

Министерство образования и науки Российской Федерации

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО



**ГОРОДСКОЕ ХОЗЯЙСТВО
И РАЦИОНАЛЬНОЕ
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

**Сборник научных трудов
молодых ученых и студентов кафедры
«Гражданское строительство
и прикладная экология» за 2015 год**



Санкт-Петербург
2016

Министерство образования и науки Российской Федерации

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО



ГОРОДСКОЕ ХОЗЯЙСТВО
И РАЦИОНАЛЬНОЕ
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Сборник научных трудов
молодых ученых и студентов кафедры
«Гражданское строительство
и прикладная экология» за 2015 год



Санкт-Петербург
2016

УДК 004.09:550.83:551.214(265); 504.06; 504.064; 504.062:504.4.054;
504.453:543.33:543.555; 613.32:613.34; 620.91:620.98; 624.048; 624.131:
624.151:692.115; 624.138.4; 628.311; 67.05; 69.002.5; 69.007; 69.059.14; 69.07;
69.059.14; 69.059.64; 691.624; 692.115:624.151.5; 693.557; 699.86:699.88;
69.002.5; 69.07; 691.624; 693.557; 699.8; 699.86:699.88; 711.4.01

Г70

Городское хозяйство и рациональное природопользование : сборник научных трудов молодых ученых и студентов кафедры «Гражданское строительство и прикладная экология» за 2015 год. — СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2016. — 140 с.

В сборнике публикуются статьи студентов, аспирантов, молодых ученых и сотрудников Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого по результатам научных исследований, выполненных в рамках направления «Городское хозяйство и рациональное природопользование» на кафедре «Гражданское строительство и прикладная экология» Инженерно-строительного института. Статьи отражают современный уровень научных исследований в области гражданского строительства, городского хозяйства и рационального природопользования.

Редакционная коллегия:

*А.Н. Чусов, Е.Ю. Негуляева, Л.М. Молодкина, В.Н. Уманец,
М.Ю. Андрианова, М.Ю. Зубкова, М.В. Романов, А.В. Черемисин,
Д.В. Молодцов, Ю.А. Леднова, А.А. Азнабаев*

ISBN 978-5-7422-5493-5

© Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого, 2016

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ РАЗЛИЧНОГО ТИПА В МЕСТАХ СОПРЯЖЕНИЯ ПЛИТЫ С КОЛОННАМИ В МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЗДАНИЯХ

М.А. Мнушкин^{1*}, К.А. Егармин²

¹магистрант, каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого;

²ст. преп. каф. СМиСК, ИСИ, СПбПУ Петра Великого

Ключевые слова: монолитный железобетон; каркасная схема здания; безбалочные перекрытия; распределительные системы; колонна; продавливание; метод конечных элементов

Аннотация. Произведен статический расчет восьмиэтажного жилого здания каркасного типа из монолитного железобетона. По результатам расчета на продавливание плиты перекрытия разработаны два варианта конструкций распределительных систем с применением арматурных каркасов (Система 1) и жесткой арматуры (Система 2). Проведен сравнительный анализ данных систем.

Введение

На сегодняшний момент при возведении зданий и сооружений широко используются монолитные железобетонные конструкции. Это обусловлено тем, что становится возможным реализовывать объекты различной конфигурации (объемно-планировочных решений), снижается расход материалов по сравнению со сборными конструкциями. Из-за типовых размеров элементы чаще всего подбираются с запасом, следовательно, повышается расход. А также отсутствует стыковка сборных конструкций, повышающая жесткость соединений [1].

Для жилых зданий особенно характерно применение безбалочных безкапитальных перекрытий, вследствие небольших нагрузок. Такая конструктивная схема имеет ряд преимуществ. Это позволяет строить дома со «свободной» планировкой, в процессе эксплуатации которых, можно будет выполнять перепланировку без нанесения вреда несущим конструкциям, следовательно, отсутствует необходимость разработки проекта по перепланировке и согласования его с БТИ (бюро технической инвентаризации). Также становится очень удобным прокладывание инженерных сетей под плоскими перекрытиями [2]. Однако, имеется существенный недостаток. Конструктивно железобетонный каркас представляет собой колонны, на которые опираются плиты перекрытия. Из-за небольшой толщины плиты в местах опирания на колонны возникают концентрации напряжений и, как следствие, существует опасность продавливания «тела плиты» колоннами и дальнейшее обрушение конструкций. К сожалению, такие аварии нередко встречаются на практике. Уязвимость узла примыкания железобетонных стоек с плитой является главной проблемой при применении перекрытий данного типа.

Необходимо усиливать данные участки сооружения, чтобы исключить продавливание. В области расчета и конструирования таких узлов ведется множество исследований. Совершенствуется методика расчета [3-7], рассматриваются вопросы работы узлов сопряжения [8,9]. Также рассматриваются вопросы, связанные с особенностями таких систем и технологиями их возведения [10].

Продавливание плит происходит из-за возникновения поперечных усилий в местах примыкания колонны. Данная проблема успешно решается с помощью использования распределительных систем.

Существует несколько разновидностей таких систем:

- поперечные стержни арматуры, которые будут воспринимать только перерезывающие усилия, возникающие от давления колонн (Система 1);
- другим вариантом является жёсткая арматура, представляющая собой металлический профиль (швеллер, двутавр, уголок и др.), жёсткость которого во много раз выше, чем у арматурных стержней (Система 2).

Целью данной работы является сравнение распределительных систем двух типов на примере конкретного жилого дома, расположенного по адресу г. Санкт-Петербург, Петроградский район, ул. Графтио д.5.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

1. построить расчетную модель в программном комплексе SCAD;
2. произвести аналитический расчет на продавливание плиты перекрытия;
3. на основании расчета произвести подбор поперечных сечений элементов распределительных систем.

Объекты и методы исследования

В качестве исходных данных был принят проект восьмизэтажного жилого дома размером в плане 78.4 м × 35.1м, (в осях 1-20; А-К), каркасного типа, с плоскими перекрытиями, вертикальными элементами стен лестничных клеток, лифтовых шахт и диафрагм жесткости. Каркас выполняется из монолитного железобетона.

- высота здания – 28 м;
- шаг колонн – от 3,5 до 6 м;
- поперечное сечение колонн – 400×400 мм.
- перекрытия – безбалочные;
- толщина плит – 200 мм.
- толщина стен 200 мм.

Устойчивость каркаса здания обеспечивается ядрами жесткости в виде блоков лестничных клеток, лифтовых шахт, диафрагм жесткости, дисками перекрытий, жестким соединением колонн с фундаментной плитой.

Расчетная модель была построена в программно-вычислительном комплексе SCAD Office (рис. 1).

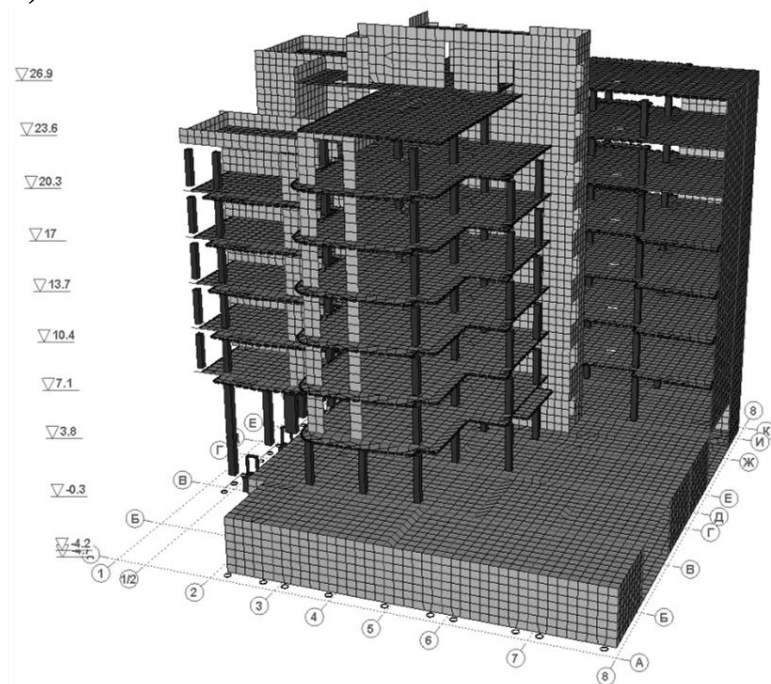


Рис. 1. Расчетная модель каркаса здания

Плиты перекрытия и стены задавались в виде пластинчатых элементов, а колонны – в виде стержневых. Загружение конструктивной схемы выполнялось согласно [11]. Также необходимо задание жесткостных характеристик материала [12] и установка связей согласно правилам строительной механики.

В программном комплексе SCAD выполняется статический расчет. Преимущество данного комплекса состоит в том, что он позволяет моделировать совместную работу всех элементов. Основным методом расчета, применимый в данной программе метод конечных элементов (МКЭ) [13].

После проведения статического расчета мы получаем внутренние усилия во всех конструктивных элементах. Они потребуются для проверки поперечных сечений по группам предельных состояний.

Подбор арматуры производился в программе SCAD с помощью специального алгоритма.

Объектом исследования в данной работе является плита перекрытия 3 этажа в месте сопряжения с наиболее загруженной колонной.

Далее производился проверочный расчет поперечного сечения плиты перекрытия по I и II группам предельных состояний согласно [14].

Дополнительно производился расчет на продавливание плиты перекрытия согласно [14].

По результатам расчета были подобраны поперечные сечения элементов распределительных систем.

Результаты и их обсуждение

В результате статического расчета были получены внутренние усилия. Наиболее характерными для плиты перекрытия, как для изгибаемого элемента, являются изополя изгибающих моментов. На рис. 2 представлено распределение моментов по плите перекрытия 3 этажа:



Рис. 2. Распределение изгибающих моментов по плите перекрытия

Данный рисунок иллюстрирует концентрацию напряжений в местах примыкания колонн.

Также было подобрано армирование с помощью специального алгоритма, реализованного в программе SCAD. На рис. 3 представлены результаты подбора верхней рабочей арматуры с шагом 200 мм в рассматриваемой плите.

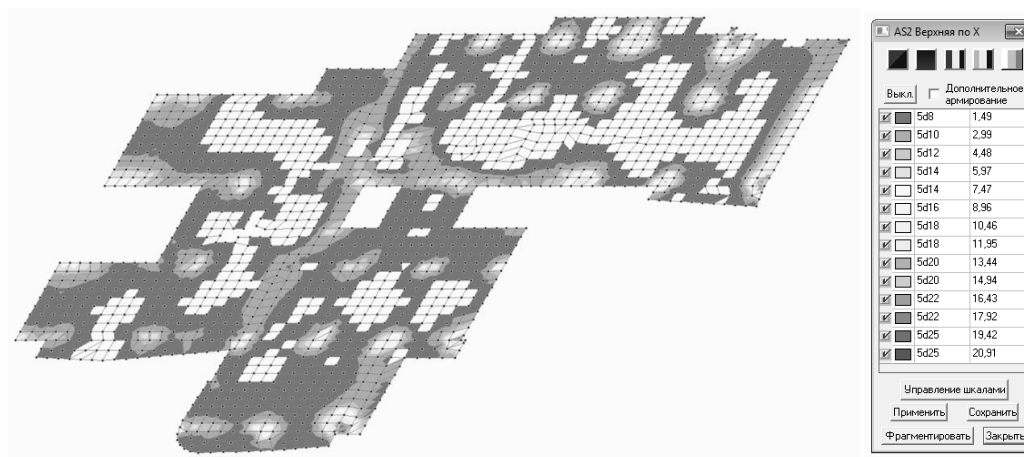


Рис. 3. Результаты подбора верхней рабочей арматуры с шагом 200 мм

В узлах опирания на колонны возникает опорный момент, который воспринимается верхней арматурой. В таких зонах необходимо уменьшать шаг стержней до 100 мм.

В результате расчета по предельным состояниям принимается армирование плиты в виде верхней и нижней сеток с шагом стержней 200 мм, диаметром 12 мм. В зонах опирания на колонны вводится дополнительная верхняя арматура для того, чтобы шаг был равен 100 мм. Арматура класса A500C, бетон класса B25.

Расчет на продавливание проводился согласно [14]. Максимальное поперечное усилие составляет 4.11 т.

Расчет показал, что несущая способность бетона не достаточна. Необходимо использовать распределительные системы.

Был проведен подбор оптимального диаметра и количества стержней поперечной арматуры (для системы 1) и минимальных поперечных сечений (для системы 2).

Система 1 состоит из плоских арматурных каркасов, соединенных между собой в пространственный каркас. Изготавливаются каркасы непосредственно на строительной площадке. Главным недостатком такой системы является трудоемкость при изготовлении и при монтаже. Преимуществом является отсутствие необходимости заказывать данное изделие на заводе изготовителе. Схема данной системы изображена на рис. 4:

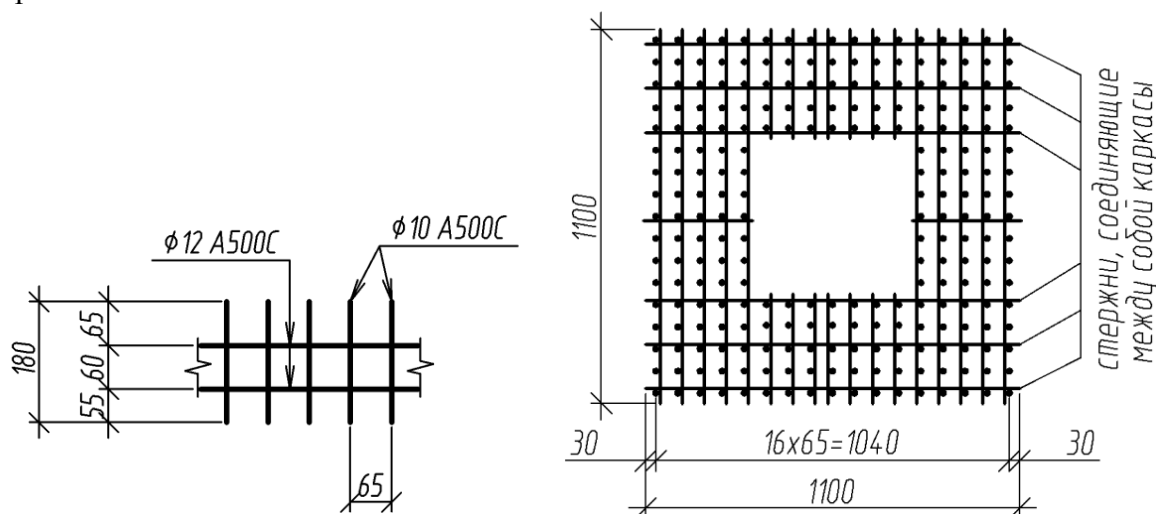


Рис. 4. Схема распределительной системы № 1

Система 2 состоит из двух продольных швеллеров, соединенных между собой поперечными. Элементы соединяются на сварке. По верхней грани привариваются арматурные стержни периодического профиля, которые соединяются с арматурой плиты, чтобы исключить перемещение закладной детали в бетоне вследствие гладкой поверхности металлического профиля, а также для повышения жесткости верхней полки. С двух сторон от закладной детали необходимо установить поперечное армирование в зоне продавливания в виде шпилек с шагом 100x100, которые огибают стержни продольной арматуры плиты. Данные изделия изготавливаются на заводе. При монтаже необходимо ориентировать длинную сторону закладной детали в направлении большего пролета между соседними колоннами. Преимуществом является простота монтажа. Однако, использование данной системы не всегда является рациональным и напрямую зависит от условий строительства, так как требуется покупка и доставка металлического профиля на строительную площадку. Схема представлена на рис. 5:

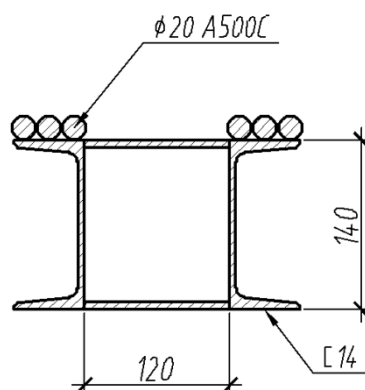


Рис. 5. Схема распределительной системы № 2

Расход материалов и поперечные сечения сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Расход материалов и поперечные сечения элементов

Поперечное сечение	Система 1		Система 2	
	Масса, кг	Длина, м	Масса, кг	Длина, м
Ø8	-	-	15,2	38,4
Ø10	26,7	43,2	-	-
Ø12	40,4	45,4	-	-
Ø20	-	-	22,3	9,0
[14	-	-	39,9	3,2

Заключение

На основании данных, полученных в результате статического расчета здания в программе SCAD, в плите перекрытия выполнен подбор арматуры, а также проверка работы конструкций по I и II-му предельным состояниям.

Для плиты перекрытия 3 этажа произведен расчет на работу конструкций на продавливание. Выполнен подбор поперечных сечений элементов распределительных систем двух типов.

Расчетные деформации конструкций перекрытий не превышают предельно допустимые значения для пролетов плит перекрытия $3 \div 6,5$ м, равные, соответственно, $15 \div 33$ мм.

Произведен сравнительный анализ распределительных систем по критериям расхода материала и выполнения строительно-монтажных работ.

Список источников

1. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. Общий курс. Учебник для вузов. М.: Стройиздат, 1991. 767 с.
2. Шибанова Т.В., Чусов А.Н. Экономика городского строительства и хозяйства. СПб.: Изд-во политехн. ун-та, 2012, 232 с.
3. Самохвалова Е.О., Иванов А.Д. Стык колонны с безбалочным бескапитальным перекрытием в монолитном здании // Инженерно-строительный журнал. 2009. № 3. С. 33-37.
4. Яров В.А., Коянкин А.А. Стык колонны с перекрытием в безбалочных каркасах многоэтажных зданий // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2007. № 4. С. 75–80.
5. Филатов В.Б. Силовое сопротивление железобетонных монолитных плоских плит перекрытий при продавливании колоннами прямоугольного сечения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. № 4-5 (14). С. 1322–1324.
6. Тесля В.А. Монолитные безбалочные железобетонные перекрытия при отсутствии капителей колонн // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2009. № 1. С. 64–68.
7. Пекин Д.А. Плитная сталежелезобетонная конструкция // Архитектура и строительство России. 2009. № 8. С. 20–37.
8. Карпенко Н.И., Карпенко С.Н. К построению общей методики расчёта железобетонных плит на продавливание с учётом влияния моментов // Вестник МГСУ. 2011. № 3-2. С. 86.
9. Кремнев В.А., Кузнецов В.С., Талызова Ю.А. Расчет прочности на продавливание плиты безбалочного бескапитального перекрытия // Вестник МГСУ. 2014. № 10. С. 34-40.
10. Безбалочные железобетонные перекрытия: особенности конструкции и технологии возведения / А.П. Свинцов, А.Н. Малов, Ю.В. Николенко, А.А. Ганин // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2009. № 2. С. 74а–80.
11. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*.
12. Смирнов А.Ф. Строительная механика. Стрежневые системы. Учебник для вузов. М.: Стройиздат, 1981. 512 с.
13. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003.
14. СП 52-101-2003 Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры.

ANALYSIS OF USING DIFFERENT TYPES OF DISTRIBUTION REINFORCEMENT SYSTEMS IN PLACES OF CONNECTION SLAB WITH COLUMNS IN REINFORCE CONCRETE BUILDINGS

M.A. Mnushkin, K.A. Egarmin

Keywords: cast reinforced concrete; framed structural diagram; flat slab construction; distribution reinforcement; column; pushing; technique of finite elements (FEM)

Abstract. Produced the static analysis of eight-floor building frame type, made by cast reinforced concrete. By the results of capacity calculation of slab construction, designed two variants of distribution reinforcement with reinforcement cage (system 1) and steel beams encased in concrete (system 2). Produced the comparative analysis of these systems.

РАСЧЕТ ФУНДАМЕНТОВ ДВУХ МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ЗОНЕ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ

Е.Б. Воронин¹, Ю.А. Леднова²

¹магистрант, каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого;

²ст.преп. каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого

Ключевые слова: свайный фундамент; расчет фундаментов; взаимное влияние зданий; деформация основания; городская застройка; SCAD; Plaxis

Аннотация. В ходе работы на основании расчетных нагрузок и геологических условий, а также предварительного расчета, выполненного с помощью компьютерных программ, был выбран основной тип фундамента для двух 16-этажных зданий. В связи с нахождением их в зоне взаимного влияния оценена возможность развития больших осадок и увеличение крена здания.

Введение

На сегодняшний день происходит активная застройка новых территорий города. В связи с этим перед проектировщиками и строителями все чаще встает проблема взаимного влияния зданий друг на друга в условиях плотной городской застройки.

Фундамент – ключевой несущий элемент здания, основное назначение которого – перераспределение и передача нагрузок от здания на массив грунта, расположенный под зданием, таким образом, чтобы обеспечить безопасную эксплуатацию здания [1]. От правильности расчета фундамента, возведения, монтажа, эксплуатации и обслуживания зависит устойчивость как здания в целом, так и его отдельных частей.

Влияние строительства нового здания на существующие или возводимые здания в условиях плотной городской застройки – весьма распространенный фактор. В случае попадания зданий в зону взаимного влияния деформаций основания следует учитывать этот фактор еще на этапе проектирования [2].

В настоящей работе рассмотрен случай попадания двух многоэтажных жилых зданий в зону взаимного влияния, так как расстояние между ними составляет менее 30 метров [3]. Участок строительства рассматриваемого жилого комплекса расположен по адресу г. Санкт-Петербург, Приморский район, ул. Туристская, д. 21а и 21б (рис.1).

Таким образом, целью данной работы является расчет фундаментов двух многоэтажных жилых здания, расположенных в условиях взаимного влияния деформаций основания.

Исходя из цели работ были сформулированы следующие задачи:

1. сделать предварительный расчет вариантов фундаментов различных типов на основании компьютерных программ;
2. выбрать рациональный и безопасный фундамент;
3. оценить влияние деформации оснований зданий друг на друга.

Объекты и методы исследования

В работе предварительный расчет производится с использованием вычислительных комплексов SCAD, Plaxis. Полученные результаты расчетов позволят выбрать оптимальный фундамент с учетом геологических условий. Окончательный расчет выбранного типа фундамента выполняется по II-й группе предельных состояний, используя метод линейно-деформируемого полупространства [4].

В качестве исходных данных имеется проект двух 16-этажных зданий без фундамента и геологические условия строительной площадки. Расстояние между

крайними осями составляет 27.5 метров. Здания имеют безкаркасно-панельную структуру, техподполье и технический этаж, а также флигель. На рис. 1Б представлен общий вид жилого комплекса.

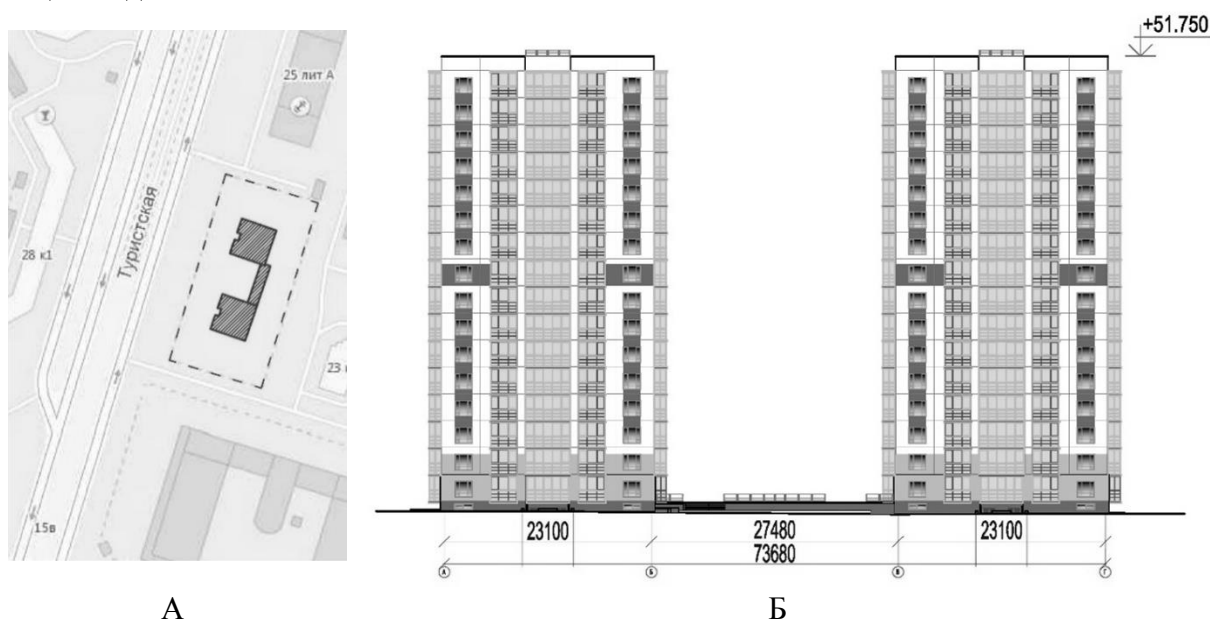


Рис. 1. А – ситуационный план, Б – общий вид

Инженерно-геологические условия площадки составлены по результатам геологической разведки и представлены в виде разреза по скважинам (рис. 2). Далее вычисляются основные физико-механические параметры грунтов согласно ГОСТ 20522-2012 [5].

Инженерно-геологические условия участка относятся ко II категории сложности [6]. В геологическом строении исследуемой территории по данным бурения и статического зондирования до глубины 48.0 м принимают участие современные (QIV) техногенные образования (tIV) и биогенные отложения (bIV), верхнечетвертичные отложения (QIII) озерно-ледникового генезиса (lgIII) и ледникового генезиса (gIII), подстилаемые верхнекотлинскими (Vkt2) глинами.

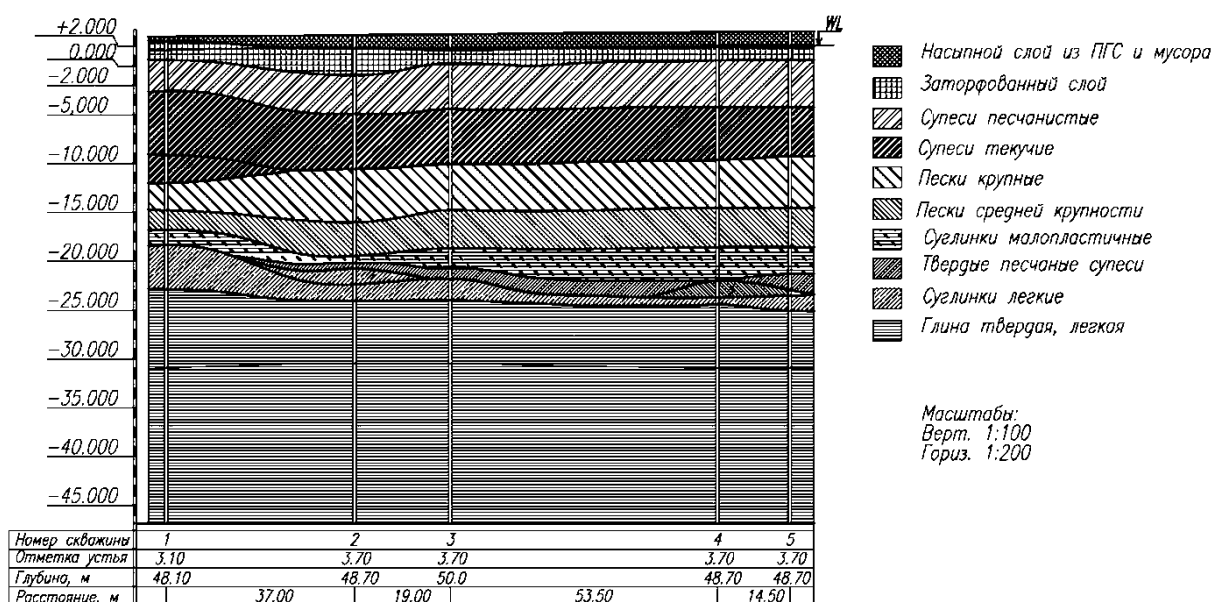


Рис. 2. Геолого-литологический разрез

Для подбора типа фундамента необходимо вычислить нагрузку [7], состоящую из 3х частей:

- а) постоянная нагрузка;
- б) временная нагрузка;
- в) кратковременная нагрузка.

Далее необходимо сформировать результирующую нагрузку. Вес здания в общем случае вычисляется по формуле:

$$P = 17P_{эт} + P_{цок} + P_{лифт} + P_{лестн.} + P_{си} + P_{ветер} + P_{роств} + 17P_{врем} \quad (1)$$

Моментная составляющая от ветровой нагрузки вычисляется методами строительной механики. Дополнительное сдавливающее напряжение в крайней ленте фундамента:

$$\sigma_{вет} = M_e / W_y. \quad (2)$$

Расчет плитного типа фундамента производится в программе Plaxis 2D, в которой были смоделированы грунтовые условия строительной площадки, плита здания с заданной жесткостью и приложена распределяющая нагрузка:

$$q = P / A_{пл} \cdot l_0. \quad (3)$$

В результате была получена конечная осадка плитного фундамента.

Наряду с плитным, рассматривается ленточно-свайный фундамент [8]. Исходя из необходимой несущей способности сваи по грунту, для данного проекта приняты сваи, изготавливаемые в заводских условиях, забивные, составные 2хС130.35-8. Для предварительного расчета осадки используется программа SCAD-Запрос. Граничными условиями для программы являются физико-механические свойства грунтов, их послойное напластование, форма поперечного сечения, длина и материал сваи, вертикальная нагрузка, условия работы сваи в грунте, способ погружения, а также конструкция ростверка.

Суть аналитического расчета сводится к вычислению несущей способности сваи по грунту [4] по формуле:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cr} RA + u \sum \gamma_{cf} f_i h_i), \quad (4)$$

где:

$\gamma_c = 1$ – коэффициент условий работы сваи;

$\gamma_{cr} = 1$ – коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи;

R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи;

A – площадь опирания сваи; u – периметр поперечного сечения ствола сваи;

γ_{cf} – коэффициент условий работы грунта на боковой поверхности сваи в песках, супесях, суглинках;

f_i – расчетное сопротивление i -го слоя грунта по боковой поверхности ствола сваи, кПа;

h_i – толщина i -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м.

Также необходимо проводить расчет сваи по материалу [9].

$$F_{Rm} = \gamma_c \varphi (\gamma_{cb} \gamma'_{cb} R_b A_b + R_{sc} A_s), \quad (5)$$

Далее находится давление на 1 м.п. ленты ростверка и складывается с моментной составляющей от ветра по формуле:

$$N = (P + P_{вет}) / l_{роств} = (P + \sigma_{вет} \cdot A_{кр.ленты}) / l_{роств}. \quad (6)$$

Далее из полученной нагрузки и принятого шага свай считаем осадку условного фундамента по II-й группе предельных состояний, согласно [7]. Осадку фундамента вычисляется по формуле:

$$s = \beta \cdot \sum \frac{\sigma_{zp,mi} \cdot h_i}{E_i}, \quad (7)$$

где:

β – безразмерный коэффициент, равный 0.8;

σ_{zpi} – среднее значение вертикального нормального напряжения (далее – вертикальное напряжение) от внешней нагрузки в i -м слое грунта по вертикали, проходящей через центр подошвы фундамента кПа;

h_i – толщина i -го слоя грунта, см, принимаемая не более 0.4 ширины фундамента;

E_i – модуль деформации i -го слоя грунта по ветви первичного нагружения, кПа.

Осадка вычисляется как для более, так и для менее загруженной части фундамента для определения крена здания.

Результаты и их обсуждение

В ходе расчетов были получены результаты по каждому из типов фундамента.

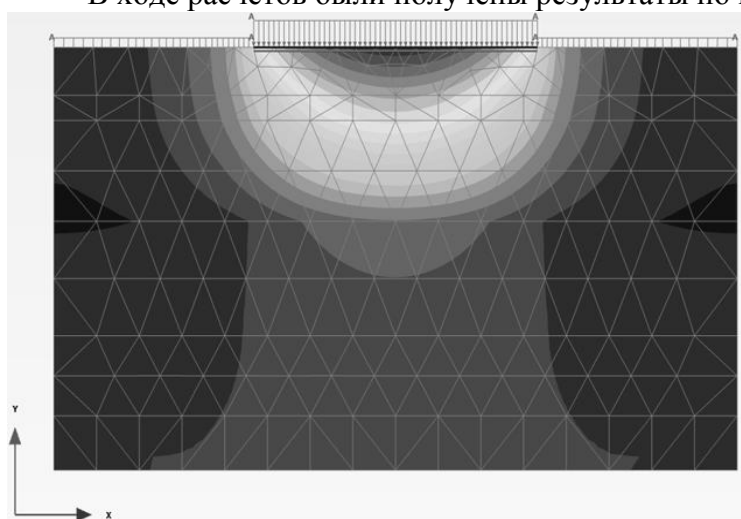


Рис. 3. Осадка плитного фундамента

Абсолютная осадка плитного фундамента, полученная в программе Plaxis 2D составила $s = 18.8$ см.

При учете плиты соседнего здания $s = 19.04$ см. Величина осадки обусловлено наличием слабых суглинистых слоев. Данная величина превышает предельное допустимое значение в 12 см, согласно [4]. Следовательно, данный тип фундамента не может быть применен при строительстве данных зданий.

На рис. 3 демонстрируется распределение вертикальных напряжений в грунте. Согласно результатам расчета программы SCAD-Запрос, свайный фундамент обеспечивают осадку $s = 4.7$ см. Основные данные, используемые при расчете, приведены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры сваи для расчета осадки в программе SCAD-Запрос

Название параметра	Величина	Размерность
Класс бетона сваи	B25	-
Вертикальная нагрузка на сваю	513	т
Глубина погружения сваи	25	м
Размер поперечного сечения	35x35	см
Осадка сваи	47	мм

Фундамент на искусственном основании не рассчитывался, так как проектируемое здания находится в плотной городской застройке, и подземная часть здания имеет заглубление на 3 м, поэтому необходимы крепление стенок котлована. Кроме того, при проектировании варианта на искусственном основании, замена слабых слоев грунта (мощность 16.1 м) приведет к существенному увеличению глубины

котлована, что повлечет за собой дополнительные деформации соседних зданий и увеличению стоимости конструкций ограждения.

Исходя из результатов, полученных в ходе предварительных расчетов и обоснований, а именно осадки, удовлетворяющей требованиям СП 22.13330-2011, а также рационально-технической точки зрения, окончательно к расчету был принят свайно-ленточный фундамент (рис. 4) Далее был произведен расчет выбранного типа фундамента. Результаты вычислений представлены в табличной форме (табл. 2).

Таблица 2. Результаты расчета свайно-ленточного фундамента

F_d , T	F_{rm} , T	S_1 , CM	S_2 , CM	i	h_c , M
558.3	651.3	9.8	8.7	0.00045	5.3

Максимальная осадка фундамента 9.8 см меньше предельно допустимой осадки фундаментов $S_u = 12$ см, согласно табл. Д1 СП 22.13330-2011 [1]. Крен здания $0.00045 < 0.004$.

Таким образом, все необходимые условия выполняются.

Мощность сжимаемого слоя была определена с помощью схемы линейно деформируемого полупространства (ЛДП) (рис. 4) и составляет 5.4 м.

В примере, рассмотренном в настоящей работе, сваи опираются на глинистый грунт с коэффициентом текучести $I_L = -0.28$, модулем деформации $E = 16$ МПа, расчетным сопротивлением $R = 600$ кПа и коэффициентом фильтрации $K_f = 0.001$ м/сут. Данный пласт является водоупорным, а грунт практически несжимаем. На основании рассчитанных параметров, а также ввиду довольно большого расстояния между зданиями, близкого к 30 метрам, давление условного фундамента на глинистое основание не вызовет больших деформаций подстилающих слоев грунта в зоне возможного пересечения изолиний вертикальных и горизонтальных напряжений [3].

Выводы

1. В ходе предварительного подбора типов и конструкций фундаментов, был принят ленточно-свайный фундамент, который по результатам аналитического расчета удовлетворяет требованиям СП.

2. С учетом особенностей проектирования, влияние дополнительных осадок не рассчитывалось, однако остроенного здания. Ввиду того, что здания строятся му, что скорость и поэтапность нагружения основания ия дополнительных осадок происходить не будет.

3. Данный способ расчета допускается при проектировании зданий, находящихся на границе зоны влияния деформаций основания, а также имеющие в основании грунты, находящиеся в твердом состоянии. Однако напряжения, вызванные влиянием соседнего

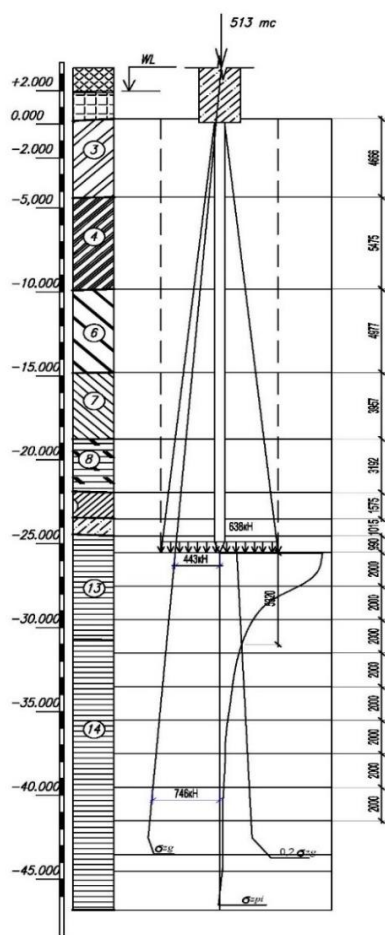


Рис.4. Схема ЛДП

здания тем выше, чем ближе расположены здания, поэтому не учёт данного фактора при проектировании фундамента может привести к неверному определению осадки, равно как и деформации основания.

4. В процессе возведения комплекса зданий необходимо вести мониторинг деформирования основания и крена здания [10]. Контролируемые параметры при этом не должны превышать предельно допустимые, согласно ТСН 50-302-2004 СПб [11]. В процессе эксплуатации геодезические измерения деформаций должны проводиться не реже одного месяца в течение первого года эксплуатации и далее не реже одного раза в квартал.

Список источников

1. Далматов Б.И., Бронин В.Н., Карлов В.Д., Мангушев Р.А. Основания и фундаменты, 2 части. М.: Изд-во: АСВ, СПб. 2002. 386 с.
2. Основания и фундаменты: учебник для подготовки бакалавров / Р.А. Мангушев, В.Д. Карлов, И.И. Сахаров, А.И. Осокин. М.: АСВ, 2011. 392 с.
3. Четвериков А.Л. Взаимное влияние оснований и фундаментов зданий и сооружений в условиях городской застройки: На примере г. Ростова-на-Дону. Дис.... канд. техн. наук : 05.23.02: Ростов н/Д, 2003. 145 с. РГБ ОД, 61:04-5/931
4. СП 22.13330.2011 «Основания и фундаменты» Министерство регионального развития РФ. Москва. 2011. 166 с.
5. ГОСТ 20522-2012 «Грунты. Методы статистической обработки результатов» Межгосударственный совет по метрологии, стандартизации и сертификации МГС. СтандартИнформ. Москва. 2013. 19 с.
6. СП 11.105-97 «Инженерно-геологические испытания в строительстве» Госстрой РФ. Москва 2000. 63 с.
7. СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» Министерство регионального развития РФ. Москва 2011. 96 с.
8. Ватин Н.И., Баданин А.Н., Булатов Г.Я, Колосова Н.Б. Устройство свайных фундаментов: учеб. пособие. СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. 227 с.
9. СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты» Министерство регионального развития РФ. Москва 2011. 90 с.
10. Руководство по наблюдениям за деформациями оснований и фундаментов зданий и сооружений. НИИ оснований и подземных сооружений им. Н.М. Герсеванова. Госстрой СССР. Москва 1975. 161 с.
11. ТСН 50-302-2004 СПб «Проектирование фундаментов зданий и сооружений в Санкт-Петербурге» Правительство Санкт-Петербурга. СПб. 2004. 63 с.

DESIGN OF TWO MULTISTORY RESIDENTIAL BUILDINGS FOUNDATION LOCATED IN THE AREA OF MUTUAL INFLUENCE

E.B. Voronin, J.A. Lednova

Keywords: pile foundation; design of foundations; mutual influence of buildings; deformation of foundation; urban development; SCAD; Plaxis

Abstract. In progress, basis on design loads, geological conditions and preparatory calculation is obtained using the computer programs the main type of foundation was chosen for two multistory buildings. Due to multistory buildings located in the area of mutual influence the possibility of development large deformations and increase of heeling of buildings has been evaluated.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНДАМЕНТА МНОГОЯРУСНОЙ НАДЗЕМНОЙ АВТОСТОЯНКИ

К.Г. Борисевич^{1*}, М.Ю. Петров²

¹магистрант, каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого;

²ст. преп. каф. «Строительные конструкции», Новгородский государственный
университет имени Ярослава Мудрого

Ключевые слова: столбчатый фундамент; сборно-монолитный каркас; естественное основание; несущая способность; осадка

Аннотация. Рассмотрены основание и фундамент проектируемого здания автостоянки в городе Великий Новгород. На основе анализа конструктивной схемы здания и характера нагрузок, передаваемых на основание, в совокупности с данными об основании, рассчитан вариант конструкции фундамента, наиболее подходящий для конкретных условий строительства.

Введение

Автостоянка личных автомобилей в крупных городах России намного превышает количество доступных мест для парковки. В городе Великий Новгород также наблюдается загруженность жилых районов автомобилями. Беспорядочно припаркованные автомашины препятствуют проезду транспорта и движению пешеходов, при этом снижается уровень безопасности и комфорта, ухудшается экологическая обстановка. В данных условиях необходимо строить сооружения для компактного хранения автотранспорта.

В Великом Новгороде началось строительство нового жилого комплекса, состоящего из 8 высотных домов. Исходя из существующей нормы «одно машино-место на две квартиры», для комплекса не хватает парковочных мест. В связи с этим сделан проект автостоянки на 279 машино-мест. В основу проекта положены решения по автостоянке открытого типа, с манежным хранением автомобилей [1]. Такие автостоянки не требуют отопления, принудительной вентиляции, имеют меньшие (на 18 – 20%) показатели расхода площади гаража на одно машино-место. Как следствие, продажная стоимость машино-места при манежном хранении ниже, чем при боксовом.

Неотъемлемой частью проектирования здания является проектирование основания и фундамента. В общем объеме капитального строительства на долю фундаментов приходится до 10% общего расхода материалов по стоимости, а в сложных инженерно-геологических условиях эта доля может достигать 20 – 25% [2]. Ошибки, допущенные при проектировании и возведении фундаментов, могут привести не только к проведению дополнительных мероприятий, значительно превышающих стоимость фундаментов, но и к снижению прочности и долговечности самого здания.

Целью данной работы являлось проектирование основания и фундамента здания автостоянки, обеспечение надежности и экономичности выполнения работ при их устройстве. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- 1) выбрать тип основания и возможную конструкцию фундамента на основании конструктивной схемы здания, действующих нагрузок и данных инженерно-геологических изысканий;
- 2) выполнить расчет основания по предельным состояниям и конструирование принятого варианта фундамента;
- 3) разработать метод выполнения работ по подготовке основания и устройству фундамента.

Выбор типа основания и фундамента

Объектом исследования являлись основание и фундамент проектируемого здания многоярусной надземной автостоянки в г. Великий Новгород.

Предметом исследования являлись вопросы совместной работы фундамента и основания, конструкции фундаментов, методика их проектирования и расчета, а также способы их возведения.

Для сбора нагрузок на основание и выбора типа фундамента был выполнен анализ проектируемого здания. Автостоянка имеет форму прямоугольника с размерами в плане 36,04 м на 81,64 м и высотой этажа 3 м. Здание неотапливаемое, трехэтажное. Связь между этажами осуществляется с помощью двух однопутных прямолинейных рампы. В качестве относительной отметки за 0,000 принят уровень чистого пола первого этажа, что соответствует абсолютной отметке 23,950 в Балтийской системе высот.

Несущей основой здания является сборно-монолитный каркас, состоящий из сборных колонн, многпустотных плит перекрытия и сборно-монолитных несущих и связевых ригелей [3]. Колонны – сборные железобетонные из бетона класса В30 со стержневой арматурой класса А400, прямоугольного сечения 400х600 мм. В местах примыкания ригелей тело колонны лишено бетона для пропуска горизонтальной узловой арматуры монолитного рабочего слоя ригеля через тело колонны, посредством чего образуется жесткий узел. Стык колонн по вертикали осуществляется без сварки за счет введения арматурных выпусков верхней части колонны в каналы нижней части («штепсельный стык»), каналы заполняются полимерцементным раствором [4]. Ригели сборно-монолитные железобетонные, состоящие из двух частей: нижняя часть – сборная железобетонная из бетона класса В30 с преднапряженным армированием семипроволочными арматурными канатами К7, сечением 400х330/550(h); верхняя часть – монолитный рабочий слой высотой 220 мм, образованный после омоноличивания зазора между панелями перекрытия в месте их опирания на ригель. Перекрытия – сборные железобетонные многпустотные преднапряженные толщиной 220 мм, армированные канатами К7, с пустотами с обоих торцов плиты. Рампы – монолитные железобетонные из бетона В30. В каркасе предусмотрены два температурных шва. В качестве ограждений предусмотрены сборные железобетонные панели из бетона В20 толщиной 120 мм. Стены встроенных помещений первого этажа предусмотрены из полистиролбетонных блоков марки по плотности D400. Полы первого этажа выполнены из асфальтобетона по грунту.

По весу снегового покрова великий Новгород расположен в пределах III снегового района РФ с нагрузкой 1,8 кПа. По ветровым нагрузкам город относится к I ветровому району с нагрузкой 0,23 кПа [5]. Для сбора нагрузок на обреш фундамента использовался программный комплекс «SCADOffice», с помощью которого были сформированы расчетные сочетаний усилий. Расчетная схема здания приведена на рис. 1.

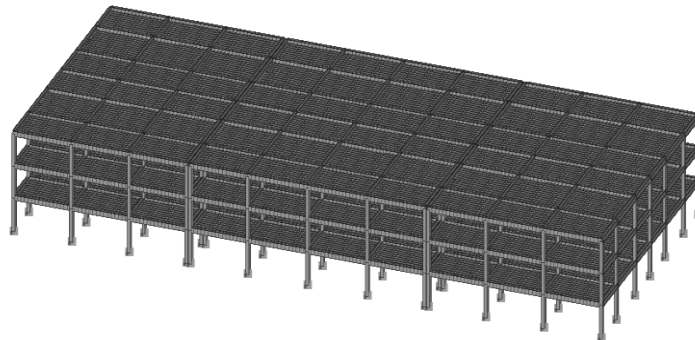


Рис.1. Расчетная схема здания в программе «SCAD Office»

При этом нагрузка от транспортных средств рассматривалась как кратковременная, нормативное значение которой составляло 3,5 кПа [5]. Фундаменты внецентренно нагружены в двух направлениях, так как на них от колонн передаются, кроме вертикальных нагрузок, моментные и горизонтальные нагрузки. Расчетная нагрузка на уровне обреза фундамента различных участков принята в диапазоне от 599,2 до 1595,3 кН.

Инженерно-геологические изыскания проведены ООО «Новгород-ТИСИЗ» в 2011 году (архив №19, шифр 19-11) в соответствии с требованиями нормативных документов. Рельеф участка застройки спокойный, с общим уклоном в сторону юго-запада. Грунтовые воды вскрыты на глубине 3,2 – 3,5 м. Физико-механические характеристики площадки строительства представлены в таблице 2.

Таблица 2. Физико-механические показатели грунтов

Номер инженерно-геологического элемента	ИГЭ-1	ИГЭ-2	ИГЭ-3
Мощность слоя, м	3,20 – 3,70	0,90 – 1,00	8,50 – 8,90
Описание грунтов	Глина легкая, пылеватая, с прослойками песка, тугопластичная, коричневая	Супесь твердая, коричневая с гравием и галькой с прослойками песка	Суглинок легкий, песчанистый, твердый, коричневый, с гравием, галькой и валунами
Плотность ρ , кН/м ³	19,10	22,30	22,40
Коэффициент пористости e	0,90	0,34	0,34
Показатель текучести I_L	0,32	-0,16	-0,20
Угол внутреннего трения, град	15	30	26
Удельное сцепление C_n , кПа	38	21	47
Модуль деформации E , МПа	12	45	45

С учетом действующих нагрузок, грунтовых условий и характеристик физико-механических свойств верхних слоев грунта принято решение об устройстве столбчатого фундамента на естественном основании [6].

Проектирование фундамента и методы выполнения работ

Расчет основания по предельным состояниям первой и второй групп [7, 8] выполнялся с учетом неблагоприятных сочетаний нагрузок. Расчет оснований по деформациям производился исходя из условия:

$$s \leq s_u, \quad (1)$$

где s – осадка основания фундамента (совместная деформация основания и сооружения),

s_u – предельное значение осадки основания фундамента (совместной деформации основания и сооружения);

Так как среднее давление под подошвой фундамента p не превышало расчетного сопротивления грунта R , применялась расчетная схема основания в виде линейно-

деформируемого полупространства с условным ограничением глубины сжимаемой толщи H_c . Осадка основания фундамента s , см, определялась методом послойного суммирования.

В результате проведенного анализа инженерно-геологических условий определено, что верхний инженерно-геологический элемент – глина с модулем деформации $E = 12$ МПа, может служить естественным основанием для столбчатого фундамента. ИГЭ-2 и ИГЭ-3 имеют более высокий модуль деформации, поэтому проверка давления на подстилающий слой не производилась.

Расчет основания по несущей способности производился исходя из условия:

$$F \leq \frac{y_c F_u}{y_n}, \quad (2)$$

где F – расчетная нагрузка на основание, кН,

F_u – сила предельного сопротивления основания, кН,

y_c – коэффициент условий работы грунта,

y_n – коэффициент надежности по назначению сооружения.

Расчет конструкции фундамента производился по двум группам предельных состояний [9]. Расчет фундаментов по первой группе включал определение высоты плитной части фундамента, размеров ступеней, арматуры плитной части, расчет поперечных сечений подколоники и его стаканной части, и производился на основное сочетание расчетных нагрузок, вводимых в расчет с коэффициентом надежности по нагрузке $y_f > 1$. Расчет элементов фундамента по образованию и раскрытию трещин производился на основное сочетание расчетных нагрузок при $y_f = 1$.

В результате анализа был запроектирован монолитный железобетонный столбчатый фундамент с шестью типами столбов (ФМ1 – ФМ6) с различными геометрическими характеристиками и армированием. Фундаменты приняты квадратными в плане, размеры подошвы рядовых фундаментов ФМ1 – ФМ4 составляют: 1,7 м; 2,1 м; 2,3 м; 2,6 м; размеры подошвы фундаментов ФМ5, ФМ6 по температурным швам: 2,1 м; 2,6 м. Ввиду симметрии расположения отдельно стоящих фундаментов ФМ1 – ФМ6 на рис. 2 представлен фрагмент плана фундамента.

Максимальная осадка получена для отдельно стоящего фундамента ФМ3: $s = 2.98 < s_u = 10$ см; максимальная относительная разность осадок отдельных фундаментов $0,001 < 0,002$ [7], что отвечает требованиям расчета по деформациям. Несущая способность основания обеспечена, так как расчетная нагрузка на грунт не превышает предельного сопротивления основания. Так, для фундамента ФМ6 значение расчетной нагрузки в уровне подошвы фундамента:

$$F = 1898,7 \text{ кН} < 0,9 \cdot 554,47 / 1,15 = 4339,3 \text{ кН}. \quad (3)$$

Для армирования фундаментов ФМ1 – ФМ6 принята по расчету арматура класса А400 [10]; конструктивная арматура класса В500 [11]. Бетон принят класса В20, марка по морозостойкости не ниже F75. В связи с агрессивностью грунтовых вод по отношению к бетону марки по водонепроницаемости W4 предусмотрена марка W6. Для обеспечения защитного слоя бетона предусмотрена бетонная подготовка под фундамент В10 W4 толщиной 100 мм. Для защиты фундаментов от грунтовых вод предусмотрена обмазочная гидроизоляция.

