



АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО

Часть I

*САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ*

*АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ, 2018*

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет

АРХИТЕКТУРА – СТРОИТЕЛЬСТВО – ТРАНСПОРТ

Материалы 74-й научной конференции профессорско-преподавательского
состава и аспирантов университета

3–5 октября 2018 года

Часть I

АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО

Санкт-Петербург
2018

Рецензенты:

- канд. архит., доцент, зав. кафедрой архитектурного проектирования,
декан архитектурного факультета Ф. В. Перов (СПбГАСУ)
канд. техн. наук, доцент кафедры архитектурно-строительных конструкций,
декан строительного факультета А. Н. Панин (СПбГАСУ)
канд. техн. наук, доцент кафедры теплогаснабжения и вентиляции,
декан факультета инженерной экологии и городского хозяйства
И. И. Суханова (СПбГАСУ)
канд. техн. наук, доцент кафедры наземных транспортно-технологических машин,
декан автомобильно-дорожного факультета С. М. Грушецкий (СПбГАСУ)
д-р экон. наук, доцент кафедры управления,
декан факультета экономики и управления Г. Ф. Токунова (СПбГАСУ)
канд. юрид. наук, зав. кафедрой судебных экспертиз и криминалистики,
декан факультета судебных экспертиз и права в строительстве и на транспорте
Д. В. Иванов (СПбГАСУ)

Архитектура – строительство – транспорт: материалы 74-й научной конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов университета. 3–5 октября 2018 г.: [в 2 ч.]. Ч. I. Архитектура и строительство; СПбГАСУ. – СПб., 2018. – 208 с.

ISBN 978-5-9227-0943-9

ISBN 978-5-9227-0944-6

В сборнике представлены статьи участников 74-й научной конференции ученых Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета.

Печатается по решению Научно-методического совета СПбГАСУ

Редакционная коллегия:

Е. И. Рыбнов (председатель)

И. Р. Луговская

Н. Б. Лукманова

М. П. Клековкина

С. В. Семенцов

С. Г. Головина

А. В. Кудрявцев

А. В. Волков

Ю. С. Янковская

С. В. Бочкарева

В. И. Морозов

В. Б. Гольцов

М. В. Процуто

А. А. Семенов

Т. Ф. Жукова

Г. В. Якунина

А. А. Петров

А. Г. Черных

Е. А. Кобелев

С. А. Евтюков

С. С. Шувалова

А. Д. Дроздов

А. К. Моденов

Н. Н. Жильский

Е. Г. Молоткова

Г. А. Задонская

Т. А. Дацюк

И. А. Талянина

В. А. Пухкал

И. О. Черняев

Ю. В. Пухаренко

А. Н. Гайдо

В. В. Цаплин

А. И. Солодкий

И. И. Иванов

А. В. Караван

В. В. Асаул

Е. Г. Гужва

В. В. Резниченко

ISBN 978-5-9227-0943-9

ISBN 978-5-9227-0944-6

© Коллектив авторов, 2018

© Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА

СЕКЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, МОСТОВ И ТОННЕЛЕЙ

Клековкина М. П. Вопросы совершенствования конструктивных решений цементобетонных покрытий автомобильных дорог.....	5
Шендрик В. А. Внедрение стеклопластиковых оболочек в железобетонные конструкции стоек опор мостовых сооружений	10

СЕКЦИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ И КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Воронцова Н. С. Экспериментальные исследования косоизгибаемых фиброжелезобетонных элементов с высокопрочной арматурой.....	15
--	----

СЕКЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Семенов А. А. Формирование соотношений математической модели деформирования многослойных оболочек	19
---	----

СЕКЦИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ И ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Миронова С. И., Нижегородцев Д. В. Скрытые особенности нового строительного материала.....	23
--	----

СЕКЦИЯ МЕХАНИКИ

Бондарев Д. Е. Анализ сейсмоизолированного сооружения, расположенного на маятниковых опорах, подверженного ротационным движениям.....	30
Иванов А. Ю. Метод определения ущерба в сейсмоизолированном здании при землетрясении....	35
Нестерова О. П., Уздин А. М. Особенности подбора динамических гасителей колебаний (ДГК) сейсмических колебаний при сильных землетрясениях	43

СЕКЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Асанов В. Л. Корпоративная система управления проектами в строительстве, основанная на знании.....	48
Васин А. П. Организация контроля качества бетона в монолитных конструкциях в условиях строительства или реконструкции	53
Сокольников В. В. Моделирование организационно-технологической надежности строительства	57
Царенко А. А. Кинетика твердения бетона в оголовках буронабивных свай в зимних условиях	60
Цыганкова М. А. Классификация оболочечных фундаментов, применяемых в г. Тюмени и Тюменской области	65
Челнокова В. М., Винокурова Ю. С., Кондра Е. П. Методика календарного планирования поточного строительства объектов с объединением их в комплексы.....	71

СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Белозеров П. Г., Юдина А. Ф. Тросовые петли в качестве межпанельного стыка	75
Вершинин Д. В. Пути совершенствования технологии вдавливания свай.....	78
Нгуен Т. Х., Юдина А. Ф. Применение модели EFQM для разработки системы контроля качества строительных работ	83
Пономарев М. Ю. Применение «безотделочной» технологии возведения монолитных конструкций.....	90
Сычѳв С. А. Интегрированная фасадная активная система автономных высокотехнологичных зданий	95
Сычѳв С. А., Копосов А. А. Одноэлементная высокотехнологичная строительная система высокоскоростного монтажа многоэтажных полносборных зданий	102
Сычѳв С. А. Технология возведения высокотехнологичной мансардной крыши из модульных систем заводской готовности	107

Сычёв С. А. Элементы высокоскоростного монтажа энергоэффективных высотных зданий в условиях крупных городов России	113
Хорошенькая Е. В., Тилинин Ю. И., Ворона-Сливинская Л. Г. Организация экспериментального разрушения цементации труб в грунте.....	117

СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И МЕТРОЛОГИИ

Аубакирова И. У., Ковалева А. Ю., Скобликов В. А., Пухаренко О. Ю. Методы контроля и оценки удобоукладываемости бетонных смесей	119
Иванова Т. А., Колесникова Л. Г. Эстетика поверхности бетона, способы придания определённой выразительности при формовании.....	122
Кострикин М. П. К вопросу о влиянии высоких температур на прочностные характеристики фибробетона	128
Матвеева Л. Ю., Ефремова М. А., Шершнева Н. С. Исследование характеристик полиуретановых герметиков	133
Хренов Г. М. Влияние объемной доли цементного теста на пластичность бетонной смеси.....	138

АРХИТЕКТУРА, ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, РЕСТАВРАЦИЯ И ДИЗАЙН

СЕКЦИЯ АРХИТЕКТУРНОГО И ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО НАСЛЕДИЯ

Какунец К. В. Особенности пространственной организации районных центров в Ленинграде 1930 –1950-х годов	142
Фридман Т. С. Создание адаптивной среды для маломобильных групп населения в исторических зданиях высших учебных заведений	146
Черная Е. А. К вопросу о морфологии архитектурной графики.....	149

СЕКЦИЯ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Девятова Ю. А. Роль архитектурного футуризма в обучении будущих архитекторов	152
Дрижаполова Н. М., Ясс Н. К. Архитектурная презентация как элемент повышения качества проектирования у студентов	155
Кокорина О. Г. Регенерация поселений Ленинградской области посредством создания загородных рекреационных комплексов.....	159
Талецкая Ю. А. Функциональные особенности архитектуры детских досугово-развлекательных центров.....	164
Федоров О. П. Изменяемые и динамические фасадные системы: маркетинг и технологии или новая архитектурная парадигма?	171
Черетович Д. В. Использование возобновляемых источников энергии в домах на воде.....	174

СЕКЦИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА

Веретенников Д. И. Теоретические аспекты влияния архитектурных и градостроительных конкурсов на пространственное развитие города	178
Веретенникова К. В. Политика по развитию приаэропортовых территорий (опыт аэропорта Схипхол, Амстердам).....	182
Репа Д. А. Туристско-рекреационная система Калининградской области, проблемы и перспективы.....	187

СЕКЦИЯ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ

Мельникова О. В. Архитектура и политика.....	192
--	-----

СЕКЦИЯ РИСУНКА

Денисова Т. А. Влияние идей «гештальта» на послевоенную архитектуру советского периода.....	194
Молоткова Е. Г. Ритмические повторения как изобразительное средство организации пространства в картине.....	199
Тарасов К. В. Пропорции архитектурных деталей.....	202

СЕКЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, МОСТОВ И ТОННЕЛЕЙ

УДК 625.711.3

Мария Петровна Клековкина,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: megapolis775@mail.ru

Mariia Petrovna Klekovkina,
PhD of Ec. Sci., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: megapolis775@mail.ru

**ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ
ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

**CONCERNING IMPROVEMENT OF CEMENT CONCRETE
COURSES' STRUCTURAL DESIGN**

В статье отмечена необходимость, в связи с возросшей транспортной нагрузкой и интенсивностью движения на дорогах, строительства монолитных цементобетонных покрытий, рассмотрены нормативные конструктивно-технологические решения устройства жесткой дорожной одежды с монолитным цементобетонным покрытием (основанием), указаны основные мероприятия, позволяющие замедлить процесс трещинообразования, также приведен альтернативный вариант устройства цементобетонного основания (покрытия), позволяющий повысить долговечность и трещиностойкость конструкции, обеспечивая повышение равномерности деформирования, обеспечивая высокую устойчивость конструкции.

