = \left(\frac{6,38}{1^2} + \frac{18,49}{2^2} + \frac{8,042}{2^2} + \frac{285,67}{2^2} \right) \cdot 10^{-7} = 68,5172 \cdot 10^{-7} \text{ ч}^2 / \text{м}^5$$

При работе двух насосов на два трубопровода:

$$\sum S = \left(\frac{6,38}{2^2} + \frac{18,49}{2^2} + \frac{8,042}{2^2} + \frac{285,67}{2^2} \right) \cdot 10^{-7} = 59,1078 \cdot 10^{-7} \text{ ч}^2 / \text{м}^5$$

При работе трех насосов на два трубопровода:

$$\sum S = \left(\frac{6,38}{3^2} + \frac{18,49}{2^2} + \frac{8,042}{2^2} + \frac{285,67}{2^2} \right) \cdot 10^{-7} = 58,2216 \cdot 10^{-7} \text{ ч}^2 / \text{м}^5$$

По произведенным расчетам строим график работы насосов и трубопроводов, который показан на рис. 2.

Анализ режимов совместной работы насосов типа СМ, СД, ЕМУ и трубопроводов в табл.1.

Мощность на валу электродвигателя насоса

$$N_p = 0,0027 \cdot K \cdot Q \cdot H, \text{квт} / \text{час}.$$

где: - Q - подача насоса, м³/час;

H - напор насоса, м;

Полезная мощность одного насоса СМ при работе двух насосов:

$$N_p = 0,0027 \cdot 720 \cdot 33 = 64,15 \text{квт} / \text{час}$$

Полезная одного насоса СД при работе двух насосов:

$$N_p = 0,0027 \cdot 747,5 \cdot 33 = 66,6 \text{квт} / \text{час}$$

Полезная мощность одного насоса ЕМУ при работе трех насосов:

$$N_p = 0,0027 \cdot 482 \cdot 32,5 = 42,3 \text{ кВт / час}$$

Таблица 1

Параметры режима работы	Режим работы системы						
	Насосы СМ		Насосы СД		Насосы EMU		
	1 насос, 2тр-да	2насоса 2тр-да	1 насос 2тр-да	2насоса 2тр-да	1насос 2тр-да	2насоса 2тр-да	3насоса 2тр-да
Общая подача, м ³ /час	885	1440	1060	1495	627	1120	1445
Напор насосов, м	28	33	23,5	33	23,5	28	32,5
Подача одного насоса, м ³ /час	885	720	1100	747,5	627	560	482
Положение расчетных показателей на H(Q) характеристике насоса	В рабоч зоне	В рабоч зоне	Вне рабоч зоны	В рабоч зоне	В рабоч зоне	В рабоч зоне	В рабоч зоне
Расход через один трубопровод, м ³ /час	442,5	720,0	530,0	747,5	313,5	560,0	722,5
КПД насоса, %	38	54	50	67	72	7	77