Организация работ по устройству фундамента рассматривалась совместно с земляными работами. С целью повышения производительности труда и сокращения длительности производства работ применялся поточный метод производства работ, в связи с чем объем работ делился в плане на 5 захваток по поперечным осям здания. Для

устройства фундамента подобрана разборно-переставная дерево-металлическая опалубка [12] для 6 типов фундаментов с учетом ее оборачиваемости.

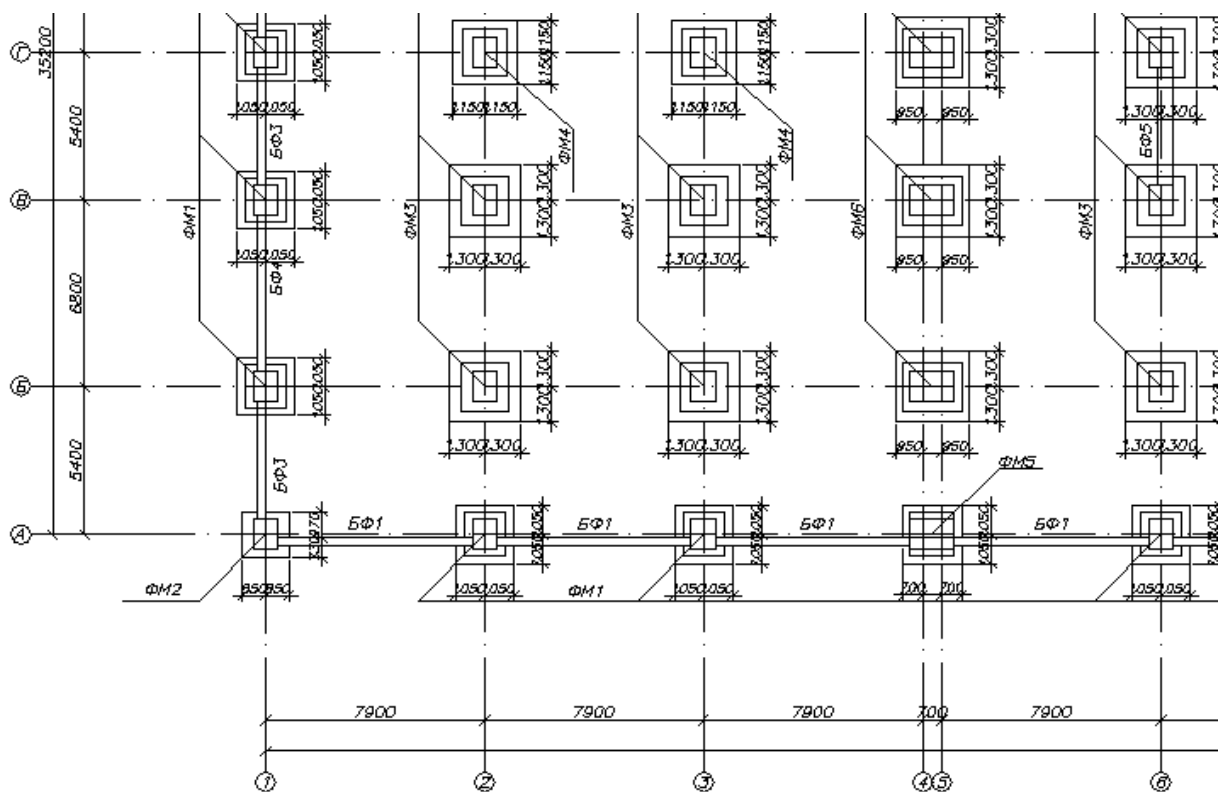


Рис.2. Фрагмент плана фундамента на отметке -1,850

Производство опалубочных, арматурных и бетонных работ осуществляется башенным краном КБ674А-1, принятым на основании технико-экономического сравнения нескольких вариантов кранов (по величине удельных приведенных затрат на 1 т смонтированных конструкций) [13].

Заключение

Приведенный расчет показал применимость фундамента мелкого заложения для здания автостоянки со сборно-монолитным каркасом при данных инженерно-геологических условиях в городе Великий Новгород.

В результате расчета был принят и сконструирован монолитный железобетонный столбчатый фундамент с шестью типами столбов.

Использование программного комплекса «SCAD Office» позволило смоделировать расчетную схему здания, учитывая типы и жесткости элементов, опорные связи, выполнить расчет от нескольких вариантов загрузок и от заданных комбинаций, что дало полную картину нагрузок на обрез фундамента и повысило достоверность расчета по предельным состояниям.

В непосредственной близости от объекта находится предприятие «Стройдеталь», специализирующееся на производстве и поставке товарных бетонов и растворов, в связи с чем снижаются транспортные расходы на поставку бетона для возведения монолитного фундамента.

Предложенный вариант организации работ позволяет повысить производительность труда и сократить продолжительность строительства. Проектная продолжительность производства земляных и фундаментных работ составила 27 дней.

Список источников

1. Лунева Т.П., Кодыш Э.Н., Кайгородов М.А., Барабаш И.В. Гаражи-стоянки для легковых автомобилей, принадлежащих гражданам. Пособие для проектирования. АО ЦНИИпромзданий, 1998. 193 с.
2. Ухов С.Б., Семенов В.В., Знаменский В.В. и др. Механика грунтов, основания и фундаменты. М.: Высш. шк., 2007. 566 с.
3. Эффективность применения плоских сборно-монолитных перекрытий в каркасном домостроении // Технические науки: проблемы и перспективы: материалы III междунар. науч. конф. СПб.: Свое издательство, 2015. С. 70–74.
4. Соколов Б.С., Лизунова Н.С. Экспериментально-теоретическая методика оценки сдвиговой податливости штепсельных стыков железобетонных колонн // Известия КГАСУ. 2014. №1 (27). С. 119–124.
5. СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85»
6. Пособие по проектированию фундаментов на естественном основании под колонны зданий и сооружений (к СНиП 2.03.01-84 и СНиП 2.02.01-83). М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. 112 с.
7. СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83»
8. СП 50-101-2004 «Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений»
9. СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003»
10. ГОСТ 5781-82 «Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия» М: Стандартинформ. 2006. 10 с.
11. ГОСТ 6727-80 «Проволока из низкоуглеродистой стали холоднотянутая для армирования железобетонных конструкций. Технические условия» М: Стандартинформ. 2008. 6 с.
12. Технологическая карта на устройство столбчатых монолитных фундаментов с использованием мелкощитовой опалубки. АОЗТ ЦНИИОМТП, 2002. 50 с.
13. Хамзин С.К., Карасев А.К. Технология строительного производства. М.: ООО «Бастет», 2006. 216 с.

DESIGN OF MULTILEVEL INDOOR PARKING FOUNDATION

K.G. Borisevich, M.Y. Petrov

Keywords: columnar foundation; combined and monolithic framework; natural basis; carrying capacity; subsidence

Abstract. The paper studies the base and foundation design of the parking in the city of the Veliky Novgorod. According to the analysis of the object design scheme and the loads that are transferred to the foundation and the information about the structure base, the most suitable design option for the structure of foundation was calculated.

УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ФИТНЕС-ЦЕНТРА «ATHLETIC GYM» В Г.ТЮМЕНЬ

Ж.Ж. Ержанова^{1*}

¹магистрант, каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого

Ключевые слова: техническая эксплуатация; управление эксплуатацией; визуальное обследование; техническое состояние здания; экономический эффект

Аннотация. Проведена оценка технического состояния инженерных сетей здания, несущих и ограждающих конструкций, а также проектной документации на строительство фитнес-центра, расположенного в г.Тюмень. Выполнен расчет затрат на техническую эксплуатацию объекта и приняты мероприятия по снижению энергопотребления ресурсов, позволяющие сократить данные затраты.

Введение

Проблема контроля состояния строительных конструкций на всех этапах строительства остается приоритетной задачей многих специалистов, занимающихся проектированием, обследованием, реконструкцией, строительством зданий и сооружений. Контроль состояния подразумевается на этапах проектирования, строительства и эксплуатации [1].

Оценка технического состояния конструкций является наиболее ответственным этапом при техническом обслуживании и ремонте зданий и сооружений [2]. Важной проблемой, связанной с предотвращением аварий и аварийных ситуаций в построенных объектах, является изучение их причин и связи с различными факторами в ходе создания строительной продукции и эксплуатации построенных объектов [3].

Традиционно существующий порядок мониторинга и оценки технического состояния зданий и сооружений в целом или их отдельных элементов и технических систем, цели, задачи, периодичность плановых осмотров, а также перечень контролируемых параметров регламентируется инструкциями [4]. От того, насколько корректно проведена диагностика технического состояния объекта, зависит эффективность и безопасность принимаемых технических решений при производстве ремонтных работ [2]. Обследование может быть полным или выборочным – наиболее ответственных конструкций, находящихся в неблагоприятных условиях или уже получивших повреждения и вызывающих сомнения в надежности конструкций и безопасности людей [5].

В настоящее время при строительстве и модернизации объектов недвижимости используют современные инженерные устройства, материалы и конструкции. Они требуют профессионального технического обслуживания. Для этого необходимо выполнять техническую эксплуатацию объектов недвижимости согласно нормам и правилам процессов технической эксплуатации, применяемых в управлении недвижимостью. Это позволит избежать непредвиденных аварий и повреждений зданий, инженерных сооружений и коммуникаций.

Основной целью данной работы является изучение организации работ по технической эксплуатации здания фитнес-центра «Athletic Gym».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. произвести оценку технического состояния здания и его инженерного оборудования;
2. проанализировать затраты на техническую эксплуатацию здания и предложить мероприятия, позволяющие снизить данные затраты.

Объект исследования

Объектом исследования является здание фитнес-центра «Athletic Gym», расположенное в г.Тюмень. Полное юридическое наименование организации: ООО «МДК-Фитнес Тюмень». Здание фитнес-центра существует с 2012 года и работает в сфере предоставления физкультурно-оздоровительных услуг.

Конструктивная схема здания представляет собой стальной каркас. Основные несущие элементы: колонны и ригели. По конструктивной схеме – здание с продольным расположением ригелей. Фундамент свайный с плитным ростверком. Сетка колонн имеет размеры 8х5,1 м и 8х5,8 м. Колонны металлические двутаврового сечения 343х350 мм (35К1), двухэтажные. Наружные стены выполнены из сэндвич-панелей толщиной 150 мм. Перегородки выполнены из кирпича керамического пустотелого толщиной 120 мм и из гипсокартона толщиной 100 мм. Система перекрытий состоит из ригелей и железобетонных плит перекрытия.

Предметом исследования являются инженерные сети здания, несущие и ограждающие конструкции здания, а также проектная документация на строительство здания фитнес-центра и договоры возмездного оказания услуг, заключенные между ООО «МДК-Фитнес Тюмень» и обслуживающими компаниями.

Таблица 1. Техничко-экономические показатели

№	Наименование	Ед. изм.	Показатели
1.	Площадь застройки	м ²	1586,22
2.	Строительный объем	м ³	16542,92
3.	Расчётная площадь	м ²	2520
4.	Общая площадь	м ²	3840
5.	Планировочный коэффициент	м ² /м ²	0,65
6.	Объемный коэффициент	м ³ /м ²	6,56

Обследование фитнес-центра проводилось визуально, без использования каких-либо специальных приборов и инструментов.

Визуальное обследование включает в себя:

- ознакомление с проектной и исполнительной документацией;
- обследование конструкций;
- выполнение поверочных расчетов некоторых конструкций;
- ориентировочную оценку состояния конструкций и объекта в целом;
- разработку плана дальнейших работ по обследованию;
- составление заключения по результатам предварительного обследования [6].

Результаты обследования и расчетов

Наружные стены выполнены из панелей типа «сэндвич» толщиной 150 мм. В ходе обследования отклонений вертикальных элементов от вертикали и горизонтальных от горизонтали выявлено не было. На фасаде имеются небольшие механические повреждения наружной обшивки.

Перегородки выполнены из кирпича керамического пустотелого толщиной 120 мм и из гипсокартона толщиной 100 мм. Имеются трещины в местах сопряжений с потолками шириной до 2 мм.

При строительстве здания использованы сборные железобетонные плиты разных типов, опирающихся на металлические балки. Обнаружена одна продольная трещина в месте сопряжения железобетонной плиты перекрытия и монолитного участка перекрытия. Причиной образования данной трещины могла послужить разница температур внутреннего воздуха и поверхности конструкций, так как монолитный

участок расположен ближе к наружной стене и подвергается большему воздействию температуры наружного воздуха (см. рис. 1). Имеются трещины в швах между плитами.

На одной из балок покрытий видны следы протечек, отслоения защитного штукатурного слоя (см. рис. 2). Причиной могли послужить: неисправность внутреннего водостока; нарушение гидроизоляции; некачественное выполнение гидроизоляции в процессе строительства; возможно проникновение влаги в утеплитель через трещины, пробоины и неплотности в рулонном ковре и примыканиях.

Оценка степени физического износа проводилась согласно требованиям [9]. На основании результатов визуального обследования была определена предварительная оценка категории технического состояния здания. По классификации из ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» [6], техническое состояние фитнес-центра оценивается как нормативное. При нормативном техническом состоянии эксплуатация при фактических нагрузках и воздействиях возможна без ограничений.

Категория технического состояния перекрытий – работоспособное, эксплуатация при фактических нагрузках и воздействиях возможна без ограничений [7]. При этом для конструкций, зданий (сооружений), включая грунтовое основание, можно установить требования более частых периодических обследований в процессе эксплуатации.



Рис. 1. Фрагмент внутренней стороны наружной стены фасада



Рис. 2. Фрагмент балки покрытия

Обнаруженные в результате обследования дефекты включены в ведомость дефектов и объемов работ по текущему ремонту (см. табл. 2).

Таблица 2. Ведомость дефектов и объемов работ по текущему ремонту

№ п/п	Конструктивный элемент	Признак износа	Физический износ	Требуемый состав работ
1	Наружные стены	Мелкие повреждение наружной обшивки щитов	10%	Укрепление отдельных досок и реек
2	Перегородки	Трещины в местах сопряжений с потолками	20%	Заделка трещин
3	Перекрытия	Трещины в швах между плитами, следы протечек	31%	Расшивка швов, заделка пустот в торцах в местах опирания на наружные стены

В ходе определения затрат на техническую эксплуатацию было установлено, что данные затраты состоят из расходов по обслуживанию объекта недвижимости (санитарно-гигиеническое обслуживание, организация охраны, обслуживание инженерных систем и системы вентиляции, дератизация и дезинсекция), расходов на оплату коммунальных услуг и отчислений в ремонтный фонд.

Расходы по обслуживанию фитнес-центра и расходы на оплату коммунальных услуг определены на основании финансовой отчетности предприятия за 2014 год. Как видно из рис. 3, основные доли расходов на техническую эксплуатацию приходятся на расходы по обслуживанию и коммунальные услуги.

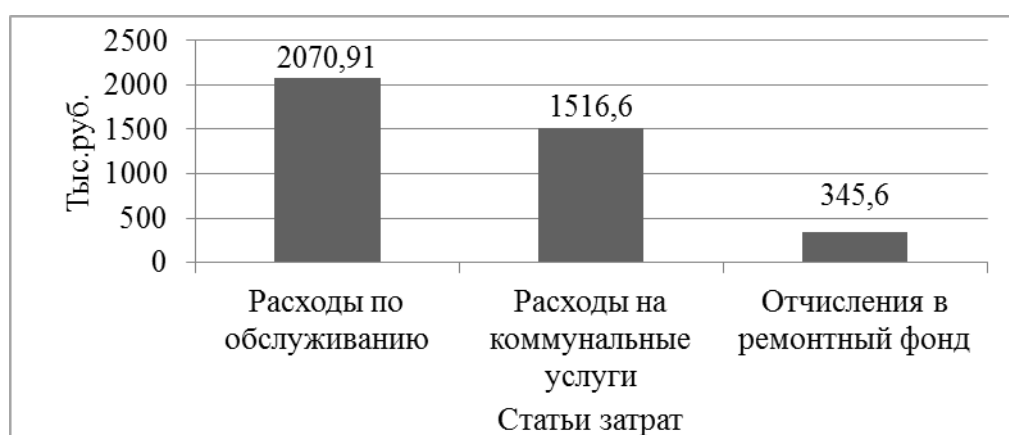


Рис. 3. Расходы на техническую эксплуатацию фитнес-центра

Для того, чтобы снизить энергопотребление и тем самым сократить расходы на коммунальные услуги, предлагаются следующие мероприятия: устройство системы автоматического регулирования тепла; устройство энергосберегающей термопленки на оконных блоках и витражах; применение автоматических сенсорных смесителей.

В таблице 3 представлены затраты на осуществление данных мероприятий и сбережения, выраженные в денежном эквиваленте, после принятых мероприятий. Достигнутый эффект от реализации данных мероприятий определяется как разница между результатом экономической деятельности и затратами, произведенными для их получения [8].

Таблица 3. Затраты и сбережения от энергосберегающих мероприятий

Наименование мероприятий	Чистые сбережения, тыс.руб./год	Затраты, тыс.руб.
Устройство системы автоматического регулирования	196,3	200,0
Устройство энергосберегающей термопленки	98,7	37,65
Применение автоматических сенсорных смесителей	42,1	64,0
Итого	337,1	301,65

Экономический эффект от внедрения составляет 35,5 тыс.руб. Данный эффект положительный, это значит, что принятые мероприятия по энергосбережению являются эффективными.

Заключение

Оценка технического состояния здания и определение степени физического износа производилась на основании визуального обследования здания с последующей фотофиксацией. Оценка степени физического износа проводилась согласно требованиям ВСН 53-86 (р) «Правила оценки физического износа жилых зданий». На основании результатов визуального обследования была определена категория технического состояния фитнес-центра.

Определены затраты на техническую эксплуатацию фитнес-центра, которые включают в себя расходы по обслуживанию, коммунальные услуги и отчисления в ремонтный фонд. Общая сумма расходов составляет 3933,1 тыс. руб., из которых 53% составляют расходы по обслуживанию, 39% – коммунальные платежи, 9% приходится на отчисления в ремонтный фонд.

Были предложены мероприятия по снижению затрат на техническую эксплуатацию, в частности путем снижения затрат на коммунальные услуги.

Анализ принятых мероприятий показал, что годовые расходы на отопление снизятся на 259,0 тыс. руб., что составляет 35%, на водопотребление и водоотведение – на 42,1 тыс.руб. (по 31%). Общая величина расходов на техническую эксплуатацию сократилась на 336,5 тыс.руб. в год. При этом экономический эффект от внедрения в первый год составит 35,5 тыс.руб.

Список источников

1. Калугин А.В., Пермяков В.Г., Грибанов Я.И., Быков А.А. Мониторинг технического состояния металлоконструкций покрытия спортивного комплекса // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2010. № 1, С. 47–58.
2. Оленьков В.Д., Попов Д.С. Автоматизация диагностики технического состояния зданий сооружений в процессе их эксплуатации // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2012. № 17 (276), С. 82–85.
3. Дормидонтова Т.В. Экономическая и техническая базы системы мониторинга зданий и сооружений городов // Вестник Самарского государственного университета. 2011. № 82, С. 84–89.
4. Пшеничкина В.А., Соснов В.Н. Методы анализа риска в системе мониторинга технического состояния зданий и сооружений // Технологии гражданской безопасности. 2006. № 3. Том 3, С. 88–92.
5. Калинин А.А. Обследование, расчет и усиление зданий и сооружений: Учебное пособие / Издательство Ассоциации строительных вузов. Москва, 2004. 160 с.
6. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. МНТКС, 2012. 89 с.

7. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. М.: Госстрой России ГУП ЦПП, 2004. 32 с.
8. Зыкова Н.В. Исследование подходов к оценке эффективности деятельности организации // Экономика и менеджмент инновационных технологий. 2014. № 12 [Электронный ресурс]. URL: <http://ekonomika.snauka.ru/2014/12/6529> (дата обращения: 15.10.2015).
9. ВСН 53-86(р) Ведомственные строительные нормы. Правила оценки физического износа жилых зданий. [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_99859 (дата обращения: 15.10.2015).
10. Гроздов В.Т. Техническое обследование строительных конструкций зданий и сооружений. СПб, Издательский Дом KN+, 2000. 140 с.
11. Порывай Г.А. Техническая эксплуатация зданий. 3 изд. перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1990. 368 с.

**MANAGEMENT OF A TECHNICAL MAINTENANCE OF THE FITNESS CENTER
«ATHLETIC GYM» IN TYUMEN
Zh. Zh. Erzhanova**

Keywords: technical maintenance; maintenance management; visual inspection; technical condition of the building; economic effect

Abstract. For the fitness center located in Tyumen engineering survey of building services systems, structural survey of bearing and enclosing structures were done, together with assessment of design documentation. Calculation of costs for maintenance of facilities was made and measures for reduction of energy consumption, allowing decreasing of these costs, were adopted.

РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.А. Булушев^{1*}, В.Н. Уманец²

¹магистрант, каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого;

²докт. техн. наук, проф. каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого

Ключевые слова: ограждающие конструкции; теплоизоляция конструкций; сравнение теплоизоляционных материалов; беспрессовый пенополистирол; экструзионный пенополистирол; минеральная вата

Аннотация. Проведен анализ теплотехнических характеристик ограждающей конструкции в спортивном комплексе в городе Лангепас. Рассмотрены технико-экономические показатели теплоизоляционных материалов: беспрессового пенополистирола, экструзионного пенополистирола и минеральной ваты и проведен их сравнительный анализ.

Введение

Одной из проблем при проектировании зданий является тепловая защита ограждающей конструкции, которая влияет на энергоэффективность [1,2] и комфортное нахождение в здании людей. Это обеспечивается оптимальными параметрами теплового микроклимата в помещениях, что достигается тепловой защитой по условию энергоснабжения и санитарии, учетом температуры выпадения росы, сопротивления паро- и воздухопроницанию [3], работой отопительно-вентиляционных установок, мощность которых определяется исходя из приточно-сточных балансов тепла, влаги, воздуха, составляемых для помещения. Таким образом, расчет тепловой защиты всегда опережает проектирование отопительной системы и определяет нагрузку на несущие конструкции.

С 1 июля 2013 г. введена в действие актуализированная редакция СНиП 23-02—2003 "Тепловая защита зданий" (СП 50.13330.2012). Указанный документ разработан с целью повышения уровня безопасности людей в зданиях и сооружениях и сохранности материальных ценностей в соответствии с Федеральным законом от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений", повышения уровня гармонизации нормативных требований с европейскими и международными нормативными документами, применения единых методов определения эксплуатационных характеристик и методов оценки [4].

Актуальность данной проблемы выражена тем, что на современном рынке строительных материалов существует множество видов теплоизоляционных материалов, характеристики которых в совокупности могут быть выше, чем у ранее применяемых теплоизоляционных материалов. Проблемы теплоизоляции особо характерны для проектов в тех районах Российской Федерации, которым свойственен суровый климат. Вследствие этого для расчета был выбран объект в городе Лангепас Ханты-Мансийского автономного округа Западной Сибири [5].

Для сравнительного анализа с беспрессовым пенополистиролом, заложенным в данную ограждающую конструкцию здания, были выбраны следующие утеплители: экструзионный пенополистирол и минеральная вата (каменная вата). Их выбор обусловлен доступностью на строительном рынке и простотой монтажа [6,7].

Цель данной работы состояла в перерасчете ограждающей конструкции спортивного комплекса (проект от 05.10.2010) согласно современным нормам и

правилам и в сравнении доступных на современном рынке материалов для утепляющего слоя.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. рассчитать ограждающую конструкцию согласно [3];
2. сравнить технико-экономические показатели теплоизоляционных материалов, представленных на рынке строительных материалов и в [3].

Анализ теплотехнических характеристик ограждающей конструкции

В данной работе были проанализированы теплотехнические характеристики ограждающей конструкции, представленной на рис. 1, общественного здания – спортивного комплекса с температурой внутреннего воздуха $t_v = 19\text{ }^{\circ}\text{C}$, относительной влажностью воздуха $\phi_v = 55\%$, высотой ограждения $H = 9,25\text{ м}$ в городе Лангепас [3].

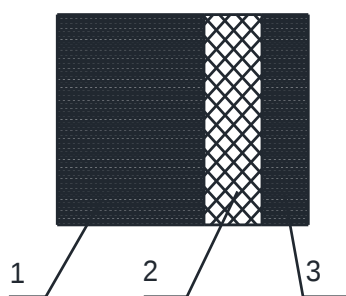


Рис. 1. Состав ограждающей конструкции

- 1 – внутренний несущий слой из кирпичной кладки; 2 – эффективный утеплитель пенополистирол ПСБ35 [8]; 3 – наружный защитный слой из кирпича

Были учтены средние месячные температуры t_n , $^{\circ}\text{C}$, упругости водяных паров воздуха e_n (табл. 1).

Таблица 1. Средние месячные температуры воздуха и упругости водяных паров

Величина		Средние месячные температуры, t_n , $^{\circ}\text{C}$	Упругость водяных паров, e_n , Па
Месяц	I	-22,0	85
	II	-19,6	107
	III	-13,3	192
	IV	-3,5	456
	V	4,1	818
	VI	13,0	1497
	VII	16,9	1925
	VIII	14,0	1598
	IX	7,8	1058
	X	-1,4	544
	XI	-13,2	194
	XII	-20,3	100

Кроме того, учтены:

- температура воздуха средняя наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92: $t_{x5} = -43\text{ }^{\circ}\text{C}$;

- температура воздуха средняя отопительного периода, который охватывает дни со среднесуточными температурами ниже 8 °С: $t_{от} = -9,7$ °С;

- продолжительность периода влагонакопления с температурами ниже 0 °С: $z_0 = 197$ сут.;

- продолжительность периода отопления $z_{от} = 257$ сут.;

- повторяемость П [9] (табл. 2);

- скорость ветра V [9] (табл. 2).

Таблица 2. Повторяемость и скорость ветра

Месяц	Характеристика	Румбы							
		С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Январь	Повторяемость, П, %	13	13	13	13	13	13	13	13
	Скорость ветра, V, м/с	4,6	4,6	4,6	4,6	4,4	4,4	4,4	4,4
Июль	Повторяемость, П, %	13	13	13	13	13	13	13	13
	Скорость ветра, V, м/с	4,6	4,6	4,6	4,6	4,4	4,4	4,4	4,4

Далее, исходя из заданной температуры внутреннего воздуха $t_b = 19$ °С и его относительной влажности $\phi_b = 55$ %, был определен влажностный режим помещения – нормальный режим влажности; зона влажности – 2 [9], в которой расположен город Лангепас; влажностные условия эксплуатации ограждающей конструкции – А (табл. 3).

Таблица 3. Значения теплотехнических характеристик материалов ограждающей конструкции

№ слоя	Материал	Плотность, ρ , кг/м ³	Коэффициенты		Толщина, м
			теплопроводности, λ , Вт/(м·°С)	паропроницаания, μ , мг/(м·ч·Па)	
1	Кирпич глиняный на цементно-песчаном растворе	1800	0,7	0,11	0,38
2	Эффективный утеплитель пенополистирол ПСБ35	30	0,037	0,05	0,15
3	Кирпич глиняный на цементно-песчаном растворе	1800	0,7	0,11	0,12

Была вычислена фактическая упругость водяных паров по формуле (1):

$$e_b = \frac{\phi_b \cdot E_b}{100}, \text{ Па} \quad (1)$$

где ϕ_b – относительная влажность воздуха, E_b – упругость насыщающих воздух водяных паров.

Затем была определена температура точки росы t_p , °С, исходя из фактической упругости водяных паров.

Далее были определены нормы тепловой защиты по условию энергоснабжения и санитарии, из них выбрали наибольшее для расчета минимальной толщины утеплителя, которую рассчитали по формулам (2) и (3):

$$\delta_{yt}^{tp} = \lambda_{yt} \cdot R_{yt}^{tp}, \text{ м}, \quad (2)$$

$$R_{\text{ут}}^{\text{тр}} = R_{\text{от}}^{\text{тр}} - (R_{\text{в}} + R_{\text{н}} + R_1 + R_3), \text{ Вт/}(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}), \quad (3)$$

где $R_{\text{от}}^{\text{тр}}$ – требуемое термическое сопротивление утеплителя; R_1 и R_3 – термическое сопротивление слоев конструкции; $R_{\text{в}}$ и $R_{\text{н}}$ – сопротивление теплообмену на внутренней и наружной поверхностях, соответственно.

Толщина утеплителя была принята 0,15 м, исходя из требуемой толщины утеплителя и требований унификации.

После нахождения необходимых величин была произведена проверка на воздухопроницаемость, влажностный режим и выпадение росы в углу и в толще ограждения.

Результаты и их обсуждение

Расчет показал, что ограждающая конструкция соответствует требованиям [3].

На основании проведенного расчета и проверки использованного в ограждающей конструкции теплоизоляционного материала, беспрессового пенополистирола, был проведен расчет для экструзионного пенополистирола и минеральной ваты (каменной ваты). Экструзионный пенополистирол также удовлетворяет всем требованиям по теплоизоляции даже при толщине 0,1 м, что меньше заложенного в конструкцию ограждения помещения беспрессового пенополистирола, а минеральная вата, при толщине 0,15 м, не удовлетворяет требованиям паро- и воздухопроницаемости. В таком случае необходимо применение дополнительного паро- и воздухопроницаемого материала.

Теплотехнические характеристики и цена теплоизоляционных материалов приведены в табл. 4.

Таблица 4. Основные технико-экономические показатели теплоизоляционных материалов

Название материала (утеплителя)	Экструзионный пенополистирол	Беспрессовый пенополистирол	Минеральная вата
Плотность, ρ , кг/м ³	33	30	50
Теплопроводность в сухом состоянии, λ , Вт/(м·°C)	0,029	0,036	0,035
Теплопроводность при режиме эксплуатации А, λ , Вт/(м·°C)	0,030	0,037	0,041
Паропроницаемость, μ , мг/(м·ч·Па)	0,005	0,050	0,350
Принятая толщина утеплителя, м	0,100	0,150	0,150
Сопротивление воздухопроницанию, $R_{\text{ф}}$, (м ² ·ч·Па)/кг	80	80	6
Категория стойкости к огню	Г4	Г4	НГ
Стандартные размеры в плоскости, мм	1200x600	1200x600	1200x600
Цена утеплителя стандартных размеров данной толщины в городе Сургут* на 11.11.2015, руб.	496,25	465,00	313,13

Примечание*: цены представлены из прайс-листа компании, находящейся в ближайшем населенном пункте к рассматриваемому объекту и имеющей самые низкие цены на анализируемые материалы среди конкурентов [10].

Технические показатели, представленные в табл. 4, соответствуют данным сайтов компаний, продающих строительные материалы.

Следует учесть, что и экструзионный пенополистирол, и беспрессовый пенополистирол относятся к сильногорючим строительным материалам. Сильногорючие (Г4 – в табл. 4) имеют температуру дымовых газов более 450 °С, степень повреждения по длине испытываемого образца более 85 %, степень повреждения по массе испытываемого образца более 50 %, продолжительность самостоятельного горения более 300 секунд [11].

Самым дешевым теплоизоляционным материалом из представленных в табл. 4 является минеральная вата. Однако экструзионный пенополистирол, если не учитывать его пожароопасность, выгоднее за счет простоты монтажа и наличия Г-образной кромки, позволяющей предотвратить теплопотери в стыках, экологичности, легкости и водонепроницаемости.

Заключение

Актуальность и значимость проведенного анализа теплотехнических характеристик ограждающей конструкции и сравнительного анализа технико-экономических показателей теплоизоляционных материалов связана с проблемами при выборе строительных материалов.

Был проведен расчет ограждающей конструкции в соответствии с современными нормативными строительными документами. Проведен сравнительный анализ теплоизоляционных материалов, допустимых для использования в ограждающей конструкции в спортивном комплексе в городе Лангепас, с заложенным в конструкцию теплоизоляционным материалом.

По полученным данным можно сделать вывод о том, что экструзионный пенополистирол в современном строительстве может заменить беспрессовый пенополистирол благодаря некоторым показателям, таким как: экологичность, простота монтажа, отсутствие монтажных стыков за счет Г-образной кромки, безопасность использования, толщина ограждающей конструкции. Но, в то же время, беспрессовый пенополистирол остается актуальным на современном рынке из-за относительно меньшей стоимости, что является одним из основополагающих факторов при выборе строительных материалов. Однако, для обеспечения безопасности, в каждом конкретном случае необходимо учитывать требования к степени пожароопасности возводимых конструкций и зданий.

Список источников

1. Викторов Д.А. Анализ влияния теплоэнергетических характеристик на энергоэффективность жилых зданий на примере серии 1-335 // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2013. № 3(31). С. 9–15.
2. Zubkov D., Chusov A., Molodtsov D. Measuring the thermal resistance of typical multi-layer building walls using the accelerated measurement method // MATEC Web of Conferences. 2016. V. 53. P. 01020.
3. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. М.: Минрегион России, 2012. 139 с.
4. Корниенко С.В. Инженерный подход к расчету теплозащитных характеристик строительных конструкций с краевыми зонами // Интернет-вестник ВолгГАСУ. 2014. № 1 (31). С. 11–21.
5. Величко Ю.В. Типология городов Западной Сибири // Аналитика культурологи. 2005. № 4. С. 15–20.
6. Зенков И.А., Гвоздяков В.С. Вопросы накопления влаги в толще ограждающих конструкций зданий в климатических условиях Западной Сибири // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2014. № 4 (45). С. 117–121.
7. Жуков А.Д. Технология теплоизоляционных материалов. Часть 1. М.: МГСУ. 2011. 431 с.

8. ГОСТ 15588-86. Плиты пенополистирольные. М.: Издательство стандартов. 1988. 10 с.
9. СНиП 23-01-99*. Строительная климатология. М.: Госстрой России. 1999. 58 с.
10. Прайс-лист. Строительный двор. <http://surgut.sdvor.com/catalog/obshhestroj/teploizolyaciya> (дата обращения 11.11.2015).
11. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности". 1 августа 2008 г. в "РГ" Федеральный выпуск № 4720.

CALCULATION OF THERMAL PROTECTION OF THE ENCLOSING STRUCTURES AND COMPARATIVE ANALYSIS OF TECHNICAL AND ECONOMIC INDICES OF THERMAL INSULATION MATERIALS

A.A. Bulushev, V.N. Umanets

Keywords: enclosing structures; thermal insulation of structures; comparison of thermal insulation materials; non-pressed expanded polystyrene; extruded polystyrene foam; mineral wool

Abstract. Analysis of thermal characteristics of enclosing structure was performed for sports complex in Langepas. Technical and economic indicators of thermal insulation materials such as non-pressed expanded polystyrene, extruded polystyrene foam and mineral wool were reviewed. Their comparative analysis was carried out.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КРАНА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА ПРИМЕРЕ СТАНЦИИ ЛУЖСКАЯ-СОРТИРОВОЧНАЯ

К.Р. Фарзалина¹, Ю.А. Леднова²

¹ магистрант, каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого;

²ст. преп. каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого

Ключевые слова: строительный кран; грузоподъемность крана; вылет стрелы крана; высота подъема крана; самомонтируемый башенный кран

Аннотация. При возведении здания железнодорожного поста на станции Лужская-Сортировочная для производства работ были приняты самомонтируемые башенные краны марок КБ-314 и PotainIgo-50. Решение обосновано с учетом особенностей здания, его габаритов, технологических особенностей строительного процесса.

Введение

В настоящее время активно строятся новые жилые комплексы, промышленные здания, торговые центры. Неотъемлемым компонентом процесса строительства являются погрузо-разгрузочные работы, поэтому на каждом строительном объекте при разработке проекта производства работ существенным вопросом является правильный подбор монтажного крана и его рациональное использование.

В Лужской Губе Финского залива ведется строительство многоцелевого торгового порта Усть-Луга, в составе которого планируется строительство семи железнодорожных станций. В перспективе припортовый железнодорожный станционный комплекс порта Усть-Луга станет самым крупным и современным в Европе. При выходе на полную мощность, грузооборот порта Усть-Луга составит 180 млн тонн вгод. При этом около 65 % от общего объема грузов планируется перегружать по железной дороге [1].

Согласно плану развития припортового железнодорожного узла «Лужская», одной из семи станций железнодорожного комплекса является Лужская-Сортировочная. В июне 2015 года завершилось строительство данной станции, на примере которой была разработана технология строительства с подбором необходимой строительной техники.

На сегодняшний день наиболее распространенными являются стреловой и башенный краны. Стреловые самоходные краны способны перемещаться и сразу приступать к работе без специальной подготовки грунтового основания [2], в то время как достоинством башенных кранов является хороший обзор для крановщика [3]. Выбор крана для осуществления процесса строительства в каждом случае индивидуален и зависит от множества параметров: типа возводимого здания, конфигурации здания в плане, вида грунта, перечня строительных работ, стесненности и плотности застройки [3].

Виду того, что конструктивная схема здания станции Лужская-Сортировочная каркасная, весь процесс строительства здания сводится к работе по монтажу металлического каркаса. Для этого необходимо подобрать такой кран, чтобы он мог со своего местоположения дотянуться до крайней точки здания, обеспечивая тем самым бесперебойность строительного производства [3].

Таким образом, целью данной работы являлось обоснование выбора крана для проведения строительных работ.

Для решения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Рассчитать параметры, по которым будет вестись отбор погрузо-разгрузочной техники;
2. Обосновать наиболее рациональное решение по выбору крана;

3. Определить стоимость аренды выбранной техники за весь период производства работ по строительству.

Решение поставленных задач должно способствовать рационализации проведения строительных работ.

Объекты и методы исследования

Здание поста представляет собой пятиэтажное здание, с подвалом, с полным металлическим каркасом, прямоугольное в плане с размерами в осях 15,0×81,0 м и остекленным выступающим эркером в середине здания для увеличения кругозора для операторов. На рис. 1 изображен фасад здания поста горочной автоматической централизации (ГАЦ) и выступающий стеклянный эркер.



Рис. 1. Фасад здания ГАЦ и выступающий стеклянный эркер

Место строительства – Ленинградская область, Кингисеппский район, станция Лужская-Сортировочная. Конструктивная схема здания – рамная.

Парк прибытия предназначен для приема поездов для последующего расформирования составов на сортировочной горке. Перерабатывающая способность сортировочной горки рассчитана на 5 тыс. вагонов в сутки, что делает ее одной из крупнейших в России [4].

Для рационального выбора крана необходимо руководствоваться планом здания, архитектурными особенностями здания, технико-экономическими показателями. Основным нормативным документом для проведения данных работ является РД-11-06-2007.

Согласно РД-11-06-2007, подбор крана производится по трем основным параметрам: грузоподъемности, вылету стрелы и высоте подъема крана. Требуемая грузоподъемность $P_{тр}$ состоит из суммы монтажной массы элементов конструкции $P_{эл}$ и массы оснастки $P_{осн}$, необходимой для осуществления захвата, подъема, временного закрепления конструкции, а также для обеспечения безопасности [5]:

$$P_{тр} = 1,1 \cdot P_{эл} + P_{осн}. \quad (1)$$

Требуемая высота подъема груза определяется по отношению к отметке стоянки крана $H_{тр}$. В нее включается проектная отметка высоты здания $H_{зд}$, запас по высоте (0,5–1,0 м), высота поднимаемого груза $H_{эл}$ и высота оснастки $H_{о}$ [5]:

$$H_{тр} = H_{зд} + H_{эл} + H_{зап} + H_{о}. \quad (2)$$

Требуемый вылет крюка $L_{тр}$ (горизонтальная проекция стрелы крана на поверхность земли) состоит из суммы радиуса r , описываемого хвостовой частью крана,

ширины здания B , запаса по вылету $B_{\text{запас}}$, который зависит от грузоподъемности крана:

$$L_{\text{тр}} = r + B + B_{\text{запас}}. \quad (3)$$

Экономически выгодный вариант принимают на основании подсчета стоимости аренды кранов [3]:

$$A = C_{\text{маш / ч}} \cdot T_{\text{ч}} + \sum E, \quad (4)$$

где A – аренда строительного оборудования, руб.; $C_{\text{маш / ч}}$ – стоимость машино-часа, руб.; $T_{\text{ч}}$ – период аренды крана, ч; $\sum E$ – сумма единовременных затрат (стоимость перебазировки крана, замены основной стрелы, учитывая количество замен; стоимость устройства подкрановых путей, фундамента, руб.).

По данной методике были выполнены расчеты, приведенные в следующей части.

Результаты и обсуждение

Для выбора крана для станции Лужская-Сортировочная были произведены расчеты по формулам (1–3):

$$P_{\text{тр}} = 1,1 \cdot P_{\text{эл}} + P_{\text{осн}} = 1,1 \cdot 1 + 0,5 = 1,6 \text{ м};$$

$$H_{\text{тр}} = H_{\text{зд}} + H_{\text{эл}} + H_{\text{зап}} + H_{\text{о}} = 20,7 + 0,4 + 0,5 + 1,0 = 22,6 \text{ м};$$

$$L_{\text{тр}} = r + B + B_{\text{запас}} = 5,5 + 21,0 + 2,5 = 29 \text{ м}.$$

По полученным характеристикам необходимо было подобрать грузоподъемный механизм. С учетом габаритов и архитектурных особенностей строящегося здания предпочтительным является кран башенного типа, так как стреловой самоходный кран (в данном случае), не способен производить монтаж самого верхнего, пятого, этажа в середине здания из-за больших размеров здания и выступающего эркера. Таким образом, выбор крана определялся его универсальностью, способностью обслуживать необходимые виды работ любой части здания.

С учетом габаритов здания (длина 81 м) было принято решение о подборе двух кранов башенного типа, которые будут вести работы на двух захватках. Для одновременной работы двух кранов необходимо выполнение условий безопасности их совместной работы [5]:

1. Расстояние по горизонтали между кранами, их стрелами, стрелой одного крана и перемещаемым грузом на стреле другого крана и перемещаемыми грузами должно быть не менее 5 м.

2. При наложении (в плане) зон обслуживания совместно работающих башенных кранов необходимо, чтобы их стрелы (и, соответственно, противовесные консоли) были на разных уровнях.

Таким образом, на основании выполненных расчетов, габаритов здания и условий совместной работы двух кранов для производства работ по возведению поста горочной автоматизации были выбраны башенные самомонтируемые краны марок КБ-314 и PotainIgo-50 как наилучшие среди нескольких вариантов. На рис. 2 приведен вид крана КБ-314 в собранном положении с указанием габаритных размеров [6].

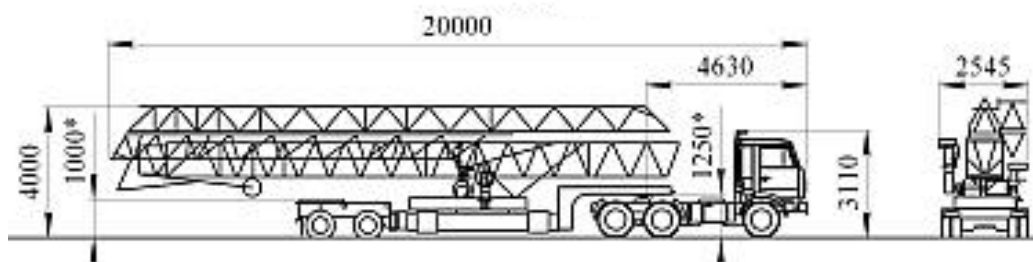
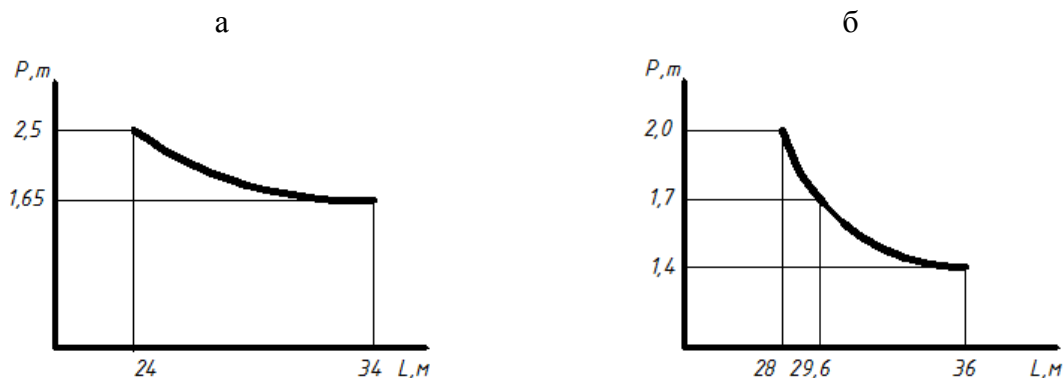


Рис. 2. Вид крана в собранном положении и габаритные размеры крана БК-314

На рис. 3 показаны графики грузоподъемности кранов КБ-314 и PotainIgo-50, в табл. 1 – их технические характеристики [6,7].



1. **Рис. 3.** График грузоподъемности крана КБ-314 (а) и крана PotainIgo-50 (б)

Из приведенных графиков грузоподъемности кранов видно, что подобранные краны марок КБ-314 и PotainIgo-50 удовлетворяют рассчитанным условиям по грузоподъемности и вылету стрелы.

Таблица 1. Технические характеристики кранов КБ-314 и PotainIgo-50

Технические характеристики	КБ-314	PotainIgo-50
Максимальная грузоподъемность, т	2,5	4
Грузоподъемность на конце стрелы P , т	1,65	1,4
Длина стрелы L , м	34	36
Высота подъема крюка H , м	27	33,8
Скорость подъема, м/мин	6	5,5
Масса противовеса, т	34	4,5
Опорный контур, м	4x4	4,5x4,5
Задний габарит, м	2,3	-
Полный монтаж / демонтаж	4 ч	10 мин

Выбранные башенные краны являются самомонтирующимися, то есть монтаж и демонтаж осуществляется с помощью собственных механизмов. Данный вид крана появился на строительном рынке около 10 лет назад [8]. Его главным достоинством является более быстрая и простая установка по сравнению с остальными башенными кранами. Например, для транспортировки КБ-314 к месту эксплуатации используется подкатная тележка или низкорамный трал, что позволяет перевозить его по дорогам общего пользования без специального разрешения ГИБДД [6]. Кроме того, такие краны управляются дистанционно, при помощи специального пульта, поэтому оператор крана может удалиться в абсолютно безопасное место и уже оттуда управлять краном.

После выбора крана необходимо было организовать процесс строительного производства. Согласно нормативной литературе [9], регулирующей безопасность на

строительном объекте, на участке, где ведутся монтажные работы, запрещено выполнение других работ. Таким образом, здание было поделено на две захватки посередине с целью сокращения сроков строительства, на каждой из которых должен выполняться определенный вид работ. Один кран обслуживает одну захватку. В рабочей зоне каждого крана располагаются здания временного складирования строительных материалов для оптимизации сроков и удобства проведения работ. На рис. 4 представлена схема работ подобранных кранов.

Рис. 4. Организация работ двумя кранами

Таблица 2. Сравнение характеристик самомонтируемого крана КБ-314 и башенного крана TDK-12.300 NTK [10]

Как видно из табл. 2, арендная плата за самонтируемый башенный кран, рассчитанная за весь период строительного процесса, получилась существенно меньшей, чем за несамомонтируемый кран. Это объясняется вкладом в формулу (4) суммы единовременных затрат ($\sum E$) стоимости перебазировки крана, замены основной стрелы, устройства подкрановых путей, фундамента, и т.д.

Таким образом, выбор самомонтируемого башенного крана представляет собой наиболее рациональное и экономически обоснованное решение. Выбранные для производства работ марки кранов имеют также ряд дополнительных достоинств, таких как низкий уровень шума, низкий уровень потребления электроэнергии, простота в управлении, несложность монтажа.

Заключение

В результате проделанной работы было обосновано решение по выбору крана для выполнения процесса строительства пятиэтажного здания на примере станции Лужская-Сортировочная. Для этого были рассчитаны такие параметры, как грузоподъемность крана (1,6 т), высота подъема крюка крана (23 м), вылет стрелы (29 м), по которым производится выбор погрузочной техники и оценка стоимости аренды крана. Были выбраны самомонтируемые башенные краны КБ-314 и PotainIgo-50, преимуществами которых являются безопасность производства для управляющего механизмом, более низкая стоимость арендной платы, возможность использования в условиях стесненной застройки, низкий уровень потребления электроэнергии и низкий уровень шумового воздействия. Исходя из конструктивных особенностей здания, технологических особенностей и экономических соображений, данное решение по выбору крана является наиболее целесообразным.

Список источников

1. <http://www.ust-luga.ru> (Дата обращения 14.11.2015).
2. Ведомственные строительные нормы ВСН 274-88.
3. Соколов Г.К. Выбор кранов и технических средств для монтажа строительных конструкций. М.: Изд-во МГСУ, 2002. 180 с.
4. Решение важных стратегических задач на полигоне Октябрьской магистрали // Транспортная газета Евразия Вести. Москва, 2014, октябрь, 24 с.
5. Руководящий документ РД-11-06-07.
6. <http://kranos.ru/crane> (Дата обращения 01.11.2015).
7. <http://kran-vertikal.ru> (Дата обращения 01.11.2015).
8. Протасов Н. Самомонтирующиеся краны укрепляют позиции // Журнал о спецтехнике и автотранспорте. Основные средства, издание РИА «Росбизнес». 2014. № 2. 50 с.
9. СНиП 12-04-2002. Безопасность в строительстве.
10. <http://kran.pro/avtomatizatsiya/arenda-bashennich-kranov> (Дата обращения 2.03.2016).

RATIONALE FOR CHOOSING A CRANE FOR BUILDING WORK IN LUGA-SORTIROVOCHNAYA STATION

K.R. Farzalina, J.A. Lednova

Keywords: building crane; lifting cantilevering crane; radius operation crane; stroke of crane; self-climbing tower crane

Abstract. Climbing tower crane was adopted in order to construct the Luga-Sortirovochnaya station. This decision was substantiated taking into account architectural features, dimensions and technological features.

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ОБЩЕСТВЕННО-ДЕЛОВОГО КОМПЛЕКСА С ЛИНЕЙНЫМ СМЕЩЕНИЕМ ЭТАЖЕЙ

О.В. Богданов^{1*}, С.С. Зимин²

¹магистрант, каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого

²ст. пр. каф. СУЗИС, ИСИ, СПбПУ Петра Великого

Ключевые слова: рама; конструкции зданий; консоль; прогиб

Аннотация. Проведен анализ усилий различных конструкций рам согласно архитектурным решениям общественно-делового комплекса с линейным смещением этажей в программном комплексе SCAD Office. В ходе исследования было установлено, что оптимальным вариантом является рама с линейным смещением этажей.

Введение

Высотное строительство сформировалось на рубеже XIX–XX вв. в США. Во второй половине XX в. оно перешагнуло Атлантический океан и получило развитие в Европе. А с последней трети XX в. распространилось на крупнейшие города всех континентов – Австралии, Африки и, особенно активно, на города Юго-Восточной Азии [1,2].

Конструктивные решения высотных зданий претерпели радикальные изменения с 1960 гг. в связи с изобретением и внедрением рамных, ствольных и оболочковых конструктивных систем. Все чаще встречаются комбинации различных конструкций. Сегодня в области высотного строительства конкурируют решения несущих конструкций из стали, монолитного и сборного железобетона [3,4].

В настоящее время строительство высотных зданий очень популярно во всем мире, поскольку современные технологии могут гарантировать надежность и долговечность конструкций [5,6]. Большим плюсом является то, что при сравнительно малых площадях застройки получается большое количество рабочих площадей, что в связи с дороговизной территорий особенно важно для крупных городов, в том числе, для Санкт-Петербурга.

В зависимости от вида конструктивной схемы высотные здания подразделяют на бескаркасные, каркасные и смешанные системы. Каркасные и смешанные системы в зависимости от распределения функций между элементами каркаса для обеспечения пространственной жесткости и устойчивости подразделяют на рамные, связевые и рамно-связевые [7].