Ключевые слова: жесткие дорожные одежды, цементобетонные покрытия (основания), трещиностойкость, швы, дороги, конструкции.

The study draws attention to the need of constructing monolithic cement concrete courses due to the increased traffic load and density on roads. Standard options for structural design of rigid pavements with monolithic cement concrete courses (base courses) are considered. Key measures to slow down crack formation are specified. An alternative option for construction of cement concrete courses (base courses), increasing the service life and crack resistance of a structure, ensuring increased uniformity in deformations and providing high stability of a structure, is suggested.

Keywords: rigid pavements, cement concrete course (base course), crack resistance, joints, roads, structures.

В настоящее время применяемые конструкции нежестких дорожных одежд, асфальтобетонное покрытие на щебеночном основании, разработанные еще в прошлом столетии, не справляются с существующим тяжелым и интенсивным движением. Главный тезис дорожной отрасли – повышение сроков службы дорог – требует вернуться к строительству монолитных цементобетонных покрытий.

Основными достоинствами применения жестких дорожных одежд перед нежесткими можно выделить следующие:

- срок службы, который составляет не менее 25 лет;
- высокая ровность, при обеспеченном хорошем контакте цементобетонного покрытия и основания и качественно выполненных швах;
- высокие коэффициенты сцепления, в том числе при влажном покрытии.

Однако отказ в 70-х гг. XX столетия от цементобетонных покрытий, после эксплуатации нескольких дорог с цементобетонным покрытием (Москва – Минск, Москва – Волгоград, Москва – Н. Новгород), в связи с шелушением поверхности, разрушением бетона в швах, привел к тому, что цементобетонные укладчики и цементобетонная база дорожного бетона утрачены.

Опыт повышения ровности цементобетонного покрытия укладкой на старые конструктивные решения асфальтобетонного покрытия не дает ожидаемого результата, так как происходит копирование на поверхности трещин над швами и трещин цементобетона.

Снижение трещинообразования за счет повышения толщины асфальтобетонного покрытия экономически неэффективно, а также приводит к повышению колеиности.

Стоит задача: обеспечить эффективную совместную работу слоев из разных материалов под действием тяжелой динамической нагрузки и природных факторов (в интервале зима-лето), причем цементобетонный слой должен принять основную нагрузку, а асфальтобетонный слой (малой толщины) обеспечить необходимую ровность и коррозионную стойкость. То есть разработать новую конструкцию с цементобетонным слоем, совместимую по деформативной способности с асфальтобетонным покрытием, то есть обеспечивающей асфальтобетонному покрытию равномерность деформирования в допустимых пределах, не вызывающих разрушение конструкции.

Используемые в настоящее время традиционные конструктивно-технологические решения по качественным показателям в основном не соответствуют принципам и не отвечают требованиям современной дорожно-транспортной инфраструктуры. Согласно нормативной литературе [1], цементобетонное покрытие разделено на плиты, продольными и поперечными швами (рис. 1).

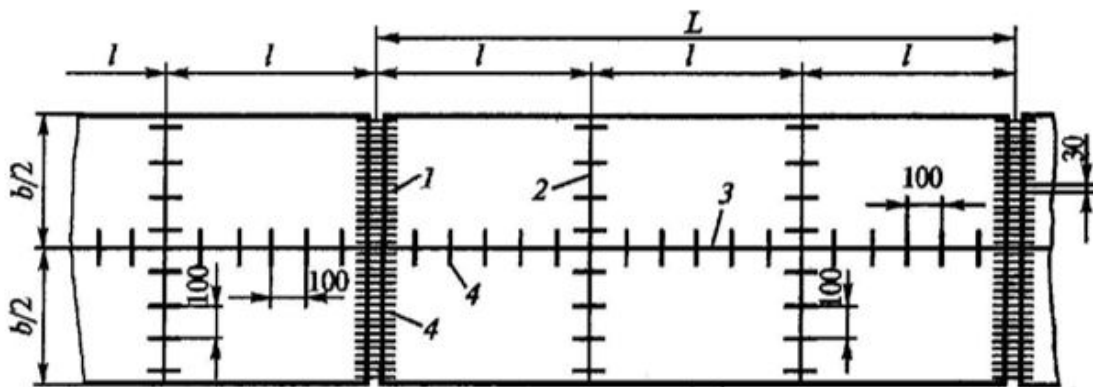


Рис. 1. План бетонных плит: 1 – шов расширения; 2 – поперечный шов сжатия; 3 – продольный шов сжатия; 4 – штыри [2]

Швы расширения, сжатия, контрольные и рабочие относят к поперечным швам.

Швы служат для возможности перемещения плиты по основанию в связи с происходящими переменами температуры по поперечному сечению. Так размеры плиты в плане могут уменьшаться с понижением температуры благодаря швам сжатия как продольным, так и поперечным, а поперечные швы расширения дают возможность увеличиваться плите в случае возрастания температуры.

С целью предотвращения трещинообразования покрытия в свежееуложенном бетоне через каждые 2–3 плиты устраивают швы сжатия как контрольные.

При ширине покрытия более $23h_b$ (3,5–5,5 м) устраивается продольный шов.

Швы объединяют стальными штырями, чтобы обеспечить совместную работу плит и сохранить их взаимное положение, которые обеспечивают возможность температурных изменений длины плит, передают вертикальные нагрузки и частично изгибающие моменты с одной плиты на другую.

В конце рабочей смены или при перерыве бетонирования покрытия более чем на 2–4 ч необходимо устройство рабочих швов по типу швов сжатия.

Для повышения ровности покрытия, уменьшения уступов между плитами поперечные швы в плане рекомендуется нарезать наклонными или в виде «елочки» (рис. 2).

При тяжелом и интенсивном движении на дорогах рекомендуется устраивать непрерывно армированные покрытия и основания с продольными швами по типу ложных через 3,5 м или по типу шпунта через 7,5 м, а поперечные швы сжатия и расширения не устраиваются (рис. 3).

Арматуру размещают на глубине $(1/3-1/2)$ от поверхности цементобетонной плиты.

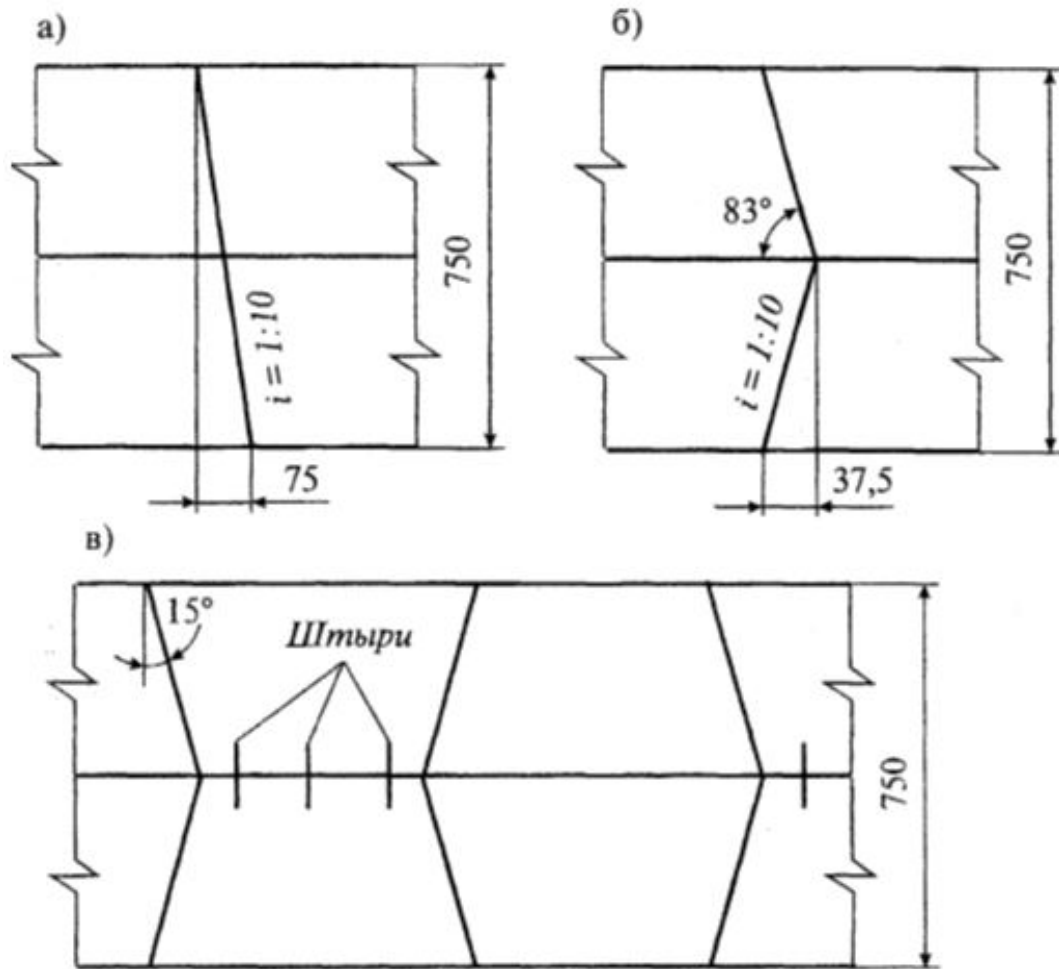


Рис. 2. Схемы устройства поперечных швов (швов сжатия) в плане (размеры – в см)