График совместной работы насосов и канализационных коллекторов

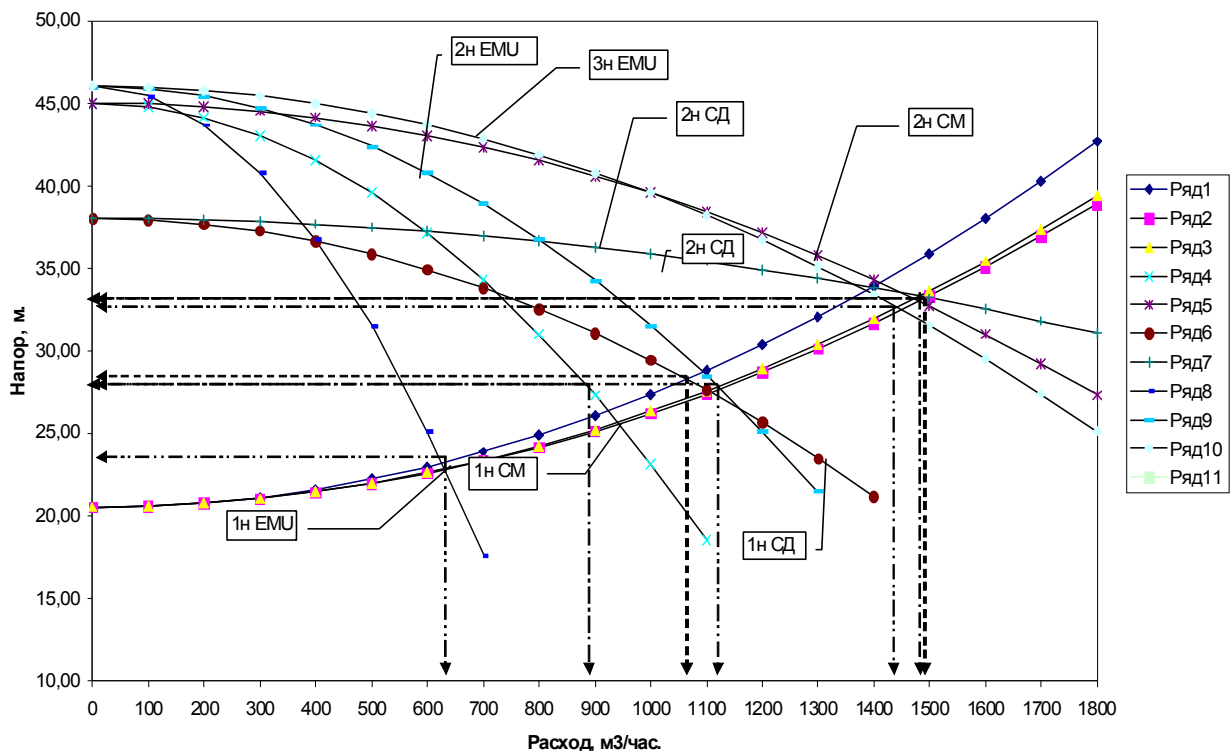


Рис. 2. График характеристик совместной работы насосов и трубопроводов (три варианта).

Коэффициент полезного действия насосов

$$h = N_p / N$$

N - мощность (кВт/час) электродвигателя насоса, определяемая по характеристике работы насоса: К.п.д. насоса СМ $h_{СМ} = 64,15/118=0,54$; К.п.д. насоса СД $h_{СД} = 66,6/100=0,67$; К.п.д. насоса EMU $h_{ЕМU} = 42,3/55=0,77$.

Емкость приемного резервуара существующей КНС – 230 м³ (0,92% от Q_{сут}). При установке насосов EMU приемного резервуара увеличивается до 432 м³ (1,74% от Q_{сут}).

Ёмкость приемного резервуара должна быть не менее 5-минутной максимальной производительности одного из насосов, что составляет

$$W_{\min} = \frac{800 \cdot 5}{60} = 66,7 \text{ м}^3.$$

Стоимость насосного оборудования с монтажом по состоянию на 1.11. 2006 года. Стоимость одного насоса СМ 250-200-400/46 42640 грн; насоса СД 800/32 – 73303 грн; насоса EMU FA15.77Z 222770 грн; насоса ВК 4/28 – 3500 грн.; насоса ГНОМ 10-10 – 990 грн.

Капитальные затраты с монтажом при установке трех насосов СД, двух ВК и двух ГНОМ

$$K_{\text{СД}} = (3 \cdot 73303 + 2 \cdot 3500 + 2 \cdot 990) \cdot 1,1 = 228889 \text{ грн.}$$

Капитальные затраты с монтажом при установке трех насосов СМ, двух ВК и двух ГНОМ

$$K_{\text{СМ}} = (3 \cdot 42640 + 2 \cdot 3500 + 2 \cdot 990) \cdot 1,1 = 150590 \text{ грн.}$$

Капитальные затраты с монтажом при установке пяти насосов EMU

$$K_{\text{EMU}} = 5 \cdot 222770 \cdot 1,1 = 1113850 \text{ грн.}$$

Общие эксплуатационные затраты

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{эл}} + \mathcal{E}_{\text{амор}} + \mathcal{E}_{\text{тр}}$$

$\mathcal{E}_{\text{ул}}$ - затраты на электроэнергию;