Рамная конструкция здания представляет собой систему колонн, ригелей и перекрытий, соединённых в конструктивных узлах в жесткую пространственную систему, воспринимающую горизонтальные (ветровые и другие) усилия. Стены диафрагмы выполнены из железобетона [8]. Рамные системы экономичны в зданиях высотой не более 30 этажей [7].

Цель данной работы состояла в проектировании рам общественно-делового комплекса с различными особенностями начальной конструкции и анализом усилий новых элементов и связей [9–11].

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Предложить несколько вариантов рамных конструкций;
2. Проанализировать продольные усилия, моменты и поперечные усилия, возникающие в элементах рам.

Объекты и методы исследования

В работе исследовали рамы, которые представляют собой двухмерную конструкцию, содержащую жесткие связи между элементами, а также жестко защемлены в основании конструкции.

Линейное смещение этажей (рис. 1) обеспечивается добавлением консолей, длиной 3 метра.

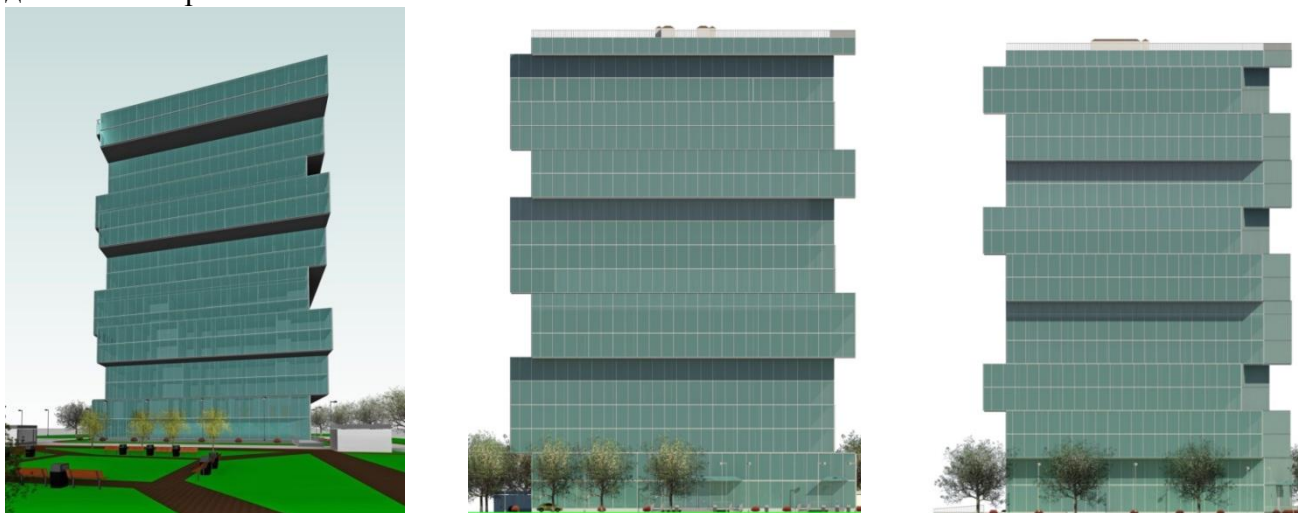


Рис. 1. Общественно-деловой комплекс с линейным смещением этажей

На рисунках 2–5 представлены графические схемы рам. Первая рама – с линейным смещением этажей (рис. 2), вторая – без линейного смещения этажей (рис. 3), третья – вариант конструкции с использованием вертикальных стоек (рис. 4), четвертая – вариант конструкции с использованием крестовых связей (рис. 5).

Для анализа усилий, возникающих в рамах, прикладывались нагрузки согласно нормативным документам [12].

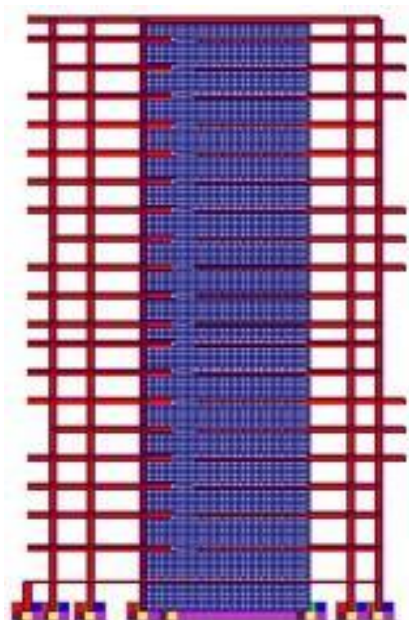


Рис. 2. Рама с линейным смещением этажей

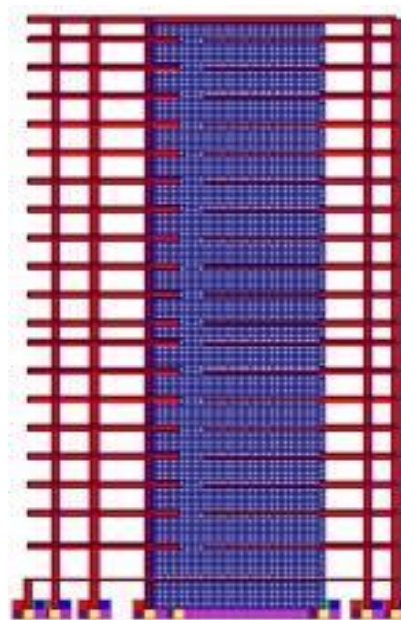


Рис. 3. Рама без линейного смещения этажей

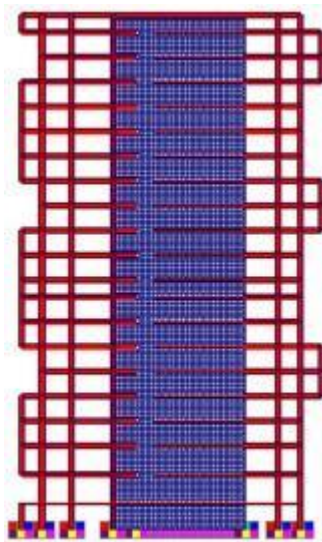


Рис. 4. Рама с вертикальными стойками

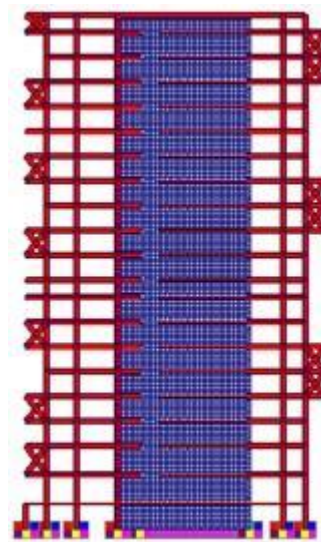


Рис. 5. Рама с использованием крестообразных связей

Для реальной оценки работы элементов рамной конструкции были рассмотрены консоли с 7 по 11 этажи здания.

Результаты и их обсуждение

В раме со смещением и без смещений этажей изгибающие моменты остаются неизменными, в то время как вертикальные стойки увеличивают усилия, а крестообразные связи снижают их. Результаты усилий изгибающих моментов представлены на рис. 6.



Рис. 6. Эпюра изгибающих моментов (т·м)

Использование вертикальных стоек и крестообразных связей на консолях нецелесообразно, так как они добавляют нагрузку от собственного веса, в результате чего заставляют работать консоли на вертикальную нагрузку, вследствие чего необходимо не только увеличивать сечение консоли, но и увеличивать площадь

армирования. Вертикальные стойки и крестообразные связи увеличивают прогиб консолей, стоимость проекта и трудоемкость работ. Результаты усилий продольных сил приведены на рис. 7.

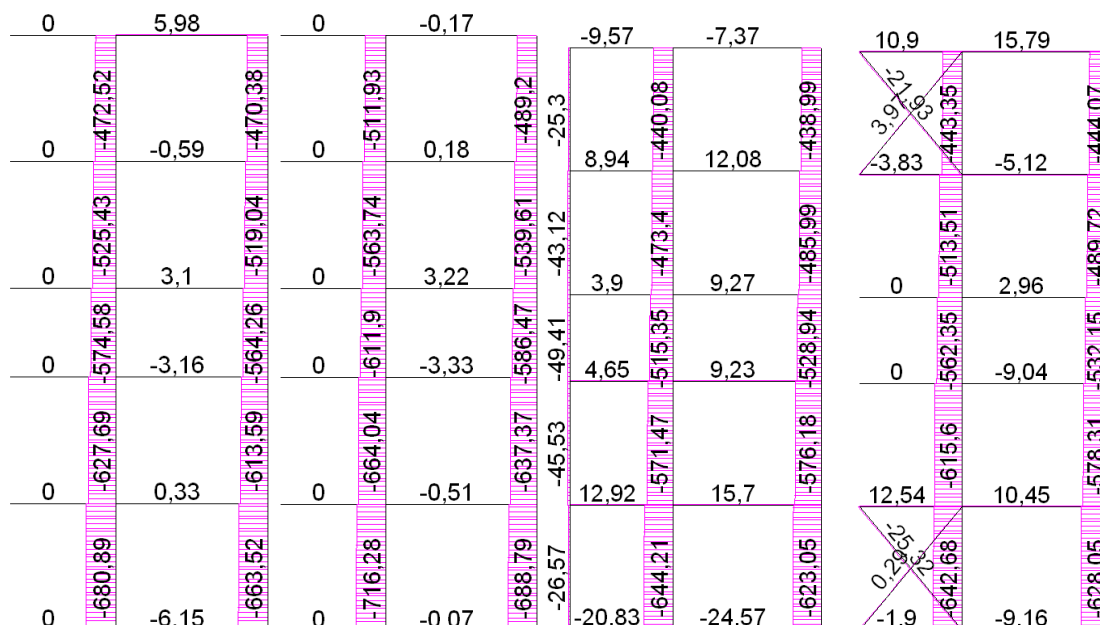


Рис. 7. Эпюра продольных сил (Т)

Поперечные силы в консолях увеличиваются, за счет собственного веса вертикальных стоек, как и в раме с использованием крестообразных связей. Результаты усилий поперечных сил показаны на рис.8.

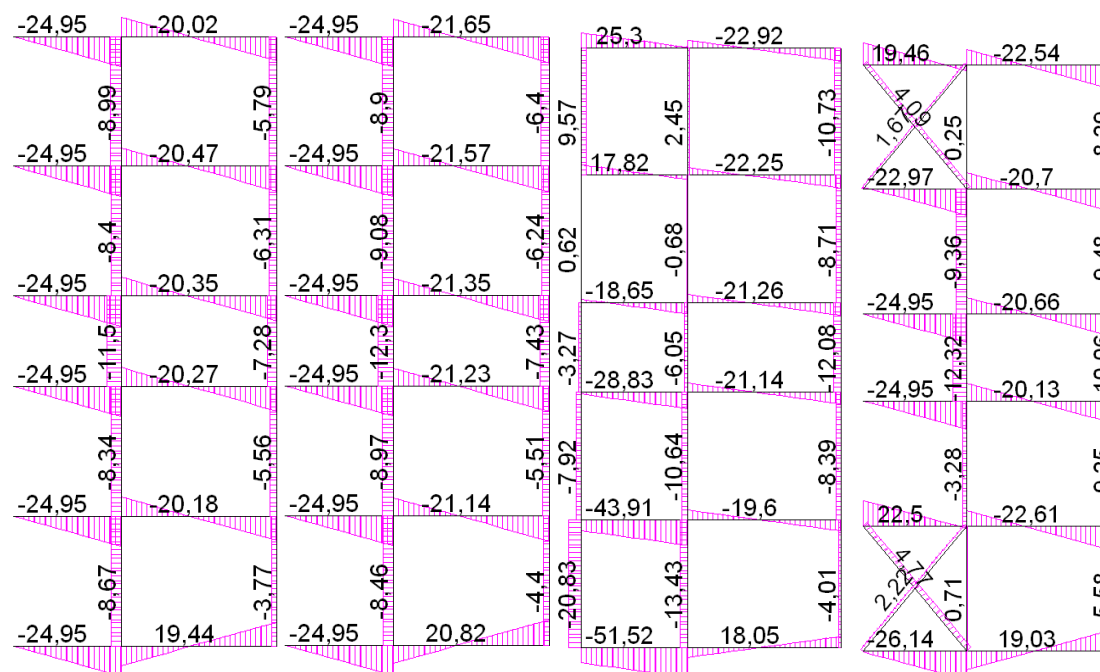


Рис. 8. Эпюра поперечных сил (Т)

Значения продольных сил N, T, изгибающих моментов M, Т·м, поперечных сил Q, T, в верхних, средних и нижних консолях приведены в табл. 1–3.

Таблица 1. Максимальные расчетные усилия в верхних консолях

№ рамы	N, Т	M, Т·м	Q, Т
1	0	37,4	24,9
2	0	37,4	24,9
3	8,9	14,2	17,8
4	3,8	23,1	22,9

Таблица 2. Максимальные расчетные усилия в средних консолях

№ рамы	N, Т	M, Т·м	Q, Т
1	0	37,4	24,9
2	0	37,4	24,9
3	4,7	30,6	28,8
4	0	37,4	24,9

Таблица 3. Максимальные расчетные усилия в нижних консолях

№ рамы	N, Т	M, Т·м	Q, Т
1	0	37,4	24,9
2	0	37,4	24,9
3	20,8	14,2	51,5
4	3,8	1,9	26,1

Приведенные данные демонстрируют преимущества конструкции Рамы 1, потому что крестообразные связи и вертикальные стойки увеличивают нагрузку, трудоемкость работ, уменьшают скорость возведения здания, приводят кудорожанию монтажных работ. Использование в раме вертикальных стоек и крестообразных связей нецелесообразно, поскольку они снижают усилия в консолях, правда, совсем незначительно. В рамах с дополнительными элементами конструкции более объемны.

Заключение

Для оценки конструкции с линейным смещением этажей (Рама 1) были также рассмотрены другие варианты (без линейного смещения этажей, с использованием вертикальных стоек, с использованием крестовых связей). Проведен сравнительный анализ усилий элементов конструкции в рассматриваемых фрагментах схем. Изучено влияние дополнительных элементов на работу конструкций. Показаны преимущества рамы с линейным смещением этажей.

Список источников

1. Маклакова Т.Г., Сенин Н.И. Архитектурно-конструктивные и градостроительные проблемы проектирования высотных зданий. М.: Изд-во МГУ, 2009. 29 с.
2. Былинкин П., Стоянов Н.Н. Высотные здания. М. 1958.
3. Магай А.А. Архитектура высотных зданий. М.: Окей - книга, 2007. 187 с.
4. Иванова Е.К. Многоэтажные и высотные здания. М.: Знание, 1979. 64 с.

5. Граник Ю.Г. Проектирование и строительство высотных зданий // Энергосбережение. 2004. №2. С. 92–96.
6. Кравцов В. Высотные здания. Особенности проектирования, строительства и мониторинг // Архитектура и строительство. 2010. №1. [Электронный ресурс] <https://ais.by/story/5540> (дата обращения: 10.11.2015).
7. Металлические конструкции. В 3 т. Т.2 Конструкции зданий: Учеб. для строит. вузов / В.В. Горев, Б.Ю. Уваров, В.В. Филиппов, Г.И. Белый и др.; Под ред. В.В. Горева. 2-е изд. М.: Высш. шк., 2002. 528 с.
8. Шуллер В.. Конструкции высотных зданий: пер. с англ. Л.Ш. Килимника / под ред. Г.А. Казиной. М.: Стройиздат, 248 с.
9. Столяров Н.Н. Автоматизированный синтез оптимальных стержневых конструкций типа плоских рам [Электронный ресурс] <http://www.dissercat.com/content/avtomatizirovannyi-sintez-optimalnykh-sterzhnevyykh-konstruktsii-tipa-ploskikh-ram> (дата обращения: 09.11.2015)
10. Галиуллин Р.Р. Оценка технического состояния несущих систем зданий на основе динамических критериев [Электронный ресурс] <http://www.dissercat.com/content/otsenka-tekhnicheskogo-sostoyaniya-nesushchikh-sistem-zdaniy-na-osnove-dinamicheskikh-kriter> (дата обращения: 09.11.2015)
11. Мальков А.А. Несущая способность стержневых конструкций из бетона и железобетона по прочности, устойчивости и деформативности. [Электронный ресурс]. <http://www.dissercat.com/content/nesushchaya-sposobnost-sterzhnevyykh-konstruktsii-iz-betona-i-zhelezobetona-po-prochnosti-ust> (дата обращения: 09.11.2015)
12. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*

THE CHOICE OF A RATIONAL DESIGN OF PUBLIC AND BUSINESS COMPLEX WITH LINEAR DISPLACEMENT OF FLOORS

O.V. Bogdanov, S.S. Zimin

Keywords: frame, buildings structures, cantilever, deflection

Abstract. Analysis of the efforts of various frame structures for a public building with linear displacement of floors was carried out in software package SCAD Office according to several architectural decisions. It was found that frame with linear displacement of floors is optimal.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВ ПО ЗАЩИТЕ БЕТОНА ОТ ВЫСЫХАНИЯ

В.А. Гатитуллин^{1*}, Ю.Г. Барабанщиков^{2*}

¹студент, каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого;

²докт. техн. наук, проф. каф. СУЗИС ИСИ, СПбПУ Петра Великого

Ключевые слова: бетон; защитные покрытия; полимерно-парафиновые эмульсии; испарение влаги; испытания

Аннотация. Одним из мероприятий по уходу за твердеющим бетоном является защита его от испарения влаги. В последнее время для этого стали применять жидкие составы, образующие паронепроницаемую пленку на поверхности бетона. В настоящей работе проведены сравнительные испытания таких средств на основе полимерно-парафиновых эмульсий. Испытания проводились при температуре воздуха 40°C и относительной влажности 30 %. В результате выявлены наиболее эффективные средства по уходу за бетоном.

Введение

Защита твердеющего бетона от влагопотерь является одним из главных факторов, оказывающих большое влияние на его физико-механические свойства: прочность, линейную деформацию, морозостойкость и другие [1, 2]. При твердении бетона в начальный период необходимо создать благоприятные температурно-влажностные условия, обеспечивающие нормальное протекание процессов структурообразования [3, 4]. При испарении воды, как структурообразующего элемента, в бетоне появляются микро- и макропоры, структура становится дефектной, заметно ухудшается его долговечность.

Ускоренное высыхание бетона приводит к значительной и неравномерной усадке и может вызвать появление усадочных трещин [5, 6]. Также вода, испаряясь из цементного камня, оставляет в нем после себя пустоты, которые снижают его плотность и уменьшают прочность [7]. Негативное действие образующихся капиллярных пор заключается в том числе и в понижении морозостойкости и коррозионной стойкости бетона [8].

Многие способы защиты поверхности бетона от влагопотерь (укрытие пленкой, полив водой, засыпка опилками или укрытие мешковиной с периодическим смачиванием) недостаточно эффективны в силу различных причин, среди которых сложность обслуживания больших площадей бетонных покрытий, неравномерность влажности при периодическом смачивании [8].

Одним из наиболее технологичных и эффективных способов предотвращения влагопотерь является использование пленкообразующих материалов на основе восков, смол, полимеров и др. [9, 10]. Данные составы, образуя пленки, в значительной мере снижают влагопотери с поверхности бетона, при этом отпадает необходимость в периодическом увлажнении поверхности и значительно упрощается уход за бетоном. Такие средства представлены в линейке продуктов компании «МС-Vauchemie».

Средства по уходу за бетоном компании «МС-Vauchemie» являются водной дисперсией полимеров и восков. Внешне они представляют собой жидкости белого цвета. Температура их применения должна быть не ниже 5 °C. Жидкости не имеют в своем составе растворителей и полностью безопасны для бетона и металлических поверхностей форм и опалубок [11-13]. Средства хорошо разбавляются водой с получением водной дисперсии меньшей концентрации, но это требует увеличения

расхода средства на единицу поверхности обрабатываемого изделия [14]. Такой способ может быть целенаправленно использован в случае применения малых расходов, неудобных для непосредственного распыления, в случае, например, малых площадей поверхности изделий [15, 16]. Средство является полностью готовым к применению продуктом и не требуется дополнительного разбавления.

Целью данной работы является сравнительная оценка эффективности защиты бетона от испарения влаги с применением различных средств на основе полимерно-парафиновых эмульсий [17, 18].

Объекты и методы исследования

Испытаны следующие средства по уходу за бетоном: Э1, Х1, Тент, Эмкорил (РФ), Эмкорил (Германия), HW-46, ВА-001, F10-35, 50-001 и образцы без покрытия.

Испытания средств по уходу за бетоном проводилось по методике СоюздорНИИ «Метод определения удельной влагопроницаемости пленки из ВПМ для ухода за свежееуложенным бетоном», которая в общих чертах соответствует ASTM C 156 (Standard Test Method for Water Loss [from a Mortar Specimen] Through Liquid Membrane-Forming Curing Compounds for Concrete) [19].

Метод позволяет оценить способность пленки, образующейся после нанесения покрытия на поверхность бетона, твердеющего в течение 72 часов в климатической камере при температуре 40 °С, относительной влажности воздуха 30 % и нормальной циркуляции воздуха, удерживать воду затворения в бетоне от испарения

Образцы бетона изготавливались следующим образом. Образцы бетона формовались из цементно-песчаной смеси в соотношении 1:2,7 с водоцементным отношением 0,40. При этом пластичность растворной смеси составляла 115-118 мм по расплыву конуса высотой 60 мм, диаметром верхнего основания 70 мм и нижнего 100 мм после 30 встряхиваний (ГОСТ 310.4) [20].

Готовилось по 3 образца-близнеца для каждого расхода покрытия и 3 контрольных образца (на которые покрытие в дальнейшем не наносилось). Образцы уплотнялись вибрацией с пригрузом (во избежание разрыхления верхнего слоя) с последующим выравниванием. Уплотненная и выровненная смесь не должна доходить до верхнего края формы на 5-10 мм.

Перед нанесением покрытия производилось подсушивание поверхности образцов с целью удаления лишней влаги путем 2 часовой выдержки на воздухе при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и влажности $65 \pm 5\%$. После чего щетинной кисточкой с поверхности образцов удалялась блестящая пленка (цементное молочко). Далее по периметру открытой поверхности смеси вдоль контакта с формой делалась V-образная канавка шириной 2 мм и глубиной 3 мм, которая затем заполнялась расплавленным парафином для предотвращения испарения влаги из смеси по стыку формы и образца.

Образцы в формах взвешивали (M_1) и с помощью краскопульты равномерно наносили заданное количество покрытия M_0 из расчета (200, 300 или 400 г/м²). После этого образцы снова взвешивали (M_2).

После готовые образцы помещали в климатическую камеру с температурой 40 °С и относительной влажностью воздуха 30 % на срок не менее 72 часов (обычно 5-6 суток). Образцы устанавливали в климатической камере так, чтобы расстояние между образцами, а также образцами и стенками камеры было не менее 50 мм. Через 3 часа образцы взвешивали для выявления непредвиденных больших влагопотерь из-за неудовлетворительной герметизации образцов. В заданные сроки все образцы извлекались из камеры и взвешивались (M_3). Масса контрольного образца (без эмульсионной пленки) после испытания в климатической камере обозначена как M_4 .

Из полученных данных для каждого испытания вычисляли следующие параметры. Влагопотери (в граммах) из покрытия ΔP рассчитывали по формуле (1):

$$\Delta P = M_0 - (C_{\text{ср}} \cdot M_0), \quad (1)$$

где $C_{\text{ср}}$ – доля сухого остатка в эмульсии.

Влагопотери из бетонного образца $\Delta P_{\text{обр}}$ рассчитывали по формуле (2):

$$\Delta P_{\text{обр}} = M_2 - M_3 - \Delta P. \quad (2)$$

Для контрольного образца влагопотери составили

$$\Delta P_{\text{обр}} = M_1 - M_4. \quad (3)$$

Результаты и их обсуждение

Результаты испытаний для сроков от 4 до 120 часов представлены в табл. 1. Для каждого испытания приведены средние арифметические значения из двух наименьших результатов, полученных для серии из трех образцов.

Таблица 1. Потеря влаги бетоном через пленку защитного средства при температуре 40°C и относительной влажности воздуха 30 %

Наименование средства	Расход средства M_0 , г/м ²	Влагопотери $\Delta P_{\text{обр}}$, г/см ² , в возрасте, ч					
		4	24	48	72	96	120
Тент	200	0,022	0,057	0,075	0,087	0,098	0,108
	300	0,009	0,036	0,054	0,067	0,079	0,089
Эмкорил (РФ)	217	0,026	0,059	0,075	0,087	0,098	0,108
Эмкорил (Германия)	208	0,006	0,022	0,034	0,046	0,055	0,064
	200	0,008	0,037	0,055	0,068	-	-
Э1	205	0,006	0,024	0,039	0,050	0,060	0,071
	218	-	0,013	0,025	0,036	-	-
Х1	198	0,004	0,008	0,010	0,013	0,016	0,019
	206	0,005	0,019	0,031	0,040	-	-
НВ-46	196,0	-	0,072	0,091	0,106	-	0,138
ВА-001	201,0	-	0,041	0,060	0,073	-	0,103
F10-35	206,0	-	0,066	0,086	0,100	-	0,133
50-001	206,0	-	0,052	0,070	0,084	-	0,113
Без покрытия	0	0,029	0,072	0,091	0,11	0,118	0,129

Из приведенных данных видно, что скорость потери влаги из образца бетона максимальна в течение первых часов, а по прошествии первых суток снижается и становится примерно постоянной. Сравнив результаты для образцов с эмульсионной пленкой и образцов без покрытия, можно сделать вывод, что за изученный период испытаний защитные средства способны существенно снизить влагопотери (до 6,7 раз

по сравнению с необработанным образцом за 120 часов для средства Х1), хотя для некоторых средств защитное действие существенно ниже или практически отсутствует. Наиболее эффективными средствами по уходу за бетоном являются Х1, Эмкорил (Германия) и Э1, затем в порядке понижения эффективности следуют ВА-001, Тент, 50-001, Эмкорил (РФ), F10-35, HW-46.

Заключение

Проведены испытания полимерно-парафиновых эмульсий в качестве защитных покрытий, предотвращающих испарение влаги из твердеющего бетона. Испытания проводились от 4 до 120 часов при температуре воздуха 40 °С, относительной влажности 30 %. Исходя из полученных данных влагопотерь наиболее эффективными средствами по уходу за бетоном (с наименьшими влагопотерями) являются Х1, Эмкорил (Германия) и Э1.

Список источников

1. Матюнина И.А. Физико-механические свойства бетонов с компенсированной усадкой. М., 1994. 15 с.
2. Быкова И.В. Оценка эффективности ухода за бетоном с помощью различных пленкообразующих материалов. М., 1980. С. 15–20.
3. Шмитько Е.И. Управление процессами твердения и структурообразования бетонов. Воронеж, 1994. 525 с.
4. Перцев В.Т. Управление процессами раннего структурообразования бетонов. Воронеж, 1981. С. 92–95
5. Kim J.K., Lee C.S. Prediction of differential drying shrinkage in concrete // Cement and Concrete Research. 1998. Vol. 28, № 7, pp. 985–994.
6. Цилосани З.Н. О природе деформирования бетона железобетона // Бетон и железобетон. 2001. С. 205–208.
7. Защепин А.И., Пак К.К., Янбых И.И. Испарение воды из бетона // Труды СоюзорНИИ. М., 1977, вып. 97, С. 62–69.
8. Айрапетов Г.А., Панченко А.И., Несветаев Г.В. Оперативный контроль морозостойкости бетона // Бетон и железобетон. 1990. № 2, С. 24–25.
9. Елшин И.М., Мананников П.М. Защита свежееуложенного бетона из синтетических смол / Гидротехника и мелиорация. 1962. № 8, С. 31–33.
10. Крылов Б.А., Шнейдерова В.В., Хамидов А. Водные композиции для ухода за свежееуложенным бетоном // Строительство и архитектура Узбекистана. 1981. № 12. С. 12–13.
11. Лаврухин В.П., Палий Ю.Б., Хурда А.И. Новые пленкообразующие материалы // Автомобильные дороги. 1974. № 9, С. 15–16.
12. Лисненко С.Х., Пинус Э.Р. Помароль новый пленкообразующий материал для защиты свежееуложенного бетона / Автомобильные дороги, 1970. № 9, С.14-15.
13. Лисиенко С.Н., Пинус Э.Р., Фабрикантов Г.Н., Яковлев Д.А. Изучение эффективности различных пленкообразующих материалов для ухода за бетоном // Труды СоюздорНИИ. 1971. С. 23–27.
14. Лозовая А.П. Совершенствование технологии ухода за свежееуложенным бетоном облицовок оросительных каналов с применением пленкообразующих материалов. Автореферат дисс.... канд. техн. наук. М., 1980. 22 с.
15. Миркин Д.Ф. Применение жидких битумов для ухода за бетоном // Бетон и железобетон. 1959. № 4, С. 187–189.
16. Михайлова Р.Д., Михайлов А.Н. Уход за бетоном с применением пленкообразующих материалов. М.: Автотрансиздат, 1961. 44 с.
17. Москвитин Н.Н., Кадыков В.В. Применение полимерных пленок с люминофором для укрытия культивационных сооружений // Пластические массы. 1971. № 2, С. 52–53.
18. НТО по теме: Результаты испытаний покрывочных материалов, используемых для защиты бетона от высыхания. НИИЖБ, ЦЛК, 1981. 21 с.

19. Технические условия поставки жидких средств для ухода за бетоном. TL NBM-StB 07, 2007. 82 с.
20. ГОСТ 310.4-81* «Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии». М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. 10 с.

ASSESSMENT OF EFFICENCY OF LIQUIDS FOR REDUCING EVAPORATION FROM CONCRETE

V.A. Gatitullin, Yu.G. Barabanschikov

Keywords: concrete; evaporation reducers; polymer-paraffin emulsions; water evaporation; tests

Abstract. Protection from moisture evaporation is one of measures of drying concrete curing. Now liquids that form vapour-proof film on the concrete surface are used for this purpose. In the present work several commercial liquids based on polymer-paraffin emulsions were tested. Tests were performed at air temperature 40°C and relative humidity 30%. Most effective commercial liquids were found.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

А.А. Мухорин¹, Я.В. Краличек²

^{1,2}магистрант, каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого

Ключевые слова: светопрозрачные конструкции; энергосберегающие конструкции; стеклопакет; энергоэффективность; теплопередача остекления

Аннотация. Проведено сравнение энергоэффективности стекла с современными стеклопакетами, а также выявлена сравнительная экономическая эффективность использования стеклопакетов с формулами 4i-16ar-4, 4i-12ar-4-8-4, 4i-18ar-4-20-4 за отопительный сезон за 1 год их использования.

Введение

С развитием технологий простые оконные блоки постепенно оттесняются на второй план. Смелым архитектурным решениям соответствуют алюминиевые и стальные витражи, из которых собираются навесные или же встроенные стеклянные фасады [1]. До недавнего времени в мире производилось обычное стекло с высоким показателем светопропускания и с очень плохими показателями по теплопередаче – потери тепла были колоссальны. Все изменилось с появлением стекла с функцией энергосбережения [2].

Современные требования, предъявляемые к ограждающим конструкциям, заставляют проектировщиков и застройщиков искать комплексный подход к формированию фасадов зданий.

Требования, предъявляемые в развитых странах к ограждающим конструкциям для вновь возводимых и реконструируемых зданий и сооружений, заметно ужесточились. Россия не стала исключением в этом вопросе.

Отметим, что нормы, принятые в 1995–1998 гг., в частности приложение № 3 к СНиП «Строительная теплотехника», обязали строителей в 1,5–2 раза увеличить теплозащиту проектируемых строящихся и эксплуатируемых зданий [3-5].

Сейчас, по разным подсчетам, общие теплопотери через фасады составляют от 55% до 65%.

Согласно принятым нормативам строительства, коэффициент теплопроводности для изолирующих материалов не должен превышать 0,04–0,06 Вт/м·К.

Практически единственный способ решения данной проблемы – системное использование теплоизоляционных материалов в ограждающих конструкциях, т. е. комплексный подход к формированию всего фасада (утепленной ограждающей конструкции стен, крепежа, наружной отделки и т. д.) [6, 7].

Наиболее важные характеристики окон и светопрозрачных фасадов:

- энергосбережение;
- солнцезащита;
- прочность конструкции;
- герметичность и вентиляция;
- звуко- и шумоизоляция;
- дизайн.

Объекты и методы исследования

Стеклопакет является одной из важнейших частей современного окна. Стеклопакет - строительное изделие из двух или более листов стекла, соединенных по

периметру металлической рамкой (обоймой). Стеклопакет — главная деталь конструкции окна, которая отвечает за сохранение тепла. В зависимости от числа камер стеклопакеты делятся на однокамерные и двухкамерные (рис.1).

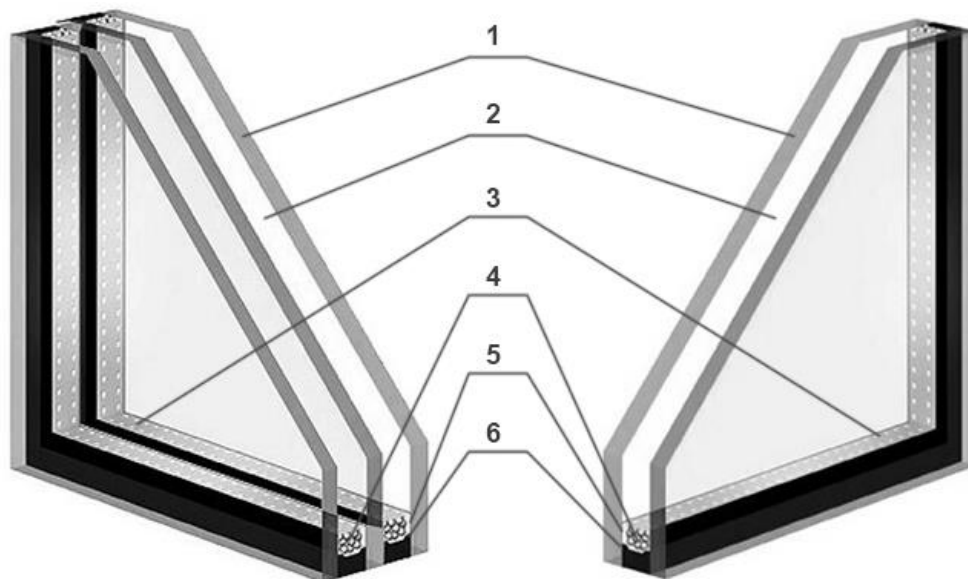


Рис. 1. Типы конструкции стеклопакетов (слева: двухкамерный — состоит из трех листов стекла, которые образуют две воздушные камеры; справа: однокамерный — состоит из двух листов стекла, которые образуют одну воздушную камеру); 1 — стекло; 2 — воздушная камера; 3 — дистанционная рамка (алюминиевая, пластиковая или гибкая); 4 — абсорбент (поглотитель влаги); 5 — первичная герметизация; 6 — вторичная герметизация

Чаще всего внутри стеклопакета находится обычный высушенный воздух, однако для улучшения теплоизоляционных характеристик для остекления коттеджей и помещений с индивидуальным отоплением могут применяться другие газы — аргон, криптон, ксенон, их смеси и тому подобное.

Характеристики стеклопакета определяются его площадью, количеством камер, качеством стекла, толщиной стекла, содержанием воздушных камер, шириной между дистанционными рамками, общей толщиной в миллиметрах. Рассмотрим некоторые из них.

Строительные стеклопакеты имеют толщину от 16 до 46 мм. Теплофизические параметры стеклопакетов увеличиваются по мере увеличения их толщины. Однако улучшение свойств идет с затуханием (логарифмическая функция) - прирост теплоизоляции уменьшается при каждом следующем сантиметре увеличения толщины стеклопакета, начиная с определенного момента. Для звукоизоляционных характеристик, толщина стеклопакета имеет не столь существенное значение.

Количество камер, толщину и другие особенности стеклопакета необходимо подбирать в соответствии с особенностями климата и функциями, которые будет выполнять окно [8]. Например, однокамерные стеклопакеты (с одной воздушной прослойкой между двумя стеклами) лучше всего подходят для местности с теплым климатом, а также для обустройства балконов и лоджий [9]. Однако в тех регионах, где температура зимой опускается ниже 15-20 °С мороза, необходимо использовать двухкамерные стеклопакеты (с тремя стеклами), теплосбережение которых на 30% выше.

При выборе стеклопакета важно учитывать его шумозащитные свойства. Это зависит от назначения здания в целом или от того, куда выходят окна. Для тихого

дворика вполне подойдет простой однокамерный стеклопакет. Если же окна смотрят на магистраль или железную дорогу, без двухкамерного стеклопакета не обойтись.

Для повышения энергосберегающих и шумопонижающих свойств окон можно варьировать толщину стекла [10]: чем оно толще, тем ниже у него теплопроводность и лучше шумоизоляция (табл. 1).

Таблица 1. Основные характеристики стеклопакетов

тип стеклопакета	конструкция стеклопакета	толщина стеклопакета, мм	сопротивление теплопередачи, (м ² ·°С)/Вт
однокамерный	4-12-4	20	0,32-0,34
однокамерный	4-16-4	24	0,34-0,37
однокамерный i- стекло	4-16-4i	24	0,58
двухкамерный	4-8-4-10-4	30	0,53-0,56
двухкамерный	4-8-4-8-4	28	0,48-0,50
двухкамерный	4-10-4-10-4	32	0,55-0,58
двухкамерный	4-12-4-12-4	36	0,55-0,58
двухкамерный	4-12-4-6-4	30	0,47
двухкамерный	6-10-4-6-4	30	0,44
двухкамерный i- стекло	6-14-6-6-4i	36	0,7

Допустимым является уровень шума в квартире, соответствующий 45 дБ. Для потребителя при выборе окон важна информация о звукоизоляционных свойствах стеклопакета. Ниже приведены характеристики различных стеклопакетов [10] по звукоизоляции (табл. 2).

Таблица 2. Характеристики стеклопакетов по звукоизоляции

стеклопакет	звукоизоляция стеклопакета, дБ
4 (теплое стекло)	26-27
4-16-4 (воздух)	31-35
4-16-4к (аргон)	31-36
4-10-4-10-4 (воздух)	31-36
4-10-4-10-4 (аргон)	33-37
4M1-15-4M1-8-4M1 (воздух)	33-36
4M1-15-4M1-15-4M1 (воздух)	34-37

Результаты и их обсуждение

Стеклопакеты обладают рядом преимуществ:

- улучшают теплоизоляцию/сокращают потери тепла, затраты на отопление;
- оптимизируют солнечное тепло;
- уменьшают конденсацию;
- уменьшают холодное излучение и тягу;
- высокая светопропускаемость;
- возможность остекления вместе с солнцезащитным стеклом.

Стекла и воздушные камеры являются преградой от внешней среды и защищают помещение от перепадов температур. Чем больше количество преград между внешней и внутренней средой, тем выше сопротивление теплопередаче. Чем больше расстояние между стеклами, тем больше воздушная камера в стеклопакете, а значит больше прослойка из разреженного воздуха (аргона, криптона). Пространство между стеклами заполняется разреженным воздухом, аргоном или криптоном для того, чтобы уменьшить потери тепла. Чем выше плотность газа, тем ниже процессы конвекции и теплоотдачи внутри стеклопакета, это в свою очередь повышает показатель сопротивления теплопередаче. Для содержания инертных газов в стеклопакете применяются специальные герметики, которые способны удерживать их в стеклопакете длительное время.

Показатель звукоизоляции стеклопакета зависит от герметичности, количества и толщины стекол, расстояния между стеклами и содержания инертного газа внутри камер. Чтобы увеличить шумоизоляцию, необходимо использовать стекла толщиной 6-8 мм, которые отражают звуковые волны лучше, чем тонкие стекла. Для увеличения шумоподавления стеклопакета, дистанционное расстояние между стеклами делают разной ширины и применяют стекла с различной толщиной. В качестве наполнителя для воздушных камер используют аргон или криптон, так как частота звуковых колебаний в этих газах выше, чем у воздуха. Иными словами, такие меры повышают частоту резонанса конструкции [11-12].

Расчет характеристик теплопередачи остекления является достаточно сложной технической задачей из-за наличия большого числа факторов, по-разному влияющих на процессы конвекции и передачи теплового излучения, особенно если окна имеют сложную конфигурацию и разную форму. Специализированные организации проводят все необходимые измерения и предлагают уже готовые формулы для расчетов относительных коэффициентов тепловых потерь и оценки масштабов экономии энергозатрат при использовании тех или иных энергосберегающих технологий остекления.

Учитывая, что теплопотери происходят не только через стекло, но и через оконные зазоры, общая экономия рассчитывается через сопоставление различных видов стеклопакетов.

Как правило, в готовые расчетные формулы заложены параметры наиболее распространенных стеклопакетов, в т.ч. с энергосберегающими стеклами.

Для примера сравним стоимость изготовления стеклопакетов 1800 · 1200 мм с установлением пластиковой рамы однокамерного и двухкамерного стеклопакетов.

Стоимость однокамерного стеклопакета будет составлять приблизительно 12000 руб. в Санкт-Петербурге и 14000 руб. – стоимость двухкамерного стеклопакета.

Сопротивление теплопередаче однокамерного стеклопакета составляет в среднем $0.35 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, у двухкамерного – $0.55 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Используя данные характеристики для различных стеклопакетов [10], составлена таблица 3 для оценки экономии на электроотоплении при использовании стеклопакетов различного типа.

Таблица 3. Показатели экономии на электроотоплении для различных типов стеклопакетов

	стеклопакет	32 мм	24 мм энерго	32 мм энерго	50 мм энерго
хар-ки оконной конструкции	формула стеклопакета	4-12-4-8-4	4i-16ar-4	4i-12ar-4-8-4	4i-18ar-4-20-4
	коэффициент теплопередачи оконного блока, Вт/м ²	0,47	0,59	0,62	0,87
	потери тепла, Вт/(м ² ·°C)	2,13	1,69	1,61	1,27
потери тепла	по сравнению с 4-12-4-8-4, Вт/(м ² ·°C)	базовый вариант	0,44	0,51	0,86
	за отопительный сезон, Вт/м ²		52939	62265	104248
	за отопительный сезон на 1 м ² остекления, руб.		148	174	331
экономия на отоплении	за год, 3-х комнатная квартира, руб.	данные для сравнения	1779	2092	3976
	за год, загородный дом, 60 м ² остекления, руб.		8894	10461	19879

Заключение

Выбирая тип стеклопакета, следует учесть назначение помещения: офис в шумной части города, коттедж в городе или дом за городом, кухня, детская или ванная комната.

Необходимо учитывать количество стекол, расстояние между стеклами, толщину и свойства применяемых стекол.

Установка стеклопакетов экономически выгодна и позволяет сэкономить за отопительный сезон в среднем до 330 руб/м².

Список источников

1. Рагин В.Ч., Хиггинс М.К. Искусство витража. От истоков к современности. М.: Белый город, 2003. 288 с.
2. Шульц М.М., Мазурин О.В. Современные представления о строении стёкол и их свойствах. Л.: Наука, 1988. 198 с.
3. Ватин Н.И., Немова Д.В., Рымкевич П.П., Горшков А.С. Влияние уровня тепловой защиты ограждающих конструкций на величину потерь тепловой энергии в здании // Инженерно-строительный журнал. 2012. № 8(34). С. 4–14.
4. Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
5. СНиП II-3-79* «Строительная теплотехника».
6. Якубсон В.М. Энергоэффективность зданий и сооружений: практические шаги // Magazine of Civil Engineering. 2013. № 6. С. 5–6.

7. Zubkov D., Chusov A., Molodtsov D. Measuring the thermal resistance of typical multi-layer building walls using the accelerated measurement method. MATEC Web of Conferences. 2016. V. 53. P. 01020.
8. Ватин Н.И., Немова Д.В. Повышение энергоэффективности зданий детских садов // Интернет-журнал "Строительство уникальных зданий и сооружений". 2012. № 3. С. 52–76.
9. Куренкова А.Ю. Энергоэффективное остекление: какой путь выберет Россия // Энергосовет. 2012. № 4(23). С. 43–47.
10. Функциональные особенности стеклопакета [Электронный ресурс]. URL: <http://psk-vindor.ibud.ua/ru/polnaya-statya-companii/funktsionalnye-osobennosti-steklopaketa-3351> (дата обращения: 08.09.2015).
11. Кавер Н.С. Современные материалы для отделки фасадов. М.: Архитектура-С, 2005. 120 с.
12. Немова Д.В. Навесные вентилируемые фасады: обзор основных проблем // Инженерно-строительный журнал: научно-техническое издание о строительной отрасли. 2010. № 5(15). С. 2–3.

ENERGY EFFICIENCY OF TRANSLUCENT STRUCTURES IN MODERN CONSTRUCTION

A.A. Muhorin, Y.V. Kralichek

Keywords: translucent structures; energy-saving construction; stained glass window; energy efficiency; heat transfer glazing

Abstract. A comparison of glass energy efficiency with modern insulating glass units and comparative economic efficiency of insulating glass double-glazed windows with formulas 4i-16ar-4, 4i-12ar-4-8-4, 4i-18ar-4-20-4 for a heating season and for 1 year of their use is revealed.

МЕХАНИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ СОХРАНЕНИЯ КАЧЕСТВА МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА ЗА ГРАНИЦАМИ ОПРЕДЕЛЁННОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ДИАПАЗОНА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАБОТ

М.А. Саматов^{1*}, А.В. Борисов², А.В. Черемисин³

¹магистрант, каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого;

²инженер, каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого;

³канд. техн. наук, доцент каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого

Ключевые слова: монолитный железобетон; сборный железобетон; относительные деформации бетона и стали; прочность бетона; противоморозные добавки

Аннотация. Рассмотрены механические способы защиты железобетона от низких и высоких температур. Определён температурный диапазон, где бетон и сталь одинаково изменяются в объёме. Составлена таблица химических добавок, которые помогают изготавливать железобетон за пределами найденного температурного диапазона, но с той же эффективностью.

Введение

Одним из путей повышения качественного уровня строительства и его эффективности является расширение областей применения монолитного железобетона [1]. Монолитный железобетон – конструкция, возводимая на строительной площадке, выполненная из бетона и рабочей арматуры [2]. В свою очередь, бетон – это затвердевшая смесь, в которую входят цемент, вода и заполнители (песок, гравий, шлак, керамзит и т.п.). Главное свойство бетона, которое привело к созданию железобетона – его высочайшее сопротивление нагрузкам сжатия, точно так же, как у арматуры железобетона – очень высокое сопротивление растягивающим нагрузкам [3].

Монолитный железобетон находит широкое применение в области гражданского и промышленного строительства. Это относится к целю монолитным гражданским и производственным зданиям, которые по своей направленности и градостроительному положению не могут быть построены с помощью сборных железобетонных конструкций, изготавливаемых на заводе [4]. Также монолитные конструкции широко применяются в строительстве метро (тоннели, платформы), военных объектов (бункеры, тоннели, объекты на полигонах для испытания оружия) и космодромов (бункеры, стартовые площадки) [5].

Сборный железобетон раньше имел широкое применение. В настоящий момент, при высотном строительстве, он отошел на второй план и рационально использовать его в малоэтажном строительстве, строительстве дорог и т.д., где требуются сокращенные сроки строительства [6]. При изготовлении сборного железобетона, вопросы низких и высоких температур отпадают.

Температурные изменения в определенном диапазоне примерно одинаково влияют на бетон и сталь – то есть, они демонстрируют практически одинаковое увеличение в объеме при нагревании и уменьшение – при сжатии. Это и дало возможность создавать железобетон, в котором оба компонента работают абсолютно синхронно, не нарушая сцепления между собой [3].

Бетон при твердении прочно сцепляется со стальной арматурой и надёжно защищает её от коррозии, так как в процессе гидратации цемента образуется щелочная среда; монолитность бетона и арматуры обеспечивается также относительной близостью их коэффициентов линейного расширения (для бетона от $7,5 \cdot 10^{-6}$ до $12 \cdot 10^{-6}$, для стальной арматуры $12 \cdot 10^{-6}$) [7].

Тема является актуальной, потому что строительство объектов из железобетона идёт круглый год, а определённые климатические условия могут отрицательно влиять на качество возводимых сооружений. В таких климатических условиях не обойтись без дополнительных мероприятий и без введения различных химических добавок в бетон. Соблюдение этих мер помогают ускорить сроки и повысить качество строительных работ.

Цель данной работы заключается в том, чтобы показать способы, с помощью которых можно сохранить качество железобетона, производимого на строительной площадке в разных климатических условиях, то есть в условиях, когда на бетон воздействуют как высокие, так и низкие температуры.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. рассмотреть механические способы защиты железобетона от низких и высоких температур;
2. определить диапазон температур, где не надо применять к железобетону защитных мер при его производстве; в этом диапазоне бетон и сталь должны иметь одинаковые объёмные изменения, то есть не должно нарушаться их сцепление;
3. подобрать химические добавки, которые позволяют производить железобетон за пределами найденного температурного диапазона.

Механические способы защиты железобетона

Нормальной температурой среды для твердения бетона условно считается 15...20 °С [6]. При такой температуре бетон за 28 суток набирает стопроцентную прочность. Такой срок считается классическим сроком набора марочной прочности бетона [8]. Но не всегда железобетон производят при температуре 15...20 °С. Иногда бетон изготавливают при очень низких или очень высоких температурах, то есть зимой или летом (для нашего региона). Также в России есть регионы, где такая температура может не наблюдаться из-за особенностей климатических условий.

При зимнем бетонировании главной проблемой является низкая температура. Низкая температура 0...15 °С существенно затормаживает процесс гидратации цемента. Попросту растягиваются сроки набора прочности бетона. К примеру, в нормальных условиях, при 15...20 °С за неделю бетон набирает до 70% прочности. При температуре окружающего воздуха 5 °С срок набора 70% марочной прочности бетона может растянуться на 3-4 недели [8].

И если низкая положительная температура тормозит процесс схватывания и набора прочности бетона, то отрицательная – полностью его останавливает. Причина тому – замерзание воды в «молодом» бетоне. Сам процесс гидратации цемента не возможен в отсутствии воды. Вода является необходимым компонентом для образования цементного камня. Цемент должен находиться в контакте с водой (влажностью) в течение всего времени созревания [9].

Главная задача при зимнем бетонировании – не дать замерзнуть воде, входящей в состав бетона [8]. Есть основные методы зимнего бетонирования, которые наиболее часто используются на современной стройке:

1. использование метода «термоса» (бетонную смесь укладывают в утеплённую опалубку, после чего защищают открытые бетонные поверхности от охлаждения) [10];
2. разогрев бетонной смеси (сквозной электродный прогрев; электропрогрев греющими проводами; обогрев инфракрасными излучателями; конвективный прогрев тепляками; паропрогрев глухим или острым паром) [11-13];
3. укрывание бетона плёнкой, утеплителями и т.п. [8];
4. сооружение временного укрытия с прогревом тепловыми пушками [8].

При летнем бетонировании, когда работы ведутся в очень жаркую погоду, бетон слишком быстро схватывается и застывает, либо в результате высыхания на нём образуются трещины и другие дефекты. Процесс монолитного бетонирования летом напрямую зависит от температуры окружающей среды [14].

Основные проблемы при летнем бетонировании: испарение воды из бетонной смеси; обезвоживание поверхности бетона (снижение долговечности), появление температурных трещин в результате разницы температур на поверхности и в массиве бетонной смеси [15].

Для того, чтобы избежать проблемы во время летнего бетонирования, нужно соблюдать следующие требования:

1. систематически смачивать бетон для предотвращения испарения влаги (на каждые 10 °С необходимо вводить около 3-х литров воды) [14];
2. проектировать бетон с максимально возможным В/Ц [14];
3. использовать холодную воду [14];
4. готовить бетонную смесь с температурой до 20 °С [14];
5. не допускать простаивания загруженного миксера на объекте [14];
6. оберегать уложенный бетон от утраты им влаги, используя паронепроницаемые материалы или специальные покрытия [14];
7. производить укладку бетона при наличии кратковременного сильного дождя допускается только под тентом, надёжно защищающим свежесуложенный бетон от попадания влаги [14].