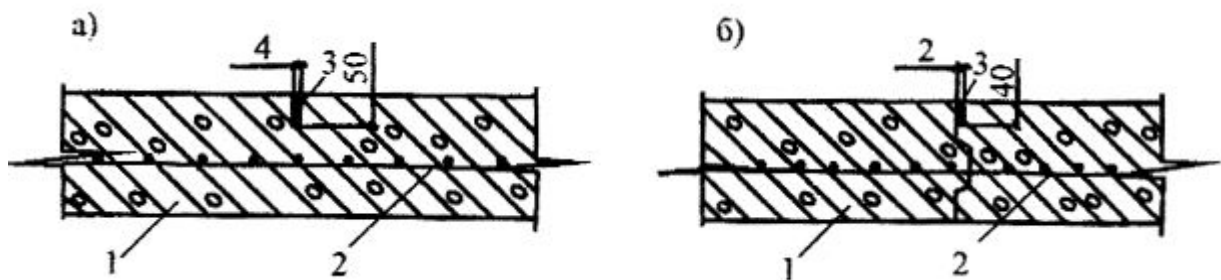


Рис. 3. Конструктивные решения продольных швов:

а – шов по типу ложного; б – шов по типу шпунта;

1 – бетонная плита покрытия; 2 – арматурная сетка; 3 – битумная мастика [1]

При устройстве цементобетонного несущего слоя с асфальтобетонным покрытием, согласно нормативным требованиям [1], швы сжатия располагают каждые 15 м перпендикулярно продольной оси. Поперечные швы при основании из тощего бетона не устраиваются.

В случае устройства основания из тощего бетона поперечные швы можно не устраивать. Армирование продольных швов не требуется, и устраиваются они только при ширине покрытия более 9 м и на слабых основаниях.

Согласно [1], предусмотрены следующие мероприятия, позволяющие замедлить или предотвратить хаотическое трещинообразование:

- повышение трещиностойкости асфальтобетона при низкой (отрицательной) температуре;

- увеличение толщины слоя асфальтобетона (увеличение соотношения толщин слоев покрытие-основание);
- армирование асфальтобетона и зоны жесткого основания или между слоями с применением специальных сеток или композитных материалов;
- снижение концентрации растягивающих напряжений за счет обеспечения участка растяжения определенной длины, обусловленной применением специальных сеток или трещинопрерывающих прослоек;
- применение материалов слоев с уменьшенными модулями упругости и коэффициентами линейной температурной деформации;
- нарезку деформационных швов над швами бетонного основания [1].

Комплексное использование перечисленных мероприятий позволяет повысить трещиностойкость покрытия.

Все эти мероприятия не предусматривают полного исключения процесса трещинообразования.

Нормативами не предусмотрено предотвращение трещинообразования оптимальными решениями конструкций плит и швов.

Поэтому предлагается создание сети фрагментов с помощью разрезов-пазов, нанесенных определенной формы и размера на свежееуложенный цементобетонный слой (рис. 4), что позволит не устраивать продольные и поперечные швы. В качестве материала цементобетонного слоя следует использовать жесткие бетонные смеси.

Наиболее рациональной формой фрагмента цементобетонного слоя является круглая, шестигранная или восьмигранная форма, которая позволяет снизить и обеспечить равенство продольного и поперечного моментов (рис. 4 (а), (б)) [3].

Разрезы-пазы образуются на поверхности бетонного слоя полукруглой формы заданного рисунка, обеспечивающие направленное образование трещин в цементобетонном слое.

Рабочие швы предусмотрены из деревянно-металлических упорных конструкций в конце смены.

Сравнение основных параметров и характера деформирования традиционной и предлагаемой конструкции жесткой дорожной одежды приведено в таблице.

Сравнение основных параметров и характера деформирования конструкций жестких дорожных одежд

Основные параметры и характер деформирования	
Традиционная жесткая дорожная одежда	Рекомендуемая конструкция жесткой дорожной одежды
1	2
Величина суммарной температурной деформации рассчитывается для всей плиты	Величина суммарной температурной деформации рассчитывается в пределах одного элемента
Расчетную нагрузку воспринимает вся плита	Работа элемента на сжатие-нагрузка только от одного колеса
Неполный контакт с основанием, образование пустот, и как следствие разрушение	Обеспечивается плотный контакт с основанием
Хаотическое трещинообразование	Направленное трещинообразование
Увеличение толщины слоев асфальтобетона	Тонкослойное асфальтобетонное покрытие
Распространение динамики по всей плите	Снижение динамики, вследствие ее гашения в ложных швах малых элементов
Цементобетонная плита ограниченная швами	Бесконечная фрагментированная цементобетонная плита
Одновременный удар двух колес одной оси при пересечении шва	Улучшение эксплуатационных качеств

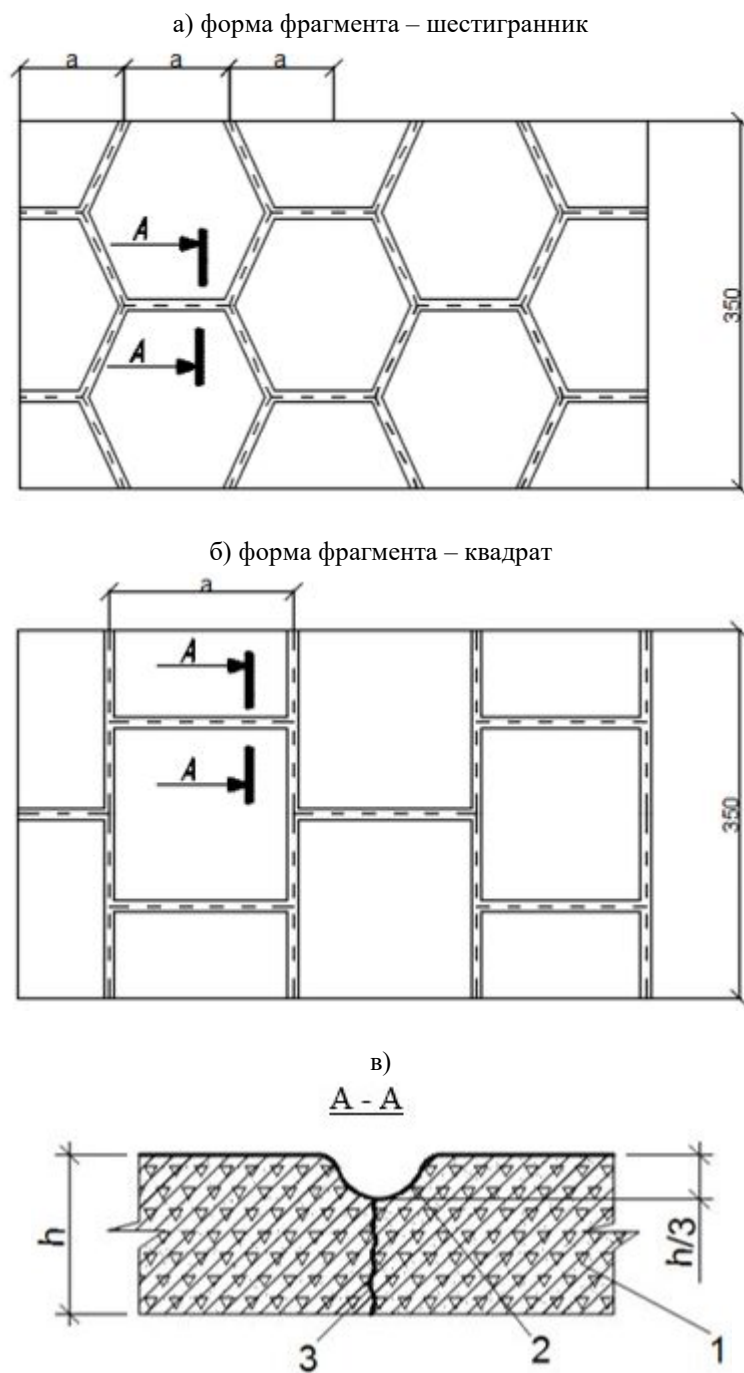


Рис. 4. Варианты конструктивно-технологических решений фрагментирования цементобетонного слоя:
а, б план – создание системы разрезов-пазов в цементобетонном слое (a – размеры элемента = 40–95 см);
в: 1 – цементобетонный слой; 2 – разрез-паз полукруглой формы; 3 – направленное образование трещин

Выполненное сравнение показывает целесообразность и эффективность дальнейшей разработки и практического использования предлагаемого конструктивного решения цементобетонного покрытия (основания) автомобильной дороги.