$\mathcal{E}_{\text{тр}}$ - затраты на текущий ремонт;

$\mathcal{E}_{\text{амор}}$ - затраты на амортизационные отчисления;

Затраты на электроэнергию

Суточная потребляемая мощность станции

$$\sum N_{\text{обор.}} = \left[\frac{N_{\text{СМнас}}}{\eta_{\text{СМ}} \cdot \eta_{\text{дв.СМ}}} \sum T_{\text{нас}} \cdot \frac{N_{\text{ВК}} \cdot T_{\text{ВК}}}{\eta_{\text{ВК}} \cdot \eta_{\text{дв.ВК}}} + \frac{N_{\text{ГНОМ}} \cdot T_{\text{ГНОМ}}}{\eta_{\text{ГНОМ}} \cdot \eta_{\text{ГНОМ}}} \right] \cdot k, \text{ где}$$

N - потребляемая мощность насосов, кВт/час;

T - время работы насосов в сутки, час;

η - К.П.Д. насоса;

$\eta_{\text{дв.}}$ - К.П.Д. двигателя;

k=1,15 - коэффициент на потребление электроэнергии вспомогательным оборудованием: дренажные насосы, электрифицированное подъемно-транспортное оборудование, арматура с электроприводом, освещение помещений насосной станции.

Годовая стоимость электроэнергии

$$\mathcal{E}_{\text{ц}} = \frac{\sum N_{\text{обор.}} \cdot 365 \cdot s}{1000} \text{ тыс. грн,}$$

где s = 0,325 грн за кВт/час (по состоянию на 1.11.2006)

При работе насосов СМ

$$\sum N_{\text{обор.}} = \left[\frac{118}{0,54 \cdot 0,92} \cdot (19,75 + 9,78) + \frac{4 \cdot 24}{0,67 \cdot 0,85} + \frac{0,37 \cdot 24}{0,67 \cdot 0,85} \right] \cdot 1,15 = 8278 \text{ кВт}$$

$$\mathcal{E}_{\text{ц}} = \frac{8278 \cdot 365 \cdot 0,325}{1000} = 982 \text{ тыс. грн}$$

При работе насосов СД

$$\sum N_{\text{обор.}} = \left[\frac{100}{0,67 \cdot 0,92} \cdot (18,58 + 6,75) + \frac{4 \cdot 24}{0,67 \cdot 0,85} + \frac{0,37 \cdot 24}{0,67 \cdot 0,85} \right] \cdot 1,15 = 4938 \text{ кВт}$$

$$\Theta_{\text{ц}} = \frac{4938 \cdot 365 \cdot 0,325}{1000} = 586 \text{ тыс. грн}$$

При работе насосов EMU:

$$\sum N_{\text{обор.}} = \left[\frac{55}{0,77 \cdot 0,94} \cdot (21,58 + 16,67 + 6,92) \right] \cdot 1,15 = 3947 \text{ квт}$$

$$\Theta_{\text{ц}} = \frac{3947 \cdot 365 \cdot 0,325}{1000} = 468 \text{ тыс. грн}$$

Результаты расчета эксплуатационных затрат по трем вариантам показаны в табл.2.

Таблица 2

Расчет годовых эксплуатационных затрат

№ статей затрат	Наименование статей расходов.	Сумма затрат, тыс. грн.		
		насосы СМ	насосы СД	насосы EMU
1	Производственная электроэнергия	982,00	586,00	468,00
2	Расходы на смазку, вспомогательные материалы, (3% от ст.2)	29,46	17,58	14,04
3	Расходы на отопление и освещение (2,5% от кап. затрат)	3,76	5,72	27,84
4	Текущий ремонт. (2% от строительной стоимости и 4% от стоимости оборудования)	6,02	9,16	44,60
	Итого по ст. 1-5:	1014,46	618,46	554,48
5	Прочие расходы, (2% от ст. 1-5)	20,29	12,37	11,09
6	Амортизационные отчисления, (6% от строительной стоимости и 12% от стоимости оборудования)	13,55	20,6	100,25
	Всего:	1048,30	651,43	665,82