Все описанные механические способы защиты железобетона широко применяются при зимнем и летнем бетонировании, когда надо избежать воздействий на бетон, как низких, так и высоких температур. Включение этих мер очень хорошо помогает ускорить срок и качество строительства.

Помимо вышеперечисленных мероприятий можно применять специальные добавки для более эффективного бетонирования при разной температуре окружающей среды.

Температурный диапазон, где бетон и сталь имеют одинаковые относительные деформации

Так как при температуре ниже 0 °С в бетоне и стали не происходит никаких изменений [16], сравнение деформации этих материалов будет в положительных температурах.

На рис. 1 [17] показано, как будет изменяться относительная деформация бетона на портландцементе при нагревании. Из графика видно, что с ростом температуры, увеличивается относительная деформация бетона.

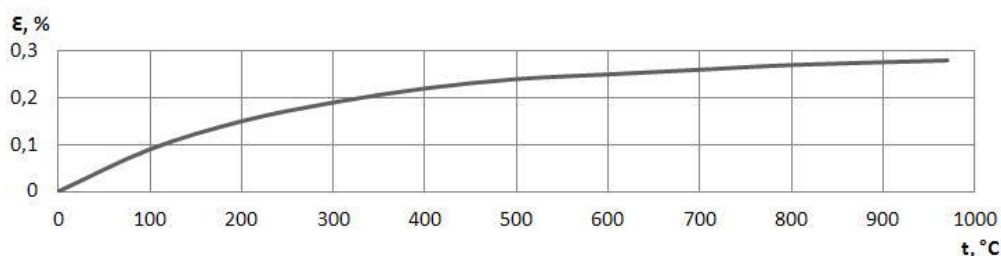


Рис. 1. Изменение относительных деформаций бетона на портландцементе при нагревании

На рис. 2 [18] показаны изменения относительных деформаций (удлинений) высокоуглеродистой стали периодического профиля при нагревании. Из данных графика

следует, что при нагреве до 120 °С, происходит линейное изменение длины стального профиля в связи с термическим расширением.

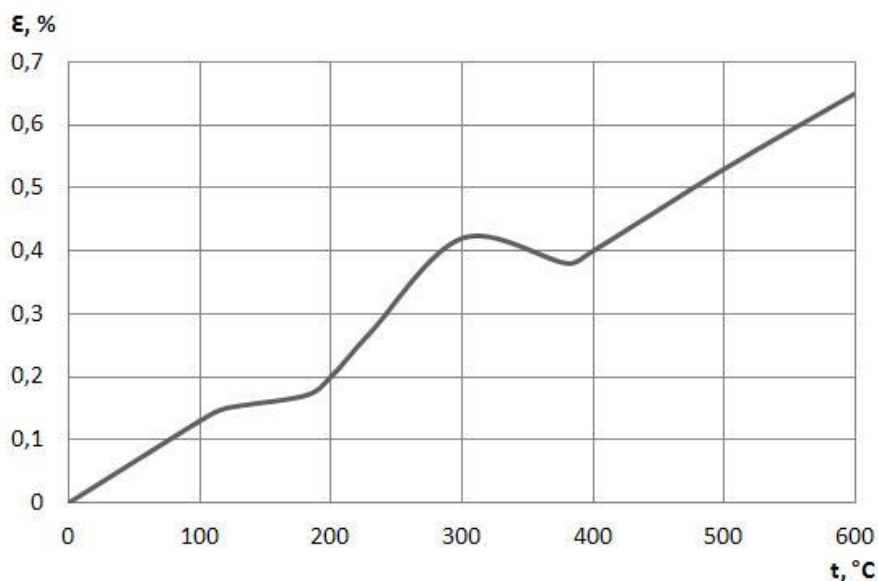


Рис. 2. Изменение относительных деформаций высокоуглеродистой стали периодического профиля при нагревании

Анализируя оба графика, найден температурный диапазон, где бетон на портландцементе и высокоуглеродистая сталь периодического профиля имеют одинаковые относительные деформации. Диапазон примерно составляет от 20 °С до 40 °С. В этом интервале бетон и сталь имеют похожие объёмные изменения; не нарушается их сцепление. Если производство железобетона происходит за пределами этих температур, нужно использовать специальные добавки.

Противоморозные добавки в бетон

Применение противоморозных добавок в бетон – наиболее распространённый способ, применяемый при бетонировании в зимних условиях. Они вводятся в бетон при температурах ниже 0 °С, но также хорошо помогают набрать прочность бетону от 0 °С до 20 °С и более. Они вводятся в бетон в строгом процентном соотношении с количеством цемента, входящего в ту или иную марку бетона. Так же, количество противоморозной добавки зависит от предполагаемой температуры воздуха, при которой будет происходить бетонирование [8].

Поэтому важным является выбор добавки, предотвращающей замерзание жидкости смеси бетона до момента схватывания без нарушений прочностных качеств изделия и позволяющие ускорить производственный процесс. Обзор существующих добавок показал, что соответствует этим условиям только ограниченное их количество.

В таблице 1 [19-22] приведены стандартные противоморозные добавки, рекомендованные ГОСТами. Также в нее включены несколько инновационных добавок, появившихся совсем недавно и использующихся в настоящее время. Любая добавка, приведённая в ячейке таблицы, набирает 70 ÷ 100% прочности бетона на портландцементе, при определенных условиях температуры и времени твердения бетона.

Для примера: при температуре 0...-5 °С нужно подобрать противоморозную добавку, которая поможет изготовить железобетон за 14 суток. Как видно из таблицы 1, это добавки: поташ, полипласт Nord, Бест. Все они за 14 суток при температуре от 0 °С до -5 °С наберут 70 ÷ 100% прочности бетона. Из трёх добавок выбирается одна, с учетом

экономической целесообразности, от того, больше или меньше прочности она наберет по сравнению с двумя другими, и от того, какие дополнительные свойства она имеет.

Таблица 1. Противоморозные добавки, набирающие 70-100% прочности бетона на портландцементе, в зависимости от температуры и времени твердения бетона

Температура, °С	Время твердения, сутки			
	7	14	28	90
0...-5	Поли- пласт Nord, Бест	П, Поли- пласт Nord, Бест	П, НН, ХК+ХН, ННХК, НКМ, ФНС, Гидрозим, Лигнопан Б-4, РМ-1, Биопан Б-4, СДО, СНВ, СДБ, ПАЩ-1, С-3, ЛСТ, Мылонафт, Асидол, ГКЖ- 10, ГКЖ-11, ГКЖ-94, УПД-2М, Glenium®51, АКМ-20 Стандарт, Полипласт Nord, Криопласт Альфа, Бест	П, НН, ХК+ХН, ННХК, НКМ, ФНС, Гидрозим, Лигнопан Б-4, РМ-1, Биопан Б-4, СДО, СНВ, СДБ, ПАЩ-1, С-3, ЛСТ, Мылонафт, Асидол, ГКЖ- 10, ГКЖ-11, ГКЖ-94, УПД-2М, Glenium®51, АКМ-20 Стандарт, Полипласт Nord, Криопласт Альфа, Бест
-6...-10		Поли- пласт Nord, Бест	П, АКМ-20 Стандарт, Полипласт Nord, Криопласт Альфа, Бест	П, ХК+ХН, ННХК, НКМ, ФНС, Гидрозим, Лигнопан Б-4, РМ-1, Биопан Б-4, СДО, СНВ, СДБ, ПАЩ-1, С-3, ЛСТ, Мылонафт, Асидол, ГКЖ- 10, ГКЖ-11, ГКЖ-94, УПД-2М, Glenium®51, АКМ-20 Стандарт, Полипласт Nord, Криопласт Альфа, Бест
-11...-15			П, Полипласт Nord, Бест	П, АКМ-20 Стандарт, Полипласт Nord, Криопласт Альфа, Бест
-16...-20			Полипласт Nord, Бест	П, АКМ-20 Стандарт, Полипласт Nord, Криопласт Альфа, Бест
-21...-25			Полипласт Nord, Бест	АКМ-20 Стандарт, Полипласт Nord, Криопласт Альфа, Бест

Примечание:

П – поташ, НН - нитрат натрия, ХК – хлорид кальция, ХН - хлорид натрия, НК - нитрат кальция, М – мочеви́на, НКМ – комплексное соединение нитрата кальция с мочевиной, ННХК - нитрит-нитрат-хлорид кальция; ФНС - формиат натрия спиртовой.

Заключение

Рассмотрены механические способы защиты железобетона от низких и высоких температур. Проведено сравнение графиков относительных деформаций бетона и стали при нагревании. Определён температурный диапазон, в котором бетон и сталь одинаково изменяются в объеме - от 20 °С до 40 °С.

Составлена таблица противоморозных добавок, которые помогают изготавливать железобетон за пределами найденного температурного диапазона.

Список источников

1. Казбек-Казиев З.А. Архитектурные конструкции. М.: Изд-во «Высшая школа», 1989. 342 с.
2. Сахновский К.В. Железобетонные конструкции. М.: Изд-во 8, 1959. 839 с.
3. Габрусенко В.В. Основы расчета железобетона. 200 вопросов и ответов: Учеб. пособие. Новосибирск: НГАСУ, 2001. 112 с.
4. Байков В.Н., Стронгин С.Г., Ермолова Д.И. Строительные конструкции. М.: Изд-во «Высшая школа», 1970. 400 с.
5. Бердичевский Г.И. Справочник проектировщика. Типовые железобетонные конструкции зданий и сооружений для промышленного строительства. М.: Стройиздат, 1974. 398 с.
6. Баженов Ю.М. Технология бетона. М.: Изд-во АСВ, 2002. 500 с.
7. Михайлов К.В. Развитие бетона и железобетона в СССР. М.: Стройиздат, 1969. 376 с.
8. Группа компаний «Бесто». Зимнее бетонирование. [Электронный ресурс]. URL: http://www.avtobeton.ru/zimnee_betonirovanie.html (дата обращения 10.10.2015).
9. Влияние на прочность замораживания свежеприготовленного бетона / Л.И. Чумадова, Н.И. Ватин, И.Г. Бакирова, Н.А. Кудайбергенова, А.А. Браташов, А.В. Кабанов // Материалы VI международной научно-практической конференции «Актуальные направления фундаментальных и прикладных исследований». Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2015. С. 117–126.
10. Коротеев Д.В. Справочник мастера-строителя. М.: Стройиздат, 1989. 544 с.
11. Миронов С.А. Теория и методы зимнего бетонирования. М.: Стройиздат, 1975. 700 с.
12. Вегенер Р.В. Электропрогрев бетонных и железобетонных конструкций. М.: Стройиздат, 1953. 144 с.
13. Гендин В.Я. Электропрогрев в производстве сборных железобетонных изделий и блоков. М.: Госстройиздат, 1961. 196 с.
14. Холдинг «Защита конструкций-М». Бетонирование в летних условиях. [Электронный ресурс]. URL: <http://zakonm.ru/uslugi/betonirovanie/monolitnoe-betonirovanie-v-letnikh-usloviyakh/> (дата обращения 15.10.2015).
15. Атаев С.С. Технология строительного производства. М.: Стройиздат, 1984. 559 с.
16. Байков В.Н. Железобетонные конструкции. М.: Стройиздат, 1984. 728 с.
17. Демехин В.Н. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре. М.: Академия ГПС МЧС России, 2003. С. 62–527.
18. Баранов Ю.В. Фазовые превращения в инструментальных сталях при обработке импульсным электрическим током // Вестник научно-технического развития. 2009. № 7 (23). С. 5–12.
19. ГОСТ 24211-91. Добавки для бетонов. Технические требования.
20. Ружинский С.И. Противоморозные добавки. Харьков: Изд. центр ХАИ, 2004. 75 с.
21. Шатов А.Н. Инновационные противоморозные модификаторы для решения современных вопросов зимнего бетонирования // Технологии бетонов. 2011. № 9/10. 20 с.
22. Изотов В.С. Химические добавки для модификации бетона. М.: Издательство «Палеотип», 2006. 244 с.

MECHANICAL AND CHEMICAL WAYS PRESERVATION OF QUALITY FOR MONOLITHIC REINFORCED CONCRETE BEHIND BORDERS OF A CERTAIN TEMPERATURE RANGE AT WORKS

M.A. Samatov, A.V. Borisov, A.V. Cheremisin

Keywords: monolithic reinforced concrete; precast reinforced concrete; relative deformations of concrete and steel; concrete durability; anti frosty additives

Abstract. Mechanical ways of protection of reinforced concrete against low and high temperatures were considered. Temperature range where concrete and steel equally change in volume was determined. The table of chemical additives which help to make reinforced concrete outside the found temperature range, but with the same efficiency, was made.

РАЗВИТИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

А.А. Подольский^{1*}, В.Н. Уманец²

¹магистрант, каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого;

²докт. техн. наук, проф. каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого

Ключевые слова: Градостроительный кодекс; градостроительная деятельность; развитие инфраструктуры; предпринимательская деятельность; развитие городов

Аннотация. Статья посвящена проблемам градостроительной деятельности и выявлению причин, замедляющих ее развитие, таких как чрезмерный хаотичный рост городов федерального и регионального значения и слабое развитие малых городов и населенных пунктов, а также поиску решений по их устранению и внедрению новейших передовых технологий в сферу градостроительной деятельности.

Введение

Градостроительство – сложная система, взаимодействующая как с самыми различными социальными комплексами (экономикой, политикой, культурой), так и с природными системами (экосистемой, гидросферой и т.п.) [1]. Современное градостроительство подчиняется Градостроительному кодексу Российской Федерации, в котором существуют некоторые нюансы, несоответствия и недочеты, которые могут противоречить самому понятию градостроительства. В условиях законодательства Российской Федерации многие предприниматели пользуются этим ради получения личной выгоды, превращая основную деятельность градостроительства – создание и развитие городов и других объектов градостроительства – в часть рыночной отрасли, которая препятствует внедрению новейших технологий в данную сферу деятельности, а также препятствует повышению общего уровня комфортности объектов жилищного, административного, промышленного, транспортного и иных видов строительства.

Актуальность данной проблемы выражена тем, что если в современных реалиях пренебрегать действительным предназначением градостроительной деятельности, то в скором времени она может превратиться в часть рыночно-экономической отрасли, которая развивается хаотически, без определенных законов и последовательностей, что в свою очередь приведет к разрастанию городов федерального значения и других достаточно больших городов, в то же время малые населенные пункты замедлят, либо прекратят свое жилищно-коммунальное, территориальное развитие. Вдобавок к этому, в строительство крайне неохотно будут внедряться новейшие технологии, требующие больших трудозатрат и, возможно, на начальном этапе больших капиталовложений, которые, в свою очередь, в будущем могут привести к получению прибыли и сохранению окружающей среды [2].

Цель данной работы состоит в выделении для последующего решения проблем градостроительной деятельности в России, таких как:

- чрезмерное увеличение крупнейших городов с хаотичной застройкой, деградация малых, средних и крупных населенных пунктов не федерального и регионального значения;
- получение личной выгоды от капитального строительства и застройки населенных пунктов, районов и микрорайонов без учета воздействия их на окружающую среду и развитие городов и сельских поселений;

– консерватизм российского предпринимательства к переходу на новейшие технологии.

Для достижения поставленной цели необходимо проанализировать текущее состояние Градостроительного кодекса РФ, изучить статистические данные, полученные за предыдущие годы, провести поиск возможных решений по внедрению новейших технологий в градостроительную сферу деятельности.

Объекты и методы исследования

Согласно статье 1 пункту 1 Градостроительного кодекса: «Градостроительная деятельность – деятельность по развитию территорий, в том числе городов и иных поселений, осуществляемая в виде территориального планирования, градостроительного зонирования, планировки территории, архитектурно-строительного проектирования, строительства, капитального ремонта, реконструкции объектов капитального строительства, эксплуатации зданий, сооружений» [3]. Именно такое определение присутствует в Градостроительном кодексе РФ, и, судя по нему, такие виды деятельности, как «архитектурно-строительное проектирование, строительство, капитальный ремонт, реконструкция объектов капитального строительства» являются градостроительством [4]. То есть все, что построили или отремонтировали, начиная от сторожевой будки и проселочной дороги между двумя деревнями и заканчивая уникальными зданиями и сооружениями, является градостроительством. Теряются понятия различных видов строительства, таких как: жилищное, промышленное, транспортное и другие. Все это является несоответствием действительной сущности градостроительства и теряется его основная суть [5]. Следовательно, это определение нуждается в переформулировке, например: «Градостроительная деятельность – область в направлении строительной, научной, управленческой, нормативной и проектной деятельности, направленная на преобразование территории путем создания и развития городских и иных населенных пунктов, систем производства, формированием транспортной, инженерной и социальной инфраструктуры при соблюдении их соотношения с требованиями безопасности жизнедеятельности, охраны окружающей среды и объектов исторического и культурного наследия». Таким образом учитывается, что градостроительство является системой, тесно взаимосвязанной со строительной, научной и нормативной сферой, но никак не включающими их в себя.

Недосказанность в строках Градостроительного кодекса позволяет предпринимателям действовать в условиях получения собственной выгоды, которая не всегда положительно влияет на развитие жилищно-коммунальной, транспортной, инженерно-технической, социальной и других инфраструктур не только в масштабах отдельно взятого населенного пункта, но и России в целом. То есть, если сказать по-иному, целью предпринимательской деятельности является получение большей прибыли при меньших затратах денежных средств и времени. Намного прибыльнее будет построить жилой либо торгово-развлекательный комплекс, а не детский сад, школу, больницу и тому подобное. Выгоднее вести застройку городов федерального значения, либо областных центров, а не развивать малые, средние города и населенные пункты сельского типа. По опыту прошлых лет известно, что личная выгода не всегда приводит в итоге к положительным результатам. Примером этому может послужить всем известная «Красная книга» животных и растений нашей планеты. Бурная антропогенная деятельность привела к сокращению ареала обитания многих живых существ, а также к их полному истреблению. То же самое может произойти и с малыми населенными пунктами. Жители провинциальных городов и сельских поселений предпочитают переезжать в более крупные города, увеличивая количество их

населения. Города федерального и регионального значения становятся менее комфортными из-за перенаселенности, провинциальные же города и сельские поселения пустеют, деградируют и иногда просто уходят из поля зрения из-за малочисленного населения, нехватки рабочей силы и финансирования [6]. Это наглядно видно на диаграмме (рис. 1), полученной из данных переписи населения в 1989 г. [7], 2002 г., 2010 г. [8].

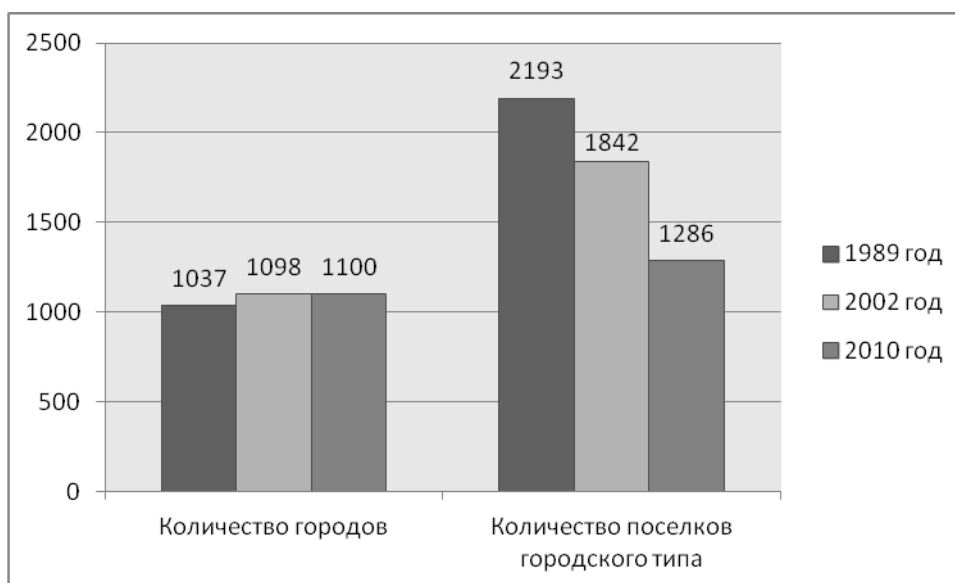


Рис. 1. Сравнительная характеристика количества городских населенных пунктов и поселков городского типа согласно данным переписи населения в 1989 г., 2002 г., 2010 г.

Результаты и их обсуждение

Еще до распада СССР в РСФСР было 1037 городов и 2193 поселка городского типа, но ближе к настоящему времени их число начало изменяться в противоположных направлениях: число городов возрастает, но незначительно, число поселков городского типа уменьшается со стремительной скоростью, что наводит на мысль о том, что развитие мелких населенных пунктов затормаживается, большая часть финансовой поддержки и капиталовложений уходит в города, особенно федерального и регионального значения.

Для развития малых городов и населенных пунктов следует:

- развивать комплексность, системность и взаимосвязь населенных пунктов на всей территории Российской Федерации;
- стимулировать развитие и увеличение капиталовложений в малые, средние и крупные города и села;
- стабильно и уравновешенно развивать весь состав и структуру населенных пунктов [9];

Основание и развитие малых городов и населенных пунктов может быть достигнуто путем увеличения количества объектов промышленности и сельского хозяйства. История показывает, что рост промышленности вел к росту числа городов, которые сначала работали на нее, но позже становились самостоятельными, автономными населенными пунктами, на которые работала данная промышленность. К счастью, в Российской Федерации существует еще множество малоосвоенных

территорий (Сибирь, крайний север, Дальний Восток), где располагаются существенные запасы в недрах Земли [10]. Благодаря современным технологиям можно приступить к освоению этих земель уже в наши дни. Создание малых населенных пунктов вокруг осваиваемых новых территорий и месторождений даст людям большое количество рабочих мест, дешевого жилья, приведет к развитию социальных и целевых программ, направленных на повышение интереса у населения к освоению новых территорий.

В настоящее время почти все объекты коммерческой и торговой деятельности находятся в пределах центра городов, что приводит к серьезным транспортным проблемам, перенасыщенности количеством населения в данных районах, что порой приводит к большим экологическим проблемам и проблемам безопасности людей. Вариантом разгрузки городов федерального и регионального значения может стать их децентрализация [11]. Вынесение коммерческих, административных и торговых учреждений за пределы города поможет решить проблемы с транспортным перераспределением на дорогах, распределением масс населения по большим территориям, сохранением исторических центральных частей городов.

Для планомерного развития городов федерального и регионального значения следует:

- развивать взаимосвязь и совместную работу жилищно-коммунальной, транспортной, инженерной и социальной инфраструктур городов и пригородных зон;
- ограничить рост городов федерального и регионального значения;
- упорядочивать и эффективно планировать процессы застройки населенных пунктов с целью упразднения их хаотичного развития;

Вдобавок к вышесказанному можно добавить, что в российском предпринимательстве присутствует некоторая доля консервативности, сопротивление к внедрению новейших передовых технологий в строительстве и застройке территории, которые могут оказаться более трудозатратными и капиталоемкими, но в будущем принести большую прибыль. Например, с трудом внедряется в России так называемое «зеленое строительство», которое уже довольно серьезно развито в странах Европы и Северной Америки. Данные проекты объектов капитального строительства часто проходят сертификацию в международных авторитетных системах BREEAM, LEED и других [12]. При этом повышается качество готовой продукции, а также эксплуатационная эффективность в последующие годы. Следовательно, для развития и совершенствования градостроительной деятельности следует:

- внедрять передовые технологии в строительство и комплексную застройку населенных пунктов, районов и микрорайонов;
- повышать требования к условиям, обеспечивающим комфортное проживание, развитие, образовательную и трудовую деятельность населения;
- поощрять государством частную предпринимательскую деятельность в сфере жилищно-коммунальной, транспортной, инженерной, социальной и других видов инфраструктуры.

Заключение

Градостроительная деятельность в Российской Федерации развита на довольно высоком уровне, но имеет не совсем нужное, на наш взгляд, направление. Большинство застройщиков отталкивается от личных рыночно-экономических предпочтений, законов спроса-предложения, купли-продажи-аренды, что может негативно сказаться на будущем развитии городских и сельских населенных пунктов. Но если внести некоторые изменения в саму структуру градостроительства, то в будущем это может

привести к довольно положительным результатам как со строительной точки зрения, так и с экологической, и экономической.

Список источников

1. Улаева Н.Л. Гражданско-правовое регулирование градостроительства: сущность, значение и перспективы совершенствования // Вестник Краснодарского университета МВД России. 2015. № 1(27). С. 26–30.
2. Ролле Н.Н., Молодкина Л.М., Чусов А.Н. Экология строительства. Учебное пособие. СПб.: Изд-во политехн. ун-та, 2014. 234 с.
3. Градостроительный кодекс Российской Федерации по состоянию на 29 февраля 2014 г. М.: Проспект, КноРУС, 2010. 161 с.
4. Яргина З.Н. Основы теории градостроительства. М.: Стройиздат, 1986. 326 с.
5. Беляев В.Б. Отвечает ли Градостроительный кодекс Российской Федерации своему названию // Градостроительство. 2011. № 1. С. 49–53.
6. Перчик Е.Н., Кабакова С.И. Города Сибири и Дальнего Востока // Градостроительство. 2013. № 3(25). С. 18–24
7. Госкомстат СССР. Население СССР: По данным Всесоюзной переписи населения 1989 г. М.: Финансы и статистика, 1990. 45 с.
8. Сводные итоги Всероссийской переписи населения 2010 года [Электронный ресурс]. http://www.gks.ru/free_doc/new_site/perepis2010/croc/Documents/Vol1/pub-01-06.pdf/ (дата обращения 09.11.2015).
9. Симакова Т.В., Олейник А.М. Формирование территорий устойчивого развития: методика и практика землеустройства и градостроительства // Агропродовольственная политика России. 2015. № 5(17). С. 24–27.
10. Полкова А.В. Современные проблемы градостроительства малых городов Сибири // Труды Братского государственного университета. Серия: естественные и инженерные науки. 2009. № 2. С. 160–162.
11. Яргина З.Н., Яргин С.В. Два ядра вместо одного центра // Архитектура и строительство Москвы. 2009. № 3. С. 54–58.
12. Брусс Е.А. Инновационный подход к развитию строительной сферы // Новый университет. Серия: экономика и право. 2015. № 6(52). С. 59–61.

DEVELOPMENT AND IMPROVEMENT OF TOWN-PLANNING ACTIVITY

A.A. Podolsky, V.N. Umanets

Keywords: Urban Development Code; urban development; infrastructure development; entrepreneurship; city progress

Abstract. The article is devoted to problems of urban development activities and to identify reasons for delaying its development, such as excessive chaotic urban growth of the federal and regional level and the weak development of small cities and towns, as well as finding solutions to address them, and the introduction of new advanced technologies in the sphere of urban development activities.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ ПРИ ИХ УКРЕПЛЕНИИ НЕОРГАНИЧЕСКИМИ ВЯЖУЩИМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Н.О. Милютин^{1*}, В.М. Коломенский², В.М. Кнатько³, М.А. Лаздовская⁴

^{1,2}магистрант, каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого;

³докт. техн. наук, зам. директора по науке ООО «НТЦ «Технологии XXI века»;

⁴ст. преп. Института Наук о Земле, СПбГУ

Ключевые слова: укрепление грунтов; теория синтеза; неорганические вяжущие вещества; модифицирующие добавки; дорожное строительство

Аннотация. Проведено исследование влияния гранулометрического состава глинистых грунтов на эффективность укрепления данных грунтов комплексом неорганических вяжущих веществ. Получены экспериментальные зависимости изменения прочности укрепленных глинистых грунтов во времени, доказывающие целесообразность использования данного метода укрепления грунтов в дорожном строительстве.

Введение

При постройке автомобильных дорог, автостоянок, взлетно-посадочных полос и вертолетных площадок, детских и спортивных площадок, проведении рекультивационных мероприятий в районах, недостаточно обеспеченных местными каменными материалами, экономически целесообразно применять местные грунты, укрепленные различными вяжущими материалами. При этом особое значение имеют технологии, рассчитанные на использование неорганических вяжущих веществ, как наиболее дешевых и широко используемых в строительной практике; в частности, такими вяжущими веществами являются различные виды цементов.

Впервые в нашей стране для укрепления грунта цемент начали применять в 1927 г. в Ленинградском дорожно-исследовательском бюро, а позднее в лабораториях ДорНИИ и ЦИАТ были проведены соответствующие исследования, подтвердившие высокую эффективность данной технологии [1]. После этого цемент обрел широкое использование в сфере устройства асфальтобетонных покрытий. Зарубежные технологии укрепления грунтов вяжущими материалами также начали развиваться и внедряться в дорожное строительство в начале 20-го века. В США цементный грунт использовался для выполнения покрытия проселочных дорог. В Англии, Бельгии, Голландии и других европейских странах этот метод обрел широкое распространение после Второй мировой войны [2].

Исследованием воздействия добавок цемента на улучшение прочностных свойств грунтов занимались многие ученые, которые выявили основные закономерности стабилизации грунтов данным методом [1–5].

На сегодняшний день при укреплении глинистых грунтов добавками цемента на эффективность вяжущего вещества негативное влияние оказывает ряд факторов. В частности, содержание в грунте органических веществ и миграционноактивных форм оксидов (SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 и т.д.), выполняющих функцию кислотного буфера, что ухудшает условия формирования цементного камня в результате снижения pH среды взаимодействующей системы: реагент – грунт. Для снижения негативного влияния указанных факторов применяются различные модифицирующие добавки, позволяющие регулировать в заданных пределах реакцию среды грунта ($\text{pH} = 7\text{--}10$), что доказывает теория синтеза вяжущих веществ (ТСВВ) [6–8]. При обработке глинистых грунтов добавками щелочных реагентов происходит интенсивный щелочной гидролиз (при

pH >10–12) глинистых минералов, сопровождающийся экстрагированием из их кристаллических решеток нанодисперсных кремнезема, глинозема, гидроксидов железа и других элементов. Таким образом, глинистая порода преобразуется в высокодисперсную минерально-матричную систему, характеризующуюся предельным неравновесным состоянием и повышенной химической активностью, а также сорбционной емкостью за счет образования новых фаз коллоидно-дисперсной и золь-гелевой. В сформировавшейся системе происходят процессы синтеза неорганических вяжущих веществ [9, 10]. ТСВВ включает пять стадий химических и физико-химических процессов, в результате осуществления которых синтезируется неорганическое вяжущее вещество и формируется синтетический алюмосиликатный полимер на основе минеральных ресурсов дисперсного грунта и добавок химических реагентов [8]. Высокая положительная роль нанодисперсных элементов в технологиях укрепления глинистых грунтов с использованием добавок таких химических реагентов как известь и цемент в комплексных способах описывается в работах [7, 9, 11].

В качестве модифицирующей добавки при укреплении грунтов цементом используются гидролизованные алюмосиликаты, обеспечивающие функцию минеральной комплексообразующей добавки (МКД), изготовленной по специальной технологии, разработанной в ООО «НТЦ «Технологии XXI века». В отличие от импортных аналогов данная добавка создана с учетом геологических и климатических особенностей Северо-Западного региона и значительно дешевле.

Добавка МКД способствует устранению негативного влияния факторов, обуславливающих кислотное буферное действие грунта, и тем самым обеспечивает повышение прочности и водостойчивости укрепленного цементом грунта.

На результат укрепления грунта неорганическими вяжущими веществами влияет ряд факторов: соотношение добавок цемента и МКД, минеральный состав глинистой фракции грунта, гранулометрический состав грунта, в частности, соотношение скелетных, пылеватых и глинистых частиц, содержание и вид органических гуминовых веществ, реакция среды (pH) и степень увлажнения приготовленной смеси реагент-грунт, а также режим уплотнения материала и условия его твердения.

Целью данной работы является определение степени эффективности использованных химических реагентов – смеси МКД и цемента, по отношению к глинистым грунтам разного гранулометрического состава при их укреплении для дорожного строительства.

Для достижения данной поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. определение гранулометрического состава отобранных образцов глинистых грунтов;
2. изготовление и испытание образцов ГУТ (грунт укрепленный техногенный);
3. анализ полученных данных.

Полученные результаты могут быть использованы для дальнейшей работы над улучшением состава смесей, используемых для стабилизации грунтов в строительстве.

Методика проведения исследования

Для определения степени оптимальности грунтов при их укреплении были исследованы 4 разновидности глинистых грунтов, которые были отобраны сотрудниками ООО «СУ-299» при проведении инженерно-геологических изысканий на различных площадках Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Согласно ГОСТ 12536 [12], был определен гранулометрический состав образцов грунта, приведенный в табл. 1.

Таблица 1. Гранулометрический состав исследуемых грунтов

№ грунта	Размер частиц, мм										
	Гранулометрический состав грунта, %										
	Галька, щебень	Гравий, дресва		Песок					Пыль		Глина
	>10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,002	<0,002
1	-	-	-	-	6,2	15,8	20,5	22,0	15,8	15,8	3,9
2	-	-	-	-	1,0	8,7	24,2	12,6	21,8	19,8	10,9
3	-	-	-	-	4,8	4,8	3,5	1,4	5,0	51,3	29,2
4	-	-	-	-	0,2	0,3	0,6	0,1	17,8	39,5	41,5

В соответствии с классификацией грунтов В.В. Охотина [13] исследуемые грунты были классифицированы следующим образом:

1. супесь легкая;
2. суглинок легкий пылеватый;
3. суглинок тяжелый пылеватый;
4. глина пылеватая.

На основе исследуемых глинистых грунтов были изготовлены 4 серии образцов ГУТ, в состав компонентов смесей которых входили МКД и портландцемент марки М 400 в следующем соотношении: грунт – 70 %, МКД – 15 %, цемент – 15 %.

Образцы ГУТ изготавливались по следующей методике: глинистые грунты совмещались с заданными количествами МКД и цемента, компоненты перемешивались до получения однородной тугопластичной массы, пригодной для формования образцов. Далее формируемый материал закладывался в специальную металлическую цилиндрическую форму и уплотнялся статической нагрузкой 20 кг/см² в течение двух минут.

В каждой серии было изготовлено по 12 образцов. После изготовления образцы помещались в эксикатор (камера с влажностью 100 %) [14]. Через 3, 7 и 14 суток твердения образцы ГУТ подвергались испытаниям на прочность на одноосное сжатие (в соответствии с ГОСТ 26447-85 [15]) после эксикаторного хранения ($R_{\text{э}}$, кгс/см²) и в водонасыщенном состоянии ($R_{\text{в}}$, кгс/см²) после суточного выдерживания в воде, что позволяло устанавливать показатель водоустойчивости образцов, характеризуемый коэффициентом водоустойчивости, определяемым следующим соотношением (уравнение 1):

$$K_{\text{в}} = \frac{R_{\text{в}}}{R_{\text{э}}} \quad (1),$$

где:

$K_{\text{в}}$ – показатель водоустойчивости;

$R_{\text{в}}$ – прочность в водонасыщенном состоянии;

$R_{\text{э}}$ – прочность после эксикаторного хранения.

Параллельно на протяжении всего периода испытаний в указанные сроки твердения определялись плотность образцов (ρ , г/см³) в соответствии ГОСТ 518084 [16] и степень водонасыщения образцов (G , %), характеризующаяся увеличением массы образца после выдерживания его в воде в течение 1 суток.

Результаты и их обсуждение

Усредненные результаты испытаний на прочность, водостойчивость и степень водонасыщения образцов ГУТ по 4-м сериям приведены в табл. 2 и на рис. 1.

Анализируя полученные данные, следует обратить внимание на несколько выявленных закономерностей. Прочностные показатели образцов ГУТ всех серий после эксикаторного хранения и в водонасыщенном состоянии планомерно возрастают с течением времени, но четко прослеживается влияние гранулометрического состава. Таким образом, за весь период испытания образцы ГУТ, изготовленные из суглинка легкого пылеватого, набирают прочность интенсивнее образцов ГУТ 3-х других серий. Прочность образцов серии № 2 после эксикаторного хранения увеличилась в 2,4 раза за время от 3 до 14 суток, а прочность образцов серий №№ 1, 3, 4 – в среднем в 1,7 раз.

Таблица 2. Результаты испытаний образцов ГУТ

№ серии	Предел прочности в сухом состоянии (R_z , кгс/см ²) и в водонасыщенном состоянии (R_v , кгс/см ²), плотность (ρ , г/см ³), коэффициент водостойчивости (K_v , д.ед.), степень водонасыщения (G , %) после 3, 7 и 14 суток эксикаторного хранения								
	3 суток			7 суток			14 суток		
	R_z/ρ	R_v	K_v/G	R_z/ρ	R_v	K_v/G	R_z/ρ	R_v	K_v/G
1	8,4 /1,94	5,4	0,64/3,4	11,6 /1,96	8,0	0,69/2,7	14,2 /2,00	10,2	0,72/0,7
2	10,5 /1,95	7,2	0,69/4,3	18,6 /1,98	13,2	0,71/3,8	25,1 /2,00	19,3	0,77/2,2
3	9,2 /1,97	6,4	0,70/2,5	12,8 /1,97	9,1	0,71/1,3	15,3 /1,97	10,8	0,71/1,7
4	4,7 /1,89	3,3	0,70/2,3	7,2 /1,90	5,0	0,70/1,9	8,5 /1,91	6,0	0,70/1,4

Степень водонасыщения образцов ГУТ всех серий составляет в среднем 2,4 %, что является хорошим результатом, показывающим низкую водопроницаемость образцов при их укреплении используемыми химическими реагентами. Коэффициент водостойчивости увеличивается с течением времени или остается неизменным, как в случае с образцами ГУТ серии № 4, что говорит о высокой водостойчивости полученных образцов, укрепленных смесью МКД и цемента.

Таким образом, результаты проведенного исследования показывают, что данный метод укрепления грунтов пригоден для использования в дорожном строительстве, т.к. наблюдается тенденция роста прочностных показателей образцов ГУТ в течение всего периода проведения эксперимента. Необходимо отметить, что использование данной технологии укрепления грунтов для дорожного строительства позволяет сократить срок проведения строительных работ по сравнению с традиционными методами строительства, т.к. вместо привозного материала (песок, щебень) в конструкции основания или покрытия объекта используется укрепленный местный грунт с заданными

характеристиками, что в свою очередь приводит к экономической выгоде за счет сокращения затрат на строительные материалы и их транспортировку, а также уменьшения объемов земляных работ.

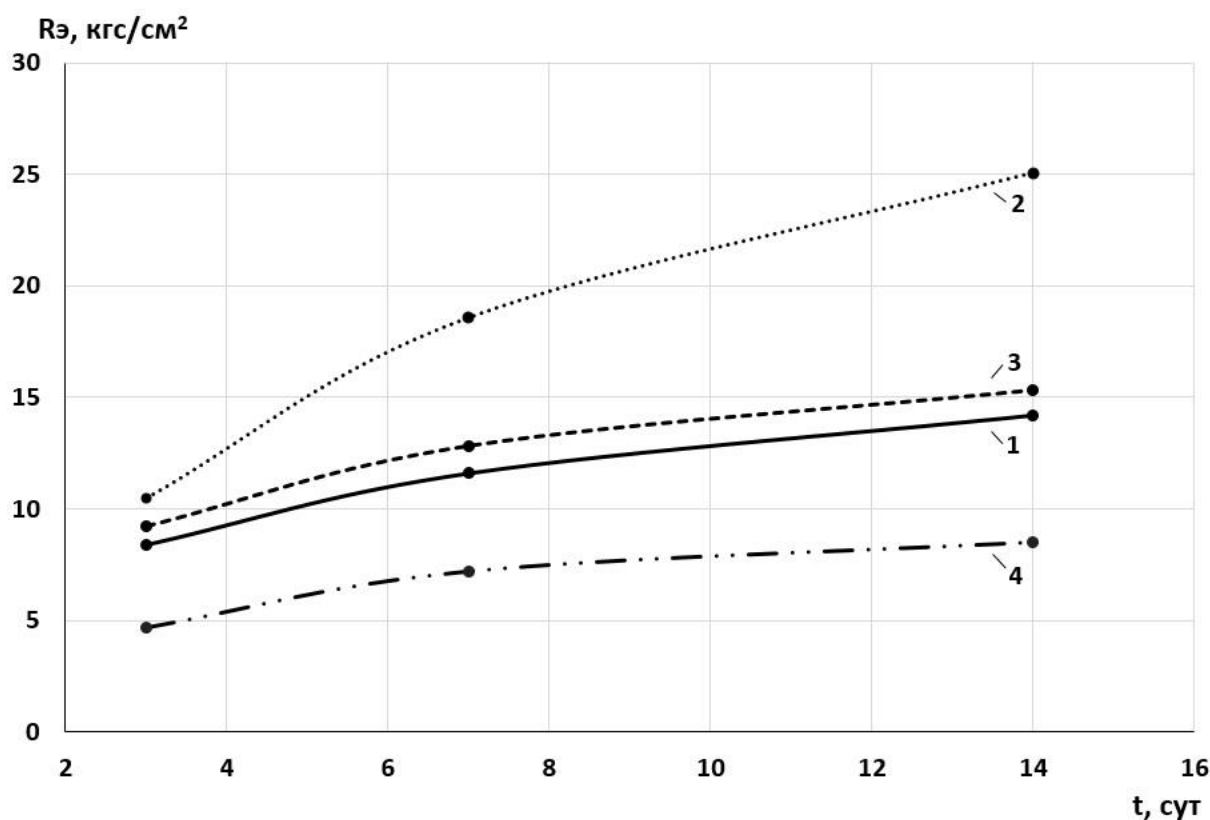


Рис. 1. Кинетика изменения прочности образцов ГУТ во времени.

Экспериментальные кривые, полученные на основе глинистых грунтов:

- 1 – супесь легкая; 2 – суглинок легкий пылеватый;
- суглинок тяжелый пылеватый; 4 – глина пылеватая

Однако, в связи с тем, что обнаружено влияние гранулометрического состава глинистых грунтов на степень изменения прочностных свойств при их укреплении одинаковым составом, целесообразнее применять различные смеси компонентов укрепляющих веществ для получения более высоких прочностных показателей в зависимости от типа грунта. Также следует учитывать ряд других факторов, о которых говорилось ранее, и рассматривать их влияние на укрепление грунтов неорганическими вяжущими веществами в сумме.

Заключение

1. Полученные прочностные показатели образцов ГУТ, изготовленных на основе 4-х разновидностей глинистых грунтов, свидетельствуют о том, что выбранная рецептура состава смесей является пригодной для укрепления грунтов, т.к. наблюдается четкая тенденция увеличения прочности образцов во времени.

2. Наименьшие прочностные показатели были получены для образцов ГУТ серии №4, изготовленных на основе глины пылеватой. Это можно объяснить высоким содержанием глинистых частиц, которые оказывают пластифицирующее воздействие на систему реагент – грунт, и низким содержанием скелетной составляющей.

3. Высокие прочностные показатели были получены для образцов ГУТ серии №2, изготовленных из суглинка легкого пылеватого, а значит выбранное соотношение

реагентов смеси имеет наиболее эффективное влияние при достаточном количестве песчаных частиц (46,5 %) и небольшом, для суглинка, проценте (10,9 %) глинистой составляющей.

Список источников

1. Безрук В.М. Укрепление грунтов в дорожном и аэродромном строительстве. М.: Изд-во Транспорт, 1971. 247 с.
2. Венюа М. Цементы и бетоны в строительстве. М.: Изд-во Стройиздат, 1980. 410 с.
3. Безрук В.М. Теоретические основы укрепления грунтов цементами. М.: Изд-во Автостройиздат, 1956. 241 с.
4. Гончарова Л.В. Основы искусственного улучшения грунтов (техническая мелиорация). М.: Изд-во МГУ, 1973. 373 с.
5. Безрук В.М. Укрепленные грунты. М.: Изд-во Транспорт, 1982. 231 с.
6. Кнатько В.М. Укрепление дисперсных грунтов путем синтеза неорганических вяжущих веществ. Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. 272 с.
7. Кнатько В.М. Теория синтеза неорганических вяжущих веществ в дисперсных грунтах. Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. 92 с.
8. Колбас Н.С. Вопросы теории комплексного укрепления грунтов вяжущими материалами с применением лесохимических реагентов и отходов промышленности. Л.: Изд-во ЛГУ, 1978. 184 с.
9. Кнатько В.М., Щербакова Е.В., Кнатько М.В. Элементы нанотехнологий в комплексных методах укрепления глинистых грунтов и производстве алюмосиликатных гидроизоляционных материалов // Вестн. СПбГУ. Сер. 7. 2008. № 4. С. 82–85.
10. Петрогенетическая модель формирования глинистых пород и их разрушения водой. / В.М. Кнатько, Т.Г. Полищук, Е.В. Щербакова, М.В. Кнатько // Вестн. СПбГУ. Сер. 7. 2009. № 4. С. 54–57.
11. Уникальные свойства глинистых пород и их роль для формирования теоретических основ искусственного литогенеза и инженерной геоэкологии / В.М. Кнатько, Е.В. Щербакова, М.В. Кнатько и др. // Вестн. СПбГУ. Сер. 7. 2002. вып. 4 (№31). С. 16–24.
12. ГОСТ 12536 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
13. Охотин В.В. Гранулометрическая классификация грунтов на основе физических и механических свойств. Л.: Изд-во ОГИЗ Ленгострансиздат, 1933. 72 с.
14. Артюхина Г.И., Симонова А.С. Укрепление грунтов неорганическими вяжущими материалами: метод. указ. СПб: Изд-во СПбГАСУ, 2012. 16 с.
15. ГОСТ 26447-85 Породы горные. Метод определения механических свойств глинистых пород при одноосном сжатии.
16. ГОСТ 5180-84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.

INVESTIGATION THE DEGREE OF INFLUENCE CLAYEY SOILS GRANULOMETRIC COMPOSITION UNDER ITS STABILIZATION BY THE INORGANIC ASTRINGENT SUBSTANCES

N.O. Miliutina, V.M. Kolomenskiy, V.M. Knatko, M.A. Lazdovskaya

Keywords: soil stabilization; synthesis theory; inorganic astringent substances; modifying agents; road construction

Abstract. Investigation the influence a grading of clayey soils on the effectiveness of soil stabilization by complex of inorganic astringent substances was carried out. Experimental dependence on temporal changes of the stabilized clay soil strength was achieved, proving the practicability of using this method of soil stabilization in road construction.

ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ

К.В. Антонов^{1*}, Т.Л. Симанкина²

¹магистрант, каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого;

²канд. тех. наук, доц. каф. СУЗиС, ИСИ, СПбПУ Петра Великого

Ключевые слова: нормирование в строительстве; профессиональные стандарты; организация строительства; эффективность строительного производства

Аннотация. В работе проводится сравнительный анализ отечественного и зарубежного опыта в совершенствовании строительного законодательства и приводятся рациональные рекомендации по формированию профессиональных стандартов строительных бригад. В настоящее время подготовлена соответствующая нормативно-правовая база для модернизации ЕТКС и ЕКС на основе интеграции профессиональных стандартов. Образовательным учреждениям и государственным структурам следует рассматривать профессиональные стандарты как путь повышения качества программ образования и обучения. Национальным профессиональным стандартам необходимо шире охватывать требования к квалификации рабочих. Разработка профессиональных стандартов позволит строительной и сопутствующей ей сферам наиболее адекватно и оптимально удовлетворить потребности в грамотных и квалифицированных специалистах.

Введение

Одной из причин низкого качества строительства является низкая квалификация (в ряде случаев и её отсутствие) рабочих, деятельность которых, ввиду недостатка необходимых знаний и навыков, приводит к нарушениям технологий строительного производства [1].

В идеале строительная бригада должна состоять из квалифицированных рабочих, выполняющих однородные виды работ или смежные. То есть, качество выполненных работ напрямую зависит от профессионализма бригады, как в целом, так и в зависимости от квалификации отдельных рабочих [2].

В послании Президента РФ Путина В.В. Федеральному Собранию от 9 декабря 2013 года говорится, что большая роль в качественном развитии экономики принадлежит новым профессиональным стандартам, утвердить которые за два года должен Национальный совет профессиональных квалификаций. Также было добавлено, что в работе Национального совета должны принять участие ведущие деловые объединения и профессиональные ассоциации [3].

Цель данной работы состоит в проведении сравнительного анализа отечественных и зарубежных профессиональных стандартов с выявлением отличительных особенностей и разработке рекомендаций по модернизации и внедрению стандартов.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

1. провести анализ современного состояния нормирования в области профессиональных стандартов;
2. провести сравнительный анализ отечественных и зарубежных профессиональных стандартов;
3. разработать предложения по развитию системы профессиональных стандартов.

Результаты и обсуждение

На сегодняшний день в Российской Федерации существуют два апробированных и хорошо зарекомендовавших себя квалификационных справочника – Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих (далее – ЕТКС) и Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих (далее – ЕКС) [2, 3]. ЕТКС разрабатывался в 1968-1969 годах, модернизация и обновления сборников была проведена в 1984-1986 годах. С 1999 года началась разработка новых выпусков. В настоящее время во многих организациях одновременно действует часть выпусков ЕТКС, утвержденных в 1984-1986 годах, разработанных применительно к шестиразрядной тарифной сетке, а часть выпусков, утвержденных с 1999 по 2008 года, разработанных применительно к восьмиразрядной сетке.

Описание каждого разряда профессии в ЕТКС 1984 года состоит из трех разделов:

- «характеристика работ» (определяет вид работ, который может выполнять рабочий);
- «должен знать» (содержит перечень знаний и навыков, которыми должен обладать рабочий);
- примеры работ.

При присвоении квалификационного разряда рабочий должен ответить на все вопросы, предусмотренные в квалификационной характеристике разделом "Должен знать", а также соответствующими пунктами "Введения" исполнить не менее трех разновидностей работ, указанных в разделе "Примеры работ", и выполнить при этом действующие нормы выработки при качестве продукции, отвечающей требованиям действующих условий на производство и приемку работ [4, 5].

В настоящее время в России подготовлена соответствующая нормативно-правовая база для модернизации ЕТКС и ЕКС на основе интеграции профессиональных стандартов.

Профессиональный стандарт – это многофункциональный нормативный документ, системно раскрывающий содержание трудовой деятельности работников и требования к их компетенциям для конкретной области профессиональной деятельности [6].

За два года был разработан ряд профессиональных стандартов, в которых имеет место новый подход к структуре нормирования. В стандарт были включены такие разделы как «Требования к образованию и обучению», «Требования к опыту практической работы», «Особые условия допуска к работе» [7].

Большинство экспертов в области квалификационных стандартов давно пришли к мнению, что изменяющийся рынок труда требует постоянного развития профессиональных навыков и компетенций работника, а квалификационные справочники, в свою очередь, постепенно устаревают и не соответствуют действительности. В течение последних 20-ти лет более чем в 100 странах мира идет работа в области создания и внедрения национальных квалификационных структур и общенациональных профессиональных стандартов. В этот список входят экономически развитые страны, страны Азии и Латинской Америки, Центральной и Восточной Европы, бывшие советские республики. [8-11].

Исходя из проведенного анализа, Австралия более основательно подходит к вопросам разработки и внедрения квалификационных стандартов. Регламентирующими профессиональную деятельность в Австралии документами являются Australian Qualifications Framework (Австралийская рамка квалификаций) и Training Packages (Профессиональные стандарты). Последний содержит перечень требований, необходимых для выполнения работ [12].

В Европейском союзе основным документом, содержащим квалификационные стандарты, является Европейская квалификационная система, представляющая собой восьмьюуровневую квалификационную сетку, где уровень – аналог отечественного понятия «разряда» [13].

В Российской Федерации преимущественное участие в разработке стандартов принимает Министерство труда и Минсоцразвития. В Австралии же участвуют такие организации как: Советы по отраслевым квалификациям, Департамент образования нации и профессиональной подготовки, Национальный Совет по качеству, Министерский совет, Национальный координационный комитет по реализации. В Канаде – Отраслевые Советы, Канадский совет развития трудовых ресурсов и Департамент людских ресурсов [14].