Литература

1. Методические указания по проектированию жестких дорожных одежд. М.: ФГУП «ИНФОРМАВТОДОР», 2004. 128 с.
2. Бондарева Э. Д., Клековкина М. П. Изыскание и проектирование автомобильных дорог: метод. указания по выполнению курсового проекта № 2 «Конструирование земляного полотна и дорожной одежды». СПб: СПбГАСУ. 2013. 82 с.
3. Клековкина М. П. Совершенствование конструкций и технологии строительства дорожных одежд с бетонным несущим основанием: дис...канд. техн. наук: 05.23.11 / ВолгГАСУ. Волгоград, 2010. 189 с.

УДК 69.07

Виктор Андреевич Шендрик, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: vicinshendrik@yandex.ru

Viktor Andreevich Shendrik, post-graduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: vicinshendrik@yandex.ru

ВНЕДРЕНИЕ СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫХ ОБОЛОЧЕК В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ СТОЕК ОПОР МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

USE OF FIBERGLASS JACKETS WITH REINFORCED-CONCRETE PIER COLUMNS OF BRIDGE STRUCTURES

Заявлено об успешном применении композитных материалов в конструктивных решениях в мостостроении. Рассмотрена возможность включения композитных изделий в конструктивные элементы опор мостовых сооружений. Дано обоснование преимуществ в случае внедрения композитных стеклопластиков в стойки опор мостовых сооружений. Приведены примеры из опыта эксплуатации в мостостроении заполненных бетоном оболочек из традиционно применяемых металла и железобетона и их слабые места. Сказано о причинах, сдерживающих внедрение композитных материалов в мостостроение. Проведено сравнение существующих формул расчета трубобетонных стоек на предельную разрушающую нагрузку при сжатии. Предоставлено обоснование причины несостоятельности этих методов расчета для изделий из композитных материалов.

Ключевые слова: композиционные материалы, опоры мостовых сооружений, стоечные опоры, бетонно-стеклопластиковые стойки, гибридные конструкции.

Successful application of composite materials in bridge engineering design solutions is stated. A possibility to implement composite materials in structural elements of bridge structure piers is considered. A rationale for advantages of implementing composite fiberglass in pier columns of bridge structures is provided. Examples of using jackets made of metal and reinforced concrete usually used, filled with concrete, and their weaknesses are described. Reasons constraining implementation of composite materials in bridge engineering are given. The existing calculation methods for tube confined concrete columns are compared in terms of ultimate breaking strength at compression. A rationale for the reason behind unsoundness of those calculation methods for items made of composite materials is provided.

Keywords: composite materials, bridge structure piers, column piers, concrete fiberglass columns, hybrid structures.

С каждым годом расширяются объемы внедряемых композитных материалов и доля их применения в различных отраслях. В мостостроении композиты применяются не только во второстепенных конструкциях, но и в основных. Например, в 2015 г. построен первый в России автодорожный мост с несущими элементами пролетного строения из стеклопластиков. Пролетное строение моста через реку Пашенка в Новосибирской области при реконструкции было решено выполнить из композитов. Пролетное строение состоит из шести стеклопластиковых многораскосных ферм, объединенных системой поперечных связей и уложенной поверху железобетонной плитой [1]. Полная длина конструкции составила 18 м, высота – 1,2 м, ширина – 7 м. Монтажные соединения выполнены на обычных болтах повышенного класса точности. Включение плиты в совместную работу с фермами осуществляется посредством гибких упоров арматурно-стержневой конструкции. Поперечное сечение пролетного строения представлено на рис. 1.

Другие несущие конструктивные элементы мостовых сооружений – опоры – тоже вполне могут быть выполнены с применением композитов. К этому инженеров подталкивают выгодные физико-механические свойства композитов: высокие показатели прочности и жесткости, ударостойкость, повышенную долговечность, возможность выполнения изделий сложных форм и большой длины без стыков, сопротивляемость агрессивным воздействиям [2; 3]. Конечно, композиты не могут полностью заменить в мостовых сооружениях традиционно применяемые металл и железобетон, так как они не обладают категорическими преимуществами по всем параметрам. В связи с этим целесообразно было бы объединить композиты и традиционные материалы в единую систему. Имеется опыт применения

называемых гибридными конструкций из разнородных материалов, в которых при продуманной реализации проявляются преимущества составных материалов и не проявляются (либо проявляются незначительно) их недостатки. Одним из ярких примеров гибридных конструкций являются сталежелезобетонные пролетные строения мостовых сооружений. Железобетонные балки, в которых на растяжение работает, главным образом, металлическая арматура нижнего пояса также можно отнести к гибридным конструкциям.

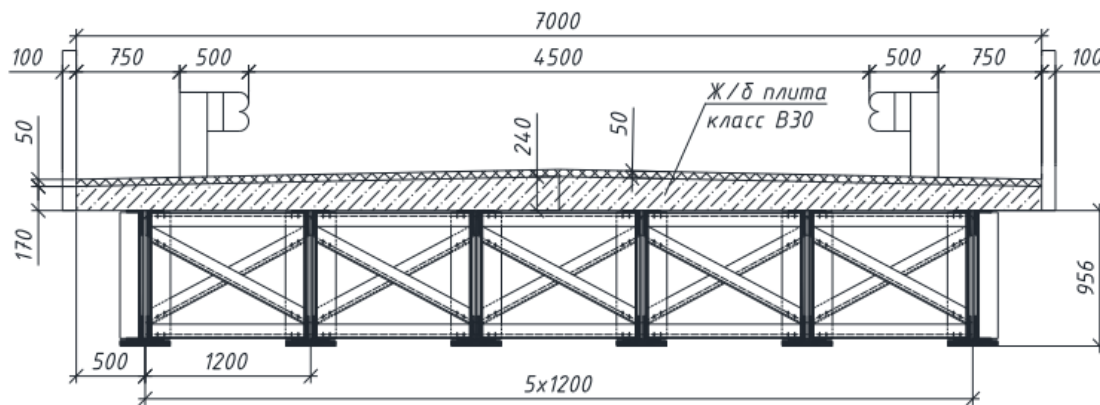


Рис. 1. Поперечное сечение пролетного строения моста через р. Пашенка [1]

Возникла идея заключить железобетонные стойки ($d \leq 1$ м) либо столбы ($d \geq 1$ м) в композитные оболочки, получив, таким образом, гибридную конструкцию, в которой ее составляющие будут включены в совместную работу. В результате у элемента увеличится несущая способность, а железобетон будет защищен от агрессивной внешней среды более долговечным композитным материалом.

Под композитами в настоящее время понимают гетерогенные (многокомпонентные) материалы, состоящие из пластичной основы (матрицы), которая армируется наполнителями. Наполнители обладают высокой прочностью и жесткостью, а матрица служит для связывания наполнителя в структуру [4]. Из всех композитов для внедрения в мостостроение наиболее подходящими являются стеклопластики, которые не обладают чрезвычайной дороговизной в отличие от остальных видов композитных материалов, но имеют достаточные прочностные свойства.

Трубы из стеклопластика уже давно применяются в качестве нефтепроводов. Они проявили себя как более долговечные чем металлические, в то же время стеклопластиковые трубопроводы не подвергаются коррозии. Изготавливаемые из композитов различные емкости для нефтяной и химической промышленности тоже доказали свою эффективность [5]. Данные изделия хорошо выдерживают внутреннее рабочее давление в ходе эксплуатации.

Заполненные бетоном оболочки нередко применяются и в мостостроении, и при строительстве зданий в качестве колонн и столбов. В нашей стране с конца 60-х гг. XX в. сооружали столбчатые опоры из железобетонных свай-оболочек диаметром 0,8...1,6 м, из звеньев длиной до 12 м, толщиной стенок 10–12 см [6]. Звенья свай-оболочек соединяли болтами с помощью фланцевых стыков. Нижнюю часть оболочек на высоту 3 м заполняли бетоном для обеспечения несущей способности, а верхнюю внутреннюю часть оболочек заполняли грунтом или гидрофобным песком на высоту возможного колебания водного горизонта для исключения возможности разрыва замерзающей водой. В ряде случаев железобетонные оболочки могли заполнять бетоном полностью. В качестве несъемной опалубки-обоймы могли использовать и металлические трубы диаметром преимущественно 0,5...0,8 м. Достоинства этих решений – отсутствие в необходимости возведения ростверков и в опалубке, а также снижение расхода материала. Недостатки проявлялись в корро-

зии металлической обоймы, в наличии сварных стыков, а у железобетонных – фланцевых, что является слабым местом конструкции. Но часто в стойках таких опор, не прослуживших положенного срока, стали появляться вертикальные трещины. Точная причина этому до сих пор не установлена из-за того, что внутренняя полость сокрыта оболочкой. Принято считать, что разрыв оболочек происходит из-за накапливаемой влаги между бетонным ядром и оболочкой. В период замерзания и оттаивания влага расширяется, что приводит к серьезным дефектам таких конструкций. По этой причине металлические оболочки зачастую не учитывают при расчете. Дренажные устройства для отвода воды вполне могут решить эту техническую проблему. Достаточно подробно изучены аналоги таких конструкций, применяемые в мостостроении, промышленном и гражданском строительстве – их называют труботетонными конструкциями [7–12].