Приведенные затраты при монтаже новых насосов по трем вариантам:

Вариант 1 - три насоса СМ 250-200-400/46, два насоса ВК 4/28 и два насоса ГНОМ 10-10,

$$П_{\text{см}} = \Theta + b \cdot K = 1048,30 + 0,125 \cdot 150,59 = 1067 \text{ тыс. грн};$$

Вариант 2 - тра насоса СД 800/32, два насоса ВК 4/28 и два насоса типа ГНОМ 10-10,

$$П_{\text{сд}} = 651,43 + 0,125 \cdot 228,9 = 680 \text{ тыс. грн};$$

Вариант 3 - пять насосов EMU FA 15.77Z,

$$П_{\text{ему}} = 665,82 + 0,125 \cdot 1113,9 = 805 \text{ тыс. грн}.$$

Компоновка насосов и трубопроводов после реконструкции канализационной насосной станции по третьему варианту с насосами типа EMU показана на рис. 3.

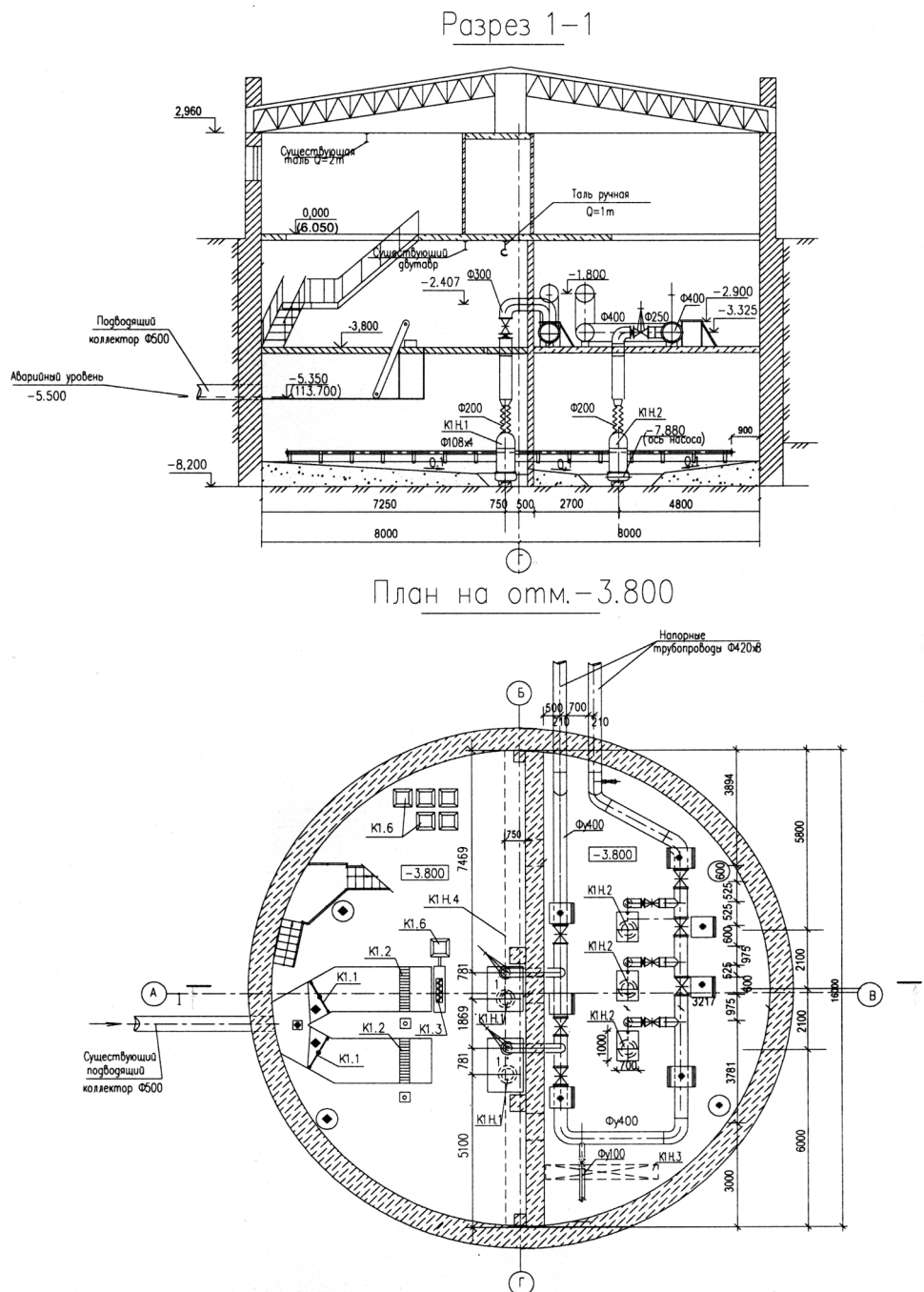


Рис. 3. Вариант размещения оборудования при реконструкции канализационной насосной станции с использованием насосов марки EMU.

ВЫВОДЫ.

1. Сравнение экономических показателей установки в КНС трех типов насосов показало, что по капитальным затратам дешевле принять 2 рабочих насоса и один резервный марки СМ 250-200-400/46.
2. Гидравлический расчет варианта с применением двух рабочих и одного резервного насоса марки СД 800/32 показал, что при режиме работы один насос его параметры находятся в нерабочей зоне (КПД меньше допустимого).
3. Годовой расход потребляемой электроэнергии наименьший в варианте с насосами EMU (насосы EMU – 3947 кВт в год, насосы СМ – 8275 кВт в год, насосы СД – 4938 кВт в год).
4. По приведенным затратам наиболее экономичным является вариант с насосами марки СД, но по энергетической характеристике они работают в нерабочей зоне, поэтому для реконструкции существующей КНС рекомендуется применить вариант с насосами марки EMU.

Сторчоус В.Н., к.с.-х.н., доцент, Недвига В.С.
Крымский филиал НИИ гидротехники и мелиорации

Закусилов Н.А., к.э.н., профессор, Умрихина И.С., студентка
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Технология управления водным режимом почвы при капельном орошении

На основании многолетних исследований разработана и опробована в производственных условиях технология и методика управления водным режимом почвы при капельном орошении.