Однако, профессиональные стандарты, предлагаемые Отраслевыми советами, не являются обязательными, поэтому в зарубежных странах ведется активная пропаганда и мотивация использования стандартов. Например, в Канаде пропаганду ведет само правительство Канады и Департамент людских ресурсов. Касательно мотивации, в Великобритании есть Система регистрации фирм проверенного качества.

Также в зарубежных странах существуют образовательные программы, повышающие качество профессиональной подготовки. К примеру, в Канаде и по сей день действует программа «Красная печать», которая была введена в действие ещё в 50-ых годах [14].

Говоря о самой структуре профессиональных стандартов, следует отметить, что между отечественным и зарубежным содержанием текста стандарта имеют место кардинальные различия.

Австралийские Профессиональные стандарты состоят из следующих разделов:

- описание;
- требования к компетентности;
- используемые ресурсы;
- руководство по проверке знаний;
- ключевые обязанности.

Пункт «Руководство по проверке знаний» включает в себя требования к основным знаниям и навыкам, используемым ресурсам для выполнения работ, методы контроля знания, а также необходимые знания стандартов. К примеру, в профессиональном стандарте для профессии «Отделочник» есть ссылки на стандарты «Использование ручных и механических инструментов», «Ручные конструкционные материалы и безопасная уборка мусора». Раздел «Ключевые обязанности» представляет собой таблицу (табл.1), включающую в себя профессиональные обязанности рабочего, с указанием степени важности данной обязанности (содержит прочерк либо цифры от 1 до 2) [12].

Таблица 1. Пример ключевых обязанностей для профессии «Отделочник»

№	Ключевая обязанность	Степень важности
1.	Сбор, анализ и упорядочивание информации	1
2.	Передача идей и информации	-
3.	Планирование и организация деятельности	1
4.	Работа в команде	-
5.	Решение проблем	2
6.	Использование математических идей и методов	-
7.	Использование технологий	2

В работе проведен сравнительный анализ отечественных и зарубежных структур профессионального стандарта по ряду ключевых характеристик. Результаты представлены в таблице 2.

На основе проведенного анализа (табл. 2) стоит отметить, что наиболее полный набор характеристик содержит профессиональный стандарт Великобритании, затем Германии. Что касается отечественных нормативов, то налицо изменения, произошедшие с момента их разработки к настоящему периоду. Однако, отсутствуют требования к видам и уровням ответственности, компетентности и виду оценки компетенции.

В соответствии с [15], профессиональные стандарты должны применяться работодателями при формировании кадровой политики и в управлении персоналом, при организации обучения и аттестации работников, разработке должностных инструкций, тарификации работ, присвоении тарифных разрядов работникам и установлении систем оплаты труда с учетом особенностей организации производства, труда и управления.

Таблица 2. Сравнение отечественных и зарубежных структур профессионального стандарта

Ключевые характеристики профессионального стандарта	Россия		США	Германия	Великобритания	Франция	Нидерланды	Чехия	Словакия
	1986	2014							
Код профессии	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Описание видов деятельности	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Требования к видам и уровням ответственности	-	-	+	-	+	-	+	+	+
Требования к компетентности	-	-	-	+	+	-	+	-	-
Требования к профессиональному образованию и обучению	-	+	+	+	+	-	+	+	-
Требования к опыту работы	-	+	-	+	+	+	-	-	-
Требования к виду оценки компетенции	-	-	-	+	+	+	+	-	-
Требования к должностным обязанностям	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Особые требования	-	+	+	+	+	+	-	-	-

Учитывая международный опыт подхода к вопросу развития национальных систем квалификационных стандартов, для разработки профессиональных стандартов, соответствующие современным условиям труда, необходимо привлечь большой круг участников (правительство, профессиональные союзы, предприятия, профессиональные или технические ассоциации, образовательные учреждения и т.д.). Но, безусловно, лидерство нужно предоставить работодателям. В свою очередь, работодателю необходимо видеть перспективу увеличения производительности труда, то есть должна быть уверенность в том, что потенциальные работники после окончания учебного заведения имеют хорошую подготовку.

Заключение

Образовательным учреждениям и государственным структурам следует рассматривать профессиональные стандарты как путь повышения качества программ образования и обучения.

Национальным профессиональным стандартам необходимо шире охватывать требования к квалификации рабочих. Разработка профессиональных стандартов позволит строительной и сопутствующей ей сферам наиболее адекватно и оптимально удовлетворить потребности в грамотных и квалифицированных специалистах.

Список источников

1. Панов Н. Догнать и перегнать Азию. Опрос // Строительный Еженедельник. 2014. № 617. С. 12.
2. Антонов К.В. Исследование моделей формирования строительных бригад в современных условиях // Научно-исследовательская работа студентов СПбГАСУ: сб. научных трудов студентов победителей конкурса грантов 2014 г. СПб.: Изд-во СПбГАСУ, 2014. С. 102–105.
3. Послание Президента Федеральному Собранию от 12.12.2013 // Президент России [Электронный ресурс]. <http://www.kremlin.ru/news/19825> (Дата обращения: 21.12.2014).
4. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих. М., 1985.
5. Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих. М., 1998.
6. Зибарев Д. О развитии национальных квалификационных стандартов в Российской Федерации // Труд за рубежом. 2011 г. № 4.
7. Профессиональный стандарт. Машинист битумоплавильной передвижной установки. М., 2014.
8. Величко О. Экспертное мнение: Профессиональные стандарты на замену квалифицированным справочникам // Электронный журнал «Система успеха». 2012. №11. URL: <http://www.irbis-group.ru/content/view/7647/727/> (дата обращения: 13.04.2014)
9. Романович М.А., Симанкина Т.Л., Ильченко Д.П. Интегральная оценка рейтинга квалификации строительных рабочих // Промышленное и гражданское строительство. 2015. № 5. С. 73–77.
10. Панкина Г.В., Бабыкин С.В., Панкин Д.В. Анализ профессиональных стандартов // Компетентность. 2010. № 9. С. 14.
11. Круглый стол: «Профессиональный стандарт как основа повышения качества строительства» // Технология и организация строительного производства. 2012. № 1. С. 9–13.
12. Training Package for the Building and Construction Industry (2003) Australian National Training Authority.
13. The European Qualifications Framework for Lifelong Learning (2008) European Commission. Luxemburg: Office for Official Publications of the European Communities.
14. Прянишникова О.Д., Лейбович А.Н. Профессиональные стандарты: краткий обзор зарубежного опыта // Промышленник России. 2008. № 3. С. 38.
15. Правила разработки, утверждения и применения профессиональных стандартов, утвержденные постановлением Правительства Российской Федерации от 22.01.2013 № 23.

FEATURES OF MODERN PROFESSIONAL STANDARDS

K.V. Antonov, T.L. Simankina

Keywords: rationing in construction; professional standards; organization of construction; efficiency of building production

Abstract. This paper the comparative analysis of domestic and foreign experience in improvement of the construction legislation is carried out and rational recommendations about formation of professional standards of construction crews are provided. Currently the

corresponding standard and legal base for modernization of UTQH and UTQ on the basis of integration of professional standards is prepared. Educational institutions and government institutions should consider professional standards as a way of improvement the quality of education programs and training. National professional standards need to cover requirements to qualification of workers more widely. Development of professional standards will allow the construction and accompanying it spheres to satisfy most adequately and optimum needs for competent and qualified specialists.

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

А.Е. Ходаков^{1*}

¹магистрант, каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого

Ключевые слова: строительные отходы; утилизация отходов; сбор отходов; использование отходов; захоронение отходов

Аннотация. Проведен анализ практики обращения со строительными отходами в городе Санкт-Петербург. Анализ проведен на основании статистических данных Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, Санкт-Петербургского научного центра Российской академии наук. Проблемы управления в сфере сбора, сортировки и переработки строительных отходов в Санкт-Петербурге обусловлены значительными объемами его образования, темпами роста и отрицательным воздействием на окружающую среду.

Введение

В России захоронение строительного и бытового мусора производится путем его вывоза на свалки, имеющие водонепроницаемое основание, защищающее грунт и подземные воды от проникновения вредных продуктов распада. Данный вид захоронения подходит для утилизации загрязненного грунта, твердых бытовых и промышленных отходов, строительного мусора [1–3].

До 90-х годов прошлого века в СССР в системе Государственного комитета по материально-техническому снабжению использовалась система учета и переработки вторичного сырья. Ранее считалось, что использование вторичных материалов является перспективным направлением энергоресурсосбережения [1]. При переходе к условиям рыночной экономики в России в начале XXI века методы управления отходами, утвержденные при СССР, перестали использоваться, поскольку не были созданы условия, стимулирующие сбор и повторное использование вторичного сырья. Предприятия, занимающиеся переработкой вторичных материалов, стали акционерными обществами и частично перешли на другие более перспективные виды деятельности, что привело к резкому уменьшению сбора и использования вторичного сырья [1]. В свою очередь это привело к тому, что в настоящее время самым эффективным для России способом утилизации отходов считается его утилизация на мусоросжигательных заводах [4].

Правительство и общественность сходятся во мнении, что необходимы систематические изменения в системе управления отходами для уменьшения негативного влияния на окружающую среду и повышения эффективности использования природных ресурсов.

Строительство является материалоёмкой отраслью и потенциально открывает возможность замыкания на себе кругооборота ресурсов в хозяйственном комплексе региона, т. е., использования отходов других отраслей промышленности и социальной сферы. Образующиеся отходы и попутные продукты в различных отраслях хозяйственного комплекса и социальной сферы региона могут быть включены в хозяйственный оборот и использоваться в строительстве [5].

С другой стороны, строительный комплекс является поставщиком значительного количества вторичных строительных ресурсов (ВСР), которые после определённой переработки в дальнейшем можно использовать в качестве

полуфабрикатов и исходного сырья в строительстве, производстве строительных материалов, на предприятиях перерабатывающих отраслей промышленности. Кроме прямых экономических выгод предприятий, связанных с уменьшением материальных затрат на производство продукции при использовании ВСП, берегаются первичные сырьевые природные ресурсы, снижается потребность в утилизации и переработке ВСП, улучшается экологическая обстановка за счёт снижения количества отходов, подлежащих захоронению на свалках и полигонах [5, 6].

Целью данной работы является анализ системы управления строительными отходами в Санкт-Петербурге. Задачи работы состоят в том, чтобы проанализировать, в каких документах фигурируют строительные отходы и как их классифицируют, а также определить объемы образования, размещения, использования строительных отходов и их морфологический состав.

Классификация строительных отходов

На территории РФ обращение с отходами регулируется Федеральным Законом № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» [7]. К сожалению, понятие строительных отходов в данном законе не определено [8].

Действующий в настоящее время федеральный классификационный каталог отходов (далее - ФККО) [9] включает не все виды строительных отходов, а учтенные не выделены в отдельную группу. Существует лишь группа отходов, объединенных под наименованием «отходы коммерческого строительства и сноса зданий» в «Приложении А» ГОСТ 30775-2001 [10].

Распоряжением администрации Санкт-Петербурга «Об утверждении Правил обращения со строительными отходами в Санкт-Петербурге» строительными отходами называют отходы, образующиеся в процессе сноса, разборки, реконструкции, ремонта (в том числе капитального) или строительства зданий, сооружений, промышленных объектов, дорог, инженерных коммуникаций [11]. Строительные отходы относят к четвертому (IV) и пятому (V) классу опасности [12].

Строительные отходы России и Санкт-Петербурга

Основной объем образующихся строительных отходов (бетон, железобетон, кирпич, дерево) возможно использовать в качестве вторичных строительных ресурсов [13]. Инструкцией по повторному использованию изделий (оборудования и материалов) в жилищно-коммунальном хозяйстве (ВСН 39-83 (Р)), утвержденной приказом Государственного комитета по гражданскому строительству и архитектуре при Госстрое СССР от 26 декабря 1983 г. № 414, установлена система технических и организационных мероприятий по повторному использованию изделий (оборудования и материалов), получаемых от разборки строительных конструкций и демонтажа инженерного оборудования, жилых и коммунальных зданий при их капитальном ремонте, реконструкции и сносе [14].

В ежегодном государственном докладе «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2014 году» [15] экологические показатели представлены как в ретроспективе, так и в связке с динамикой важнейших экономических показателей Российской Федерации и ее субъектов. В этом же документе приведены данные по образованию строительных отходов в России за 2010-2014 г. (см. табл. 1).

Отходы строительства и сноса представляют собой одну из основных групп городских отходов Санкт-Петербурга. В 1999 г. их образовалось 700 тыс. т, а к 2008 г. этот показатель вырос почти втрое и превысил уровень 2 млн. т. В ближайшие годы в

связи с массовой реконструкцией и повсеместным сносом ветхого жилья ожидается ещё более резкий рост количества таких отходов [16].

Таблица 1. Образование строительных отходов в России (из [15])

Год	2010	2011	2012	2013	2014
Кол-во, млн. т	11,1	14,1	14,6	16,7	17,6

Согласно оценкам, отходы строительства и сноса составляют около половины (по массе) производимых за год отходов г. Санкт-Петербурга. В настоящее время часть отходов, образующихся в городе при строительстве и сносе зданий и сооружений, легально размещается на полигонах вместе с твёрдыми коммунальными отходами, что приводит к быстрому истощению ёмкости полигонов. Широко распространена также практика нелегального размещения таких отходов на несанкционированных свалках.

Некоторые косвенные сведения об образовании и размещении отходов строительства и сноса четвёртого и пятого классов опасности, отчётность по размещению и использованию которых строительные организации очень часто не желают представлять в статистические органы, можно извлечь из данных табл. 2. Из её данных следует, что вторичному использованию в Санкт-Петербурге подвергаются, главным образом, те отходы строительства и сноса, которые имеют пятый, т.е. самый низкий класс опасности [16].

Таблица 2. Сведения об образовании и размещении отходов строительства и сноса IV-V класса опасности в Санкт-Петербурге в 2009 г.

Класс опасности	Количество, тыс. т	Из них	
		Передано на использование, %	Передано на размещение, %
IV	390,9	11	89
V	749,7	62	38
Итого	1140,6		

Согласно сведениям, опубликованным в 2010 г. Комитетом по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга, основными не востребованными компонентами, образующимися в ходе строительства и сноса в Санкт-Петербурге, являются следующие виды отходов:

- бой железобетонных изделий и отходы железобетона в кусковой форме (класс опасности V) – около 19 масс. %;
- бой кирпичной кладки, образующийся при ремонте зданий и сооружений (класс опасности V) – около 9 масс. %;
- мусор строительный, образующийся при разборке зданий (класс опасности IV) – около 9 масс. %;
- отходы асфальтобетона и/или асфальтобетонной смеси в кусковой форме (класс опасности IV) – около 9 масс. %.

На эти виды отходов в настоящее время приходится примерно половина отходов строительства и сноса [16].

Динамика образования, использования и обезвреживания отходов производства и потребления, а также размещение отходов производства и потребления в Санкт-Петербурге показаны на рис. 1-2 [16].

Строительные отходы относят к категории отходов производства и потребления, поэтому косвенно можно сказать, что объёмы захоронения отходов

увеличиваются, также, как и объемы образования, а доля использования и обезвреживания отходов мала.

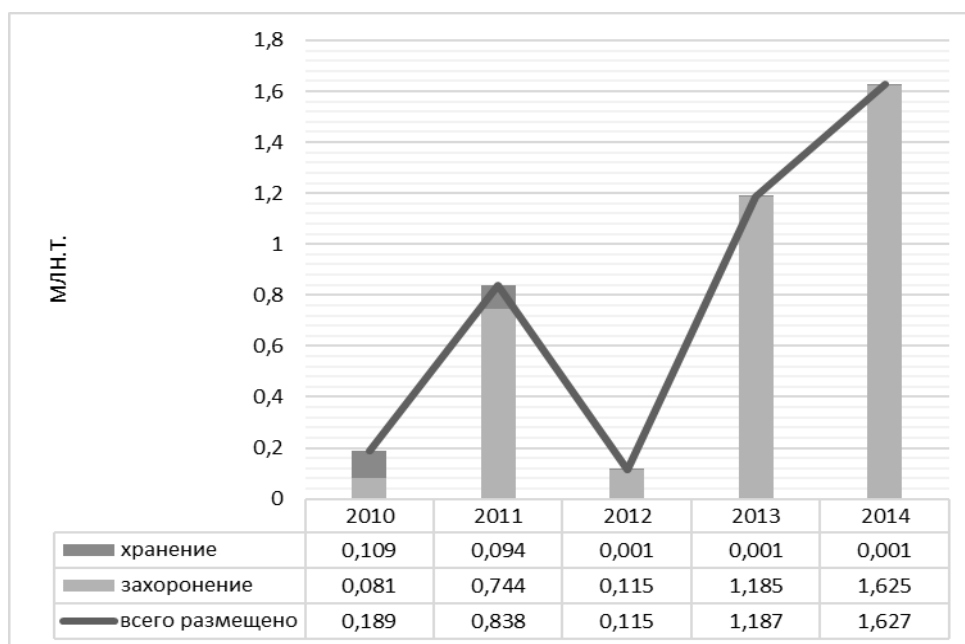


Рис. 1. Размещение отходов производства и потребления

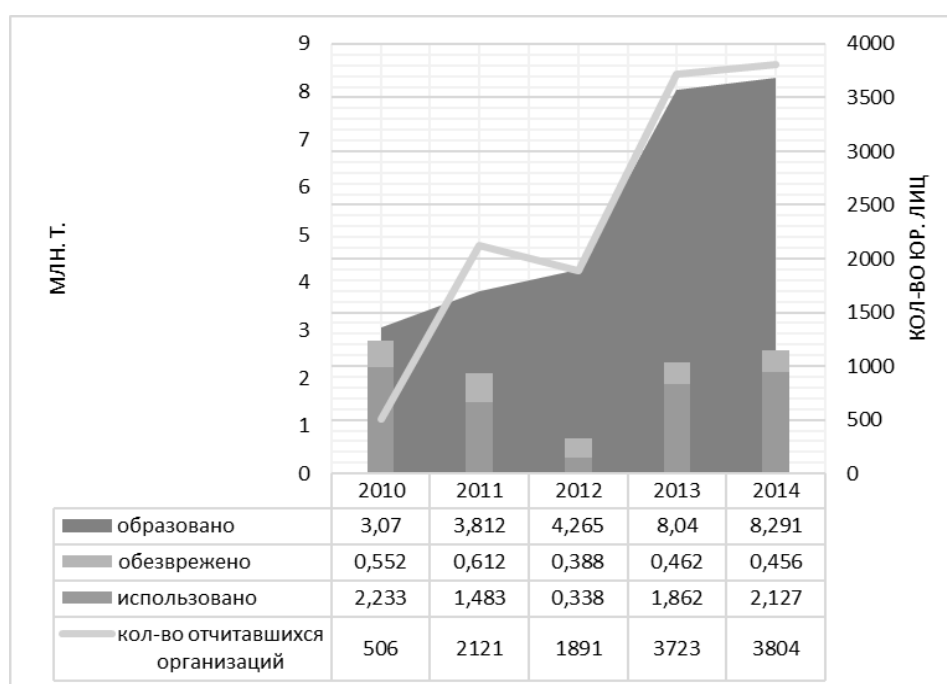


Рис. 2. Динамика образования, использования и обезвреживания отходов производства и потребления

Данные по морфологическому составу строительных отходов в долях, образовавшихся в Санкт-Петербурге в 2012 г., приведены на рис. 3 [17]. Как видно из рис. 3, на грунт приходится наибольшая доля строительных отходов (88 %), а на долю остальных видов отходов только 12 %, причем доля металла очень мала (менее 1 %). Это объясняется образованием большого количества избыточного грунта в результате землеройных работ.

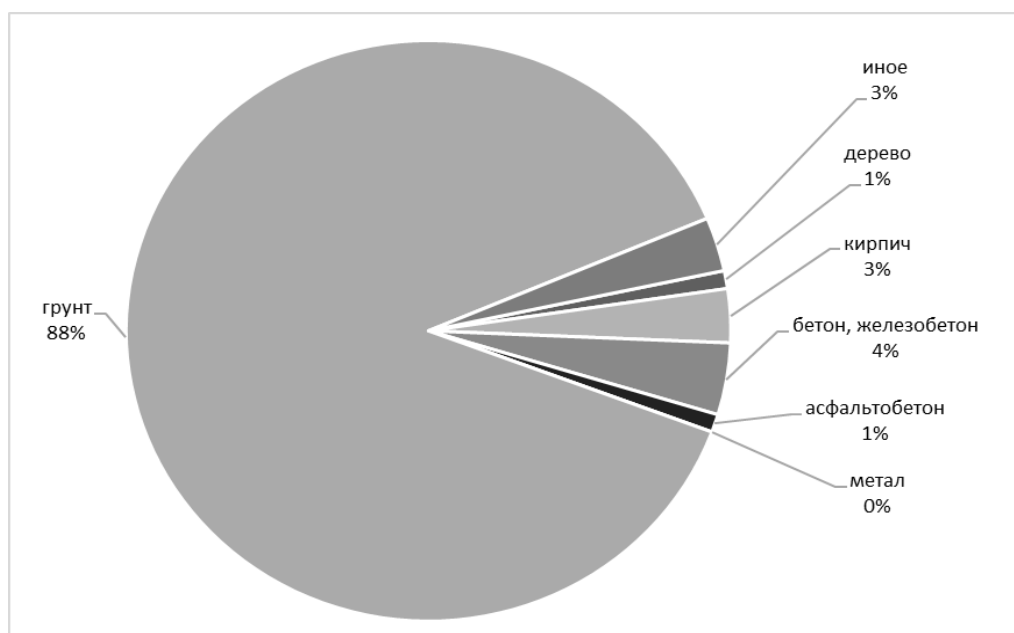


Рис. 3. Морфологический состав строительных отходов в долях, образовавшихся в Санкт-Петербурге в 2012 г. (по данным [17])

Заключение

Анализ системы управления строительными отходами в Санкт-Петербурге показал, что действующий в настоящее время федеральный классификационный каталог отходов включает не все виды строительных отходов, а учтенные – не выделены в отдельную группу. Существует лишь группа отходов, объединенных под наименованием «отходы коммерческого строительства и сноса зданий» в «Приложении А» ГОСТ 30775-2001.

Наблюдается тенденция к увеличению объемов образования строительных отходов, что должно стимулировать внедрение технологий по их переработке, а не только увеличение площадей полигонов для их захоронения. Такие строительные отходы как бетон, дерево, кирпич возможно использовать в качестве вторичных строительных ресурсов, что подтверждается, например, инструкцией по повторному использованию изделий (оборудования и материалов) в жилищно-коммунальном хозяйстве ВСН 39-83 (Р). Избыточный грунт направляют на использование при рекультивации карьеров и котлованов, предварительно его очистив от примесей.

Список источников

1. Бобович Б.Б., Девяткин В.В. Переработка отходов производства и потребления // Интернет Инжиниринг. 2000. С. 224–225.
2. Сезонное изменение состава бытовых отходов / Г. Денафас, Э. Камаревцевас, М. Хоффманн, В. Михайленко, С. Шмарин, Г. Мартин, М. Романов, Ю. Леднова, Ц. Туркадзе, Г. Абуладзе, Х. Людвиг // Твердые бытовые отходы. 2014, № 2 (92). С. 39–43.
3. Seasonal Variation of Municipal Solid Waste Generation and Composition in Four East European Cities / G. Denafas, T. Ruzgas, D. Martuzevičius, S. Shmarin, M. Hoffmann, V. Mykhaylenko, S. Ogorodnik, M. Romanov, E. Neguliaeva, A. Chusov, Ts. Turkadze, I. Bochoidze, Ch. Ludwig // Resources, Conservation and Recycling. 2014. vol. 89. Pp. 22–30.
4. Семенчук О.Н., Заркова Т.Ю. Проблема утилизации строительных отходов в городе Красноярске // Материалы 3-й Всероссийской научно-практической конференции с Международным участием «Биоэкологическое краеведение: мировые, российские и региональные проблемы», посвященной 85-летию юбилею Естественно-географического факультета (Самара, 14 ноября 2014 г.) Издательство: Поволжская государственная социально-гуманитарная академия, 2014. с. 100–108

5. Лопатин Н.А., Моторная А.И., Негуляева Е.Ю. Рециклинг отходов строительства как фактор ресурсосбережения в условиях глобального экологического кризиса // Сборник научных трудов 17-й Международной научно-практической конференции «Экономика, экология и общество России в 21-м столетии» (СПб, 19–20 мая 2015 г.). С. 364-366.
6. Lopatin N.A., Motornaja A.I., Neguliaeva E.Yu. The most effective crushing equipment and testing of recycled concrete aggregates // Строительство уникальных зданий и сооружений, 2015. Т. 10(37). С. 34–45.
7. Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 25.11.2013) «Об отходах производства и потребления».
8. Скорик Ю.И., Венцулис Л.С., Тисленко Е.В. Нормативная база обращения с отходами строительства и сноса в Российской Федерации // Региональная экология. СПб.: Изд-во ВВМ. 2010, № 4 (30). 119 с.
9. Приказ МПР РФ от 02.12.2002 N 786 (ред. от 30.07.2003) «Об утверждении федерального классификационного каталога отходов» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 09.01.2003 N 4107).
10. ГОСТ 30775-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов. Основные положения». М., 2006. 38 с.
11. Распоряжение Администрации Санкт-Петербурга об утверждении Правил обращения со строительными отходами в Санкт-Петербурге (с изменениями на 14 декабря 2006 года).
12. Приказ Росприроднадзора от 18.07.2014 N 445 (в ред. Приказов Росприроднадзора от 28.04.2015 N 360, от 20.07.2015 N 585) "Об утверждении федерального классификационного каталога отходов" (Зарегистрировано в Минюсте России 01.08.2014 N 33393).
13. Бычкова Е.И. От накопления отходов – к их использованию в качестве вторичного сырья // Экология производства. М.: Профессиональное изд-во, 2013. № 3. 96 с.
14. Приказ Госстроя СССР от 26.12.1983 N 414 «ВСН 39-83(р). Инструкция по повторному использованию изделий, оборудования и материалов в жилищно-коммунальном хозяйстве».
15. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2014 году» (ред. от 26.03.2015).
16. Долгосрочная целевая инвестиционная программа обращения с твёрдыми бытовыми и промышленными отходами в Санкт-Петербурге на 2012–2020 годы (разработана в связи с Постановлением Правительства Санкт-Петербурга от 29.05.2012 N 524).
17. Скочихина Т.В., Агаханянц П.Ф. Экологические аспекты переработки строительных отходов, образующихся на территории Санкт-Петербурга // Экология и рациональное природопользование агропромышленных регионов: сб. докл. Междунар. молодежной науч. конф. (Белгород, 12–14 нояб. 2013 г.) Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2013. 370 с.

ANALYSIS OF CONSTRUCTION WASTE MANAGEMENT IN SAINT-PETERSBURG

A.E. Khodakov

Keywords: construction waste; waste treatment; waste disposal; waste utilization; waste burial

Abstract. Analysis of construction waste management in Saint-Petersburg city was done. The analysis was made on base of statistical data of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation, the Federal Service for Supervision of Natural Resources, St. Petersburg Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Problems with waste management in Saint-Petersburg exist because of significant volumes of waste formation, temps of growth and negative environmental impacts.

ВНЕДРЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ТОЧНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

В.А. Дериземля^{1*}, В.Л. Баденко^{2*}

¹магистрант, каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого;

²докт. техн. наук, проф., каф. ВиГС, ИСИ, СПбПУ Петра Великого

Ключевые слова: геоинформационные системы; точное земледелие; пространственный анализ; ГИС-технологии

Аннотация. В работе рассматривается интеграция геоинформационных систем в точное земледелие на примере реального участка земли. Описана методика внедрения геоинформационной системы (ГИС), а также приведен анализ проделанной работы.

Введение

Ведение сельского хозяйства по своей сути во многом основано на географических подходах, и поэтому имеются многочисленные примеры по использованию ГИС-технологий для информационной поддержки принятия управленческих решений, особенно в полеводстве [1-2]. Успешно внедряются в практику управления сельхозпроизводством и смежные технологии – GPS, дистанционное зондирование, сенсоры для определения параметров сельскохозяйственных угодий и культур [3, 4]. Однако преимущества использования ГИС и родственных технологий ограничены в настоящее время рядом факторов, таких как недостаточность разработок геостатистических методов для выделения пространственных структур, проблемы в интеграции ГИС и моделей процессов и явлений на сельскохозяйственных полях, а также стоимость и трудоемкость полевых опытов [5]. Нахождение путей решения существующих проблем позволит улучшать системы сельхозпроизводства для построения системы устойчивого сельского хозяйства (sustainable agriculture) [6].

Классификацию ГИС-технологий для сельского хозяйства целесообразно провести по размеру изучаемой территории. Можно выделить следующие три уровня: глобальный (континентальный), национальный (региональный) и локальный (отдельное сельхозпредприятие). Именно этот – последний – уровень и будет рассматриваться в настоящей работе. При этом традиционно на сельхозпредприятиях агротехнические, агрохимические и другие мероприятия проводятся единообразно для всего поля. Однако такой подход не учитывает микрорельефность почвенного покрова, а также то, что биологическая потребность растения в питании в том или ином месте поля может изменяться [7]. Аналогичная ситуация возникает при обработке сельскохозяйственного поля одним способом, вне зависимости от реальной пространственной изменчивости (неоднородности) [8].

Решение указанных проблем в настоящее время ищется в рамках новой концепции, получившей название «аккуратное» или «точное» земледелие (precision farming, precision agriculture). Принципиальное отличие новой концепции состоит в том, что новая технология позволяет осуществлять на разных участках поля применение агротехнологий в строго нормированных дозах и только там, где они необходимы. Концепция точного земледелия предполагает широкое использование ГИС, GPS, дистанционного зондирования, а также робототехнических устройств сельскохозяйственного назначения [1, 4, 5, 8].

Место ГИС в технологиях точного земледелия

Итак, основной целью технологий точного земледелия является применение сельскохозяйственных мероприятий, связанных с посевом, внесением удобрений, пестицидов и т.д. внутри полей такими способами, которые оптимизируют доход предприятия и минимизируют воздействие на окружающую среду [11]. Эта цель достигается за счет интеграции

разнообразной информации сельхозпредприятия на основе комбинации ГИС с моделями агроэкосистем, технологиями дистанционного зондирования и GPS [12]. Важную роль здесь играют также технологии сбора пространственно-привязанных данных о параметрах почвы и посевов, агрохимических и агрофизических характеристиках полей, в том числе с помощью специальных сенсоров и беспилотных летательных аппаратов [10]. Общая схема технологии точного земледелия представлена на рис.1.

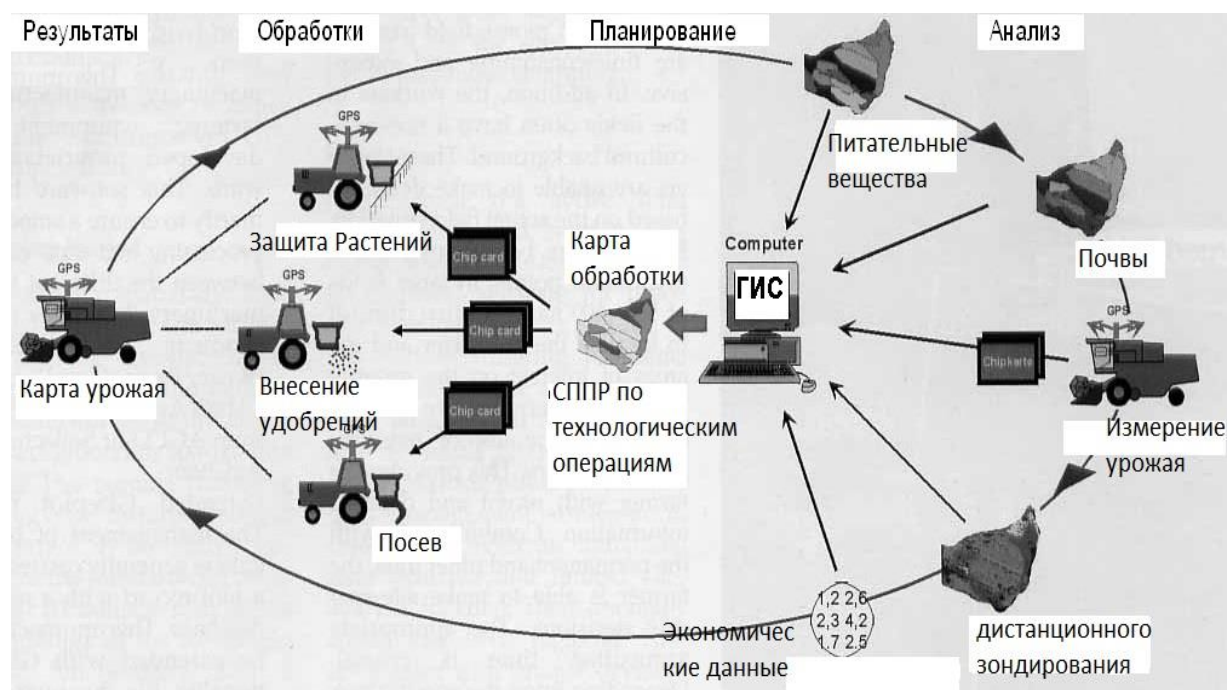


Рис. 1. Роль и место ГИС в технологиях точного земледелия

Как видно из рис. 1, в среде ГИС формируются пространственные базы данных (БД), интегрируя информацию, поступающую из множества источников на основе общей пространственной привязки. Далее в системе поддержки принятия решений формируются так называемые карты обработки (treatment maps), которые определяют, как следует обрабатывать каждую единицу управления на сельскохозяйственном поле. Карта обработки загружается в робототехническое устройство, находящееся на сельскохозяйственном агрегате (Chip card на рис. 1), а GPS позволяет контролировать положение агрегата на поле и определять, какая именно единица управления обрабатывается. Единицы управления определяют ту наименьшую площадь, которая будет рассматриваться как относительно однородный участок поля элементарный участок для обработки (применения агротехнологий). В БД ГИС единицы управления представлены площадными объектами, обычно имеющими одинаковые размеры [9].

Практика применения ГИС-технологий в точном земледелии позволяет классифицировать задачи, решаемые в среде ГИС следующим образом:

1. информационно-справочные задачи (формирование БД ГИС);
2. пространственный анализ (выделение однородных участков – единиц управления);
3. моделирование (интеграция ГИС и моделей для определения показателей агротехнологий на единицах управления);
4. анализ и принятие решений (анализ в среде ГИС эффективности различных агротехнологий);

Далее рассмотрены особенности геоинформационного обеспечения для решения каждого из указанного вида задач.

Информационно-справочные задачи

Применение ГИС-технологий в точном земледелии начинается с формирования БД ГИС по сельскохозяйственным полям, в первую очередь уточнения границ полей и их положения в пространстве. При этом в среде ГИС комбинируются технологии на основе дифференциальных GPS (DGPS) и данных дистанционного зондирования сверхвысокого разрешения. Нами использовался планшетный персональный компьютер вместе с DGPS, который может монтироваться на автомобиле "Нива". На этом же автомобиле установлен механизм для отбора почвенных образцов, что позволяет точно позиционировать соответствующие точки [10]. На рис. 2а представлен фрагмент БД ГИС (созданная в среде MapInfo, – показаны границы полей МОС совместно с космическим снимком, с каждым полем связаны атрибуты – результаты агрохимического обследования. Затем в среде ГИС на полях выделялись территориальные единицы управления, размеры которых определяются, в том числе, возможностями роботизированных сельхозагрегатов и экономическими соображениями, т.к. в пределах все участки поля должны обрабатываться по индивидуальной технологии. На рис. 2б показаны единицы управления для одного из полей (квадратной формы размером 50м x 50м) вместе с почвенными разностями на поле. Видна пестрота почвенного покрова даже для такого небольшого поля. На рис. 2б и 2в звездочками отмечены точки отбора образцов с целью определения физических и химических параметров, влияющих на агроценоз. На рис. 2б в окне информации показана часть этих параметров одного элементарного участка, а на рис. 2в – тематическая карта по одному из параметров – содержанию калия. Карты строились по каждому из параметров для демонстрации пространственной вариабельности параметров для лиц, принимающих решения.

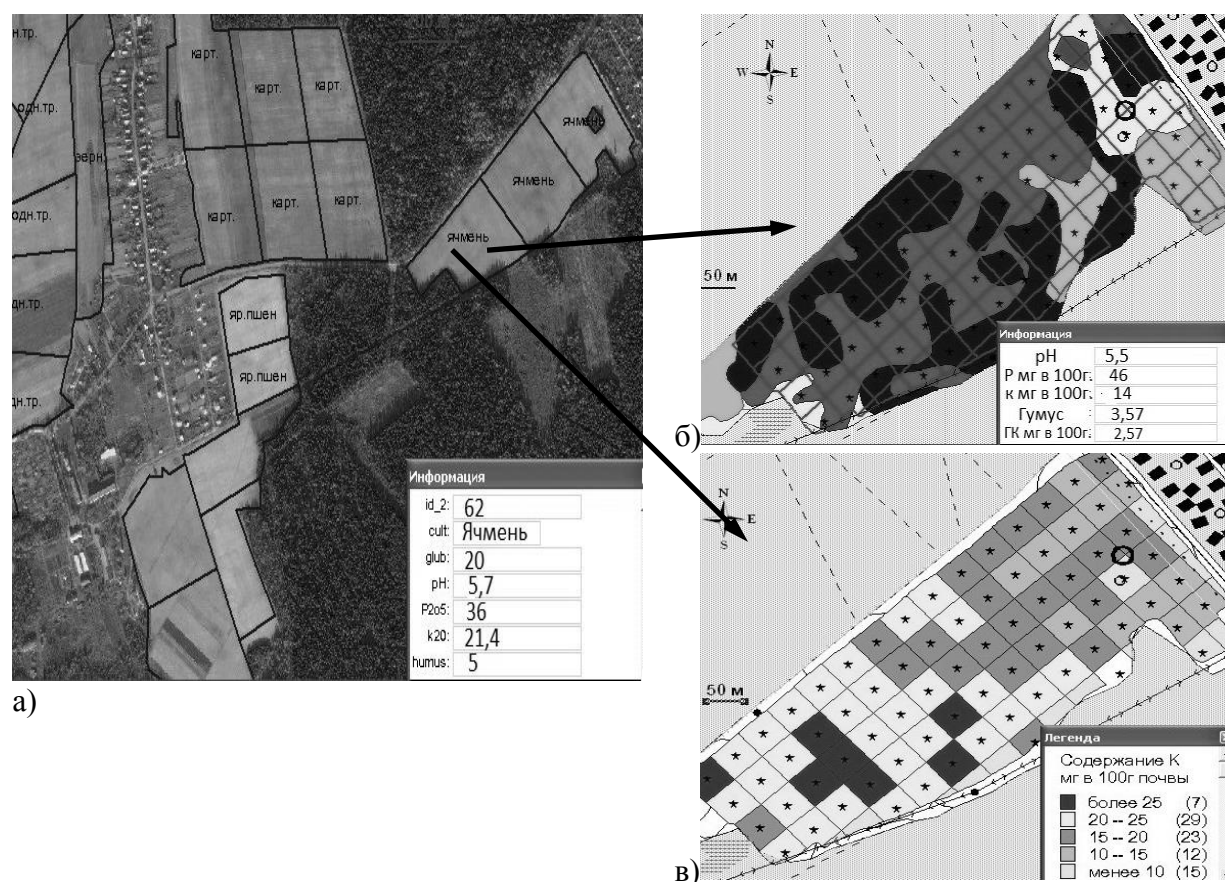


Рис. 2. Информационно-справочные задачи: а) фрагмент созданной БД ГИС; б) единицы управления на отдельном поле; в) тематическая карта, демонстрирующая пространственную вариабельность одного из параметров – содержания калия в почве

Методы пространственного анализа

Сферой применения ГИС-технологий в точном земледелии является учет и анализ пространственной вариабельности, а используемые методы пространственного анализа, в основном относятся к классу "точка-область"[13]. При этом применение интерполяционных или неинтерполяционных методов определяется в первую очередь шкалой, по которой измеряются атрибуты единиц управления.

Рассмотрим, например, важнейшую процедуру в технологии точного земледелия – анализ пространственной вариабельности урожая по сельскохозяйственному полю. На рис. 3а показаны отображаемые в среде ГИС для визуального анализа агрономом результаты дифференцированной уборки урожая. Каждая точка отображает урожай с площадки 5м x 5м – вариабельность урожая ясно выражена. А на рис.3б показаны результаты геостатистического пространственного анализа в среде ГИС для выделения пространственных структур с одинаковым значением урожая. Сразу укажем, что разные алгоритмы будут давать разные результаты.

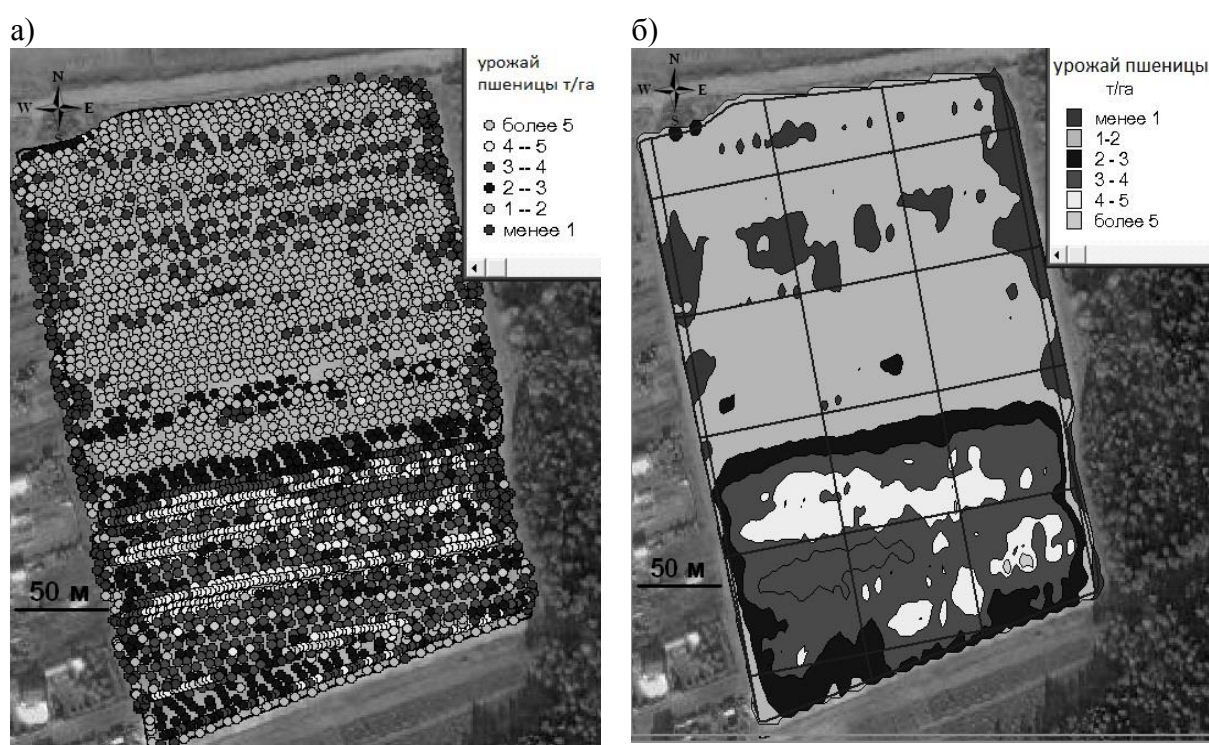


Рис. 3. Пространственный анализ: а) исходные данные по пространственной вариабельности урожая; б) результат выделения пространственных структур с одинаковой урожайностью

Моделирование

Внедрение технологий точного земледелия невозможно без использования различных моделей – от простейших расчетов доз удобрений по нормативам до мощных систем имитационного моделирования, подробно описывающих процессы и явления, связанных с сельскохозяйственным производством [13,15]. Важнейшим методологическим аспектом является интеграция моделей в среду ГИС, возможные подходы к решению возникающих при этом проблем рассмотрены в [14,16]. На рис. 4 представлен результат интеграции в среду ГИС модели расчета доз удобрений для заданного урожая. Нормы внесения доз сильно различаются по всему полю.

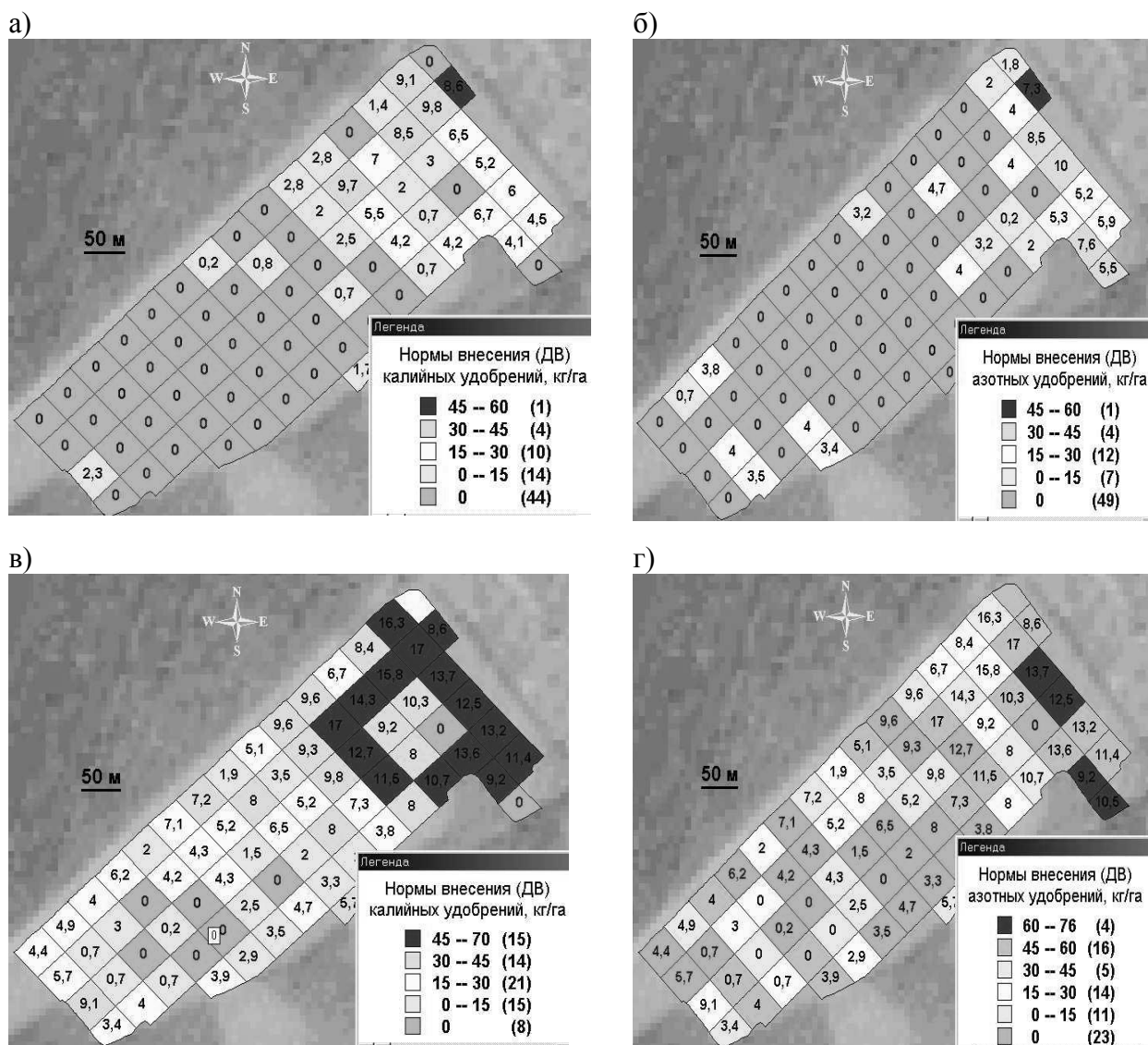


Рис. 4. Моделирование. Результат интеграции в среду ГИС модели расчета доз удобрений для заданного урожая овса: а) и б) – для урожая 30 ц/га; в) и г) – для урожая 40 ц/га; а) и в) – калийные удобрения; б) и г) – азотные удобрения

Заключение

В настоящее время точное земледелие находится в начальной стадии своего развития, хотя проводится множество конференций, число публикаций растет, а промышленность выпускает необходимую технику. Новая технология, базирующаяся на новых информационных технологиях, в первую очередь ГИС, робототехнических устройствах, данных глобальной системы позиционирования, методах дистанционного зондирования, открывает перед земледелием новые возможности при выполнении сельхозработ. При этом риск загрязнения агрохимикатами становится минимальным, и земледелие становится экологически безопасным. Реализация на практике этой концепции земледелия требует приобретения работниками новых навыков и изменения старых принципов управления в сельскохозяйственном производстве.

Новые технологии должны применяться как непрерывный циклический процесс, в котором работы на следующий год планируются на основе результатов текущего. Это требует должной организации информационных потоков. Здесь большую роль играют ГИС

технологии, с помощью которых согласование и интеграция информации проводится на основе пространственной привязки процессов и явлений. Точное земледелие оказывает влияние и на ГИС. За счет интеграции различных информационных технологий и, в первую очередь экспертных систем, получают интеллектуальные ГИС.

Список источников

1. Якушев В.П., Якушев В.В. Информационное обеспечение точного земледелия. СПб.: Изд-во ПИЯФ РАН, 2007. 384 с.
2. GIS Applications in Agriculture (2007) GIS Applications in Agriculture, F.J. Pierce and D. Clay eds. CRC Press, 203 pp.
3. Баденко В.Л., Сурин В.Г., Слинчук С.Г. Исследование возможностей использования наземных спектрометрических измерений для развития агрономических технологий // Исследование Земли из космоса. 2007. № 2, С. 89–96.
4. Handbook of Precision Agriculture: Principles And Applications. A.Srinivasan editor. (2006) Handbook of Precision Agriculture: Principles And Applications, CRC Press, 683 pp.
5. Computer and Computing Technologies in Agriculture II (2008) Proceedings of the 2nd IFIP International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture, Beijing, China, October 18–20, 2008.
6. Mason J. Sustainable Agriculture (2003) Sustainable Agriculture, CSIRO Publishing NY, 212 pp.
7. Якушев В.П. и др. Методическое руководство по проектированию применения удобрений в технологиях адаптивно-ландшафтного земледелия. М: Минсельхоз РФ, РАСХН. 2008. 392 с.
8. Brase T. Precision Agriculture (2005) Precision Agriculture, Delmar Cengage Learning, 240 pp.
9. Баденко В.Л., Куртнер Д.А. Разработка интеллектуальных ГИС для поддержки принятия решений в точном земледелии (2002) Труды международной научно-практической конференции "Агрофизика XXI века" 9-12 июля 2002 г. Санкт-Петербург. С. 268–274.
10. Баденко В.Л., Слинчук С.Г. Геоинформационные технологии для точного земледелия: опыт внедрения на Северо-Западе России // ArcReview, №2(29), 2004, С. 5–6.
11. Precision Agriculture in the 21st Century: Geospatial and information technologies in crop management (1997) National Research Council. Washington, DC, USA: National Academy Press. 168 pp.
12. Westervelt J.D., Reetz H.F. GIS in Site-Specific Agriculture (1999) GIS in Site-Specific Agriculture. Prentice Hall NY, 64 pp.
13. Арефьев Н.В., Баденко В.Л. Геоинформационные системы в природообустройстве: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. 108 с.
14. Якушев В.П., Якушев В.В. Математические модели и методы реализации информационно-технологических приемов в точном земледелии. Доклады Россельхозакадемии. № 4. 2008. С. 56–59
15. Vioix J.-B., Douzals J.-P., Truchetet F., Assemet, L., & Guillemin, J. P. Spatial and spectral methods for weed detection and localization (2002) EURASIP Journal on Applied Signal Processing, Special Issue on Applied Visual Inspection. NY, USA. pp. 679–685.
16. Tang L., Tian L. F., Steward B. L., & Reid J. F. Texture based weed classification using Gabor wavelets and neural network for real-time selective herbicide applications (1999) ASAE Paper No. 99-3036. St. Joseph, Mich.: ASAE.