Композитные материалы в опорах мостов не находят пока активного применения по нескольким причинам:

- 1) отсутствие четких данных о физико-механических свойствах стеклопластиков конкретных марок;
- 2) отсутствие методик расчета различных конструкций из композитных материалов;
- 3) в сводах правил по строительству и других нормативных документах не прописаны методики расчета и указания к проектированию конструкций из таких материалов;
- 4) недостаток данных по эксплуатации несущих конструкций мостов из композитных материалов сроком более 30 лет.

Как видно из перечня, создание методик расчетов будет способствовать дальнейшему внедрению композитных материалов. Более того, без методик расчетов невозможно выполнение остальных пунктов. Из проведенных теоретических и экспериментальных исследований прочности труботетона на сжатие [7] известно, что в оболочке бетон находится в трехмерном напряженно-деформированном состоянии (рис. 2).

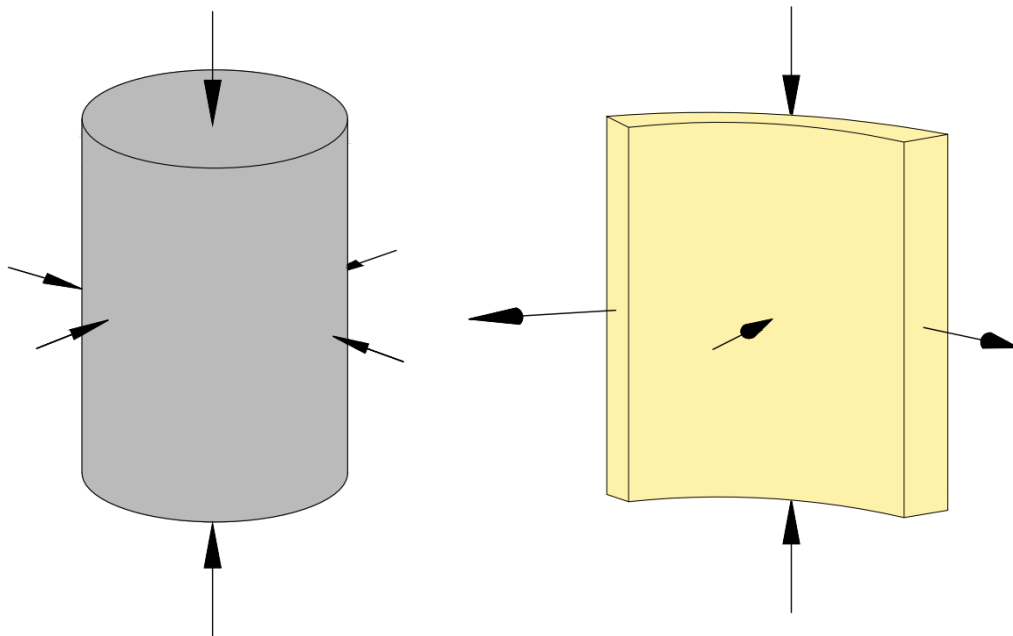


Рис. 2. Трехмерное напряженно-деформированное состояние бетонного ядра (слева), заключенного в оболочку (ее распирающие напряжения показаны справа) [%%]

Имеются различные методики по расчету труботетонных конструкций. Расчетная разрушающая нагрузка может определяться по формуле, предложенной А. А. Гвоздевым [8]:

$$N = F_a R_1 \alpha + F_6 R_{np}, \quad (1)$$

где N – предельная разрушающая нагрузка; F_a – площадь сечения трубы; R_T – напряжение по пределу текучести металла; F_6 – площадь бетонного ядра; $R_{пр}$ – призмная прочность бетона; $\alpha = 2$.

Теоретическая зависимость для расчета трубобетона, предложенная В. А. Росновским [9]:

$$N = F_a R_T + F_6 R_6, \quad (2)$$

где $R_6 = 0,7R + 180$; R – марка бетона; R_T, F_6, F_a – то же, что и в формуле (1).

В. И. Гнедовский предложил определять предельную разрушающую нагрузку по следующей формуле [10]:

$$N = F_a R_T + F_6 R_{куб}(1 + \alpha), \quad (3)$$

где $R_{куб}$ – кубиковая прочность бетона; α – коэффициент учитывающий влияние обоймы на повышение прочности бетона; остальные обозначения как в формуле (1).

Еще одна расчетная зависимость для определения предельной разрушающей нагрузки предложена Н. Ф. Скворцовым [11]:

$$N = F_a R_T + F_6 R_{пр}(k_d + k_m - 1), \quad (4)$$

где k_d и k_m – коэффициенты длины и поперечных размеров; определяемые по графикам [11], остальные обозначения как в формуле (1).

Прочность на сжатие трубобетонной конструкции по Л. К. Лукша [12]:

$$N = F_a R_T + (R_{пр} + \sigma_0 K_-) F_6, \quad (5)$$

где σ_0 – боковое давление трубы на бетон (эффект обжатия); K_- – коэффициент эффективности бокового давления (рекомендуется принимать равным $K_- = 4$, в ряде случаев возможно принимать в пределах $3 \leq K_- \leq 6$); остальные обозначения как в формуле (1).

Еще одна зависимость для нахождения прочности на сжатие трубобетонной конструкции, предложенная Л. И. Стороженко [13]:

$$N = \gamma_{bs}(R_6^* F_6 + \gamma_{s2} F_a R_T), \quad (6)$$

где γ_{bs} – коэффициент условий работы бетона и трубы в трубобетоне принимаемый равным 1,1; γ_{s2} – коэффициент условий работы стали трубы, учитывающий снижение расчетного сопротивления стали при сложном напряженном состоянии, зависящий от марки стали и коэффициента армирования сечения; R_6^* – расчетное значение прочности бетона в трубобетоне; $R_6^* = 0,65B(1 + 16,1\mu_{pb}\beta)$; B – класс бетона по прочности на сжатие; β – коэффициент принимаемый в зависимости от класса бетона по прочности на сжатие; μ_{pb} – коэффициент армирования трубобетона, принимаемый в пределах 0,025...0,120.

Анализ этих формул показывает, что расчеты производятся на основе стандартной формулы, учитывающей площади сечений и расчетные сопротивления бетона и металлической трубы. Но расчетное сопротивление бетона в каждом случае несколько усложнено – для учета эффекта обжатия бетона. В представленных формулах это учитывается либо введением специальных коэффициентов повышения прочности бетонного ядра, либо учетом размеров трубобетонной конструкции и отношения ее длины к диаметру, либо зависимостями, учитывающими боковое давление. При этом авторами проведены экспериментальные исследования, подтверждающие достоверность приведенных формул. Однако все они составлены для трубобетонных колонн с металлической оболочкой и не могут быть использованы в случае применения композитных оболочек.

Дело в том, что для стали характерна изотропия и напряжение по пределу текучести металла будет одинаковым в продольном и поперечном направлениях. А композитные материалы, обладающие ярко выраженной анизотропией, имеют разные модули упругости и пределы прочности в продольном и поперечном направлениях. В связи с этим, ни одна из приведенных формул не может быть применена, необходима разработка методик для трубобетона с композитными оболочками. Определяющим фактором в ней будет прочность композитной оболочки на поперечный разрыв. Экспериментальные данные по-

казывают, что стеклопластиковые оболочки способны выдержать такие серьезные нагрузки [14; 15; 16].

Таким образом, существуют предпосылки для создания методики расчета гибридных композитно-трубобетонных стоек опор для мостовых сооружений и потребность в ней. В первом приближении, формула для расчета прочности на сжатие таких конструкций будет иметь вид:

$$N = R_{\sigma} F_{\sigma} + F_k R_k^{\text{прод}} + f(d, t, \mu, R_k^{\text{попер}}) \times \chi, \quad (7)$$

где F_k – площадь сечения композитной оболочки; $R_k^{\text{прод}}$ – предел прочности композита на сжатие в продольном направлении; $f(d, t, \mu, R_k^{\text{попер}})$ – функция, зависящая от следующих переменных: d – внутренний диаметр композитной оболочки, t – толщина стенки композитной оболочки, μ – коэффициент Пуассона бетонного ядра, $R_k^{\text{попер}}$ – предел прочности по началу появления межслоевого сдвига в композитной оболочке от поперечных напряжений (предел прочности на поперечный разрыв); χ – зависящий от размеров оболочки коэффициент, учитывающий какая часть напряжений от сжимающей нагрузки передается в поперечном направлении. В формуле такого типа будут учтены анизотропные свойства композитных стеклопластиков. Такие гибридные конструкции стоек – заполненные бетоном композитные оболочки мостовых опор – будут иметь значительно большую несущую способность, защиту от агрессивной окружающей среды и повышенную долговечность.