Капельное орошение, локальное орошение, всасывающее давление почвы, глубина увлажнения, управление водным режимом почвы, почвенный профиль, корнеобитаемый объем почвы, влагозапасы в почве, тензиометр, орошаемый участок.

Урожайность плодовоовощной продукции в зоне недостаточного увлажнения в значительной мере зависит от внедрения в производство новых технологий, основанных на прогрессивных способах полива и методах регулирования водного режима почвы.

Во многих странах мира, а также в последние годы и на Украине для орошения плодовых, винограда, ягодных и овощных культур успешно применяется капельное орошение [6,7].

Достоинством этого способа полива являются: значительная экономия поливной воды, повышение урожайности возделываемых культур, возможность полива в пересеченной местности, внесения удобрений с поливной водой и автоматизация технологического процесса полива.

Оптимизация режимов локального орошения предполагает учет особенностей увлажнения почвенных разностей, развитие корневой системы; элементы технологии возделывания орошаемых культур и другие условия.

Результаты многолетних исследований показывают, что правильно выбранный метод назначения сроков и норм полива позволяет создать оптимальные условия для роста, развития и плодоношения растений, рациональное использование оросительной воды, экологическую безопасность и высокую экономическую эффективность производства.

Исследованы в производственных условиях различные методы определения сроков и норм полива: по влажности почвы, по испарению, определяемому с помощью испарителей и балансомеров; по физиологическим показателям (сосущей силе листьев); расчетными методами (используя различные формулы и множество коэффициентов) [1, 4].

Наиболее точным и распространенным в практике орошаемого земледелия является метод назначения поливов по влажности почвы [4]. Влажность почвы - это интегрированный показатель, отображающий обеспеченность растений водой, который в свою очередь зависит от почвенных, метеорологических, биологических, агротехнических и других показателей. Учесть степень влияния всех этих факторов на водопотребление весьма сложно. Суммарное воздействие их учитывается путем прямого или косвенного определения влажности в активном корнеобитаемом объеме почвы.