INTRODUCTION OF GEO-INFORMATION TECHNOLOGIES IN PRECISION AGRICULTURE

V.A. Derizemlya, V.L. Badenko

Keywords: geoinformational systems; precision agriculture; spacial analysis; GIS-technology

Abstract: This paper examines the integration of geoinformation systems into precision agriculture using a particular land. Introduction of GIS technology is described. Also the analysis of the accomplished work is provided.

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ АВТОНОМНОЙ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

О.Е. Воробьев^{1*}

¹магистрант, каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого

Ключевые слова: автономная осветительная система; возобновляемые источники энергии; фотоэлектрическая установка; ветроэлектрическая установка; светодиодный светильник

Аннотация. Проанализированы энергетические ресурсы солнечной и ветровой энергии для г. Санкт-Петербург. Анализ проведен на основании статистических данных за многолетний период, теоретических расчетов поступления солнечного излучения, натурных наблюдений солнечного излучения и данных о ветровом потоке собранные программой WindPro. Проанализирована выработка и потребление энергии автономной осветительной системы в различные месяцы и проведена оптимизация фотоэлектрических и ветроэлектрических установок для месяцев с повышенным энергопотреблением в условиях г. Санкт-Петербург.

Введение

На территории Российской Федерации существует проблема, связанная с освещением уличных, садово-парковых территорий и дорожных покрытий. Данная ситуация возникает из-за трудностей подключения в ряде случаев к магистральным источникам электроэнергии [1,2].

Рассматриваемая проблема решается с помощью автономных осветительных установок, данная идея была предложена и использована в странах с достаточными солнечными ресурсами, существует множество успешных примеров в Китае, и в других странах [3,4].

Вопрос эффективного энергопотребления, для децентрализованных систем рассматривается с разных позиций: дома, гостиницы, коттеджи [5]. Предлагаются различные установки на основе возобновляемых источников энергии для различных регионов Российской Федерации [6–9].

Конструктивно комплекс состоит из металлической опоры с набором кронштейнов для крепления солнечных фотоэлектрической установки, ветроэлектрической установки, щита управления, светильников, а также комплекта аккумуляторных необслуживаемых батарей, которые находятся в герметичном контейнере в земле рядом с опорой.

Принцип работы автономной осветительной системы заключается в генерации электроэнергии с помощью солнечных модулей и ветроэлектрической установки с дальнейшим накоплением энергии в аккумуляторных батареях. По наступлении темного времени суток, интеллектуальный контроллер с таймером управления светильником автоматически активирует систему освещения. Источником света в осветительной системе являются энергосберегающие светодиодные светильники.

Однако при использовании данных установок в Северных широтах возникает множество проблем, это связано с тем, что используются типовые или готовые устройства, эксплуатируемые в других условиях, без адаптации к климату и ресурсам Северных широт. Различия в регионах эксплуатации заключаются в разном количестве ветровых и солнечных ресурсов, а также оборудовании, приспособленном для этих условий. Одновременно следует учитывать возможное различие в нормах освещения.

Цель данной работы состояла в создании модели автономной осветительной системы и её оптимизации под климатические условия г. Санкт-Петербурга.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. провести анализ энергетических ресурсов предполагаемого месторасположения установки;

1.1. рассчитать теоретическое поступление солнечного излучения;

1.2. сравнить результаты теоретического расчета с фактически наблюдаемым солнечным излучением, регистрируемым пиранометром Kipp&Zonen CMP6;

1.3. провести анализ ветрового потока в г. Санкт-Петербурге для определения ветроэнергетического потенциала;

2. проанализировать выработку и энергопотребление автономной осветительной системы;

3. оптимизировать оборудование под условия г. Санкт-Петербурга.

Объекты и методы исследования

Для теоретического расчета поступления солнечного излучения использовалась методика Берда, которая позволяет отдельно учитывать все основные процессы поглощения солнечного излучения [10]. Полученные результаты сопоставляют с натурными наблюдениями солнечного излучения, регистрируемыми пиранометром, для горизонтальной поверхности и представляют в виде таблиц и графиков для рассматриваемого промежутка времени. Примером результатов анализа является рис. 1, на котором отображается изменение среднесуточной плотности полного солнечного излучения на горизонтальную поверхность площадью 1 м^2 .

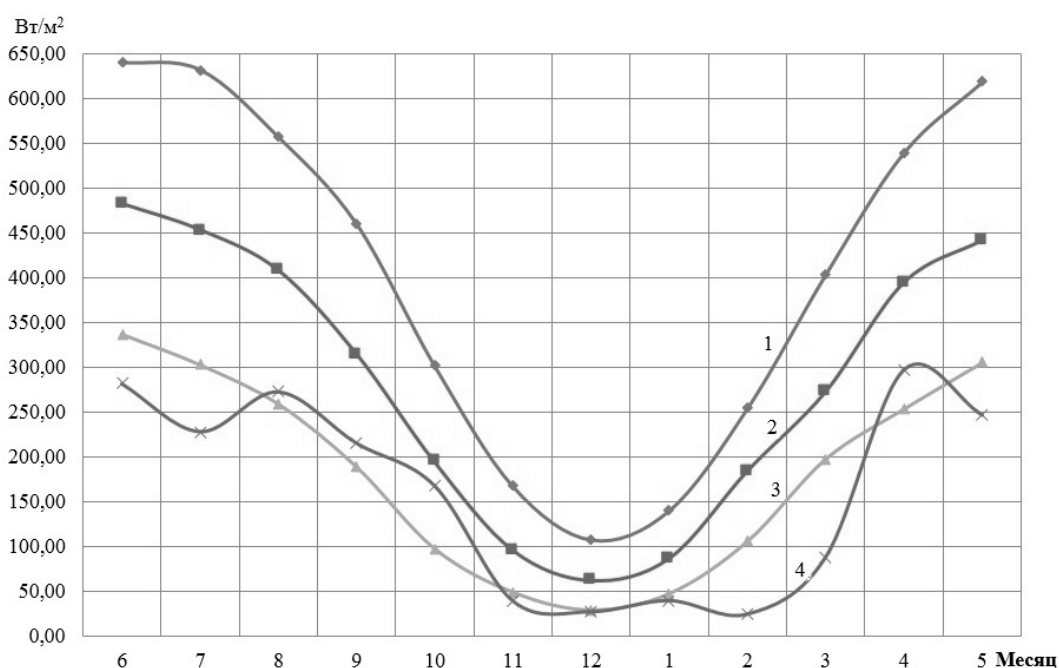


Рис. 1. График изменения среднесуточной плотности полного солнечного излучения на горизонтальную поверхность площадью 1 м^2 , расположенную на широте г. Санкт-Петербурга

Теоретические кривые: 1 – при отсутствии атмосферы; 2 – при чистой атмосфере; 3 – в реальной атмосфере.

Практические данные: 4 – актинометрические измерения пиранометра Kipp&Zonen CMP 6.

Для расчета выработки ветроэлектрической установки требовалось проанализировать изменение скорости ветрового потока за рассматриваемый период, полученные данные были сведены в графики и таблицы, фактические средние значения скорости ветрового потока в Санкт-Петербурге представлены в табл. 1 для месяцев с дефицитом энергии. Стоит отметить аномально низкие значения скорости ветра в 1 и 2 месяц, по данным многолетних исследований средняя скорость ветра в Санкт-Петербурге равна 3,2 м/с.

Таблица 1. Средние значения скорости ветрового потока в Санкт-Петербурге

Месяц	10	11	12	1	2
Среднемесячные значения скорости ветрового потока, м/с	3,61	3,84	4,36	2,74	2,89

Проведение светотехнических расчетов для определения возможных высот подвеса и мощностей светодиодных светильников выполнялись в соответствии с требованиями СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение», СН 541-82 «Инструкция по проектированию наружного освещения городов, поселков и сельских населенных пунктов» и ПУЭ «Правила устройства электроустановок. Издание 6 (7)». В табл. 2 представлены параметры светодиодные светильники.

Таблица 2. Светотехнические характеристики различных моделей светодиодных ламп

Светодиодный светильник	GSS 30/12		СУС 50		СУС 70		СУС 90	
h, м	Е _{ср} , лк	Л _{ср} , кд/м ²	Е _{ср} , лк	Л _{ср} , кд/м ²	Е _{ср} , лк	Л _{ср} , кд/м ²	Е _{ср} , лк	Л _{ср} , кд/м ²
6	9,6	1,0	7,6	0,5	10,8	0,7	13,8	0,9
7	7,2	0,7	5,6	0,4	7,9	0,5	10,2	0,7
8	5,4	0,6	4,3	0,3	6,1	0,4	7,8	0,5
9	4,2	0,5	3,4	0,2	4,8	0,4	6,2	0,4

После чего был проведен анализ выработки и энергопотребления первоначальной модели автономной осветительной системы. В табл. 3 отображены данные по выработке двух солнечных панелей TSM 250, эффективность солнечного модуля равна 15,3%, площадь – 1,6 м².

Таблица 3. Выработка двух фотоэлектрических модулей TSM 250 при облачной атмосфере

Месяц	10	11	12	1	2
Дневная сумма энергии TSM 250, кВт *ч	0,72	0,33	0,19	0,32	0,85
Месячная сумма энергии TSM 250, кВт *ч	22,20	9,98	5,84	9,88	23,73

Данные, полученные на основании рабочей характеристики ветроэлектрической установки Whisper 100 и скоростей ветрового потока в рассматриваемый период, представлены в табл. 4.

Таблица 4. Выработка ветроэлектрической установки Whisper 100 на высоте 11,5 м

Месяц	10	11	12	1	2
Среднемесячные значения скорости ветрового потока, м/с	3,61	3,84	4,36	2,74	2,89
Месячная сумма энергии, кВт *ч	22,57	28,79	40,94	6,62	11,70

Было рассмотрено несколько вариантов решения проблемы недостаточной выработки в зимние месяцы. Построены графики и таблицы имеющихся энергетических ресурсов, выработки и потребления установки, изменения выработки в зависимости от параметров оборудования, а также чертежи моделей автономной осветительной установки и её функциональная схема.

Результаты и их обсуждение

Первая модель автономной осветительной системы состояла из ветроустановки Whisper 100, двух монокристаллических солнечных модулей TSM 250, все источники энергии монтируются на опору ОГКСф-400-10.0, с фб-0.219-3.0. В роли потребителя выступал светодиодный светильник СУС 90, однако в зимние месяцы энергопотребление системы было больше выработки, при такой конструкции полностью удовлетворялась лишь потребность светодиодного светильника мощностью 30 Вт, результаты анализа представлены на рис. 2.

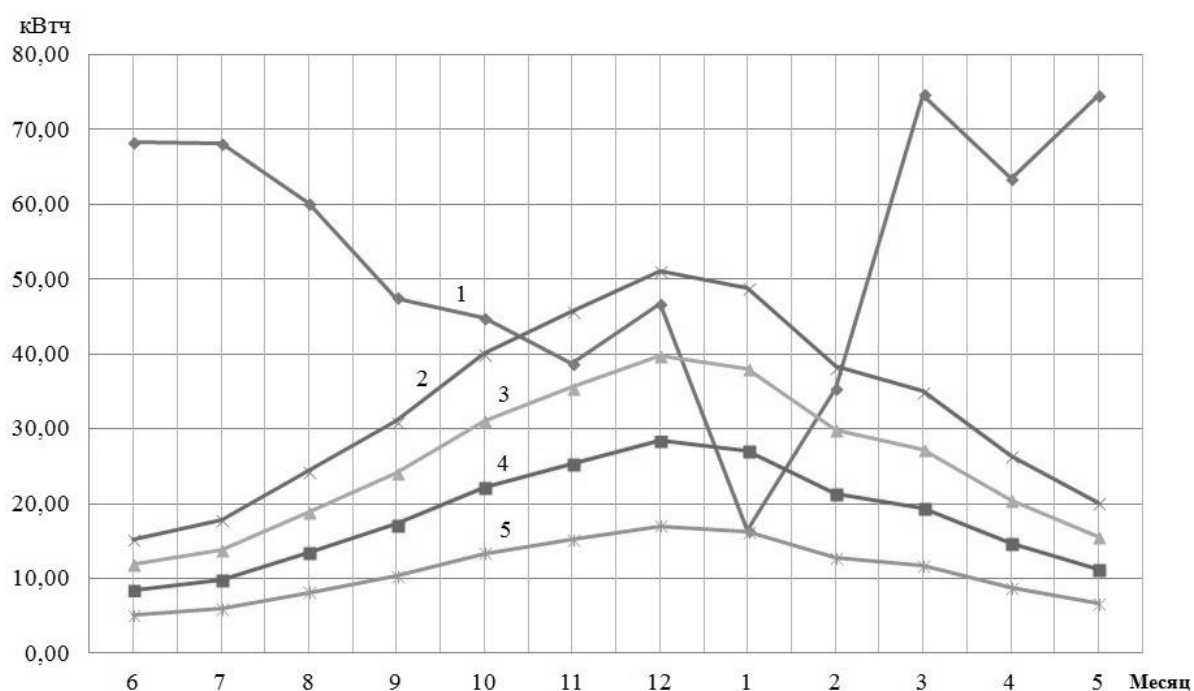


Рис. 2. Сравнительный анализ месячной выработки АЭС и потребления светодиодных светильников разной мощности

- 1 – выработка энергии, 2 модуля TSM 250 и Whisper 100, при $h=11,5\text{м}$;
- 2 – потребление энергии светодиодным светильником мощностью 90 Вт;
- 3 – потребление энергии светодиодным светильником мощностью 70 Вт;
- 4 – потребление энергии светодиодным светильником мощностью 50 Вт;
- 5 – потребление энергии светодиодным светильником мощностью 30 Вт.

Существует несколько путей решения проблемы недостаточной выработки в зимние месяцы:

- 1) увеличение мощности и/или количества ФЭМ;
- 2) увеличение $D_{\text{вк}}$ и/или высоты ВЭУ;
- 3) уменьшение энергопотребления с помощью внедрения энергосберегающих технологий, например, датчиков движения;
- 4) комбинация вышеперечисленных мероприятий.

Для увеличения выработки ФЭМ можно изменить 3 параметра: плотность солнечного излучения, КПД ($\eta_{\text{СФЭУ}}$) и площадь.

Увеличить плотность солнечного излучения на ориентированную поверхность установки для зимних месяцев можно с помощью изменения угла наклона поверхности к горизонту [11,12]. Однако угол наклона в нашем случае составляет 75° , из полученных данных можно сделать вывод, что он является оптимальным для нашего случая, т.к. обеспечивает большую поступающую среднесуточную плотность солнечного излучения в требуемые месяцы в сравнении с другими углами наклона.

Увеличить КПД ФЭМ можно только путем применения других установок с другими техническими характеристиками. В данной конструкции применяются два монокристаллических модуля TSM 250 с $\eta_{\text{CFЭУ}} = 15,3 \%$, учитывая географическое положение Санкт-Петербурга, использование данных ФЭМ является наиболее выгодным с точки зрения вырабатываемой энергии и экономических затрат.

Площадь фотоэлектрических модулей увеличивается путем установки дополнительных модулей, в этом случае выработка возрастает прямо пропорционально увеличению площади, однако это приведет и к прямо пропорциональному увеличению ветровой нагрузки.

Для увеличения выработки ВЭУ требуется увеличить ометаемую площадь ветроколеса или скорость ветрового потока, проходящего через ветроколеса [13].

Увеличить диаметр ветроколеса, а, следовательно, и площадь, можно лишь поменяв ВЭУ на более мощную, в данном случае было решено применить Whisper 200 с диаметром ветроколеса равным 2,7 м.

Результаты применения всех вышеперечисленных методов представлены на рис. 3.

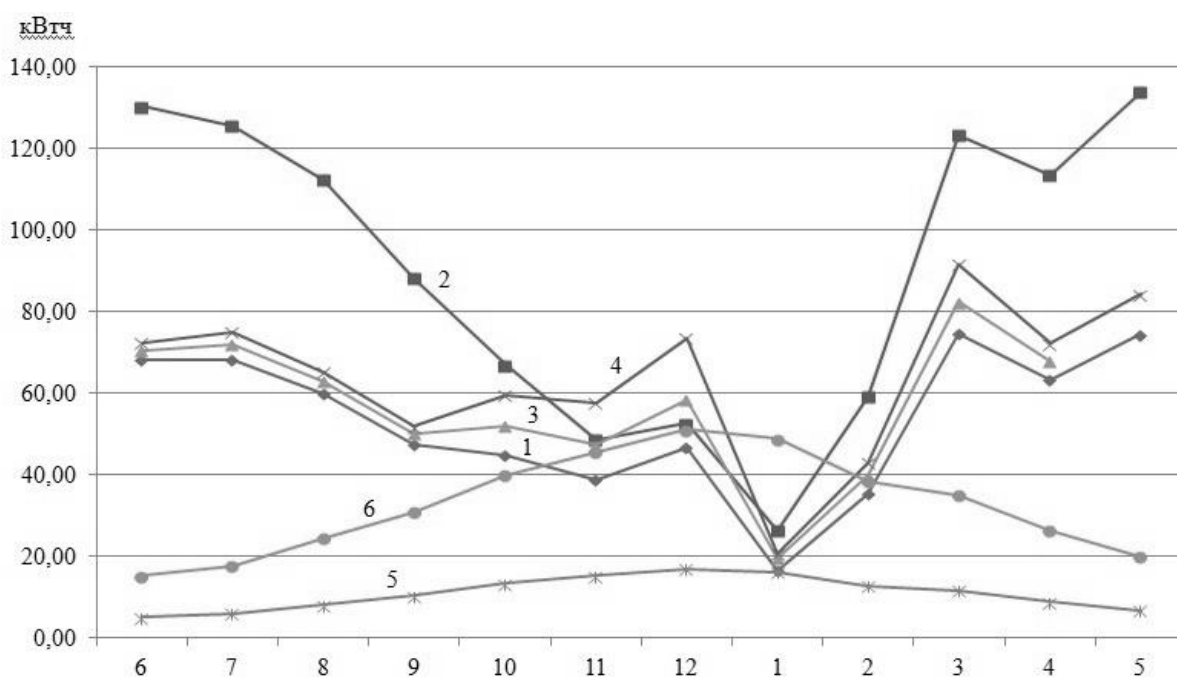


Рис. 3. Анализ выработки и энергопотребления АОС при изменении параметров оборудования

- 1 – выработка энергии, 2 модуля TSM 250 и Whisper 100, при $h=11,5\text{м}$;
- 2 – выработка энергии, 4 модуля TSM 250 и Whisper 100, при $h=11,5\text{м}$;
- 3 – выработка энергии, 2 модуля TSM 250 и Whisper 100, при $h=15\text{м}$;
- 4 – выработка энергии, 2 модуля TSM 250 и Whisper 200, при $h=11,5\text{м}$;
- 5 – потребление энергии светодиодным светильником мощностью 30 Вт;
- 6 – потребление энергии светодиодным светильником мощностью 90 Вт;

Помимо увеличения выработки существует возможность уменьшения энергопотребления с помощью внедрения энергосберегающих технологий, например, датчиков движения. Принцип работы датчиков движения заключается в регистрации движения в зоне обнаружения, последующем замыкании цепи и включении света.

При проведении комплекса мероприятий по оптимизации автономной осветительной системы обеспечивается стабильная работа светодиодного светильника СУС 90 расположенного на высоте 7 м. Средняя яркость освещаемого покрытия соответствует величине 0,65 кд/м², средняя горизонтальная освещенность покрытия равна 10 лк, что удовлетворяет требованиям СНиП.

Заключение

Анализ существующего опыта создания автономных осветительных систем с использованием альтернативных источников энергии в условиях г. Санкт-Петербург показал, что наличие ветроэлектрической установки гарантирует стабильную работу в зимние периоды, за счет выработки дефицитной энергии вместо фотоэлектрических панелей.

Выработка электроэнергии модулями TSM 250 с изменением количества модулей от 2 до 9, в декабре составляет 5,84 кВт *ч для 2 модулей и 26,27 кВт*ч для 9 модулей. Использование двух модулей TSM 250 является оптимальным для данных условий и конструкции, так как обеспечивает необходимую электроэнергию в летние месяцы. Увеличение количества модулей является нецелесообразным.

Расчет выработки ветроэлектрических установок Whisper 100 на высоте 11,5 м, 15 м и 20 м, и Whisper 200 на высоте 11,5 м подтвердил наличие дефицита энергии размером в 32,35 кВт*ч в январе и возможность его компенсации Whisper 200 со среднемесячной выработкой 20 кВт*ч при среднемесячной скорости ветрового потока 3,5 м/с.

В условиях Северо-Западного региона технология полного автономного энергоснабжения реализуема с применением систем энергосбережения и максимально возможными параметрами ФЭМ и ВЭУ.

Список источников

1. Бирюлин В.И., Хорошилов Н.В., Ларин О.М. Экономия электроэнергии в системах электрического освещения // Электрика. 2011. № 12. С. 13–16.
2. Галушак В.С., Сошинов А.Г., Угаров Г.Г. Системы наружного электрического освещения от возобновляемых источников энергии // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2009. № 7(55). С. 15–18.
3. Nibedita Das, Nitai Pal, Sadhu K. Pradip Economic cost analysis of LED over HPS flood lights for an efficient exterior lighting design using solar PV // Building and Environment. Vol. 89. July 2015. Pp. 380–392.
4. Santosh M. Harish, Shuba V. Raghavan, Milind Kandlikar Assessing the impact of the transition to Light Emitting Diodes based solar lighting systems in India // Energy for Sustainable Development. 2013. Vol. 17. Pp. 363–370
5. Лукутин Б.В., Муравлев И.О., Плотников И.А. Децентрализованные системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями. Изд-во «ТПУ», Томск, 92 с.
6. Парфенов А.В. Автономные солнечные энергосистемы для освещения удаленных от электросети объектов // Вопросы радиоэлектроники. 2011. № 4. С. 175–180.
7. Федоров М.П., Масликов В.И. Развитие электроэнергетики и охрана окружающей среды // Труды Международной научно-практической конференции «Теоретические и практические проблемы развития электроэнергетики России» (Санкт-Петербург, 27-28 июня 2002 г.) Изд-во Политехн. ун-та, 2002, с. 65–72.

8. Лукина Г.В., Бондаренко С.И., Самаркина Е.В. Использование альтернативных источников электрической энергии для питания установок наружного освещения // Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 68. С. 99–105.
9. Повесть О.С., Тарасенко А.Б., Фрид С.Е. Анализ эффективности использования автономных фотоэлектрических систем наружного освещения в климатических условиях Москвы и юга России // Теплоэнергетика. 2012. № 11. С. 19.
10. Елистратов В.В., Грилихес В.А., Аронова Е.С. Солнечные энергоустановки. Оценка поступления солнечного излучения. Учебное пособие / Под ред. В.В. Елистратова. СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2008. 100 с.
11. Гременок В.Ф., Тиванов М.С., Залесский В.Б. Солнечные элементы на основе полупроводниковых. Минск: Центр БГУ. 2007. 222 с.
12. Елистратов В.В. Возобновляемая энергетика. Изд-во «Наука», СПб. изд. 2-е доп. 2013 г.
13. Елистратов В.В., Панфилов А.А. Проектирование и эксплуатация установок нетрадиционной и возобновляемой энергетики. Ветроэлектрические установки: учебное пособие. СПб.: Изд-во СПбПУ. 2011. 115 с.

DESIGN OPTIMIZATION OF THE STAND-ALONE LIGHTING SYSTEM

O.E. Vorobyev

Keywords: stand-alone lighting system; renewable energy sources; photovoltaic utility; wind utility; LED lamp

Abstract. Analyzed energy resources of solar and wind energy for St. Petersburg. Analysis was carried on the basis of statistical data for multi- year period, theoretical calculations of incoming solar radiation, field observations of solar radiation and wind flow data assembled the program WindPro. Analyzed energy production and consumption stand-alone lighting system in different months and the optimization of photovoltaic and wind power utilities for high energy consumption months in St. Petersburg.

СРАВНЕНИЕ МЕТОДИК РАСЧЕТА ОБЪЕМА ДОЖДЕВЫХ ВОД НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

И.Г. Бакирова¹, Н.И. Немчинова², К.Н. Криулин³

¹магистрант, каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого;

²заведующая лабораторией каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого;

³канд. техн. наук, доцент каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого

Ключевые слова: объем поверхностного стока; ливневый сток; слой осадков; коэффициент стока; поверхностный сток

Аннотация. В работе проведен сравнительный расчет объемов ливневых вод по действующим методикам ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», по рекомендациям ФГУП «НИИ ВОДГЕО» и по своду правил СП 32.13330.2012. Выявлены значительные, до 28 %, расхождения результатов за счет варьирования коэффициентов стока и слоя осадков, допускаемых методиками.

Введение

Разработка наилучших водоохранных ресурсосберегающих технологий невозможна без учета и контроля объемов поверхностных вод, сбрасываемых предприятием с урбанизированных территорий. Вместе с поверхностным стоком в ливневую канализацию территорий могут поступать примеси не только природного происхождения, но и техногенные загрязнители, в том числе не подвергающиеся биоразложению (например, тяжелые металлы вместе со взвешенными веществами, бенз(а)пирен, ПХБ и другие хлорорганические соединения) [1,2]. Количество загрязняющих веществ напрямую определяется интенсивностью, объемами и динамикой поверхностного стока. Точная и объективная оценка объема сброса ливневых стоков – важный этап в проектировании локальных очистных сооружений и систем ливневой канализации [3–5]. В практике используются различные способы расчета объема поверхностного стока.

Цель работы состояла в сравнении трех российских методик, используемых для расчета объема дождевых вод на урбанизированных территориях.

Для достижения цели были сформулированы следующие задачи:

- провести расчет объемов дождевого стока для территории Политехнического университета по трем методикам: по методике, разработанной ГУП Водоканал Санкт-Петербурга (далее «Водоканал СПб») [6], по методике, разработанной ФГУП «НИИ ВОДГЕО» (далее «ВОДГЕО») [7] и по методике из СП 32.13330.2012 [8];
- предложить способы, позволяющие уточнять и адаптировать расчетные методы определения объемов сбрасываемых вод на территории.

Объекты и методы исследования

Использованные в работе методики учитывают основные факторы образования стока и разработаны для специальных целей.

Методика «Водоканал СПб» предназначена для определения объемов организованного и неорганизованного дождевого, талого и дренажного стока, отводимых в системы коммунальной канализации Санкт-Петербурга и пригородных территорий, административно подчиненных городу Санкт-Петербургу (Ломоносов, Колпино, Кронштадт, Петродворец, Пушкин, Сестрорецк) [6].

Свод правил 32.13330.2012 устанавливает нормы проектирования для вновь строящихся и реконструируемых систем наружной канализации постоянного назначения

городских и близких к ним по составу производственных сточных вод, а также дождевой канализации [8].

Методика «ВОДГЕО» включает в себя расчет систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты [7].

В качестве объекта расчета была использована площадка СПбПУ «Учебный городок» города Санкт-Петербург (рис. 1) общей площадью 36,52 га, в том числе: площадь кровли корпусов составляет 8,20 га; асфальтобетонных покрытий и дорог – 9,12 га; газонов – 4 га, парка – 15,20 га.

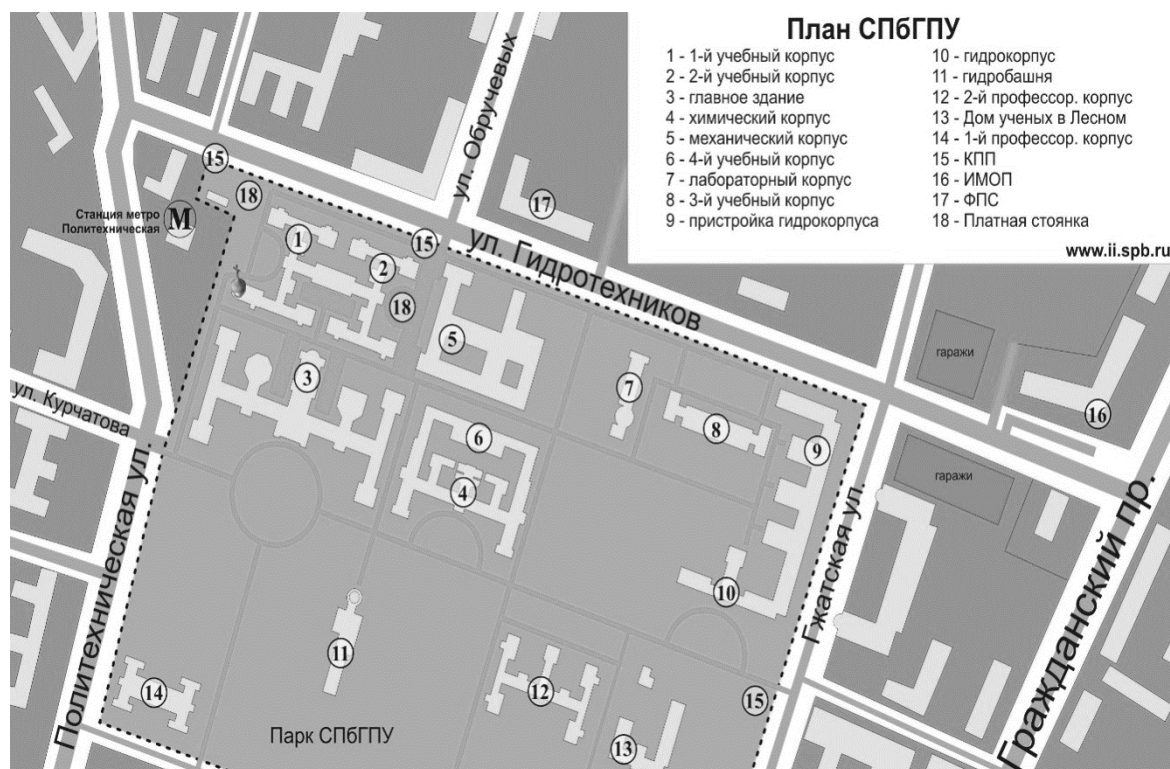


Рис. 1. План учебного городка Санкт-Петербургского Политехнического университета

Базовые формулы всех методик расчета объема сброшенного дождевого стока W_d следующие (1, 2):

$$W_d = 10 \times \Psi_{\text{ср}} \times H_d \times F \quad (1)$$

где: H_d – слой выпавших атмосферных осадков за теплый период года [9];

$F = \sum F_i$ – общая площадь территории, га;

F_i – площадь определенного вида покрытия в составе общей территории, га;

Ψ_i – коэффициент стока, соответствующий определенному виду покрытия.

$\Psi_{\text{ср}}$ – осредненный коэффициент стока дождевых вод. Он определен по формуле:

$$\Psi_{\text{ср}} = \frac{F_{\text{кровли}} \times \Psi_{\text{кровли}}}{F} + \frac{F_{\text{асф.}} \times \Psi_{\text{асф.}}}{F} + \frac{F_{\text{газон}} \times \Psi_{\text{газон}}}{F} \quad (2)$$

Осредненный коэффициент стока $\Psi_{\text{ср}}$ учитывает коэффициенты стока для различных видов поверхностей на рассматриваемой территории, которые, в свою очередь, зависят от структуры поверхности. Значения Ψ_i для различных видов поверхностей приведены в табл. 1.

Результаты и их обсуждение

При равных исходных данных произведены расчеты максимальных и минимальных методически рекомендуемых допущений (см. табл. 1).

Таблица 1. Исходные данные и результаты расчетов

Наименование параметров	Исходные данные		
	«Водоканал СПб»	«ВОДГЕО»	СП 32.13330.2012
$\Psi_{\text{кровли}}$	0,6	0,6–0,8	0,6–0,7
$\Psi_{\text{асфальтобетонные}}$	0,6	0,6–0,8	0,6–0,7
$\Psi_{\text{газоны}}$	0,1	0,1	0,1
$\Psi_{\text{среднее}}$	0,34	0,34–0,43	0,34–0,38
H_d (мм)	468	420	420
Результаты расчетов			
$W_{D\min}(\text{м}^3/\text{год})$	57 620	51 710	51 710
$W_{D\max}(\text{м}^3/\text{год})$	57 620	66 260	58 985

В результате проведенных расчетов выявлено, что среди полученных значений максимальный ($66\,260\text{ м}^3/\text{год}$) и минимальный ($51\,710\text{ м}^3/\text{год}$) объем дождевого стока получились по методике «ВОДГЕО». Значительное расхождение между этими числами (28%) происходит за счет допустимого методикой варьирования коэффициента дождевого стока кровли, асфальтобетонных покрытий и городских кварталов без дорожных покрытий.

Различные рекомендуемые методиками значения слоя осадков H_d приводят к расхождениям в 10–15 %. Следует отметить, что H_d в методике «Водоканал СПб» предлагается только для Санкт-Петербурга и Ленинградской области, а в двух других методиках они рекомендованы для всей территории России.

Рассмотренные методики не учитывают факторы физического испарения воды и эвапотранспирации (потребление воды растительностью газонов и парка) и, очевидно, завышают объем дождевого стока [10,11]. Уточнение значений возможно путем натурных измерений, использования дополнительных справочных данных, запросов о данных слоя осадков в ближайшие метеостанции.

В последние годы в России урбанизация затрагивает новые территории, в том числе в связи с активным жилищным строительством [12,13]. При этом часто происходит увеличение доли застроенных и заасфальтированных территорий в общей площади города. Проанализируем, как будет при этом меняться осредненный коэффициент стока дождевых вод $\Psi_{\text{ср}}$ на примере учебного городка Политехнического университета. Поскольку коэффициенты стока для кровли и асфальтобетонных покрытий в рассмотренных методиках принимаются в одних и тех же диапазонах, можно для расчета объединить эти поверхности в одну область с большим стоком. На момент расчета доля области с большим стоком составляет 0,475. Другая область (с малым стоком) состоит из газонов и парка, для которых также возьмем одинаковые коэффициенты стока. Примем коэффициенты стока для всех видов территорий по большей границе диапазонов в методиках.

Предположим, что увеличение доли области с большим стоком от 0,475 до 1 произойдет за счет уменьшения площади газонов и парка. Результат расчета представлен на рис. 2. Из рисунка видно, что осредненный коэффициент стока, а значит и общий объем годового стока дождевых вод, будут расти.

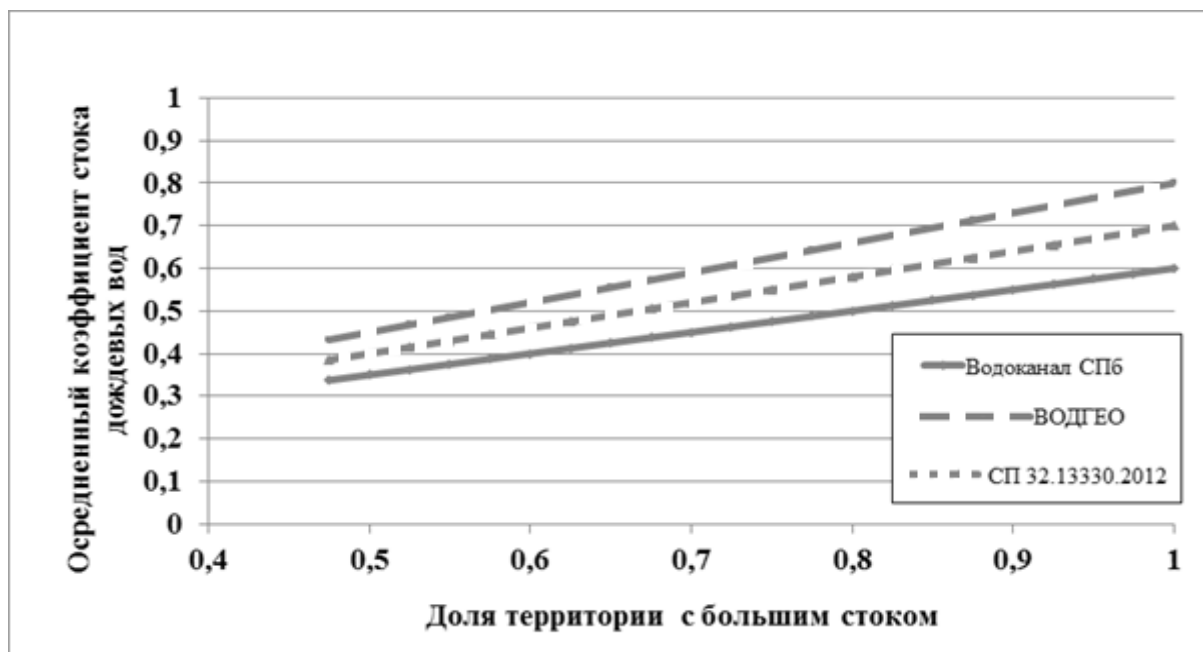


Рис. 2. Изменение осредненного коэффициента стока при увеличении доли территории с большим стоком (кровля и асфальтобетонные покрытия)

Заключение

При сравнении трех утвержденных российских методик определения дождевого поверхностного стока были выявлены недостатки. Они заключаются в том, что методики основаны на упрощенных балансовых гидрологических расчетах, без учета неоднородности и нестабильности факторов его образования. Эти недостатки устранимы дополнительными рутинными натурными наблюдениями, или применением моделирующих систем, таких как, MIKE SHE (Дания) [14], которая учитывает все факторы водного баланса и является детерминистическим моделированием, описывающим реальные физические процессы решением отдельных дифференциальных уравнений. Дальнейшая задача состоит в совершенствовании методики расчета поверхностного стока, возможной к применению на уровне предприятия-землепользователя, с учетом отечественного и международного опыта.

Список источников

1. Бутовский М.Э., Папина Т.С. Загрязнение промышленных сточных вод тяжелыми металлами на урбанизированной территории // Вода: химия и экология. Издательский дом "Вода: химия и экология" (Москва). 2011. С. 93–97.
2. Hultman B., Plaza E., Stypka T. Integrated Water and Sanitation Management in Urban Areas (2007) Baltic University Urban Forum. Urban Management Guidebook I. Urban Water Management. The Baltic University Press, pp. 42–46.
3. Алексеев М.И., Курганов А.М. Организация отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий. М.: Изд-во АСВ; СПб: СПбГАСУ, 2000. 352 с.
4. Жихарев А.М. Расчет плоскостного поверхностного стока дождевых вод с урбанизированных территорий центральной части г. Ярославля (часть I) // Ярославский педагогический вестник. Том III (Естественные науки) 2011. № 2. С. 137–142.
5. Uninterrupted water supply in all circumstances//Reliable water services/Helsinki Water S. a. pp. 4-5.
6. Приложение 1. Методика расчета объемов организованного и неорганизованного дождевого, талого и дренажного стока в системы коммунальной канализации (2000) Распоряжение от 1 июня 2000 г. N 11 об утверждении правил пользования системами коммунальной канализации Санкт-Петербурга и его территориальных единиц [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobat. URL: https://gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2012/08/05/Rasporiazhenie_

Komengin_N11.pdf (Дата обращения 02.09.2015)

7. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat. URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=583716> (Дата обращения 02.09.2015)

8. СП 32.13330.2012 «Строительные нормы и правила: СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения». Министерство регионального развития РФ. Москва 2012. 85 с.

9. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология Актуализированная версия СНиП 23-01-99*». Министерство регионального развития РФ. Москва, 2012. 109 с.

10. Кriuлин К.Н. Организация рельефа и дождевая канализация коттеджного поселка // Учебное пособие. СПб., 2015. 92 с.

11. Полевой В.В. Физиология растений // М.: Высшая школа, 1989. 464 с.

12. Андрианова М.Ю. Физико-химические основы природных и антропогенных процессов в техносфере. Учебное пособие. СПб.: Изд-во политехн. ун-та, 2010. 192 с.

13. Ролле Н.Н., Молодкина Л.М., Чусов А.Н. Экология строительства. Учебное пособие. СПб.: Изд-во политехн. ун-та, 2014. 234 с.

14. MIKE SHE. Интегрированная компьютерная технология для анализа, прогноза и управления водными ресурсами и решения экологических проблем при совместном рассмотрении гидрологических процессов в подземных и поверхностных водах [Электронный ресурс]. Систем. требования: интернет-браузер Google Chrome для ПК или аналогичный. URL: http://www.volgaltd.ru/rus/programs/program/program_4.html (Дата обращения 02.09.2015)

COMPARISON OF METHODS OF CALCULATION OF RAIN WATER VOLUMES ON THE EXAMPLE OF THE TERRITORY OF POLYTECHNIC UNIVERSITY

I.G. Bakirova, N.I. Nemchinova, K.N. Kriuлин

Keywords: volume of surface runoff; rain water; precipitation depth; runoff coefficient; surface runoff

Abstract. A comparative calculation of the volume of rain water surface runoff was done according to three existing procedures elaborated by "Vodokanal of St. Petersburg", FSUE "NII VODGEO" and recommended in the set of construction rules SP 32.13330.2012. Considerable discrepancies in the results (up to 28 %) were received due to varying of parameters (surface runoff coefficient and precipitation depth) permitted by the procedures.

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СООРУЖЕНИЙ ВОДОПОДГОТОВКИ ДЛЯ ПОСЕЛКОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Н.С. Герасимов^{1*}, Л.М. Молодкина²

¹магистрант, каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого

²докт. физ.-мат. наук, проф. каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого

Ключевые слова: зона вечной мерзлоты; поверхностные водоисточники; термокарстовые озера; показатели качества воды

Аннотация. Проведен анализ источников хозяйственно-питьевого водоснабжения Центральной Якутии, в частности, водообеспеченности и основных примесей термокарстовых озер Лено-Амгинского междуречья. Выполнено обоснование возможности проектирования локальных сооружений водоподготовки для поселков.

Введение

Запасы пресной воды в реках, озерах и подземных месторождениях в Республике Саха (Якутия) составляют более 840 км³ [1], вместе с тем, крайне остро стоит проблема хозяйственно-питьевого водоснабжения населения республики. Управление Роспотребнадзора по РС(Я) в 2013 году выявило несоответствие санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам 59,1 % поверхностных источников питьевого водоснабжения и 38,3 % подземных, что превышает среднероссийские показатели в 1,7 раз по поверхностным водоисточникам, в 2,6 раз по подземным [2]. В концепции государственной целевой программы республики Саха (Якутия) «Чистая вода» на 2011-2025 г.г. отмечается, что одним из главных целевых показателей государственной социальной политики является "гарантированное обеспечение питьевой водой в необходимых количествах и соответствующего качества по доступной цене для каждого жителя Якутии" [3]. В то же время отмечается, что централизованным водоснабжением охвачено лишь 12,2% населенных пунктов, привозное водоснабжение организовано лишь в 36 % поселений, а в 51,8 % поселений жители вынуждены самостоятельно решать проблему доставки питьевой воды. Как следует из различных источников, например, [4], с 2010 г. по 2013 г. проблема чистой питьевой воды только усугубилась, увеличилась доля проб питьевой воды, не соответствующей гигиеническим нормативам как в городах, так и в сельских районах. Таким образом, проблема остается актуальной и требует многопланового решения.

Цель данной работы заключалась в обосновании возможности проектирования сооружений локальной водоподготовки для поселков Центральной Якутии.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Рассмотреть основные источники хозяйственно-питьевого водоснабжения в Республике Саха (Якутия) и, в частности, в Центральной Якутии;
2. Выбрать для дальнейшего рассмотрения один из проблемных по водообеспечению районов Центральной Якутии;
3. Оценить запасы воды в водоисточниках выбранного региона и необходимый расход на питьевое водопользование;
4. Проанализировать качество воды в водоисточниках выбранного района.

Основная часть

В Республике Саха (Якутии) существует два вида источников водоснабжения – подземные и поверхностные (реки, озера). Разработка подземных водоисточников началась в 1940 году, когда была пробурена первая скважина в г. Якутске [5]. Основными пользователями подземной воды в республике являются жители Южной и

Западной Якутии. Среднесуточный объем добычи подземной воды составляет 90–92 тыс. м³/сут [2]. Республика находится в зоне вечной мерзлоты, этим обусловлены сложности в эксплуатации подземных источников. Мощность многолетнемерзлых пород увеличивается с юга на север. В Центральной Якутии она может достигать 300–500 м, а в северных районах 480–500 м [6]. Это приводит к значительным финансовым затратам в процессе освоения водоисточника. На территориях, где отсутствуют подземные источники или реки, основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения являются озера. В республике насчитывается более 600 тыс. озер [7], большинство из которых находится в районах с широким распространением термокарстовых процессов.

На данный момент в сельской местности, в которой проживает более трети населения республики, отсутствует налаженная система водоподготовки. В зимний период (с конца октября до начала мая) для хозяйственно-питьевого водоснабжения используют однолетний лед с озер. Летом для хозяйственных нужд получают техническую воду из летнего трубопровода. Питьевое водоснабжение осуществляется путем доставки водовозкой неочищенной озёрной воды, которая, как правило, высоко минерализована и не отвечает требованиям к питьевой воде по бактериологическим и органолептическим показателям (высокая цветность, мутность, посторонние запахи и привкус) [8].

В последние 10–15 лет проводится составление банка данных по озерам Центральной Якутии. Существенный вклад в его формирование внесли работы Ксенофоновой с сотр. [9–12]. В данных и других работах исследовано 182 озера, расположенных на Лено-Амгинском и Лено-Вилуйском междуречьях Центральной Якутии. Авторами выявлены существенные различия по химическому составу вод озер обоих междуречий, причем на Лено-Амгинском междуречье находится большая доля озер, для которых превышены нормативы ПДК для питьевой воды по ряду показателей [13]. Для дальнейшего анализа нами выбрано Лено-Амгинское междуречье как более проблематичное с позиций питьевого водоснабжения.

Из 92-х исследованных озер данного междуречья 71,4 % относятся к термокарстовым, 4,4 % – к эрозионно-термокарстовым, 14,1 % – водно-эрозионным и 9,8 % – к тукулановым. По данным, приведенным в работе [9], мы рассчитали средние значения всех показателей качества и относительные отклонения от средних (представлены графически на рис. 1).

Из рис. 1 видно, что наибольший разброс значений показателей качества воды наблюдается для тукулановых озер, а наименьший – для термокарстовых, доля которых превышает 71 %. По этим двум причинам далее мы будем рассматривать только термокарстовые озера.

На территории Центральной Якутии количество термокарстовых озер доходит до 80 %. Эти водоемы образовались в результате протаивания подземных льдов вечной мерзлоты. По данным Нестеревой [14], котловины термокарстовых озер схожи по своей форме, связь объема и площади озера описывается следующей формулой:

$$V = 0,0021 \cdot A^{1,1065}, \text{ км}^3 \quad (1)$$

где, A – площадь озера, км².

По данным работы [9] из 66 термокарстовых озер 44 имеют площадь, превосходящую 0,02 км². По формуле (1) нами рассчитан их объем; полученные результаты представлены в табл. 1.

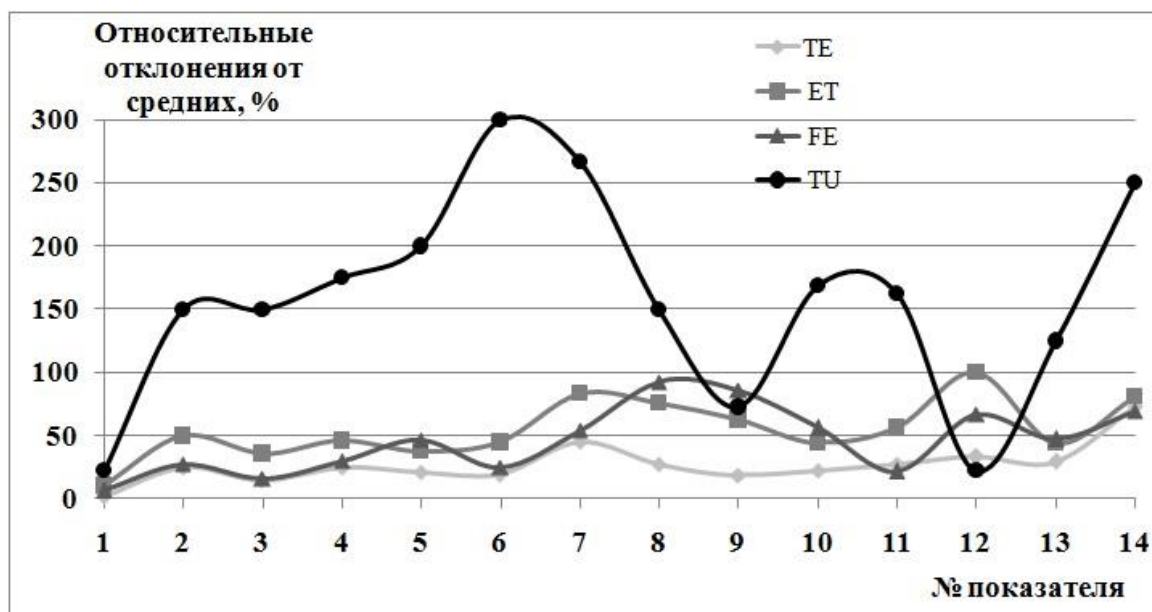


Рис. 1. Относительные отклонения от средних показателей качества вод термокарстовых (ТЕ), эрозионно-термокарстовых (ЕТ), водно-эрозионных (FO), тукулановых (TU): 1 – pH, 2 – электропроводность, 3 – жесткость, 4 – минерализация, 5 – Ca, 6 – Mg, 7 – Na+K, 8 – железо общее, 9 – кремний, 10 – ионы аммония, 11 – гидрокарбонаты, 12 – хлориды, 13 – сульфаты, 14 – фосфаты.

Таблица 1. Распределение по объемам термокарстовых озер Лено-Амгинского междуречья

Объем, млн. м ³	<0,03	0,03–0,06	0,1–0,2	0,3–0,4	0,5–0,6	1,4–1,6	2,5–7,1	110
Кол-во озер, шт	22	3	20	4	7	5	4	1
Кол-во озер, %	33	4,5	30	6	11	8	6	1,5

Из табл. 1 видно, что около 70 % озер имеют объем, не превосходящий 0,2 млн. км³.

Сравним полученные значения с годовым расходом воды, требуемым на питьевые цели поселка с населением 1000 человек (обычная численность 500–1000 чел.). Расчет проведен по ВНТП-Н-97 [15].

Нормы расходов воды потребителей систем сельскохозяйственного водоснабжения представлены в табл. 2. В качестве водопотребителя выберем жилые дома с использованием питьевой воды из водоразборных колонок.

Таблица 2. Удельное среднесуточное водопотребление, л/сут на человека

Наименование потребности	Количество, л/сут
Питьевые цели, приготовление пищи	7
Мытье посуды, овощей	8
Личная гигиена	11
Итого:	26

Примем с запасом среднесуточное водопотребление на одного человека $Q_1 = 30$ л/сут.

Суточное водопотребление поселка с населением $N_{ж} = 1000$ человек равно

$$Q_{сут} = Q_1 \cdot N_{ж} = 30 \cdot 1000 = 30000 \text{ л} = 30 \text{ м}^3.$$

Годовой расход воды с учетом ее потребления в месяцы с положительной температурой (~180 дней) равен

$$Q_{\text{год}} = 30 \cdot 180 = 5400 \text{ м}^3 = 0,0054 \cdot 10^6 \text{ м}^3$$

Рассчитанный объем составляет не более 5 % для 62 % термокарстовых озер Лено-Амгинского междуречья, 9–18 % для 5 % и более 18 % для 33 % озер.

Основным источником питания озер являются атмосферные осадки. В районе Центральной Якутии среднемноголетний объем осадков колеблется от 250 до 300 мм. В работе Родионовой [6] был выбран участок Лено-Амгинского междуречья и проанализирована динамика изменений площади озер с 1967 по 2007 г. В результате определена динамика изменения площади рассматриваемых озер.

Таблица 3. Изменение площади озер рассмотренного участка [6]

Площадь участка, км ²	Количество уменьшившихся озер	Изменение площади уменьшившихся озер, км ²	Количество увеличившихся озер	Изменение площади увеличившихся озер, км ²
654	25	-0,6	621	+24

Особенностью региона является то, что в начале лета при низкой влажности и высоких температурах происходит интенсивное испарение воды из озер и из почв. В Центральной Якутии в среднем за сезон испаряется порядка 350–400 мм влаги [16]. В среднем сокращение площади озер к концу лета составляет около 30 % [17].