Литература

1. Иванов А. Н. Совершенствование конструкции и методики расчета пролетных строений мостов с несущими элементами из композиционных материалов. Новосибирск: Издательство ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный университет путей сообщения», 2015. С. 17–18.
2. Кербер М. Л., Виноградов В. М., Головкин Г. С., Горбаткина Ю. А., Крыжановский В. К., Куперман А. М., Симонов-Емельянов И. Д., Халнулин В. И., Бунаков В. А. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология. СПб.: Издательство Профессия, 2008. С. 544–554.
3. Страданченко С. Г., Шубин А. А. Пластмассы в строительстве. Новочеркасск: Издательство ЮРГТУ, 2004. С. 5–6; 151–158.
4. Солнцев Ю. П., Пряхин Е. И. Материаловедение. Применение и выбор материалов. СПб.: Химиздат, 2007. С. 674–676.
5. Орешкин Д. А. Применение композитных материалов в инфраструктурных объектах. Материалы всероссийской научно-практической конференции «Применение композитных материалов в гражданском и дорожном строительстве». СПб.: Издательство СПбГАСУ. 2014. С. 31–33.
6. Саламахин П. М. Инженерные сооружения в транспортном строительстве (Книга 2). СПб.: Издательство ДНК, 2014. С. 46–50.
7. Кикин А. И., Санжаровский Р. С., Трульв В. А. Конструкции из стальных труб, заполненных бетоном. М.: Издательство Стройиздат, 1974. С. 16–38.
8. Гвоздев А. А. Определение величины разрушающей нагрузки для статически неопределимых систем. М.: Издание Проект и стандарт. 1938. № 8. С. 28–31.
9. Росновский В. А. Трубобетон в мостостроении. М.: Издательство Трансжелдориздат. 1963. С. 36–68.
10. Гнедовский В. И. Косвенное армирование железобетонных конструкций. Ленинград: Издательство Стройиздат, 1981. С. 86–98.
11. Скворцов Н. Ф. Применение сталетрубобетона в мостостроении. М.: Автотрансиздат, 1955. С. 41–58.
12. Лукша Л. К. Прочность трубобетона. Минск: Издательство Вышэйшая школа. 1977. С. 18–46.
13. Стороженко Л. И., Плахотный П. И., Черный А. Я. Расчет трубобетонных конструкций. Киев: Будивельник, 1991. С. 16–22; 30–31; 87–95.
14. Квитко А. В. Возможности применения композитных материалов при строительстве объектов транспортной инфраструктуры // Дорожная держава. 2014. № 56. С. 20–25.
15. Квитко А. В. Особенности применения композитов при строительстве объектов транспортной инфраструктуры // Дороги. Инновации в строительстве. 2014. № 42. С. 14–18.
16. Abdelkarim O. I., Ghenni A., Anumolu S., Song Wang, ElGawady M. A. Hollow-core FRP-Concrete-Steel Bridge Columns Under Extreme Loading. Final Report Prepared for Missouri Department of Transportation., USA.: Missouri University of Science and Technology, Rolla, Missouri. 2015. P. 32–48; 125–130.

СЕКЦИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ И КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

УДК 624.012.25

Наталья Сергеевна Воронцова, ассистент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: vorontsova.ns@gmail.com

Natalia Sergeevna Vorontsova, Teaching Assistant
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: vorontsova.ns@gmail.com

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОСОИЗГИБАЕМЫХ
ФИБРОЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
С ВЫСОКОПРОЧНОЙ АРМАТУРОЙ**

**EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS OF FIBER REINFORCED
CONCRETE MEMBERS SUBJECTED TO BIAXIAL BENDING
WITH HIGH-STRENGTH REINFORCEMENT**

Добавление фибрового армирования в бетон-матрицу позволяет значительно увеличить растяжимость получаемого материала. Повышенная растяжимость, а также качественное изменение характера трещинообразования фиброжелезобетонных элементов при восприятии растягивающих усилий способствуют созданию «благоприятных условий» для эффективного использования высокопрочной арматуры без предварительного напряжения, что подтверждается работами ряда авторов для элементов, испытывающих плоский изгиб. В статье приводятся результаты экспериментальных исследований косоизгибаемых фиброжелезобетонных элементов с регулярным армированием высокопрочной арматурой класса At800. Полученные результаты создали предпосылки для использования арматуры повышенных классов прочности в косоизгибаемых фиброжелезобетонных элементах.

Ключевые слова: косой изгиб, фиброжелезобетон, экспериментальные исследования, балка, стальная фибра, высокопрочная арматура.

Adding fiber reinforcement to the concrete-matrix can significantly increase the tensility of the resulting material. Increased tensile properties, as well as a qualitative change in the nature of the cracking of fiber reinforced concrete members in tension, create “favorable conditions” for the effective use of high-strength reinforcement without prestressing, which is confirmed by the work of a number of authors for members subjected to plane bending. The article presents the results of experimental investigations of fiber reinforced concrete members under biaxial bending with regular reinforcement with high-strength reinforcement class At800. The obtained results created the prerequisites for the use of reinforcement of increased strength classes in fiber reinforced concrete members under biaxial bending.

Keywords: biaxial bending, fiber reinforced concrete, experimental investigations, beam, steel fiber, high-strength reinforcement.

В современном мире имеется стремление к повышению надежности строительных конструкций, что решается путем поиска, изучения и применения на практике более эффективных материалов, разработкой новых и совершенствованием существующих методов расчета, уточнением расчетных моделей и т. д. К эффективным материалам по праву можно отнести композиты на основе дисперсно-армированного бетона, в частности сталефибробетон (далее фибробетон).

В отличие от традиционного бетона, одним из основных недостатков которого является крайне малая предельная растяжимость, фибробетон обладает повышенной растяжимостью, что обусловлено работой фибры в сечении после образования трещины. Кроме того, равномерное распределение стальных фибр в объеме бетона-матрицы в сочетании с регулярной арматурой способствует увеличению прочности, жесткости и в целом надежности фиброжелезобетонного элемента по сравнению с элементом из железобетона.

Повышенные трещиностойкость и растяжимость фибробетона, а также изменение характера трещинообразования в фиброжелезобетонных элементах при восприятии растягивающих усилий создают «благоприятные условия» для использования прочностных свойств высокопрочных арматурных сталей. Ученые отмечают снижение ширины рас-

крытия трещин и увеличение их количества в опытных балках с фибровым армированием по сравнению с контрольными образцами из традиционного железобетона [1–8].

Исследования изгибаемых фиброжелезобетонных элементов с высокопрочной арматурой без предварительного напряжения проводили Э. С. Айвазян [1], М. П. Леонтьев [2], Л. Р. Маилян [3], Р. Л. Маилян [3], В. И. Морозов [4], Э. К. Опбул [5], А. В. Шилов [3; 6], S. A. Al-Ta'an [7], H. A. Kormeling [8], H. W. Reinhardt [8], S. P. Shah [8], R. N. Swamy [7] и др. Установлено, что в таких элементах при эксплуатационном уровне нагружения фибровое армирование позволяет избежать чрезмерных прогибов и раскрытия трещин. Более того, замена традиционного армирования мягкой сталью высокопрочной арматурой без предварительного напряжения экономически оправдана, поскольку рост прочности арматуры с увеличением класса значительно снижает ее относительную стоимость. Работы [1–8] создали предпосылки для исследования напряженно-деформированного состояния и прочности фиброжелезобетонных элементов в условиях косоугольного изгиба.

В действующих в нашей стране нормативных документах СП 52-104-2006* [9], устанавливающих требования к проектированию сталефибробетонных элементов, отсутствуют указания по расчету на косоугольный изгиб, в то время как косоизгибаемые элементы встречаются все чаще в практике проектирования. Проведенный анализ нормативно-технической литературы показал отсутствие исследований косоизгибаемых фиброжелезобетонных элементов в условиях косоугольного изгиба.

С целью изучения характера напряженно-деформированного состояния фиброжелезобетонных элементов при воздействии косоугольного изгиба и разработки практического метода расчета по прочности таких элементов в лабораториях СПбГАСУ были проведены опытные исследования фиброжелезобетонных образцов-балок, а также контрольных железобетонных образцов.

Характеристика экспериментальных образцов.

Программой экспериментального исследования было предусмотрено два основных направления:

1. Изучение работы косоизгибаемых фиброжелезобетонных элементов с регулярным армированием стержнями из мягкой стали (4Ø10 класса А500С).
2. Изучение работы косоизгибаемых фиброжелезобетонных элементов, армированных высокопрочными стержнями (Ø14 класса Ат800).

Для дисперсного армирования мелкозернистого бетона применялась стальная фибра ФСВ-А-0,30/30 производства ОАО «Белорусский металлургический завод» по ТУ 14-1-5564-2008 [10], относительная длина фибры l_f/d_f равна 100. Для всех фиброжелезобетонных образцов был принят процент фибрового армирования по объему, равный 2 %.

Экспериментальные образцы-балки были изготовлены на ОАО «Кузнечевский комбинат строительных конструкций и материалов» (г. Архангельск). Общее количество балок – 14 штук, размером 2460×220×120 ($l \times h \times b$) мм. Всего 7 серий, в каждой серии по две балки близнеца:

- 2 серии железобетонных балок, с продольной рабочей арматурой 4Ø10 класса А500С;
- 3 серии фиброжелезобетонных балок, с продольной рабочей арматурой 4Ø10 класса А500С;
- 2 серии фиброжелезобетонных балок, с продольной рабочей арматурой Ø14 класса Ат800.