Недостатками традиционного, термостатно-весового метода определения влажности почвы являются большая трудоемкость и недостаточная оперативность в принятии решения.

Использование специальных устройств (тензиометров) (рис.1) для определения влажности, существенно упрощает процесс контроля за динамикой влагозапасов почвы. Этот метод позволяет оперативно, с достаточной достоверностью определять сроки и нормы поливов, контролировать качество их проведения. Тензиометрический метод основан на теории потенциала почвенной влаги (всасывающего давления почвы), отображающего наличие влаги в почве. Достаточно подробно история и суть этого метода описаны Муромцевым Н.А. [3] и Ромащенко М.И. и др. [5]

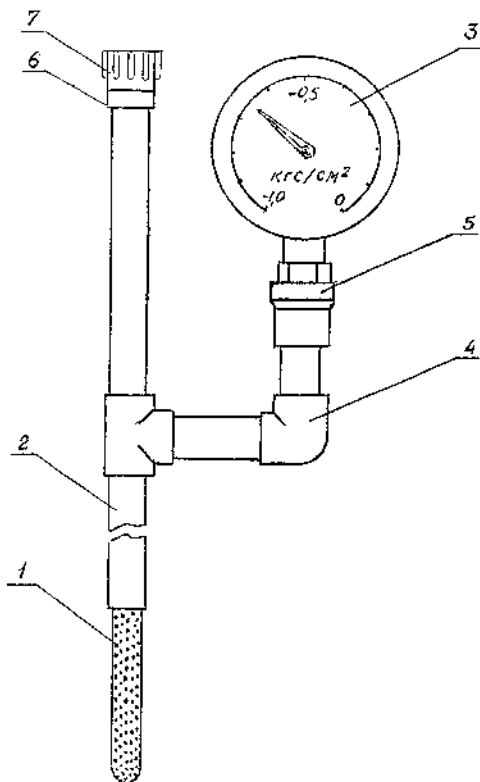


Рис.1. Тензиометр ИВД-2:

1 – керамический зонд; 2 – водная камера; 3 – вакуумметр; 4 – отвод; 5 – штуцер для подсоединения вакуумметра; 6 – штуцер для заправки водой; 7 – заглушка.

ноградный» Симферопольского района, колхоз «Родина» Раздольненского района, опытное хозяйство КФ ИГиМ с.Желябовка Нижегородского района, в КОСС с.Маленькое Симферопольского района и др.). Полученные результаты обрабатывались методом статистики по Доспехову Б.А. [2].

Результаты исследований. В результате исследований установлено, что иссушение корнеобитаемого объема почвы происходит не равномерно. Наиболее интенсивное иссушение почвы в многолетних насаждениях происходит в приштамбовой зоне радиусом 60-80 см на глубину до 50-80 см, а овощных культур на глубину до 30-50 см. По глубине почвенного профиля иссушение происходит не равномерно. Если в верхних горизонтах (0-40 см) влажность снижается до уровня 60-70% НВ, то в более глубоких горизонтах она остается на достаточно высоком уровне (80-90% НВ).

Верхней границей диапазона оптимального влагосодержания (ДОВ) является влажность, соответствующая НВ, а нижней – влажность на уровне 0,7-0,8 НВ. Нижняя граница зависит от вида растений, фаз их развития, почвенных условий.

Установлено, что для плодово-ягодных культур и винограда нижней границе ДОВ соответствует всасывающее давление почвы: - 0,50-0,75 атм, овощных – 0,3-0,4 атм.

Схема размещения тензиометров на орошаемых участках, как правило, зависит от особенностей культуры, организации процесса полива.

В результате исследований установлено, что в садах и виноградниках, орошаемых капельным способом с локальным увлажнением почвы, в каждой точке контроля необходимо устанавливать по 2 тензиометра на глубине 30 и 60 см при удалении 30-40 см от штамба дерева, под четырьмя растениями основного сорта, а овощных культур на глубине 30 см в створе ряда.