Вместе с тем, из табл. 3 следует, что за сорокалетний период исследования наблюдается не уменьшение, а увеличение площади озер района исследования. Это связано, по-видимому, с увеличением толщины слоя сезонного оттаивания. Кроме того, в рассматриваемый период времени наблюдалось увеличение количества осадков.

В нормативных документах по охране окружающей среды, например, в [18], приводится ограничение (не более 25 %) по забору воды всеми потребителями только для рек. Отталкиваясь от этого значения и учитывая другие виды водопотребления, мы ограничимся далее рекомендацией озер с долей расхода воды на питьевое водоснабжение, не превышающей 5 % от объема озера. Данные табл. 3 позволяют надеяться на то, что объем выбранных озер не будет уменьшаться.

Анализ показателей качества вод в озерах Лено-Амгинского междуречья, проведенный по данным работ Ксенофоновой [9–12], показал следующее. Средние значения нормируемых показателей (из 14, приведенных в подписи к рис. 1) не превышают ПДК, вместе с тем превышение максимальных значений доходит до 6 раз.

Нами проведена попытка выявить корреляцию между приведенными показателями качества воды для всех озер. Часть результатов приведена на рис. 2.

Важным интегральным показателем является удельная электропроводность воды, определяющаяся, в основном, содержанием растворенных минеральных ионов. Вместе с тем, для природной воды, загрязненной бытовыми стоками, обнаружена корреляция удельной электропроводности с содержанием органического углерода и общего азота [19].

Из рис. 2 видно, что значения электропроводности воды озер Лено-Амгинского междуречья коррелируют со значениями минерализации – достоверность аппроксимации линейной зависимостью (R^2) составляет 0,999. В анализируемых работах [9–12] не указано, как определялась минерализация, однако известны методы ее определения по электропроводности. Так в работе [20] приводится коэффициент перехода от электропроводности к минерализации, равный 0,7, а в работе [21] указано, что средней концентрации 1000 мг/л примерно соответствует электропроводность

0,2 См/м (что равно 2000 мкСм/см). Данные, представленные на рис. 2, практически соответствуют коэффициенту 0,7 (отличие составляет 7 %). Остальные интегральные показатели рис. 2 (концентрация измеренных катионов, анионов и их сумма) также связаны линейной зависимостью с минерализацией при очень высоких значениях достоверности аппроксимации (0,961–0,995).

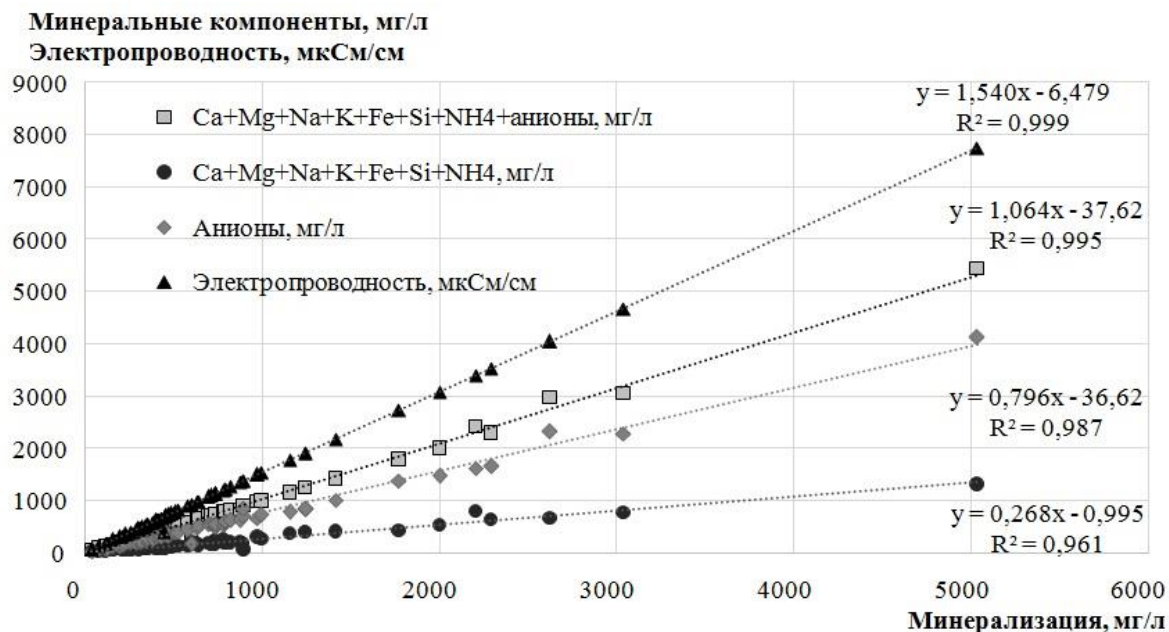


Рис. 2. Зависимости обобщенных показателей минеральных компонентов от общей минерализации воды 66 термокарстовых озер Лено-Амгинского междуречья

Из рис. 2 также видно, что 11 из 66 показаний минерализации превышают ПДК для питьевой воды [13]. Анализ данных по озерам, рекомендованным выше в качестве источников водоснабжения, показывает, что среди них превышение по минерализации наблюдается в 6, причем только в двух из них наблюдается превышение концентрации хлоридов, по сульфатам превышения нет. При этом основной вклад в минерализацию дают гидрокарбонаты, натрий, калий и магний, которые по отдельности не нормируются для питьевой воды, но учитываются в обобщенных показателях. Так ион Mg^{2+} вместе с ионом Ca^{2+} определяют жесткость воды, которая не должна превышать 7 мг-экв/л. Но превышение по жесткости наблюдается в воде только двух из шести озер, а также еще двух, минерализация которых ниже 1000 мг/л. Следует отметить, что при анализе показателей всех выбранных озер не наблюдается корреляции между жесткостью и минерализацией ($R^2=0,197$), но при отбрасывании данных с минерализацией, превышающей 1000 мг/л, $R^2 = 0,822$.

Концентрация кремния превышена в 11 озерах, pH воды – в 13 озерах, при этом показатели не коррелируют ни с одним из показателей, приведенных в работах [9–12].

В целом, анализ данных по 41 выбранному озеру показывает, что по трем показателям наблюдается превышение ПДК для трех озер, по двум – для шести и по одному – для пятнадцати озер. Из этого можно сделать вывод, что для получения воды питьевого качества не следует применять технологии одинаковой сложности, поскольку для снижения минерализации, жесткости, концентрации кремния и pH применяются различные и довольно затратные методы. Таким образом, для Лено-Амгинского междуречья можно рекомендовать несколько вариантов технологий очистки воды термокарстовых озер [22].

В 27 озерах прозрачность не превышает 0,5 м, что свидетельствует об их высокой мутности, также из ряда публикаций, например [4,10,23], следует, что в водах озер центральной Якутии повышена концентрация гуминовых соединений, нормативы по взвешенным веществам превышены до 21 ПДК, по цветности до 3 ПДК.

Заключение

Таким образом, в соответствии с поставленными задачами в работе проведен анализ источников водоснабжения Центральной Якутии; рассчитан объем термокарстовых озёр Лено-Амгинского междуречья и проанализировано качество их воды; показана возможность проектирования поселковых сооружений локальной водоподготовки, при этом рекомендовано применение нескольких вариантов технологий водоочистки.

Список источников

1. Агеев В.И. Водные ресурсы Якутии – проблемы и пути их решения <http://st-yak.narod.ru/index2-6-1.html> (Дата обращения 30.10.2015)
2. Доклад об экологической ситуации в Республике Саха (Якутия) за 2013. Якутск с. 12.
3. Постановление от 11.02.2010 г № 51 Об утверждении Концепции государственной целевой программы Республики Саха (Якутия) «Чистая вода».
4. Евсеева Е.М. Республика Саха (Якутия). М., Партия «ЯБЛОКО – ЗЕЛЕНАЯ РОССИЯ». 2013, 56 с.
5. Шепелев В.В. Подземные воды – богатство Якутии. // Наука и техника в Якутии. 2006. № 2 (11). С. 13–15
6. Родионова Т.В. Исследования динамики термокарстовых озер в различных районах криолитозоны России по космическим снимкам // Дисс... канд. географических наук. М. 2013. 196 с.
7. Сивцева А.И., Мостахов С.Е. География Якутии. Якутск, 1968. 160 с.
8. Прокопьева М.В. О гигиенических проблемах хозяйственно-питьевого водоснабжения в Республике Саха (Якутия) // Наука и техника в Якутии. 2003. № 1 (4). С. 35–38.
9. Ксенофонтова М.И. Геоэкологическая оценка современного состояния озер центральной Якутии. Диссертация и А.р. дисс...канд.геогр. наук. СПб, 2009.
10. Limnological characteristics of lakes in the lowlands of Central Yakutia, Russia / T. Kumke, M. Ksenofontova, L. Pestryakova, L. Nazaroa, H-W. Hubberten // J. Limnol. 2007. N. 66 (1). P. 40–53.
11. Характеристика химического состава вод и донных отложений крупных водоемов г. Якутска / М.И. Ксенофонтова, Я.Б. Легостаева, П.Е. Ябловская, Л.Н. Трофимова // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук . 2013. № 4. С. 493–500.
12. Ксенофонтова М.И., Ушницкая Л.А. Экологическая оценка состояния озер Лено-Амгинского междуречья // Проблемы региональной экологии. 2008. № 2. С. 12–14.
13. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. М. 2001.
14. Нестерева М.И. Возникновение и распространение термокарстовых озер на территории Якутии // Молодой ученый. 2012. № 9. С. 79–82.
15. ВНТП-Н-97 Нормы расходов воды потребителей систем сельскохозяйственного водоснабжения.
16. Гаврилова М.К. Микроклиматический и тепловой режим озера Тюнгиюлю // Вопросы географии Якутии. 1969. Вып. 5. С. 57–72.
17. Кравцова В.И., Тарасенко Т.В. Динамика термокарстовых озер Центральной Якутии при изменениях климата с 1950 года // Криосфера Земли. 2011. С. 31-42.
18. Пособие к СНиП 11-01-95 по разработке раздела проектной документации "Охрана окружающей среды». М., 2000. 304 с.
19. Chusov A.N., Bondarenko E.A., Andrianova M.Yu. Study of electric conductivity of urban stream water polluted with municipal effluents // Applied Mechanics and Materials. 2014. V. 641-642. Pp. 1172–1175.

20. Удельная электрическая проводимость воды // Гидрогеология. Курс лекций Стэнфордского университета. <http://geohydrology.ru/udelnaya-elektricheskaya-provodimost-vodyi.html> (Дата обращения 09.11.2015)
21. Зори А.А., Коренев В.Д., Марковский Ю.Е. Экспресс-метод определения минерализации питьевой воды // Наукові праці ДонНТУ. 2006. Вип. 107. С. 136–142.
22. Молодкина Л.М. Методы очистки питьевых, природных и сточных вод. Учебное пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2010. 273 с.
23. Саввинов Г.Н. Эколого-почвенные основы рационального использования и восстановления нарушенных земель криолитозоны Якутии. А.р. дисс.....докт. биол. наук. Улан-Удэ. 2006. 24 с.

JUSTIFICATION OF THE POSSIBILITY OF WATER TREATMENT FACILITIES DESIGNING FOR THE VILLAGES OF CENTRAL YAKUTIA

N.S. Gerasimov, L.M. Molodkina

Keywords: permafrost; surface water sources; thermokarst lakes; water quality indicators

Abstract. Sources for drinking water supply in Central Yakutia were analyzed. In particular, water availability and basic impurities of thermokarst lakes of the Lena-Amga interfluvium were studied. Justification of the possibility of local water treatment facilities designing for the villages was carried out.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ВОДНОЙ СИСТЕМЫ ИЛЬМЕНЯ ГРИГОРЬЕВСКИЙ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Н. Трещёва^{1*}

¹магистрант, каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого

Ключевые слова: водно-болотное угодье; экологическая реабилитация; альголизация; коррекция альгоценоза; биологическая реабилитация; биомасса хлореллы

Аннотация. Предлагается комплекс типовых действий по оптимизации экологического состояния водной системы ильменя Григорьевский Астраханской области, составленный на основании результатов инженерных изысканий по оценке состояния водной системы, а также анализа отечественного опыта экологической реабилитации водоемов разного типа.

Введение

Ильмень Григорьевский относится к речной системе рукава Бузан, гидрографическая схема которого: р. Волга – рук. Бузан – протока Васильевская – Фомин Банк – ерик Кашин – ильмень Григорьевский – ерик Вахрамеев – Васильевский Банк – Каспийское море.

Водная система ильменя Григорьевский Володарского района Астраханской области расположена на территории водно-болотного угодья (ВБУ) международного значения «Дельта реки Волга, включая государственный биосферный заповедник «Астраханский», имеющего международное значение, главным образом, в качестве местообитания водоплавающих птиц» [1].

Строительство Волжско-Камского каскада гидроэлектростанций, начиная с 1958 года, в условиях зарегулирования стока Волги привело к существенному сокращению максимальных расходов воды по сравнению с естественным стоком [2]. На протяжении ряда лет происходит ухудшение санитарного состояния малых водотоков дельты р. Волга и их деградация.

Ильмень Григорьевский практически полностью отрезан от питавших его ериков и других водных объектов со стороны протоки Фомин Банк и протоки Уфимцева, что привело к возникновению застойных явлений и резкому ухудшению качества воды [3].

Результатом является ряд крайне негативных последствий для рыбного хозяйства:

- уменьшились объемы весенне-летнего половодья и, как следствие, сократились сроки затопления нерестилищ полупроходных рыб, что отрицательно сказалось на условиях их воспроизводства;

- ухудшилось качество нерестового субстрата на полях за счет затопления поймы и дельты высоким зимним стоком;

- резко ухудшились условия зимовки рыб [4].

К негативным последствиям деградации водного объекта ильмень Григорьевский относится:

- снижение продуктивности объектов животного и растительного мира;

- замещение водной и прибрежной растительности, (кормовой базы и защиты для птиц и животных);

- снижение биологического разнообразия экосистем.

Цель данной работы заключалась в обосновании необходимости проведения работ на водной системе ильменя Григорьевский и предложении плана действий по его экологической реабилитации.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- установить преобладающий фактор ухудшения качества воды;
- провести анализ отечественного опыта составления и реализации программ восстановления и охраны водных объектов разного типа, в первую очередь, малых и средних рек;
- предложить комплекс инженерных, санитарно-гигиенических и ландшафтных мероприятий, направленных на восстановление и устойчивое использование ильмена Григорьевский Астраханской области.

Анализ проблемы

Водоемы и водотоки южных регионов Российской Федерации, в том числе Астраханской и Волгоградской областей, в наибольшей степени подвержены эвтрофикации [5–7].

Одним из основных следствий высокой трофности водоемов является интенсивное развитие сине-зеленых водорослей, проявляющееся в массовом «цветении» воды [8]. Возбудителями «цветения» являются представители различных систематических групп водорослей, но самые благоприятные условия создаются для чрезвычайно активной вегетации сине-зеленых водорослей из родов *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Oscillatoria* *Microcystis* [8].

Усиленному развитию сине-зелёных водорослей способствует рост концентраций минерального азота, растворенных фосфора и железа, увеличение pH воды, уменьшение скорости течения, хорошее прогревание водной толщи. Сине-зелёные водоросли потребляют аммонийный азот, поэтому при оптимальном световом и тепловом режиме, когда наблюдается недостаток нитратного азота, они обгоняют в своем развитии диатомовые, протококковые и другие виды водорослей.

В природе бурное «цветение» становится токсичным на определенной стадии развития, разрушения. Подтверждение этому получено в исследованиях А.А. Сиренко, С.В. Горюновой и др.: наибольшая токсичность отмечена у природных популяций сине-зелёных водорослей в образцах с жизнеспособными клетками, но при наличии признаков отмирания [9,10]. Авторами показана высокая экологическая и токсикологическая значимость альготоксинов для животных. Известны случаи гибели сельскохозяйственных животных (овец, коров, кур), а также заболевания людей, употреблявших рыбу и питьевую воду из «цветущих» водоемов. Антидотов к токсинам цианобактерий не существует.

Таким образом, «цветение» воды – это следствие экологических нарушений в функционировании водных экосистем. Используемые в мировой практике различные физические и химические методы «борьбы» с цианобактериями: спуск воды из водоемов с последующим механическим удалением биомассы, аэрирование огромных водных пространств, использование ультрафиолетового облучения и ультразвука – малоэффективны и вместе с тем связаны с большими финансовыми затратам [8].

В настоящее время проблемы поиска оптимального и безопасного для природы способа борьбы с «цветением» водоемов объединены в новое научное направление – биологическую реабилитацию водоемов, означающую восстановление экосистемы водоема до естественного уровня и безопасного состояния для человека и окружающей среды. Следует отметить, что биологическая реабилитация является важнейшей составной частью экологической реабилитации водных объектов [11–13], а последняя включена в федеральную целевую программу «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 гг.», утвержденную Постановлением Правительства Российской Федерации от 19 апреля 2012 г. № 350 – один из важнейших инструментов реализации Водной стратегии России.

С целью биологической реабилитации Всероссийским научно-исследовательским институтом орошаемого Земледелия Россельхозакадемии предлагается использовать метод коррекции альгоценоза, основанный на введении в водоем оригинального штамма одноклеточной зеленой микроводоросли *Chlorella vulgaris* (альголизация). Штамм хлореллы ИФР № С-111 защищен патентом РФ № 1751981 и принят на депонирование Институтом физиологии растений им. К.А. Тимирязева Российской Академии Наук. Разработано биологическое обоснование на вселение штамма хлореллы в водоемы ЮФО, имеется положительный опыт работ. Использование технологии по вселению микроводоросли *Chlorella vulgaris* служит предотвращению «цветения» воды и появления токсичных (заморных) зон в водоемах. Благодаря малым размерам (6–9 мкм), округлой и овальной форме, клетки штамма хлореллы ИФР № С-111 являются вполне доступным кормом для личинок беспозвоночных и молоди рыб. Применение хлореллы в прудовом рыбоводстве значительно усиливает кормовую базу рыбоводных прудов, так как хлорелла является кормовым ресурсом для дафний и других гидробионтов; кроме того, развитие хлореллы снижает активность сине-зелёных водорослей, в результате чего улучшается кислородный режим водоема и качество воды. Когда водоем уже заражен сине-зелёными водорослями, введение штамма хлореллы ИФР № С-111 позволяет лизировать их скопления и перевести продукты разложения в процессе фотосинтеза в белок, липиды и т. д., входящие в структуру хлореллы [14].

Сотрудниками НИУ МГСУ и «ЭсЭйч Инжиниринг» предложен биоинженерный метод и конструкция укрепления берега водоема, в котором использовался комплекс биоинженерных элементов (фашина, растения, деревья и кустарники, травосмеси).

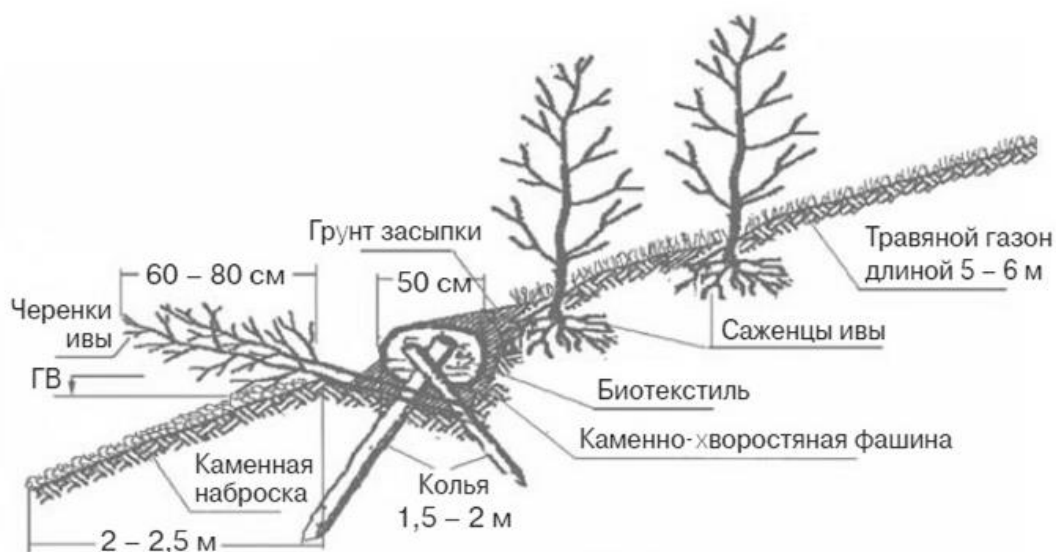


Рис. 1. Биоинженерная конструкция укрепления берега водоема

Метод позволяет достаточно быстро и сравнительно недорого укрепить приустьевую зону водоема, а также стабилизировать гидрогеологический режим в системе «берег-водоем», не нарушая его искусственными инженерными сооружениями. Метод эстетичен, поскольку позволяет применить принципы ландшафтного дизайна при проведении озеленительных работ.

Использование подобной технологии имеет следующие преимущества:

- способствует закреплению почвы в береговой зоне водоема и препятствует эрозионным размывам;
- формирует водоохранную полосу в береговой зоне водоема и способствует очистке попадающих с берега загрязненных стоков;
- приводит к улучшению качества воды в водоеме [15].

Разработка комплекса типовых действий

На основании результатов комплексных инженерных изысканий по оценке состояния ильмена Григорьевский и его ближайшего водосбора, которые проводились ООО ПСФ «ГЕОэкспресс» в 2012 г. на основании технического задания, выданного Астраханским филиалом ЗАО «ДАР/ВОДГЕО», а также анализа отечественного опыта составления и реализации программ восстановления и охраны водных объектов разного типа, в первую очередь, малых и средних рек [16–19], был разработан комплекс типовых действий, направленных на решение экологических проблем в водной системе ильмена Григорьевский, сохранение биоразнообразия и повышение продуктивности водных биоресурсов [20,21]. Комплекс состоит из трех этапов, каждый из которых включает ряд мероприятий.

Этап 1. Осуществление проектных и проектно-изыскательских работ, сбор исходных данных.

Проводится по санитарно-экологическому состоянию водного объекта, его гидрологической и гидробиологической характеристикам, ботанической характеристике береговой зоны. Собранные данные служат основой для разработки проекта экологической реабилитации, который содержит комплекс технических и биологических мероприятий по восстановлению качества воды в водоеме и формированию его экосистемы.

Этап 2. Инженерно-техническая реабилитация.

Представлена следующими мероприятиями:

1. Работами по углублению и увеличению пропускной способности ерика Кашин и ильмена Григорьевский, состоящими из:

- ликвидации кустарниковой растительности на участках дноуглубления, трассах пульпопроводов и картах намыва, организации карт намыва;

- ликвидации загрязнения и засорения береговых полос на участке реабилитации;

- локальной и поэтапной механической расчистки русла от истока ерика Кашин до ильмена Григорьевский и далее к месту его соединения с ериком Вахрамеев от мощных иловых (в первую очередь, загрязненных) отложений на участках, находящихся в критическом и близком к критическому состоянию;

- дноуглубительных работ для создания санитарной глубины и зимовальных ям для рыб; формирования мелководных и глубоководных зон;

2. Рекультивацией и благоустройством береговых зон;

3. Закреплением береговых откосов и береговой полосы в пределах прибрежных защитных полос посредством закрепления ивовыми деревьями, сопровождающимся посадками ивовых кольев.

Этап 3. Биологическая реабилитация водных объектов.

Включает широкий спектр мероприятий, направленных на формирование сбалансированной экосистемы, восстановление биопродуктивности и других, благоприятных для гидробионтов и человека свойств водоемов:

- устранение причин «эвтрофирования вод» и ликвидация избыточного «цветения» воды и других неблагоприятных последствий перегрузки водоемов биогенными элементами, алголизация водных объектов;

- заселение водоемов живыми организмами-гидробионтами, что позволяет восстановить гидроэкосистему водоемов;

- высадка растений-макрофитов вдоль берегов тростником южным (*Phragmites Australis*), рогузом узколиственным (*Typha Angustifolia*) с примесью осоки островатой (*Carex Acuta*) и камышом озерным (*Scirpus Lacustris*).

Заключение

В ходе работы было установлено, что преобладающий фактор ухудшения качества воды – это «цветение» в результате массового развития в структуре фитопланктона сине-зеленых водорослей.

Осуществлен анализ отечественного опыта составления и реализации программ восстановления и охраны водных объектов разного типа, в первую очередь, малых и средних рек.

Рассмотрен метод биологической реабилитации водоемов, улучшающий качество воды и восстанавливающий требуемый баланс флоры и фауны водоемов.

По результатам анализа был разработан и предложен комплекс инженерных, санитарно-гигиенических и ландшафтных мероприятий, направленных на восстановление и устойчивое использование ильменя Григорьевский Астраханской области.

Список источников

1. Карта ООПТ российской части Нижней Волги. [Электронный ресурс]. URL: <http://nat.astrobl.ru/stranica-sayta/karta-oot-nizhney-volgi> (дата обращения 08.09.2015).
2. Клинкова Г.Ю., Луконина А.В. и др. Водно-болотные угодья Нижнего Поволжья: сохранение и восстановление: методическое пособие, выпущенное в рамках гранта Проекта ПРООН/ГЭФ - Минприроды России «Задачи сохранения биоразнообразия водно-болотных угодий Нижней Волги» на средства ГЭФ.М.: Изд-во Планета, 2012. 358 с.
3. Экологическая реабилитация водной системы ильменя Григорьевский в Володарском районе Астраханской области. Технический отчет. Инженерно-экологические изыскания. ООО ПСФ «ГЕОэкспресс». Астрахань, 2012. 37 с.
4. Бесчетнова Т.С., Катунин Д.Н., Кашин Д.В. Возможные пути рационального использования водных ресурсов в экономике Астраханской области // Межвузовский сборник научных статей. № 2 (5). Спецвыпуск. (Научный потенциал регионов на службу модернизации). Астрахань: Изд-во ГАОУ АО ВПО «АИСИ», 2013. С. 50–57.
5. Мелихов В.В. Современные экологические проблемы загрязнения водных ресурсов Волжского бассейна и пути их решения // Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. (15–16 апреля 2004 г.) (Экологические проблемы загрязнения водоемов Волжского бассейна, современные методы и пути их решения). Волгоград, 2004. С. 3–9.
6. Кружилин И.П. Экологические аспекты устойчивости биоценозов водохранилищ юга России и некоторые пути их решения // AQUATERRA: тез. докл. 9-й Междунар. конф. (14–15 июня 2006 г.) СПб., 2006. С. 68–69.
7. Экологические проблемы эвтрофирования внутренних континентальных водоемов юга России и биотехнологический метод повышения качества воды / П.И. Кузнецов, М.В. Фролова, М.В. Московец, В.И. Кузнецова // Межвузовский сборник научных статей. № 2 (5). Спецвыпуск. (Научный потенциал регионов на службу модернизации). Астрахань: Изд-во ГАОУ АО ВПО «АИСИ», 2013. С. 61–67.
8. Лухтанов В.Т., Кульнев В.В. Биологическая реабилитация водоемов посредством структурной перестройки фитопланктонного сообщества // Материалы третьей научно-практической конференции г. Воронеж. (20–22 ноября 2013 г.) (Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы). Воронеж: Изд-во «Цифровая полиграфия», 2013. С. 303–306.
9. Сиренко Л.А., Козицкая В.Н. Биологически активные вещества водорослей и качество воды. Киев: Изд-во Наукова думка, 1988. 255 с.
10. Горюнова С.В., Демина Н.С. Водоросли – продуценты токсических веществ. М.: Изд-во Наука, 1974. 256 с.
11. A short-term model experiment of organic pollutants treatment with aquatic macrophytes in industrial and municipal waste waters / M.Ju. Andrianova, K.V. Vorobjev, Ju.A Lednova, A.N. Chusov // Applied Mechanics and Materials. 2014. V. 587–589. Pp. 653–656.
12. Аквакультура в техносфере / А.Н. Чусов, М.Б. Шилин, Л.Ю. Бугров, Н.Е. Горбунов, М.В. Иванов. Учебное пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. 221 с.

13. Экологические основы управления природно-техническими системами / М.Б. Шилин, Н.Е. Горбунов, Л.Н. Блинов, Н.Г. Бобылёв, В.В. Гальцова, В.С. Замараева, Л.М. Молодкина, Н.Н. Ролле, М.В. Романов, М.Ф. Романов, А.И. Шишкин. Учебное пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. 506 с.
14. Богданов Н.И. Биологическая реабилитация водоёмов. 3 изд., доп. и перераб. Пенза: Изд-во РИО ПГСХА, 2008. 126 с.
15. Кривицкий С.В. Биоинженерная защита берега водоема // Экология и промышленность России. 2007. № 1. С. 4–6.
16. Зайдфудим П.Х. Стратегия и механизмы устойчивого развития бассейна реки Суры: межрегиональный инновационный комплексный проект (Пенза-Москва-Ульяновск-Саранск-Чебоксары-Йошкар-Ола-Нижний Новгород) // Проблемы современной экономики. 2003. № 3.
17. URL:<http://www.ectr.org/Publications/tabid/2624/mod/11083/articleType/ArticleView/articleId/3559/Default.aspx> (дата обращения 08.09.2015).
18. Коренева И.Б. Методические указания о порядке составления и реализации программ восстановления и охраны водных ресурсов малых рек Российской Федерации. 2000. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.koreneva.com> (дата обращения 08.09.2015).
19. Manual of River Restoration Techniques. River Restoration Centre (RRC), Cranfield University, Cranfield, United Kingdom. 2010–2013. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.therrc.co.uk/manual-river-restoration-techniques> (дата обращения 08.09.2015).
20. Кривицкий С.В. Экологическая реабилитация водных объектов // Экология и промышленность России. 2007. № 5. С. 20–23.
21. Рамочный план действий по оптимизации экологического состояния водных объектов, в том числе зарегулированных / Н.С. Калюжная, А.Н. Науменко, Э.Н. Сохина, И.Ю. Калюжная // Электронный научно-образовательный журнал ВГСПУ «Грани познания». 2015. № 4 (38). С. 67-75.

ECOLOGIC REHABILITATION OF WATER SYSTEM ILMEN GRIGORYEVSKY IN ASTRAKHAN REGION

A.N. Treshcheva

Keywords: wetland «Volga Delta»; ecologic rehabilitation; seaweed addition; algocenotic correction; biological rehabilitation; chlorella biomass

Abstract. Complex of typical actions to optimize ecological condition of the water system ilmen Grigorievsky (Astrakhan region) was suggested. The complex is based on the results of engineering studies, that were made to assess the state of the water system, as well as the analysis of experience in the ecologic rehabilitation of various types of water bodies.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ КАВКАЗСКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА-КУРОРТА КИСЛОВОДСКА

А.В. Вахрушкина^{1*}, Т.О. Южанинова^{2*}, Е.Г. Сёмин³, Л.Л. Каменик⁴

¹ магистрант, каф. ГС и ПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого;

² магистрант, каф. ГС и ПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого;

³ докт. техн. наук, профессор, каф. ГС и ПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого;

⁴ докт. экон. наук, профессор, каф. ЭМЭП, ИЭИ, СПбПУ Петра Великого

Ключевые слова: экологическое состояние; Кавказские Минеральные Воды; город-курорт; экологический мониторинг; стационарный пост наблюдения; поллютант; источник загрязнения; метеорологический потенциал самоочищения атмосферы

Аннотация. Оценено экологическое состояние Кавказских Минеральных Вод на примере города-курорта Кисловодска. Выявлены нарушения проведения экологического мониторинга, рассмотрены причины неблагоприятной экологической ситуации, приведены некоторые предложения по улучшению экологического фона данного района.

Введение

Загрязнение окружающей среды – одна из самых важных и серьезных проблем развития нашей цивилизации. Экологическая обстановка и безопасность региона Кавказских Минеральных Вод (КМВ) является нашей общенациональной проблемой. Города-курорты КМВ имеют лечебно-оздоровительное назначение. А принципиальное отличие курорта от любого другого населенного пункта – благоприятная экологическая ситуация. На землях КМВ расположены минералопроводы, диагностические центры, клиники, санатории и так далее. Визитной карточкой КМВ являются горный ландшафт, леса и курортные парки, поэтому здесь отдыхают около 500 тысяч российских и зарубежных граждан. КМВ как курортный регион Российской Федерации не имеет аналогов ни в Европе, ни в Азии. Однако экологическая обстановка крайне неудовлетворительна из-за большого количества туристов, а туристические организации интересуются лишь коммерческой стороной и не планируют осуществлять затраты на сохранение окружающей среды.

Цель работы – оценка экологического состояния района Кавказских Минеральных Вод на примере города-курорта Кисловодска.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи:

- оценить уровень экологического мониторинга данного района;
- найти причины сложившейся неблагоприятной экологической ситуации района КМВ.

Результаты и обсуждение

Главная задача – это сохранение кондиций минеральных вод – визитной карточки курортов КМВ, которую невозможно решить без чистой атмосферы, почв, рек и грунтовых вод. 28 декабря 2013 г. был принят федеральный закон №406-ФЗ «О внесении изменений в федеральный закон «Об особо охраняемых природных территориях», города-курорты исключены из перечня особо охраняемых природных территорий (ООПТ) [1]. В последнее время это общая тенденция, наметившаяся в отношении курортных регионов. Но все же, до недавнего времени данный район имел статус ООПТ, а это означает, что города-курорты должны иметь какие-то «привилегии».

В РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы» сообщается, что число постов наблюдения за экологическим состоянием может быть

увеличено в условиях сложного рельефа местности (что несомненно имеется в данном регионе), а также при наличии на данной территории объектов, для которых чистота воздуха имеет первостепенное значение [2]. В регионе КМВ был проведен подсчет стационарных постов наблюдения за атмосферой (СП), и результат оказался неутешительным, а именно, в городах-курортах КМВ число СП не соответствует минимально необходимым требованиям (табл. 1). Более того, в некоторых городах они и вовсе отсутствуют или же расположены так, что с учетом розы ветров пост замеряет воздух, максимально лишенный примесей [3].

Таблица 1. Количество стационарных постов наблюдения за атмосферой на курортах КМВ

Город КМВ	Площадь, км ²	Население, тыс. чел.	Плотность населения, чел/км ²	Кол-во СП	Минимально требуемое кол-во СП
Кисловодск	72	136,761	1899,46	1	2-3
Ессентуки	50	103,093	2061,86	отсутствует	2-3
Железноводск	93	52,509	563,82	отсутствует	2
Пятигорск	97	214,123	2207,45	1	3-5

Почему же курорты КМВ были выведены из статуса особо охраняемых территорий? Статус ООПТ влечет за собой различные мероприятия, такие как:

- создание нормативно-правовой базы, которая была бы разработана специально для данных территорий;
- расширение сети мониторинга;
- проведение регулярного системного анализа экологического состояния всех природных сред;
- мониторинг здоровья населения.

Все это требует значительных материальных вложений, а вывод городов-курортов из статуса ООПТ не влечет за собой абсолютно никаких затрат. Чтобы понять всю абсурдность ситуации, можно сказать, что в России таких курортов федерального значения всего 11, это составляет лишь 1% от общего количества всех российских городов.

Возьмем для детального исследования один из городов-курортов – город Кисловодск, и рассмотрим, как осуществляется мониторинг окружающей среды в настоящее время.

Атмосфера: Ставропольский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ГУ СЦГМС) проводит регулярные наблюдения лишь на 1 станции. Данная станция расположена в парковой зоне, и с учетом розы ветров замеряет воздух максимально лишенный примесей. Осуществляются замеры бенз(а)пирена, оксида азота, диоксида азота, взвешенных веществ, сажи, диоксида серы, растворимых сульфатов. Оксид углерода, формальдегид, озон, ароматические углеводороды, свинец, кадмий и другие тяжелые металлы не входят в число измеряемых поллютантов.

Гидросфера: единственный пост наблюдения расположен на реке Подкумок ниже города Кисловодска. В 1980-х годах была полностью ликвидирована сеть наблюдения за грунтовыми водами более чем из 40 скважин, поэтому с тех пор контроль гидродинамических и гидрохимических показателей на Кисловодском месторождении минеральных вод охватывает незначительную по площади зону вокруг источника Нарзан. По оставшимся на остальной территории единичным скважинам невозможно получить информативные данные.

Зона аэрации: на территории города Кисловодским филиалом Центра гигиены и эпидемиологии в Ставропольском крае один раз в год проводятся исследования почвы

по микробиологическим и паразитологическим показателям. В 2005 году количество проб составило 205, в 2008 – 122, в 2011 – 18. Как можно заметить, объемы исследования имеют тенденцию к уменьшению. С 2000 года отсутствует аккредитация на проведение исследования почв на соли тяжелых металлов – ртути, кадмия и свинца.

Резюме: целью проводимого на курорте Кисловодск мониторинга является демонстрация мнимого благополучия территории, для чего минимизируется число постов наблюдений, а оставшиеся единичные оборудуют как можно дальше от источников загрязнения.

Согласно районированию территории РФ по условиям рассеивания примесей и потенциалу загрязнения атмосферы (ПЗА) территория городов-курортов КМВ характеризуется повышенным потенциалом загрязнения атмосферы [4]. Для более детального уточнения потенциала загрязнения курортных городов РФ был рассчитан метеорологический потенциал самоочищения атмосферы (МПА), определяемый по формуле:

$$\text{МПА} = (P_{\text{ш}} + P_{\text{т}}) / (P_{\text{о}} + P_{\text{в}}) \quad (1)$$

где $P_{\text{ш}}$ – повторяемость скоростей ветра 0–1 м/с; $P_{\text{т}}$ – повторяемость дней с туманами; $P_{\text{о}}$ – повторяемость дней с осадками более 0,5 мм; $P_{\text{в}}$ – повторяемость скоростей ветра более 6 м/с [5].

В случае, если МПА меньше 1, то в рассматриваемый период времени создаются благоприятные условия для рассеивания примесей в атмосфере, если МПА больше 1, то преобладают процессы, способствующие накоплению вредных примесей. МПА города Кисловодск равен 2,04, что больше 1. Это значение соответствует крайне неблагоприятным условиям для самоочищения атмосферы и является максимальным из значений для 30 рассматриваемых городов (рис. 1) [4]. Это связано с тем, что микроклимат Кисловодска крайне неблагоприятен для самоочищения атмосферы.

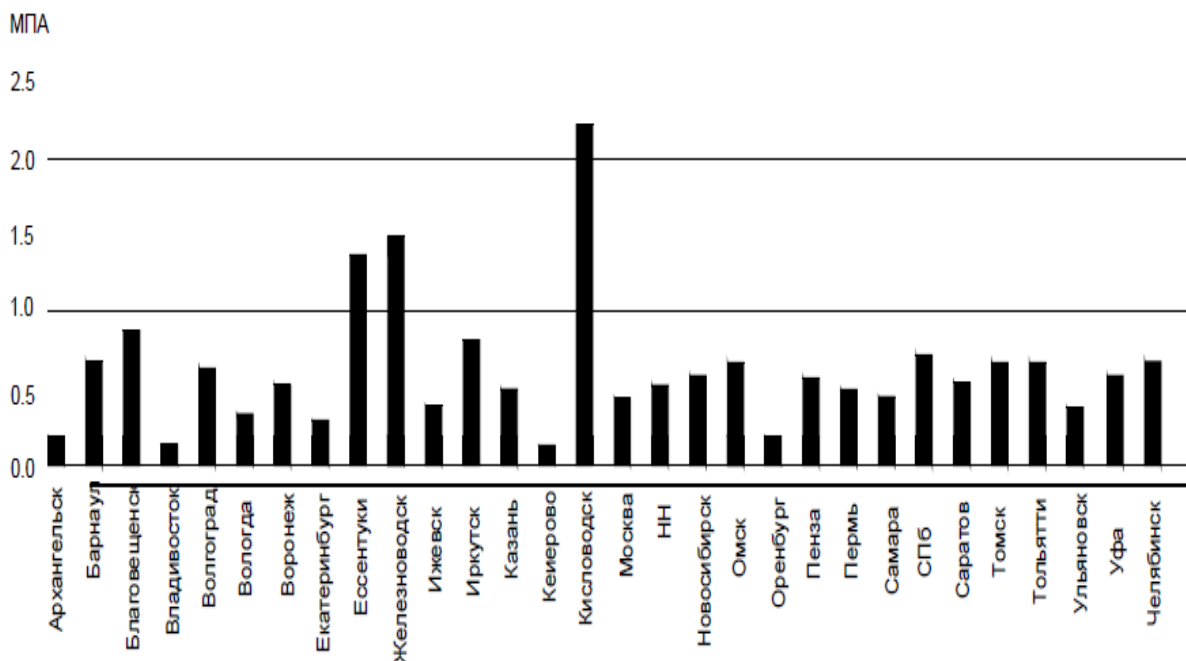


Рис. 1. Значения МПА в воздушной среде ряда городов РФ

Существует много причин столь неблагоприятной экологической ситуации.
1. Отмена закрытой прописки в г. Кисловодск.

2. Существенный прирост плотности населения (1979 г. – 100,9 тыс. чел., 2014 г. – 136,8 тыс. чел.) [6].
3. Имеется 13 объектов нефтепродуктообеспечения, склады ядохимикатов и удобрений, ТЭЦ, железная дорога общей протяженностью 5 км, трест зеленого хозяйства [7].
4. Вдоль русел рек ведется масштабное строительство.
5. Выросла доля неканализованного жилого сектора. В 2010 г. селитебная зона была канализована лишь на 60%, существующие канализационные сети находятся в крайне неудовлетворительном состоянии. Общая величина утечек составляет около 60 тыс. м³/сут [7]. Поступление в водотоки сточных вод с повышенными концентрациями вредных веществ может привести к ситуации экстремально высокого загрязнения поверхностных вод [13].
6. Неканализованный жилой фонд в основном приурочен к водоохранным зонам рек, куда и происходит сброс сточных вод. Часть сточных вод фильтруется в водоносные горизонты [7].

Также были подняты архивные данные Кисловодского ОАО «Институт Гражданпроект», который проводит инженерно-геологические изыскания под строительство за период 1967 – 1998 гг. По данным с 93 площадок в различных районах Кисловодска существует тенденция подтопления большинства районов города. Химический состав грунтовых вод претерпел существенные изменения. В ряде районов уровень грунтовых вод изменился от 10,5–7,3 м ниже поверхности земли до 0,5–1,3 м. Подъем грунтовых вод способствовал засолению грунтов и увеличению минерализации грунтовых вод. Мощность зоны аэрации сократилась в 3 раза [8–10].

Заключение

Таким образом, в регионе Кавказские Минеральные Воды количество стационарных постов наблюдения за состоянием окружающей среды не соответствует минимально необходимым требованиям, а существующие единичные посты размещаются как можно дальше от мест загрязнения. Не все природные среды региона охвачены мониторингом, также имеется тенденция к снижению частоты замеров. В регионе происходит деградация всех природных сред, что может повлечь за собой рост заболеваемости населения при официальных данных о благополучии территории курорта.

На курортах такого уровня как город-курорт Кисловодск контроль за состоянием окружающей среды должен проводиться в полном объеме, охватывать как буферные, так и транспортирующие природные среды. Необходимо использовать методы биологического мониторинга, которые позволят получить интегральную оценку последствий воздействия комплекса всех внешних факторов на представителей живой природы. Наиболее информативным и оптимальным будет являться анализ изучения состояния здоровья детей, так как дети более привязаны к определенной территории, больше времени проводят вне дома, больше контактируют с внешней средой и лишены профессиональных воздействий и вредных привычек [11, 12].

Список источников

1. Федеральный закон от 28.12.2013 N 406-ФЗ (ред. от 23.06.2014) "О внесении изменений в Федеральный закон "Об особо охраняемых природных территориях" и отдельные законодательные акты Российской Федерации" [Электронный ресурс] Систем. требования: Интернет-браузер Google Chrome или аналогичный. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156527/ (Дата обращения 02.11.2015)
2. РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы». М. Госкомгидромет СССР, 1991, 694 с.
3. Рубисов Г.В. Проблемы энергоресурсопотребления и экологии. М.: Изд-во РАН. 2002. 213 с.

4. Селегей Т.С., Быков А.П., Филоненко Н.Н. Отчет о НИР «Разработать усовершенствованный комплексный метеорологический показатель рассеивающей способности атмосферы». Новосибирск: ФБГУ «СибНИГМИ», 2014. 132 с.
5. СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика»
6. Народная энциклопедия «Мой город» Кисловодск [Электронный ресурс]. Систем. требования Интернет-браузер Google Chrome или аналогичный URL: http://www.mojgorod.ru/stavrop_kraj/kislovodsk/index.html [Дата обращения 02.11.2015]
7. Мартиросов П. Курорт Кисловодск угрозы существования мировой здравницы // Огни КавМинВод. 2011. № 33. С. 7–8.
8. Помеляйко И.С. Системный анализ экологического состояния зоны гипергенеза урбанизированных территорий (на примере курорта федерального значения г. Кисловодска): автореферат дис. ... канд. техн. наук. Пятигорск, 2012, 22 с.
9. Агафонов Н.Т., Когут А.Е., Литовка О.П. Региональная экологическая политика в новых экономических условиях. СПб.: ИСЭП РАН, 1994.
10. Лихачев Ю.М., Селиванова С.В., Глазов И.Н. Анализ и оценка зарубежного опыта обращения с твердыми бытовыми отходами // Комплексная переработка твердых бытовых отходов наиболее передовая технология. СПб.: СПбГТУ, 2001. С. 72–88.
11. Бринчук М.М. Экологическое право. Учебник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Юрист. 2005. 670 с.
12. Белюченко И.С., Федоненко Е.В. Биомониторинг состояния окружающей среды. Учебное пособие. Краснодар: КубГАУ. 2014. 153 с.
13. Chusov A., Bondarenko E., Andrianova M. Study of electric conductivity of urban stream water polluted with municipal effluents. Applied Mechanics and Materials, 2014, vol. 641–642, pp. 1172–1175.

ECOLOGICAL STATE OF CAUCASIAN MINERAL WATERS BY THE EXAMPLE OF KISLOVODSK

A.V. Vakhrushkina, T.O. Yuzhaninova, E.G. Semin, L.L. Kamenik

Keywords: ecological condition; Caucasian Mineral Waters; resort town; environmental monitoring; stationary observation post; pollutant; pollution source; meteorological self-cleaning capacity of the atmosphere

Abstract. To evaluate the ecological state of the Caucasian Mineral Waters in the example of the resort city of Kislovodsk, revealed violations of environmental monitoring, examines the causes of the unfavorable ecological situation, are some suggestions to improve the environmental background of the area.

ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА ПОСЛЕ СНОСА ЗДАНИЙ

**А.В. Бирх¹, Н.В. Гнатовская², К.С. Матюшина^{3*}, Ш.К. Имомзодаи⁴,
Е.Ю. Негуляева⁵**

^{1,2,3,4}бакалавр, каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого;

⁵канд. техн. наук, доцент каф. ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого

Ключевые слова: железобетонные отходы; переработка строительных отходов; вторичные ресурсы; бетонный лом; щебень; заполнитель бетона

Аннотация. Проведен обзор системы переработки отходов железобетона в Российской Федерации, которые появляются после сноса жилых зданий. Рассмотрен процесс переработки отходов во вторичные ресурсы. Предложены меры обеспечения эффективного и качественного развития сферы обращения вторичных ресурсов из железобетона, что позволит получить экономическую выгоду и предотвратить загрязнение окружающей среды.

Введение

С развитием строительной индустрии, в 30-е годы прошлого столетия и затем в послевоенные годы, в нашей стране встал вопрос о массовом жилищном строительстве, который предполагал за короткие сроки обеспечить жильем население [1]. По всей стране были возведены тысячи крупнопанельных домов, основным материалом конструкций которых являлся железобетон. В настоящее время по всей стране такие многоквартирные жилые здания признаются аварийными и непригодными для проживания. Данные жилые дома имеют деформации фундаментов, стен, несущих конструкций, которые свидетельствуют об исчерпании несущей способности и опасности обрушения, и подлежат сносу [2]. На состояние 2015 года около 11,5 миллионов квадратных метров площади жилых помещений признано аварийным [3]. Программа по сносу или реконструкции жилищного фонда постепенно осуществляется и должна завершиться в сентябре 2017 года.

Для любого крупного города, в котором происходит снос большого количества зданий, возникают проблемы повторного использования железобетонных отходов в строительной промышленности и организации их переработки. При качественной и глубокой переработке строительного мусора стоимость строительства с его использованием может значительно снизиться [4]. Это особенно актуально как с точки зрения ресурсосбережения в производстве строительных материалов, так и для обеспечения экологической безопасности территорий при обращении с отходами городского хозяйства [5,6].

Цель данной работы заключается в разработке предложений по переработке железобетонных отходов сноса зданий на основе обзора и анализа способов переработки железобетона и применяемого оборудования.

Оборудование для переработки железобетона

В нашей стране в 80-х годах на заводах железобетонных изделий получила распространение технология переработки некондиционного железобетона на линиях, оснащенных установками первичного дробления (УПН-7, УПН-10, СМЖ-541) и вторичного дробления (СМД-108, СМД-109), с последующей классификацией, устройствами для извлечения арматуры – грузовыми электромагнитами, системой ленточных конвейеров и бункеров-накопителей готовой продукции. В настоящий момент используются дробильно-сортировочные комплексы типа КПСО-1, КПСО-2,

КПСО-3 [7]. Технологическая схема переработки отходов железобетона [8] представлена на рис. 1.

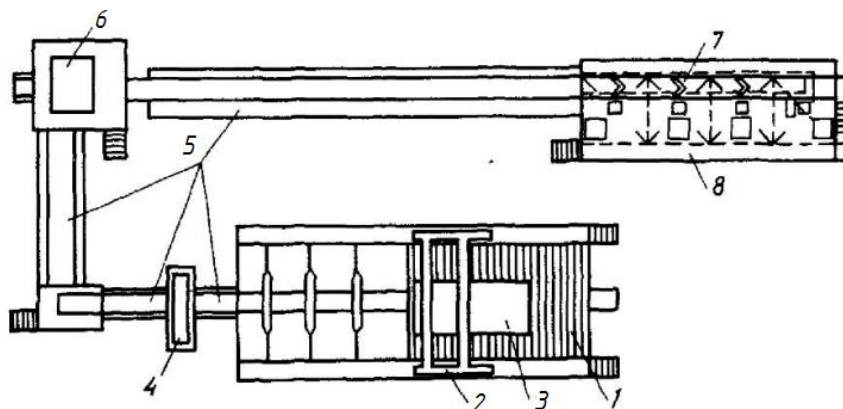


Рис. 1. Схема технологической линии по переработке некондиционного железобетона

На передвижном столе с колосниковой решеткой (1) установки первичного дробления с помощью циклично опускающейся и поднимающейся ножевой балки копра прессы (2) дробятся отходы железобетона (3). Раздробленный бетон, направляемый отбойными боковыми листами через колосники, попадает на ленточный конвейер. Прошедшие через колосниковый стол куски арматурной стали извлекаются из массы дробленого бетона при помощи грузового электромагнита ПМ-15 (4). Затем куски бетона с максимальной крупностью 250 мм по системе ленточных конвейеров (5) поступают на установки вторичного дробления – щековую дробилку (6) СМД-109 или СМД-108. После прохождения через нее дробленый материал с фракцией 0–50 мм по ленточному конвейеру подается в отсекатели (7), а затем в бункеры-накопители (8) [8].

Производительность отечественных стационарных установок составляет 20–25 тыс. м³ вторичного щебня в год. Из зарубежных стран, эксплуатирующих стационарные линии, следует отметить Германию, Англию, Японию, США. Так, производительность линии фирмы «Бойес» (США) равна 200 т/ч.