Для дальнейшего сопоставления результатов исследования в балках была установлена арматура, способная воспринять близкое по величине растягивающее усилие, а ее центр тяжести располагался в силовой плоскости. Экспериментальные образцы сконструированы в соответствии с углом β – углом между силовой плоскостью и плоскостью, проходящей через вертикальную ось симметрии поперечного сечения и продольную ось балки, равным по величине 10 или 20° для разных серий балок.

Прочностные и деформативные характеристики бетона и фибробетона определялись на образцах-кубах и призмах, изготовленных совместно с балками. Величины призмочной прочности бетона и фибробетона на сжатие составили 16,0 и 29,1 МПа, на растяжение – 0,75 и 2,57 МПа соответственно. Механические характеристики арматуры были установлены путем испытаний арматурных изделий на растяжение. Величины физического и условного пределов текучести для арматурной стали классов А500С и Ат800 составили 583,9 и 1091,6 МПа соответственно.

Схема армирования поперечных сечений образцов-балок в зоне действия постоянного момента, а также методика проведения экспериментального исследования подробно изложены в работе [11].

Результаты экспериментального исследования.

Экспериментальные исследования изгибаемых фиброжелезобетонных и железобетонных элементов показали существенные изменения процесса трещинообразования с добавлением армирующих волокон.

В процессе нагружения экспериментальных образцов первые трещины, нормальные к продольной оси элемента, появлялись в зоне растяжения над опорами при уровне нагрузки 0,19–0,21 и 0,22–0,24 от предельной для железобетонных и фиброжелезобетонных балок соответственно. Следовательно, фиброжелезобетонные косоизгибаемые элементы обладают повышенной трещиностойкостью.

Для удобства сравнения нормальные трещины замерялись на наиболее растянутой боковой поверхности балки в уровне самого напряженного арматурного стержня. Характер образования, развития и раскрытия трещин в железобетонных и фиброжелезобетонных косоизгибаемых элементах отличался. В железобетонных образцах появившиеся на ранних этапах нормальные трещины быстро развивались и раскрывались в течение процесса нагружения. В фиброжелезобетонных образцах развитие нормальных трещин по высоте балки и их раскрытие проходило медленнее, что свидетельствует о «сдерживании» трещины множеством стальных фибр, и далее с ростом нагрузки и возникновением новых трещин некоторые первоначальные трещины прекращали развиваться и раскрываться.

При эксплуатационном уровне нагрузки, соответствующем 70 % от предельного, в фиброжелезобетонных элементах, армированных одним высокопрочным арматурным стержнем, зафиксирована величина ширины раскрытия нормальных трещин превышающая (до 25 %) или равная ее величине в железобетонных образцах. Следует заметить, что снижение ширины раскрытия нормальных трещин может быть достигнуто за счет установки нескольких арматурных стержней меньшего диаметра. В фиброжелезобетонных балках с арматурой класса Ат800 наблюдалось снижение среднего расстояния между трещинами от 1,4 до 1,7 раза по сравнению с контрольными железобетонными образцами.

Установленные в ходе исследования значения ширины раскрытия нормальных трещин, а также среднее расстояние между ними представлены в таблице.

Анализ полученных опытных данных показал, что наступление предельной по прочности стадии напряженно-деформированного состояния в косоизгибаемых железобетонных образцах-балках вызвано исчерпанием прочности сжатой зоны бетона, а в фиброжелезобетонных с регулярной арматурой класса Ат800 – достижением в рабочей растянутой арматуре напряжений, соответствующих условному пределу текучести. Следовательно, фибровое армирование способствует более эффективному использованию регулярной арматуры в косоизгибаемых элементах. Полученные величины предельных изгибающих моментов представлены в таблице.

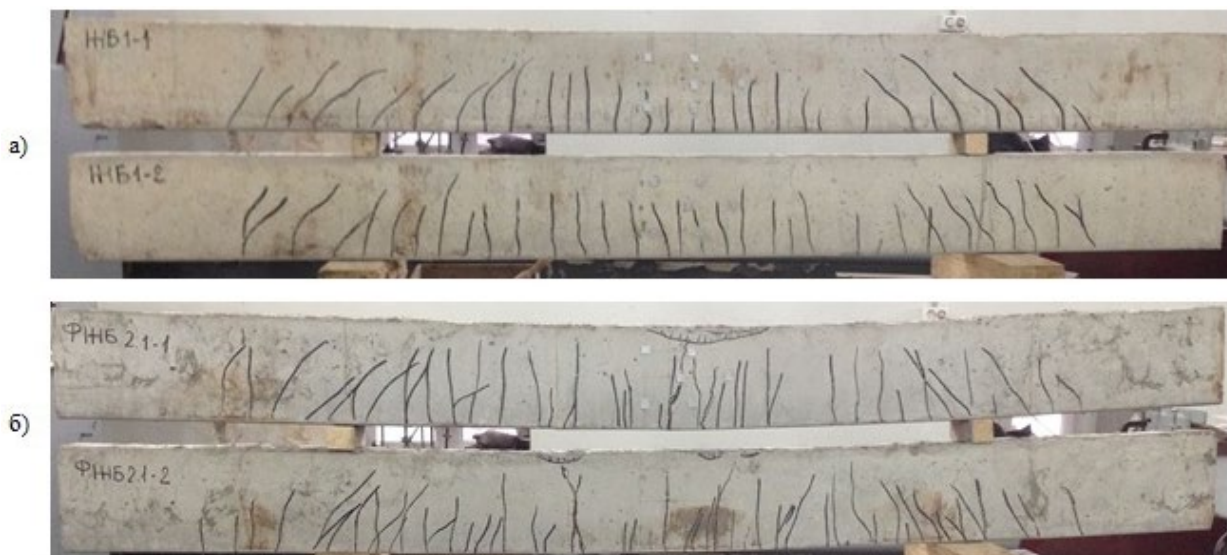
В балках с регулярной арматурой из высокопрочных сталей предельные изгибающие моменты оказались близки по значению, поскольку с увеличением угла наклона силовой плоскости от 10 до 20° центр тяжести рабочей арматуры существенно переместился, таким образом, плечо внутренней пары сил практически не изменилось по величине, а повернулось.

Разрушение железобетонных балок носило хрупкий, внезапный характер, у одного из образцов наблюдались существенный выкол бетона сжатой зоны, потеря устойчивости конструктивной арматуры в сжатой зоне класса А240 и искривление хомутов. Фиброжелезобетонные образцы разрушались вязко, с характерным потрескиванием, на последней ступени нагружения отмечено постепенное падение нагрузки. Большинство частей раздробленной сжатой зоны фибробетона оставались соединенными с балкой многочисленными фибрами. Разрушение образцов происходило по нормальному сечению в зоне действия постоянного момента.

Результаты экспериментального исследования

Шифр балки	Экспериментальный предельный изгибающий момент, кН·м	Ширина раскрытия нормальной трещины a_{cre} , мм	Среднее расстояние между трещинами l_s , см
ЖБ1-1	28,57	0,1	6,2
ЖБ1-2	26,53		
ЖБ2-1	25,09	0,09	6,6
ЖБ2-2	24,58		
ФЖБ2.1-1	30,98	0,125	4,3
ФЖБ2.1-2	31,23		
ФЖБ2.2-1	30,57	0,1	3,9
ФЖБ2.2-2	30,86		

Общий вид наиболее растянутой боковой грани образцов-балок серий ЖБ1 и ФЖБ2.1 после разрушения, испытанных под углом наклона силовой плоскости $\beta = 10^\circ$ представлен на рисунке.



Общий вид наиболее растянутой боковой грани образцов-балок серий ЖБ1 (а) и ФЖБ2.1 (б) после разрушения, испытанных под углом наклона силовой плоскости $\beta = 10^\circ$

Для сравнения прогибов железобетонных и фиброжелезобетонных балок принят уровень нагрузки, соответствующий 70 % от предельного изгибающего момента, воспринимаемого поперечными сечениями железобетонных балок. Выявлено снижение прогибов в фиброжелезобетонных балках с арматурой класса Аt800 до 25 % по сравнению с железобетонными образцами, что свидетельствует об увеличении жесткости элементов при использовании фибрового армирования.

Полученные результаты и анализ характера трещинообразования, значений ширины раскрытия нормальных трещин и прогибов позволяют сделать вывод о наличии необходимых предпосылок для применения в косоизгибаемых фиброжелезобетонных элементах высокопрочной арматуры без предварительного напряжения.