Замеры всасывающего давления проводятся раз в 2-3 дня после очередного полива или выпадения обильных (более 20-30 мм) дождей и через день – перед очередным поливом. Во избежа-

Принцип работы тензиометра основан на свойстве керамического зонда пропускать воду и растворенные в ней вещества и задерживать воздух. При соприкосновении зонда с насыщенной влагой почвы, вода из водной камеры под действием капиллярно-сорбционных сил почвы передвигается в почву до достижения равновесия между потенциалом влаги в тензиометре и в почве. При выпадении осадков и поливе происходит обратный процесс – влага из почвы поступает в тензиометр, при этом отрицательное давление в камере будет снижаться.

Несмотря на то, что опыт использования тензиометров за рубежом известен давно, в нашей стране он недостаточно изучен. Появление новых более интенсивных технологий в орошении обусловило необходимость разработки новых методов регулирования водного режима почвы на орошаемых участках с использованием тензиометров.

Объект и методика исследований. Исследования технологии управления водным режимом почвы при капельном орошении садов, виноградников, ягодных и овощных культур проводились нами в различных почвенно-климатических условиях Крыма (колхоз им Ленина Красногвардейского района, совхоз-завод «Ви-

ние влияния температуры на величину показаний тензиометров, замеры необходимо выполнять в одно и то же время суток, предпочтительно утром.

На базе серийно-выпускаемых барографов был изготовлен и апробирован в полевых условиях прибор, который в комплекте с тензиометром, осуществляющий непрерывную регистрацию всасывающего давления почвы. Показатели всасывающего давления записываются на бумажной ленте с недельным периодом наблюдений. Прибор эффективно может быть использован как для научных, так и производственных целей.

На основе статистической обработки многочисленных фактических данных определены репрезентативные точки в почвенном профиле. Получены уравнения регрессии, с помощью которых, по формулам (1,2) можно определить наличие влаги во всем активном корнеобитаемом объеме почвы.

$$y_1 = 0,88x_1 + 2,83 \quad (1)$$

$$y_2 = 0,94x_2 + 2,45 \quad (2)$$

где y_1 - влажность почвы в слое 0-50 см; y_2 - в слое 50-100 см; x_1 - в слое 20-30 см; x_2 - в слое 50-60 см.

Таким образом, определив влажность почвы в слоях 20-30 см и 50-60 см с помощью уравнений регрессии можно определять влажность почвы в метровом слое в целом и по слоям 0 – 50 см и 50 – 100 см.

При оперативном контроле за влагозапасами почвы тензиометры необходимо устанавливать в репрезентативных точках. Практическое решение задачи управления водным режимом почвы на орошаемом участке сводится к поддержанию на протяжении вегетационного периода оптимального диапазона всасывающего давления почвы.

Нами исследована зависимость всасывающего давления (P_s) и влажности почвы для различных разновидностей почв. Для наглядности на рис. 2 представлена зависимость всасывающего давления (P_s) от влажности лугово-черноземной суглинистой почвы.