Используются и мобильные перерабатывающие комплексы отечественного и зарубежного производства. Из зарубежных мобильных перерабатывающих комплексов известно оборудование фирм Хайеплант (Нидерланды) производительностью до 380 т/ч, «Линпман» и «Юниверсал Энжиниринг» (США) производительностью 165 т/ч, размер фракций материала составляет 38–76 мм [8].

Переработка и использование отходов строительного железобетона

При разрушении демонтируемых железобетонных элементов происходит отделение арматуры от бетона с целью использования арматуры для переплавки, а цементного камня и щебня для повторного использования. Переработка составляет около 70 % по массе. Продукты дробления представляют собой щебень с размером куска от 5 до 60 мм, который может быть применен в качестве крупного заполнителя в тяжелых бетонах и для подсыпки дорог. Оставшиеся 30 % – это фракция от 0 до 5 мм. [9,10].

За рубежом широко применяется переработка отходов, которая называется «рециклингом» [11]. В отечественной нормативной документации ему дается следующее определение: «процесс возвращения отходов, сбросов и выбросов в процессы техногенеза». Рециклинг позволяет решить одну из основных проблем, возникающих при новом строительстве, – снизить стоимость строительных материалов. Вторичные ресурсы, вновь поступившие в круговорот строительной индустрии, оцениваются в 2–3 раза дешевле аналогов из природного сырья, что не может остаться

без внимания застройщиков. На данный момент в России рециклинг менее развит, чем в зарубежных странах [12,13].

В мировой практике существуют три варианта организации производства заполнителя от одной из составляющих железобетона – бетонного лома. К первому варианту относится переработка бетонного лома в заполнитель непосредственно на месте демонтажных работ (стройплощадке). Затем вторичный продукт отправляется на бетонный завод или строительный объект. Ко второму варианту относится транспортировка демонтированных железобетонных изделий на установку или завод по производству заполнителей. После произведенной переработки вторичные ресурсы отправляются на бетонный завод. Третий вариант – получение заполнителя из бетонного лома на заводах стройиндустрии, которые производят сборный бетон и железобетонные конструкции.

Дробленый бетон эффективно применяется в качестве крупного заполнителя тяжелого бетона, в то время как использование фракций менее 5 мм в качестве мелкого заполнителя приводит к ухудшению эксплуатационных свойств бетона [14]. Тяжелый бетон имеет широкое применение для возведения подземных и наземных несущих конструкций (фундаментов, колонн, стен и т.п.). В качестве природных заполнителей для тяжелых бетонов используют щебень плотных горных пород (известняк, гранит и др.) [15]. Известно, что природные ресурсы дорого добывать и объем их ограничен. Использование железобетонных отходов в виде дробленого бетона поможет сберечь природные ресурсы. Прочностные характеристики (жесткость, прочность на сжатие) тяжелого бетона с использованием заполнителя из вторичного щебня лишь незначительно отличаются от характеристик бетона с заполнителем из природного камня [16]. Поскольку в строительной промышленности имеют значение даже самые малые отклонения бетона на прочность, то целесообразнее использовать железобетонные отходы для заполнителей бетонов низких марок.

Неоднозначным вопросом остается экономическая эффективность переработки отходов сноса зданий. Оценка применения новых научных разработок и внедрение новых методов производства строительных материалов показывает их высокую эффективность, но по выводам [17] суммарные затраты на переработку отходов не окупаются доходами от реализации готового вторичного сырья.

Примером экономического стимулирования для развития переработки данного вида отходов может быть опыт ЕС, США, Канады и Японии, где внедрена двухступенчатая система переработки строительных отходов с полным отказом от захоронения отходов на полигонах [18–20]. В российском документе МДС 12.59.2011 «Проект производства работ на демонтаж панельного дома» предусмотрена переработка 85 % отходов железобетонных конструкций, на захоронение разрешается отправлять только непригодные к переработке категории.

Предложения по переработке отходов железобетона

На основании проведенного обзора и анализа строительной литературы была предложена схема этапов комплексной переработки и использования вторичных ресурсов из железобетона (рис. 2). При принятии решений по организации демонтажных работ и дальнейшей утилизации отходов необходимо учитывать разработку проектно-сметной документации, демонтаж здания, наличие перерабатывающего предприятия для утилизации железобетона, транспортировку к предприятию строительных отходов, складирование и реализацию полученной продукции.



Рис. 2. Схема этапов комплексной переработки и использования вторичных ресурсов из железобетона

Этапы, представленные на рис. 2, можно проводить в двух вариантах – как на месте демонтажных работ, так и на отдельном перерабатывающем заводе. Первый вариант позволяет экономить на транспортировке, но приводит к загрязнению воздуха и почв мелкими фракциями бетонного лома. Достоинство второго варианта состоит в использовании заводских помещений для складирования, в которых возможна регулировка температуры и влажности воздуха, т.е. создание нормальных условий для хранения переработанного сырья.

При правильных экономических и технологических решениях предложенная комплексная переработка железобетона может уменьшить затраты в 1,8 раза по сравнению с вариантом вывоза отходов на базы-полигоны для захоронения и в 1,5 раза по сравнению с вариантом переработки части отходов и захоронения другой части [21].

Заключение

Здания, построенные из железобетонных конструкций, после сноса или реконструкции являются источником особого вида отходов городского хозяйства. Складирование отходов железобетонных конструкций после сноса зданий не рационально с точки зрения потери территорий и потенциального сырья. В то же время, переработка данных отходов – энергоемкий процесс, он требует особого оборудования, а возможности использования продуктов переработки ограничены. На основе анализа различных источников была разработана схема этапов комплексной переработки и использования вторичных ресурсов из железобетона. Для наилучшей переработки отходов железобетона предложены такие меры как использование железобетонных отходов для заполнителей бетонов низких марок; разработка мер для стимулирования создания мощностей переработки отходов, при которой выгодным является демонтаж без строительных отходов; создание мероприятий по комплексной

переработке строительных отходов. Это будет эффективно в экономической, технологической и природоохранных сферах. Вторичное сырье может быть дешевым, качественным, благодаря технологии переработки, и экологически безопасным для потребителя. Новая система может вывести рынок вторичных ресурсов РФ на новый этап развития.

Список источников

1. Суздальцева А.Я. Бетон в архитектуре XX века. М.: Стройиздат, 1981. 208 с.
2. Об утверждении Положения о признании помещения жилым помещением, жилого помещения непригодным для проживания и многоквартирного дома аварийным и подлежащим сносу или реконструкции. Постановление Правительства РФ от 28 января 2006 г. № 47.
3. Кузьмин В. Плановое расселение: ликвидация ветхого жилья не отменяется // Российская газета [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rg.ru/2015/04/09/rasselenie-site.html> (дата обращения: 06.10.2015).
4. Продажа вторичного щебня с доставкой по Москве и области в компании «Сатори». URL: http://satori.ru/ru/activity/dsk/processing_crstone/ (дата обращения: 06.10.2015).
5. Лопатин Н.А., Моторная А.И., Негуляева Е.Ю. Рециклинг отходов строительства как фактор ресурсосбережения в условиях глобального экологического кризиса // Сборник научных трудов 17-й Международной научно-практической конференции «ЭКОНОМИКА, ЭКОЛОГИЯ И ОБЩЕСТВО РОССИИ В 21-м СТОЛЕТИИ». Санкт-Петербург, 2015. С. 364–366.
6. Негуляева Е.Ю. Оптимизация системы обращения с твердыми коммунальными отходами как фактор безопасности геоэкологической среды. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Санкт-Петербургский политехнический университет. Санкт-Петербург, 2005. 18 с.
7. Арсентьев В.А., Мармандян В.З., Добромыслов Д.Д. Современные технологические линии для строительного рециклинга // Строительные материалы. 2006. № 6. С. 64–66.
8. Гусев Б.В., Загурский В.А. Вторичное использование бетонов. М.: Стройиздат, 1998. 96 с.
9. Чистов Ю.Д., Краснов М.В. Бетоны неавтоклавного твердения из отходов дробления железобетонных конструкций сносимых зданий // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2000, №8.
10. Саймудов М.С. Отсевы дробления бетонного лома и горных пород для получения бетонных композитов. А. р. дисс. ...к. т. н. Грозный, 2012. 25 с.
11. Lopatin N., Motornaj A., Neguliaeva E. The most effective crushing equipment and testing of recycled concrete aggregates // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 10 (37), С. 34–45.
12. Чупшев В.Б., Использование вторичных отходов мусороперерабатывающих заводов в производстве строительных материалов // Успехи современного естествознания. 2004. № 2. С. 82–83.
13. Архипов А.Н., Экологичность комплексной переработки минерального сырья для производства строительных материалов // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2001. № 1. С. 3–4.
14. Эффективное использование отходов бетонного лома в качестве заполнителя в производстве бетонных и железобетонных изделий / М.А. Фахратов, В.И. Сохряков, Е.К. Калмыкова, А.А. Белов // Архитектура и строительство. 2012. № 7–8 (106–107). С. 112–113.
15. Анпилов С.М. Технология возведения зданий и сооружений монолитного железобетона. Учеб. пос. М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2010. 561 с.
16. Макаева А.А., Шевцова Т.И. Вторичное использование отходов ЖБИ // Вестник ОГУ. 2001. № 4. С. 91–93.
17. Лунев Г.Г., Костецкий Н.Ф. Методологические основы комплексного использования вторичных строительных ресурсов // Наукоедение, 2014. №1 (20) [Электронный ресурс]. <http://naukovedenie.ru/PDF/42TVN114.pdf> (дата обращения: 10.10.2015).
18. Zhang D.Q., Tan S.K., Gersberg R.M. Municipal solid waste management in China: Status, problems and challenges // Journal of Environmental Management. 2010. Vol. 91 (8), pp. 1623–1633.

19. Review on life cycle assessment of integrated solid waste management in some Asian countries // S.N. Othman, Z.Z. Noor, A.H. Abba, R.O. Yusuf, M.A.A. Hassan // Journal of Cleaner Production. 2013. Vol. 41. pp. 251–262.
20. Лунев Г.Г. Анализ и обоснование организационно-производственной структуры предприятия по переработке вторичных строительных ресурсов // Наукоедение, 2014. №3 (22) [Электронный ресурс]. <http://naukovedenie.ru/PDF/134EVN314.pdf> (дата обращения: 10.10.2015).
21. Лунев Г.Г. Анализ экономической эффективности цикла переработки вторичных строительных ресурсов // Вестник ЮРГТУ (НПИ). 2014. № 1. С. 127–137.

RECYCLING REINFORCED CONCRETE AFTER THE DEMOLITION OF BUILDINGS

A.V. Birkh, N.V. Gnatovskaya, K.S. Matyushina, S.K. Imomzodai, E.Yu. Negulyaeva

Keywords: refuse of reinforced concrete; recycling; recyclable materials; concrete breaker; broken concrete; concrete aggregate

Abstract. Review of recycling system for reinforced concrete wastes which appear after demolition of residential buildings was carried out for Russia. Processes of wastes conversion into secondary resources were described. Measures to ensure the effective and qualitative development of concrete secondary resources circulation were suggested. These measures will provide economic benefits and prevent environmental pollution.

РАЗРАБОТКА ЭКСПОНАТОВ ДЛЯ «ЦЕНТРА ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА» ПРИ ПОМОЩИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

А.С. Семернев^{1*}, Б.А. Шкарин²

¹ магистрант, кафедра ГСиПЭ, ИСИ, СПбПУ Петра Великого

² доцент, канд. техн. наук, зав. каф. ТОАП, ВоГУ

Ключевые слова: выставка; разработка; автоматизация; лентонарезатель; токарный станок; САПР

Аннотация. При помощи САПР для выставки «Центр технического творчества» Вологодского государственного университета разработаны экспонаты, которые можно использовать в учебном процессе кафедры "Технологическое обеспечение автоматизированных производств" (ТОАП), а также представляющие интерес в рамках инженерной защиты окружающей среды.

Введение

После открытия "Центра технического творчества" Вологодского государственного университета [1] появилась потребность в создании научных, технических и инновационных экспонатов. В результате анализа экспонатов аналогичных научно-технических выставок, таких как Международная выставка "Научный тоннель Макса Планка", Выставка научно-технического творчества молодежи "НТТМ", Российская научно-социальная программа для молодежи и школьников "Шаг в будущее", была поставлена цель работы и сформулированы задачи.

Цель: создание экспонатов в рамках выставки "Центр технического творчества" Вологодского государственного университета.

Задачи:

- 1) Разработка моделей экспонатов в системе "Компас 3D";
- 2) Проверка моделей на работоспособность в подсистеме "APR FEM";
- 3) Изготовление моделей экспонатов.

Экспериментальные исследования

1. Универсальный лентонарезатель

Одной из экологических проблем городов страны является пластиковый мусор. По данным Минприроды, ежегодно в России образуется 70 млн. т твердых бытовых отходов (ТБО), из которых 3 % приходится на пластик. При этом в хозяйственный оборот вовлекается только около 7–8 % собираемых ТБО, остальной объем направляется на захоронение [2,3]. Среди пластикового мусора самую значительную долю занимают именно пластиковые бутылки.

При сложившейся экологической обстановке возникла потребность в создании устройства по утилизации пластиковых бутылок с последующим применением полученной ленты в различных сферах деятельности.

Обоснование выбора устройства по переработке пластиковых бутылок:

- 1) Технология изготовления ленты из ПЭТ бутылок (полиэтиленфталатных) проста и не требует никаких затрат;
- 2) Получаемая лента обладает высокими прочностными и теплостойкими качествами;
- 3) Доля образования в составе ТБО пластиковых бутылок постоянно растёт [4];

4) Материал для изготовления ленты из пластиковых бутылок на не коммерческой основе будет бесплатен.

Проект представляет собой разработку устройства для получения пластиковой ленты различной ширины из вторсырья. За основу проекта был взят "Бутылкорез адвоката Егорова" [5]. В конструкции "Бутылкореза" есть определенные недостатки:

- нерационально размещён в швеллере режущий инструмент;
- нет фиксации швеллера;
- полученная лента некомпактна.

Требуется усовершенствование конструкции с целью повышения производительности нарезания пластиковой ленты и компактности самого устройства.

Отличия лентонарезателя от аналогичных версий состоят в следующем:

- лезвие в швеллере установлено таким образом, чтобы конец выступал за его пределы, это необходимо для отрезания доньшка бутылки;
- швеллер плотно закреплён на деревянном бруске, что обеспечивает его вертикальное положение;
- в конструкцию вмонтирована бобина, приводимая в движение рукояткой, для эффективной намотки ленты с последующим хранением.

После проектирования модели лентонарезателя в САПР "Компас 3D" [6] необходимо было провести прочностной анализ сборки устройства. Поскольку основная нагрузка приходится на швеллер, то для прочностного анализа выбрано соединение швеллер – основание. Задав материал, закрепление и приложив нагрузку в 20 ньютонов, мы получили картины распределения напряжений и коэффициента запаса прочности (рис. 1.). Согласно ГОСТ, коэффициент запаса прочности должен превышать значение 1,5 [7]. Данный расчёт показывает, что сборка обладает требуемой прочностью ($19,989 \gg 1,5$) [8].

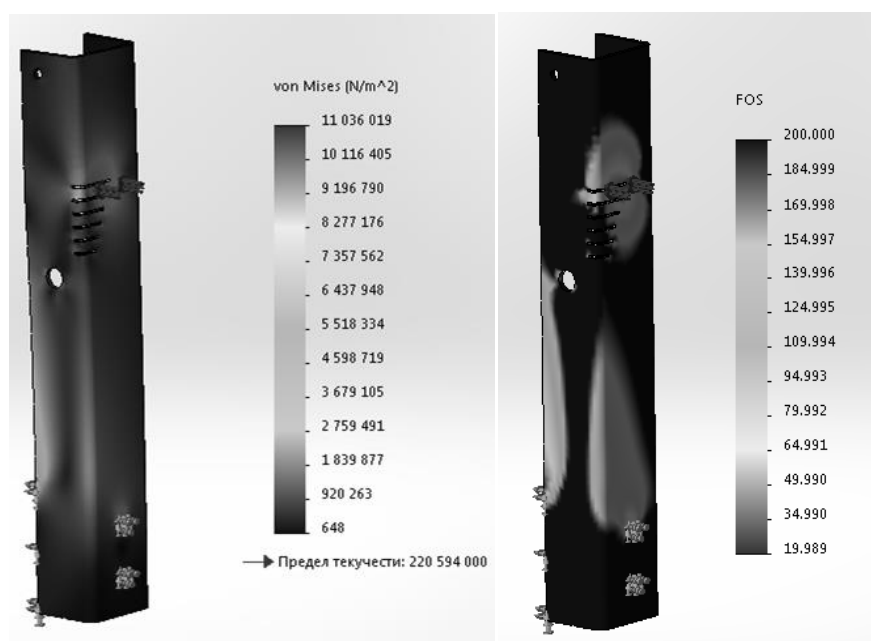


Рис. 1. Картины распределения напряжений и коэффициента запаса прочности

Лентонарезатель представляет собой сборную конструкцию из доступных элементов: бруска, швеллера, лезвие от канцелярского ножа, пластмассовые трубки, шпилька, гайки, шайбы, выпиленные из фанеры ручка, стойки и ограничители. Трёхмерная и реальная модель универсального лентонарезателя представлены на рис. 2.

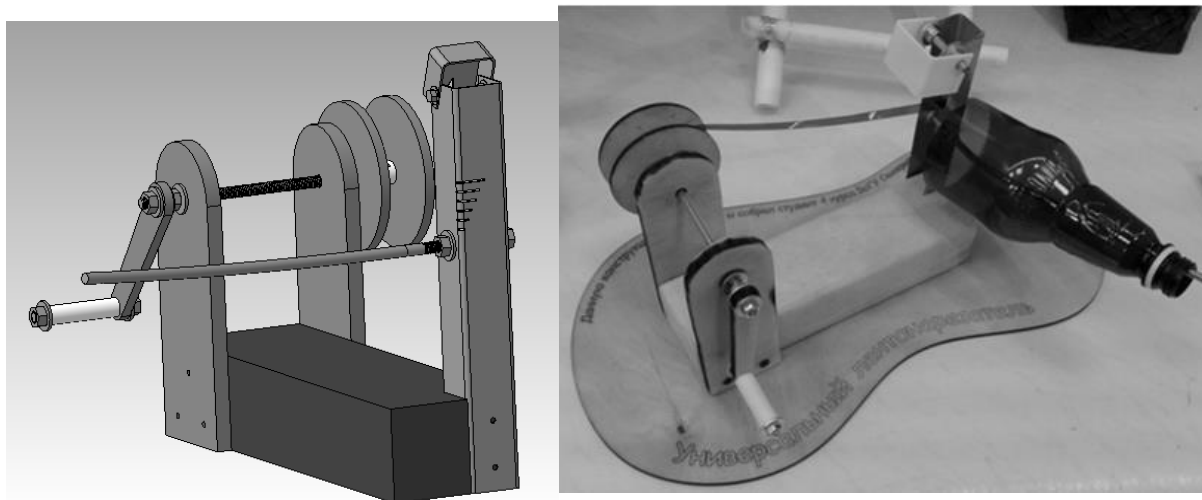


Рис. 2. Универсальный лентонарезатель

Область применения полученной ленты:

- плетение корзин, коробов и прочих предметов быта;
- фиксация элементов бытовых конструкций (например, деревянных) за счет хороших термоусадочных свойств ленты;
- применение в качестве рукоятей для инструмента;
- применение в качестве расходного материала для 3D принтера (полученная лента загружается в перерабатывающие устройства, такие как FilaBot или RecycleBot, которые преобразуют её в нити для 3D принтера).

В данный момент устройство используется в качестве экспоната для выставки технического творчества Вологодского государственного университета.

Разработанный лентонарезатель позволяет решить экологическую проблему, связанную с постоянным ростом числа пластиковых бутылок, а также предоставляет расходный материал для творчества населения. Аналоги лентонарезателя успешно используются в малом производстве по изготовлению метёлок, корзин, сетей, декоративных заборов и прочих предметов быта.

2. Модель токарного станка

В учебных целях на базе технической лаборатории кафедры "Технологическое обеспечение автоматизированных производств" (ТОАП) необходимо было создать работоспособную минигабаритную модель токарного станка. Для обоснования такой возможности изучены инструкция и конструкторские чертежи станка BenchLathe SM-1022A [9,10].

Самая большая нагрузка приходится на шпиндель токарного станка. Поэтому после разработки 3D-модели шкива шпинделя мы выполнили расчёт на прочность, применив в качестве материала изделия полилактидный пластик (PLA пластик – расходный материал для 3D-принтера) [11]. Данный расчёт показал, что при использовании асинхронного электродвигателя АИРЕ 71В4 с частотой вращения 1340 об / мин, коэффициент запаса прочности равен 1,9 (рис. 3), т.е. нагрузки не превышают допустимого предела 1,5 [7]. Следовательно, конструктивные элементы, созданные при помощи 3D-принтера, будут иметь необходимый запас прочности при эксплуатации токарного станка.

Габаритные размеры проектируемого станка определены из возможностей печати 3D-принтера PrintBox3D One [12].

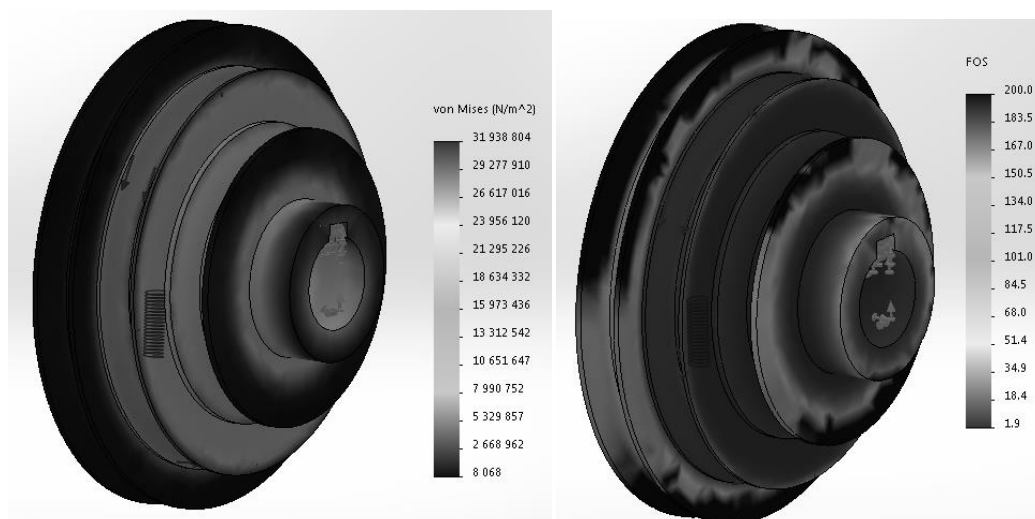


Рис. 3. Картины распределения напряжений и коэффициента запаса прочности

При проектировании модели токарного станка возникли некоторые проблемы:

- невозможность печати направляющих;
- неточность и заклинивание передачи «винт-гайка»;
- сложность в установке подшипников.

Для устранения возникших проблем были приняты следующие меры:

- установка направляющих из полипропиленовых труб для достижения требуемой точности и шероховатости поверхности [13];

- установка металлической передачи "винт-гайка", повлекшее за собой конструктивные изменения некоторых деталей;

- исключение подшипников из модели, их замена графитной смазкой [14] (поскольку это наглядная модель, силы трения, возникающие при работе, будут малы).

Минигабаритная модель токарного станка была спроектирована и проверена на работоспособность в программной среде САПР "Компас 3D". Трёхмерная модель спроектированного станка представлена на рис. 4.

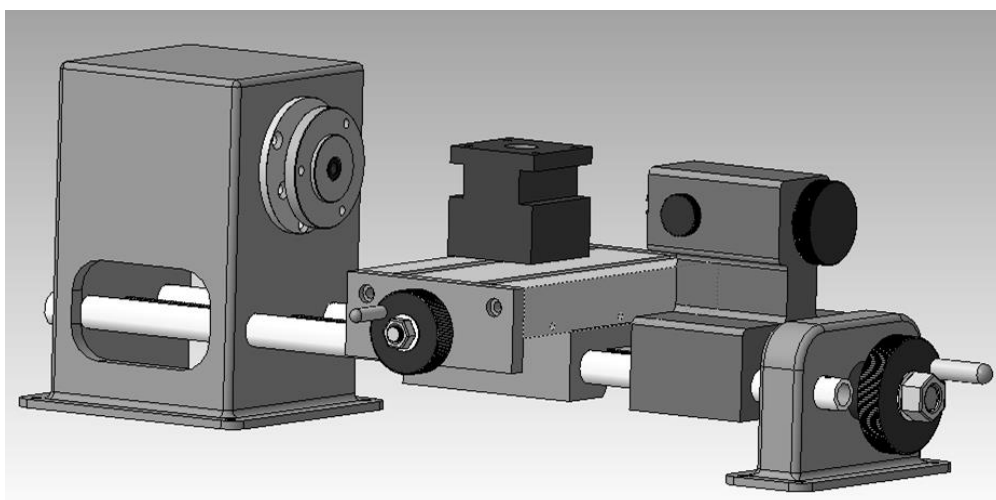


Рис. 4. 3D-модель токарного станка

Работоспособная модель минигабаритного токарного станка будет использоваться в учебном процессе кафедры ТОАП, а также может стать экспонатом в "Центре технического творчества". Низкая стоимость расходных материалов позволит использовать спроектированный токарный станок в качестве детского развивающего конструктора.

Заключение

В соответствии с поставленными задачами в САПР "Компас 3D" были разработаны две трёхмерные модели – Универсальный лентонарезатель и Минигабаритный токарный станок.

В подсистеме прочностного экспресс-анализа "АРМ FEM" проведено исследование на работоспособность и прочность конструкции экспонатов.

После проверки на работоспособность по спроектированной 3D-модели созданы рабочие модели экспонатов.

Список источников

1. Экскурсия обучающихся НОЦ в ФГБОУ ВПО «Вологодский государственный университет» // Научно-образовательный центр экономики и информационных технологий. Опубликовано 2 февраля 2016.
2. Проект Комплексной стратегии обращения с ТБО в Российской Федерации //Пресс-служба Минприроды России. Опубликовано 20 Февраля 2013.
3. Марова А.В., Чусов А.Н., Негуляева Е.Ю. Природоохранные технологии на полигонах ТБО // Твердые бытовые отходы. 2007. № 3. С. 10–13.
4. Прогнозирование образования твердых бытовых отходов Санкт-Петербурга // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». 2014. № 1. С. 1–10.
5. Интернет журнал «Оч.умелые ручки – Самое интересное в блогах» 23 июня 2014. <https://tjournal.ru/p/lawyer-egorov/> (дата обращения 05.11.2015).
6. Шкарин Б.А. Основы систем автоматизированного проектирования машиностроительных конструкций и технологических процессов: учебное пособие. Вологда: ВоГУ, 2011. 112 с.
7. ГОСТ Р 52857.1-2007. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования.
8. Матвеев А.Д. Определение коэффициентов запаса прочности конструкций с учетом распределения напряжений // Вестник КрасГАУ. 2007. № 3. С. 159–168.
9. Инструкция к токарному станку BenchLathe SM-1022A.
10. Металлорежущие станки: каталог справочник Т. 1, Т. 3. Станки токарной группы. Станки фрезерной и зубообрабатывающих групп. Москва: Машиностроение, 1974. 300 с.
11. Энциклопедия Полимеров. Т.3.Полиоксадиазолы. М.: Сов. Энци., 1977. 1152 с.
12. Инструкция к 3D принтеру PrintBox3D One. Москва, 2013. 38 с.
13. Допуски и посадки: Справочник в 2-х ч. Ч.1/Под ред. В.Д. Мягкова. 5-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1978. 544 с.
14. ГОСТ 3333-80.Смазка графитная. Технические условия.

DEVELOPMENT OF EXHIBITS FOR THE "CENTER OF TECHNICAL CREATIVITY" BY MEANS OF COMPUTER-AIDED DESIGN

A.S. Semernev, B.A. Shkarin

Keywords: exhibition, development, automation, device for bottle cutting as a ribbon, lathe, computer-aided design (CAD)

Abstract. Objects for the exhibition "Technical Creativity Center" of the Vologda State University were developed by means of CAD. These objects can be used in educational process of the department "Technological support of automated production" (TSAP) and be of interest for environmental protection.

ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ И СОДЕРЖАНИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ИОНОВ В ВОДЕ ГОРОДСКОГО ВОДОТОКА

Е.А. Бондаренко^{1*}, Х. В. Ильина², М.Ю. Андрианова³

¹аспирант, каф. ГСиПЭ, ИСИ;

²студент, каф. ГСиПЭ, ИСИ;

³канд. техн. наук, доцент каф. ГСиПЭ, ИСИ.

Ключевые слова: загрязнение; поверхностные воды; сточные воды; удельная электропроводность; катионы; анионы

Аннотация. Исследовали пробы воды из Муринского ручья – водотока Санкт-Петербурга, загрязненного сточными водами городской канализации. Определяли удельную электропроводность воды, концентрации общего азота, неорганического углерода и основных неорганических ионов (калия, натрия, магния, кальция, хлоридов, сульфатов). Показано, что сбросы сточных вод приводят к увеличению электропроводности воды и концентраций перечисленных ионов, при этом мольная доля ионов натрия и хлорид-ионов увеличивается, мольная доля кальция, магния, сульфатов и неорганического углерода уменьшается.

Введение

Загрязнение рек и озер сточными водами по-прежнему остается важной экологической проблемой в России. Актуальна эта проблема и для Санкт-Петербурга.

Водозаборы системы водоснабжения Санкт-Петербурга расположены на реке Неве. Централизованное снабжение водой первых потребителей началось в 1863 году, при этом вода проходила лишь грубую механическую очистку. Песчаные фильтры для очистки воды начали использовать только в 1889 году, а после 1911 года вода проходила обеззараживание озоном или хлором [1, 2].

Вопросами отведения и очистки сточных вод в городе стали заниматься гораздо позже. Еще до революции 1917 года создавались проекты городской канализации для сбора бытовых стоков, существовали и первые сети для отвода дождевых стоков, к которым подключались трубы с бытовыми стоками домов. Однако активно строить систему канализования стали только в 1925 году. До конца 1970-х годов Санкт-Петербург не имел очистных сооружений, бытовые стоки поступали в Неву и ее притоки. Первый завод по очистке сточных вод на острове Белый (Центральная станция аэрации) начал работу в 1978 году, Северная станция аэрации (в Ольгино) – в 1986 году. Юго-западные очистные сооружения были заложены в 1987 году, но из-за финансовых трудностей их строительство было приостановлено, а ввод в эксплуатацию состоялся только в 2005 году [2].

В настоящее время по данным Водоканала около 98% сточных вод Санкт-Петербурга поступает в городскую канализацию и направляется на очистку [3]. Ведется строительство новых коллекторов и подключение к ним трубопроводов, что позволит канализовать стоки со всей территории города [3].

Однако полностью устранить риск загрязнения городских водотоков невозможно. Остается опасность несанкционированных или аварийных сбросов от промышленных предприятий, транспорта и других городских объектов [4]. Возможны ошибочные подключения бытовой канализации зданий к ливневым или дренажным трубам [1, 5]. Не исключен слив неизвестными лицами жидких отходов в ливневую канализацию, имеющую перепускные камеры и прямые выпуски в водотоки города (о некоторых таких случаях сообщала городская пресса) [1, 6]. Несанкционированные

сбросы загрязняющих веществ происходят часто ночью в выходные дни, что сильно затрудняет поиск источника загрязнения [6].

В связи с этим важно как можно быстрее обнаружить факт загрязнения водного объекта. Для этого применяются методы экспресс-анализа с помощью полевых методик или автоматических датчиков, регистрирующие показатели качества воды, изменяющиеся под действием сточных вод. Однако необходимо учитывать фоновые значения этих показателей, из-за которых применение ряда методов становится неинформативным. Например, в реках Санкт-Петербурга загрязнение бытовыми стоками не приводит к увеличению содержания растворенного органического углерода и цветности из-за значительного фонового содержания окрашенных природных органических веществ в воде [7]. Для реки Волги, принимающей большое количество сточных вод, увеличение удельной электропроводности (УЭП) воды от истока к устью объясняют увеличением природного солевого фона, а не антропогенными стоками [8].

Для Невы и ее притоков УЭП могла бы быть информативным показателем мониторинга качества воды. Повышение УЭП свидетельствует о сбросе главным образом растворенных минеральных солей [9]. Воды рек Северо-запада России отличаются невысоким солесодержанием благодаря тому, что питание рек происходит главным образом за счет дождей и талых вод, почвы хорошо промыты от солей, а грунты сложены малоразмываемыми кристаллическими породами [10]. В то же время бытовые сточные воды отличаются повышенным солесодержанием, наибольший вклад в которое вносят катионы натрия, хлорид- и гидрокарбонат-анионы [11].

Цель данной работы состояла в изучении электропроводности воды городского водотока в Санкт-Петербурге и выяснении роли основных неорганических ионов в ее формировании.

Для достижения цели были сформулированы следующие задачи:

- изучить изменение параметров воды на протяжении водотока;
- установить зависимости между концентрацией в воде общего азота ($N_{\text{общ}}$), общего неорганического углерода ($C_{\text{неорг}}$), УЭП и концентрациями содержанием катионов натрия, калия, кальция, магния, а также хлорид, сульфат, гидрокарбонат-анионов.

Объекты и методы исследования

В качестве объекта исследования был выбран Муринский ручей, являющийся притоком реки Охты (наиболее загрязненного притока Невы) [4]. В ручей в значительном количестве поступают неочищенные бытовые стоки от части района Гражданка [1], на 2008 год они составляли до 60% среднегодового расхода ручья [12].

Серию проб отбирали в один день в 8-13 точках, от истока ручья в парке Сосновка (перед Тихорецким проспектом) до улицы Руставели. Всего было отобрано три серии: в июле, сентябре и ноябре 2013 года. Пробы хранили в холодильнике при температуре 4°C. Химический анализ воды проводили после ее отстаивания.

УЭП воды измеряли на портативном кондуктометре HI 8713 (Hanna Instruments, Austria). Концентрации катионов и анионов определяли на установке Капель-103Р (Люмекс, Россия) методом капиллярного электрофореза по соответствующим методикам. Концентрацию $N_{\text{общ}}$ (показателя, однозначно характерного для загрязнения бытовыми сточными водами [1, 11]), и концентрацию $C_{\text{неорг}}$ (присутствующего в пресной воде преимущественно в виде гидрокарбонат-анионов) измеряли на анализаторах TOC-L vrp и TNM-L (Shimadzu, Japan). В данной работе массово-объемная концентрация (в мг/л) обозначается малой буквой c (например, $c(\text{Na}^+)$), молярная концентрация – большой (например, $C(\text{Na}^+)$). Погрешность измерений для всех методик не превышала 15%.

Расчет коэффициентов корреляции проводили средствами ПО MS Excel.

Результаты и их обсуждение

Наименьшие значения показателей были обнаружены в пробах, отобранных ближе к истоку Муринского ручья (см. табл.1). К сожалению, количество точек отбора, в которых были зарегистрированы эти минимальные значения, невелико, поскольку первые канализационные выпуски могли располагаться сразу у истока ручья. Согласно данным Региональной геоинформационной системы Санкт-Петербурга [13] выпуски расположены после небольшого автомобильного моста (Тихорецкий проспект перед перекрестком с Северным проспектом). Информация о расположении выпусков подтверждается и результатами анализа проб воды 2008 года (увеличение УЭП и изменения спектров флуоресценции воды) [14-15]; тогда один из этих выпусков (под уровнем воды ручья) был определен визуально. Однако, во время пробоотбора 2013 года эти выпуски видны не были. Два других канализационных выпуска ниже по течению (перед Светлановским проспектом и после него) хорошо заметны (см. рис. 1).

Таблица 1. Диапазоны значений измеренных показателей

Параметр	Ед. измер.	Муринский ручей	Охта	Охта (Новое Девяткино)		
				Весенний паводок	Летняя межень	Зимняя межень
$c(\text{Na}^+)$	мг/л	1,4 – 186	3 – 58	4 – 5,2	12 – 29	6,2 – 17,2
$c(\text{K}^+)$	мг/л	0,5 – 17	0,6 – 6			
$c(\text{Ca}^{2+})$	мг/л	20 – 106	4 – 48	0,3 – 1,5	9,6 – 10	8,8 – 8,2
$c(\text{Mg}^{2+})$	мг/л	3 – 19	1 – 8	4,6 – 7,3	2,7 – 3,5	2,4 – 4
$c(\text{Cl}^-)$	мг/л	8 – 553	2 – 142	4,3 – 5,2	16,3 – 9,2	6,4 – 16,3
$c(\text{SO}_4^{2-})$	мг/л	24 – 84	1 – 66	13,3 – 10,9	12,5 – 22,9	15,2 – 15,8
$c(\text{C}_{\text{неорг}})$	мг/л	6 – 54	3 – 38	н/д	н/д	н/д
$c(\text{HCO}_3^-)$	мг/л	26 – 272*	14 – 192*	5,5 – 12,7	56,7 – 40,3	20,7 – 39,6
$c(\text{N}_{\text{общ}})$	мг/л	1 – 27	0,3 – 4,5	0,0002**	0,2-0,6**	0,2**
УЭП	мкСм/см	107 – 1160	39 – 334	н/д	н/д	н/д
* Значения получены пересчетом из $c(\text{C}_{\text{неорг}})$						
** Значения получены пересчетом из $c(\text{NO}_3^-)$						



Рис.1. Канализационные выпуски на берегу Муринского ручья (ручей течет слева направо).

По мере продвижения вниз по течению ручья как УЭП так и концентрации ионов увеличивались. В отдельных точках наблюдались «выбросы», после которых значения снижались. Это можно объяснить разбавлением стоков (особенно если точка отбора

была вблизи от канализационного выпуска) или же неравномерностью расхода и состава самих стоков. Диапазоны полученных значений приведены в табл. 1. Для сравнения в той же таблице приведены результаты анализа серий проб из реки Охты, отобранных приблизительно в 2013-2014 гг. за городской чертой и в Санкт-Петербурге (частично описанные в [16]). Там же приведены данные анализа проб с гидрохимического поста на реке Охте в населенном пункте Новое Девяткино, относящиеся к периоду до 1970-х годов [17], по которым можно составить представление о природном фоне незагрязненной воды.

В целом из данных табл. 1 видно, что максимальные из зарегистрированных значений изучаемых параметров воды в Муринском ручье гораздо выше, чем значения для Охты как за пределами города (из [17]), так и в его черте (из [16]). Несомненна роль сточных вод в формировании таких высоких значений.

Повышение УЭП сопровождалось увеличением концентраций всех изученных ионов, а также общего азота. Были вычислены коэффициенты корреляции r между $c(N_{\text{общ}})$, УЭП и содержанием ионов (см. табл. 2). Также проанализирован относительный параметр – мольная доля иона среди катионов или анионов (см. табл. 3).

Таблица 2. Коэффициенты корреляции для параметров проб воды Муринского ручья

Параметр 1	Параметр 2	r	Параметр 1	Параметр 2	r
$c(N_{\text{общ}})$, мг/л	УЭП, мкСм/см	+0,33	-	-	-
$c(N_{\text{общ}})$, мг/л	$c(Na^+)$, мг/л	+0,20	УЭП, мкСм/см	$c(Na^+)$, мг/л	+0,93
$c(N_{\text{общ}})$, мг/л	$c(K^+)$, мг/л	+0,46	УЭП, мкСм/см	$c(K^+)$, мг/л	+0,65
$c(N_{\text{общ}})$, мг/л	$c(Ca^{2+})$, мг/л	+0,03	УЭП, мкСм/см	$c(Ca^{2+})$, мг/л	+0,88
$c(N_{\text{общ}})$, мг/л	$c(Mg^{2+})$, мг/л	+0,01	УЭП, мкСм/см	$c(Mg^{2+})$, мг/л	+0,70
$c(N_{\text{общ}})$, мг/л	$c(Cl^-)$, мг/л	+0,09	УЭП, мкСм/см	$c(Cl^-)$, мг/л	+0,95
$c(N_{\text{общ}})$, мг/л	$c(SO_4^{2-})$, мг/л	+0,36	УЭП, мкСм/см	$c(SO_4^{2-})$, мг/л	+0,60
$c(N_{\text{общ}})$, мг/л	$c(C_{\text{неорг}})$, мг/л	+0,65	УЭП, мкСм/см	$c(C_{\text{неорг}})$, мг/л	+0,62

Таблица 3. Коэффициенты корреляции для относительных параметров проб воды Муринского ручья (концентрации указаны в моль/л)

Параметр 1	Параметр 2	r	Параметр 1	Параметр 2	r
$C(N_{\text{общ}})$	$C(Na^+)/C_{\text{катионы}}$	+0,34	УЭП	$C(Na^+)/C_{\text{катионы}}$	+0,65
$C(N_{\text{общ}})$	$C(K^+)/C_{\text{катионы}}$	+0,57	УЭП	$C(K^+)/C_{\text{катионы}}$	+0,12
$C(N_{\text{общ}})$	$C(Ca^{2+})/C_{\text{катионы}}$	-0,38	УЭП	$C(Ca^{2+})/C_{\text{катионы}}$	-0,61
$C(N_{\text{общ}})$	$C(Mg^{2+})/C_{\text{катионы}}$	-0,36	УЭП	$C(Mg^{2+})/C_{\text{катионы}}$	-0,66
$C(N_{\text{общ}})$	$C(Cl^-)/C_{\text{анионы}}$	-0,15	УЭП	$C(Cl^-)/C_{\text{анионы}}$	+0,54
$C(N_{\text{общ}})$	$C(SO_4^{2-})/C_{\text{анионы}}$	-0,18	УЭП	$C(SO_4^{2-})/C_{\text{анионы}}$	-0,57
$C(N_{\text{общ}})$	$C(C_{\text{неорг}})/C_{\text{анионы}}$	+0,26	УЭП	$C(C_{\text{неорг}})/C_{\text{анионы}}$	-0,42

Из данных табл. 1 и 2 видно, что изученные ионы вносят значительный вклад в увеличение УЭП воды – получены положительные коэффициенты корреляции концентраций ионов с УЭП от 0,60 до 0,93.

Из данных табл. 3 видно, что при повышении УЭП помимо роста концентраций всех ионов изменяется соотношение этих катионов и анионов в воде. Так, сравнительно большие положительные коэффициенты корреляции получены для УЭП и мольной доли иона натрия ($r=0,65$) или хлорид-иона ($r=0,54$). Для двухзарядных катионов,

гидрокарбонат- и сульфат- анионов значения модуля r тоже велики, но сами коэффициенты корреляции отрицательные: от (-0,42) до (-0,66). Таким образом, увеличение УЭП воды в результате загрязнений сточными водами приводит не только к увеличению содержания основных неорганических ионов, но и к изменению их соотношения – увеличению мольной доли натрия и хлоридов, уменьшению мольной доли кальция, магния, сульфатов и неорганического углерода.

Для катионов аналогичное явление было отмечено в воде реки Охты [16]: повышение мольной доли однозарядных катионов (в первую очередь, натрия, в меньшей степени – калия) с увеличением $C(N_{\text{общ}})$. В то же время, вода из Охты характеризовалась более высоким коэффициентом корреляции между $C(N_{\text{общ}})$ и УЭП: он составлял 0,84 для проб из Охты, а для проб из Муринского ручья – только 0,33.

Связь между концентрацией общего азота и мольными долями отдельных ионов в Муринском ручье также прослеживается. Однозарядные катионы имеют положительные коэффициенты корреляции с $C(N_{\text{общ}})$ (причем больший коэффициент на этот раз у калия), двухзарядные – отрицательные. Для анионов коэффициенты корреляции невелики, что не позволяет говорить о сильной взаимосвязи; невысокие положительное значение r получено у гидрокарбонатов, отрицательные – у хлоридов и сульфатов.

Заключение

В воде Муринского ручья происходит увеличение содержания общего азота и удельной электропроводности в результате загрязнения канализационными стоками. Увеличение УЭП воды сопровождается не только увеличением содержания основных неорганических ионов, но и изменением их соотношения – увеличением мольной доли натрия и хлоридов, уменьшением мольной доли кальция, магния, сульфатов и неорганического углерода.

Список источников

1. Ф. В. Кармазинов и др. Отведение и очистка сточных вод Санкт-Петербурга. СПб: Новый журнал, 2002. 674 с.
2. ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» История [Электронный ресурс] URL: http://www.vodokanal.spb.ru/o_kompanii/istoriya/ (Дата обращения: 02.11.2015)
3. ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» Цифры и факты [Электронный ресурс] URL: http://www.vodokanal.spb.ru/o_kompanii/cifry_i_fakty/ (Дата обращения: 02.11.2015)
4. Голубев Д.А., Сорокин Н.Д. Глава 2. Качество вод водотоков Санкт-Петербурга (2012) Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2011 году. С.-Петербург, С. 27.
5. Интернет-газета Фонтанка.ру. Областной комитет по ЖКХ: Новодевяткино подключат к петербургскому Водоканалу. [Электронный ресурс] URL: <http://www.fontanka.ru/2014/11/17/169/> (Дата обращения: 02.11.2015).
6. Интернет-газета Фонтанка.ру. Возле дамбы Охтинского водохранилища погибла рыба [Электронный ресурс] URL: <http://www.fontanka.ru/2014/09/22/113/> (Дата обращения: 02.11.2015).
7. Andrianova M.Ju., Bondarenko E.A., Chusov A.N., Gavrilova N.M. Photoluminescent characteristics of urban stream in Saint-Petersburg (2014) Proceedings of XVI International Symposium on Luminescence Spectrometry, Rhodes, Ixia, September 24-27, 2014.
8. Nemirovskaya I. A. Variations in Different Compounds in Volga Water, Suspension and Bottom Sediments in the Summer of 2009 (2012) Water Resources, 39(5), pp. 533-545.
9. Daniel M., Monteneblo A., Bernardes M., et al. Effects of Urban Sewage on Dissolved Oxygen, Dissolved Inorganic and Organic Carbon, and Electrical Conductivity of Small Streams Along Graduate of Urbanization in the Piracicaba River basin (2002) Water, Air, and Soil Pollution, 136, pp. 189-206.
10. Нежиховский Р. А. Река Нева и Невская губа. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 112 с.

11. Tchobanoglous G., Burton F. L. Wastewater Engineering, Treatment Disposal Reuse. Metcalf and Eddy. New York: McGraw-Hill, 1991. 1820 p.
12. Водоснабжение и водоотведение в Санкт-Петербурге .С.-Петербург: Издательство «Новый журнал», 2008, 464 с.
13. Региональная геоинформационная система Санкт-Петербурга [Электронный ресурс] URL: <http://rgis.spb.ru> (Дата обращения: 02.11.2015).
14. Андрианова М.Ю., Молодкина Л.М. Спектрофлуориметрический анализ поверхностных вод, загрязненных биоорганическими веществами. Вестник гражданских инженеров. 2008, т. 3, С. 88-92.
15. Бондаренко Е.А., Старков В.А., Андрианова М.Ю. Обнаружение загрязнений Муринского ручья сточными водами методом флуориметрии. Строительство уникальных зданий и сооружений, 2014, № 9 (24), С. 26-38.
16. Е.А Бондаренко, М.Ю. Андрианова. Выбор показателей для экологического мониторинга реки Охта. Материалы студенческой научной конференции «Информатика и кибернетика» (ComCon-2015). СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2015, С. 261-264.
17. Ресурсы поверхностных вод СССР, том 2 Карелия и Северо-запад. Часть 1. 1972. Л.: Гидрометеиздат, 528 с.

CHANGING OF SPECIFIC ELECTRIC CONDUCTIVITY AND CONCENTRATIONS OF IONS IN WATER OF CITY STREAM

E.A. Bondarenko, Kh.V. Il'ina, M.Ju. Andrianova

Keywords: pollution; surface waters; wastewaters; electric conductivity; cations; anions

Abstract. Water samples from a polluted city stream Murinsky brook were studied. Specific electric conductivity of water, concentrations of total nitrogen, inorganic carbon, main inorganic ions (sodium, potassium, magnesium, calcium, chloride, sulfate) were measured. It was shown that wastewaters discharges in the stream waters lead to increasing of specific electric conductivity and concentration of ions followed by increasing of molar fractions of sodium and chloride ions, decreasing of molar fractions of calcium, magnesium, sulfates and inorganic carbon.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Мнушкин М.А., Егармин К.А. Анализ применения распределительных систем различного типа в местах сопряжения плиты с колоннами в монолитных железобетонных зданиях.....	3
Воронин Е.Б., Леднова Ю.А. Расчет фундаментов двух многоэтажных жилых зданий, расположенных в зоне взаимного влияния.....	9
Борисевич К.Г., Петров М.Ю. Проектирование фундамента многоярусной надземной автостоянки.....	15
Ержанова Ж.Ж. Управление технической эксплуатацией фитнес-центра «AthleticGym» в г. Тюмень.....	21
Булушев А.А., Уманец В.Н. Расчет тепловой защиты ограждающей конструкции и сравнительный анализ технико-экономических показателей теплоизоляционных материалов.....	27
Фарзалина К.Р., Леднова Ю.А. Обоснование выбора крана для проведения строительных работ на примере станции Лужская-сортировочная.....	33
Богданов О.В., Зимин С.С. Выбор рациональной конструкции общественно-делового комплекса с линейным смещением этажей.....	39
Гатитуллин В.А., Барабанщиков Ю.Г. Оценка эффективности средств по защите бетона от высыхания.....	45
Мухорин А.А., Краличек Я.В. Энергоэффективность светопрозрачных конструкций в современном строительстве.....	50
Саматов М.А., Борисов А.В., Черемисин А.В. Механические и химические способы сохранения качества монолитного железобетона за границами определенного температурного диапазона при производстве работ.....	56
Подольский А.А., Уманец В.Н. Развитие и совершенствование градостроительной деятельности.....	62
Милютина Н.О., Коломенский В.М., Кнатько В.М., Лаздовская М.А. Исследование степени влияния гранулометрического состава глинистых грунтов при их укреплении неорганическими вяжущими веществами.....	67
Антонов К.В., Симанкина Т.Л. Особенности современных профессиональных стандартов.....	73
Ходаков А.Е. Анализ системы управления строительными отходами в Санкт-Петербурге.....	79
Дериземля В.А., Баденко В.Л. Внедрение геоинформационных технологий в точное земледелие.....	85
Воробьев О.Е. Оптимизация конструкции автономной осветительной системы....	91
Бакирова И.Г., Немчинова Н.И., Кriuлин К.Н. Сравнение методик расчета объема дождевых вод на примере территории Политехнического университета...	98
Герасимов Н.С., Молодкина Л.М. Обоснование возможности проектирования сооружений водоподготовки для поселков центральной Якутии.....	103
Трещёва А.Н. Экологическая реабилитация водной системы ильменя Григорьевский Астраханской области.....	110
Вахрушкина А.В., Южанинова Т.О., Сёмин Е.Г., Каменик Л.Л. Экологическое состояние Кавказских минеральных вод на примере города-курорта Кисловодска.....	116
Бирх А.В., Гнатовская Н.В., Матюшина К.С., Имомзодаи Ш.К. Переработка отходов железобетона после сноса зданий.....	121
Семернев А.С., Шкарин Б.А. Разработка экспонатов для «Центра технического	

творчества» при помощи систем автоматизированного проектирования.....	127
Бондаренко Е.А., Ильина Х.В., Андрианова М.Ю. Изменение электропроводности и содержания неорганических ионов в воде городского водотока.....	132

ГОРОДСКОЕ ХОЗЯЙСТВО И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

**Сборник научных трудов молодых
ученых и студентов кафедры
«Гражданское строительство
и прикладная экология» за 2015 год**

Налоговая льгота — Общероссийский классификатор продукции
ОК 005-93, т. 2; 95 3004 — научная и производственная литература

Подписано в печать 24.10.2016. Формат 60×84/16. Печать цифровая.

Усл. печ. л. 8,75. Тираж 80. Заказ 14864b.

Отпечатано с готового оригинал-макета, предоставленного
редколлегией, в Издательско-полиграфическом центре

Политехнического университета.

195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.

Тел.: (812) 552-77-17; 550-40-14.