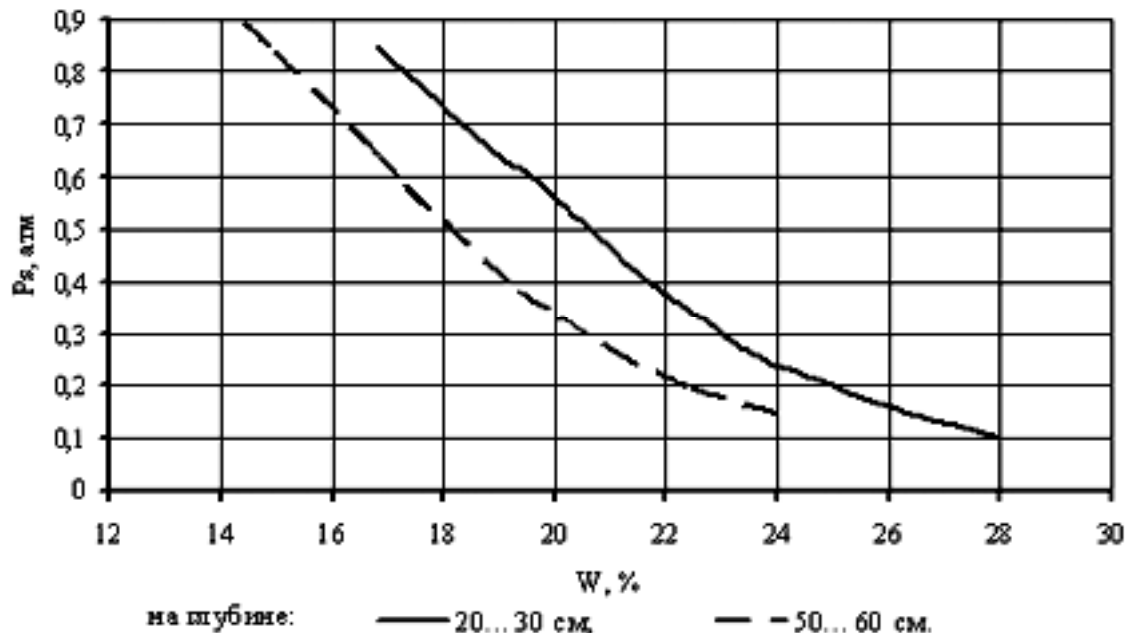


Рис.2. Зависимость-по уравнениям регрессии (1,2) определяется влажность почвы по слоям и по всему почвенному профилю (0 - 100 см);

-по формуле:

$$m = 100 \cdot a \cdot h \cdot (W_{HB} - W_{III}) \cdot K_y, \text{ м}^3/\text{га}, \quad (3)$$

определяется величина поливной нормы, где a – плотность почвы, $\text{г}/\text{см}^3$, h – расчетная глубина увлажнения, м; (W_{HB} – наименьшая влагоемкость в % от массы; W_{III} – влажность почвы перед поливом, в % от массы; K_y – коэффициент увлажнения площади

При капельном орошении, необходимо рассчитать объем воды, подаваемый за один полив в каждый поливной трубопровод.

Исходя из расхода водовыпусков, их количества, расхода поливного трубопровода (л/час на 100 погонных метров) определяется общий расход воды, подаваемый системой капельного орошения или отдельным ее блоком.

Продолжительность полива определяется исходя из величины поливной нормы, объема воды необходимого для полива всего участка или его части, расхода воды всей системой или отдельным блоком.

ВЫВОДЫ.

Управление водным режимом почвы на орошаемых участках целесообразно осуществлять с помощью тензиометров непрерывной регистрации всасывающего давления почвы.

Для контроля за влажностью почвы тензиометры необходимо устанавливать в репрезентативных точках почвенного профиля на расстоянии 30–40 см от штамба и глубину 20–30 см и 50–60 см.

Пользуясь графиками зависимости всасывающего давления от влажности почвы, уравнениями регрессии; по фактическим данным, полученным в репрезентативных точках, можно определять влагообеспеченность всего активного (корнеобитаемого) объема почвы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гарюгин Г.А. Режим орошения сельскохозяйственных культур. -М., 1979.-268 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. -М., 1979.-416 с.
3. Муромцев Н.А. Использование тензиометров в гидрофизике почв. -Л. 1979.-120 с.
4. Роде А.А. Водный режим почв и его регулирование. – М., 1963.-120 с.
5. Ромашенко М.И., Муромцев Н.Н., Корюненко В.Н. Методические рекомендации по оперативному контролю влагозапасов почвы на мелиорируемых землях при помощи тензиометров типа ИВД. - К., 1984.-42 с.
6. Ромашенко М.І. та ін. Мікрозрошення сільськогосподарських культур // Меліорація і водне господарство. – К.: Аграрна наука, 2004. – Вип.90, - С. 63-86.
7. Сторчоус В.Н. Результаты исследований плодовых культур и винограда при капельном орошении в Крыму: Научные труды КГАУ. Сельскохозяйственные науки. – Симферополь, 2005.-Вып. 90.-С.187-193.

Збірник наукових праць
«Будівництво та техногенна безпека»
17/2006

Сборник научных трудов
«Строительство и техногенная безопасность»
17/2006

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 23.11.2006. 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