Литература

1. Айвазян Э. С. Технологии создания и методы расчета фибробетонных и фиброжелезобетонных элементов с агрегированным распределением волокон: автореф. дис. ... канд. техн. наук / РГСУ. Ростов н/Д, 2013. 24 с.
2. Леонтьев М. П. Экспериментальные исследования прочности, жесткости и трещиностойкости изгибаемых и внецентренно-сжатых железобетонных элементов с зонным сталефибробетонным армированием // Известия вузов. Строительство и архитектура. 2002. № 7. С. 146–152.
3. Маилян Р. Л., Маилян Л. Р., Шилов А. В., Абдаллах М. Т. Изгибаемые элементы из керамзитофибробетона с высокопрочной арматурой без предварительного напряжения и при частичном преднапряжении // Известия вузов. Строительство. 1995. № 12. С. 19–23.
4. Морозов В. И., Пухаренко Ю. В. Фиброжелезобетонные конструкции с высокопрочной арматурой // Промышленное и гражданское строительство. 2007. № 1. С. 45–46.
5. Опбул Э. К. Эффективное использование высокопрочной арматуры в изгибаемых элементах без предварительного напряжения: автореф. дис. ... канд. техн. наук / СПбГАСУ. СПб. 2005. 21 с.
6. Шилов А. В. Керамзитофибробетонные изгибаемые элементы с высокопрочной арматурой без предварительного напряжения: автореф. дис. ... канд. техн. наук / РГАС. Ростов н/Д, 1996. 26 с.
7. Swamy R. N., Al-Ta'an S. A. Deformation and ultimate strength in flexure of reinforced concrete beams made with steel fiber concrete // ACI Journal Proceedings. 1981. Vol. 78(5). P. 395–405.
8. Kormeling H. A., Reinhardt H. W., Shah S. P. Static and fatigue properties of concrete beams reinforced with continuous bars and with fibers // ACI Journal Proceedings. 1980. Vol. 77(1). P. 36–43.
9. СП 52-104-2006*. Сталефибробетонные конструкции. М.: ОАО «НИЦ Строительство», 2010. 89 с.
10. ТУ 14-1-5564-2008. Изменение № 1. Фибра из стальной проволоки для дисперсного армирования бетона. М.: НИИЖБ, 2010. 8 с.
11. Воронцова Н. С. Экспериментальные исследования косоизгибаемых фиброжелезобетонных элементов // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 4(63). С. 66–71.

СЕКЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

УДК 539.3

Алексей Александрович Семенов, канд. техн. наук
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: sw.semenov@gmail.com

Alexey Aleksandrovich Semenov, PhD of Tech. Sci.,
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: sw.semenov@gmail.com

ФОРМИРОВАНИЕ СООТНОШЕНИЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ОБОЛОЧЕК

FORMATION OF RELATIONSHIPS OF THE MATHEMATICAL MODEL OF DEFORMING MULTILAYER SHELLS

В работе рассматривается процесс формирования соотношений математической модели деформирования многослойных оболочек в рамках модели прямой линии. Приводятся соотношения для расчета жесткостных характеристик пакета, показано формирование функционала полной потенциальной энергии деформации. Математическая модель учитывает геометрическую нелинейность, поперечные сдвиги и ортотропию слоев многослойного пакета. Соотношения позволяют производить расчет оболочечных конструкций различной геометрии, в том числе пологих оболочек двоякой кривизны, цилиндрических, конических и тороидальных панелей. Модель может быть использована для исследования тонкостенных оболочечных конструкций, выполненных из современных многослойных материалов.

Ключевые слова: оболочки, многослойность, математическая модель, функционал, жесткостные характеристики, современные материалы.

The process of forming the relationships of the mathematical model of the deformation of multilayer shells is considered in the framework of the straight line model. Relations are given for calculating the stiffness character-

istics of the packet, and the formation of the functional of the total potential strain energy is shown. The mathematical model takes into account geometric nonlinearity, transverse shifts and orthotropy of layers of a multilayered packet. The ratios make it possible to calculate shell designs of various geometries, including shallow shells of double curvature, cylindrical, conical and toroidal panels. The model can be used to study thin-walled shell structures made of modern multilayer materials.

Keywords: shells, multilayeredness, mathematical model, functional, stiffness characteristics, modern materials.

Тонкостенные оболочечные конструкции применяются в различных областях промышленности. С появлением современных композитных материалов удалось существенно повысить их прочность, устойчивость и легкость. В большинстве случаев композитные оболочки представляют собой многослойный пакет, где каждый отдельный слой укладывается под определенным углом и имеет свои жесткостные характеристики.

Многослойные оболочечные конструкции исследовались в работах [1–6], притом в [1–3] рассматривались варианты математических моделей деформирования конструкции на основе функционала.

Будем рассматривать тонкостенные многослойные оболочечные конструкции толщиной h , состоящие из K слоев. Предположим, что все слои являются ортотропными, и их оси ортотропии совпадают с линиями главных кривизн оболочки. Толщину отдельно взятого слоя обозначим $h^{(k)}$, $k = 1..K$, а через $E_1^{(k)}$, $E_2^{(k)}$, $G_{12}^{(k)}$, $G_{13}^{(k)}$, $G_{23}^{(k)}$, $k = 1..K$ – модули упругости и модули сдвига.

За основу методики расчета будем использовать соотношения, предложенные в работе С. Н. Сухина [7].

Сопротивление ортотропного k -го слоя в рамках модели прямой линии определяется жесткостями [7; 8]:

$$B_1^{(k)} = \frac{E_1^{(k)}h^{(k)}}{1 - \mu_{12}^{(k)}\mu_{21}^{(k)}}, \quad B_2^{(k)} = \frac{E_2^{(k)}h^{(k)}}{1 - \mu_{12}^{(k)}\mu_{21}^{(k)}}, \quad D_1^{(k)} = \frac{E_1^{(k)}(h^{(k)})^3}{12(1 - \mu_{12}^{(k)}\mu_{21}^{(k)})}, \quad D_2^{(k)} = \frac{E_2^{(k)}(h^{(k)})^3}{12(1 - \mu_{12}^{(k)}\mu_{21}^{(k)})},$$

$$B_{12}^{(k)} = G_{12}^{(k)}h^{(k)}, \quad B_4^{(k)} = \frac{E_2^{(k)}\mu_{12}^{(k)}h^{(k)}}{1 - \mu_{12}^{(k)}\mu_{21}^{(k)}}, \quad D_{12}^{(k)} = \frac{G_{12}^{(k)}(h^{(k)})^3}{12}, \quad D_4^{(k)} = \frac{E_2^{(k)}\mu_{12}^{(k)}(h^{(k)})^3}{12(1 - \mu_{12}^{(k)}\mu_{21}^{(k)})},$$

$$K_1^{(k)} = \frac{5}{6}G_{13}^{(k)}h^{(k)}, \quad K_2^{(k)} = \frac{5}{6}G_{23}^{(k)}h^{(k)},$$

где $B_1^{(k)}$, $B_2^{(k)}$, $B_{12}^{(k)}$, $B_4^{(k)}$ – жесткости на растяжение-сжатие и сдвиг, а также связанная с влиянием коэффициента Пуассона; B_1 , B_2 , B_{12} , B_4 – суммарные жесткости пакета на растяжение-сжатие и сдвиг, а также связанная с влиянием коэффициента Пуассона; $D_1^{(k)}$, $D_2^{(k)}$, $D_{12}^{(k)}$, $D_4^{(k)}$ – изгибные и крутильная жесткости слоя, а также связанная с влиянием коэффициента Пуассона; $K_1^{(k)}$, $K_2^{(k)}$ – сдвиговые жесткости, характеризующие сопротивление поперечным сдвигам; $\mu_{12}^{(k)}$, $\mu_{21}^{(k)}$ – коэффициенты Пуассона k -го слоя.

Для дальнейшего расчета некоторых характеристик необходимо выбрать некоторую координатную поверхность, отстоящую на расстояние z_0 от внутренней поверхности оболочки.

Учитывая, что в многослойных конструкциях модули упругости изменяются по толщине ступенчато, целесообразно (при $K > 3$) для расчета общей жесткости пакета использовать суммирование [7]:

$$B_1 = \sum_{k=1}^K B_1^{(k)}, \quad B_2 = \sum_{k=1}^K B_2^{(k)}, \quad B_{12} = \sum_{k=1}^K B_{12}^{(k)}, \quad B_4 = \sum_{k=1}^K B_4^{(k)},$$

$$C_1 = \sum_{k=1}^K B_1^{(k)}(z_0 - a^{(k)}), \quad C_2 = \sum_{k=1}^K B_2^{(k)}(z_0 - a^{(k)}), \quad C_{12} = \sum_{k=1}^K B_{12}^{(k)}(z_0 - a^{(k)}),$$

$$D_1 = \sum_{k=1}^K D_1^{(k)} + B_1^{(k)}(z_0 - a^{(k)})^2, \quad D_2 = \sum_{k=1}^K D_2^{(k)} + B_2^{(k)}(z_0 - a^{(k)})^2, \quad D_{12} = \sum_{k=1}^K D_{12}^{(k)} + B_{12}^{(k)}(z_0 - a^{(k)})^2,$$

$$D_4 = \sum_{k=1}^K D_4^{(k)} + B_4^{(k)}(z_0 - a^{(k)})^2.$$

Здесь $a^{(k)}$ – расстояние от срединной поверхности слоя до внутренней поверхности оболочки.

Величины C_i являются статическими моментами соответствующих жесткостей B_i относительно оси, проходящей на уровне z_0 ; эти величины характеризуют взаимное влияние изгибных и мембранных компонент НДС в соотношениях закона Гука [9]. C_i и D_i существенно зависят от выбора координатной поверхности. Можно найти такие значения z_i , при которых соответствующие значения $C_i = 0$ [7]:

$$z_i = \sum_{k=1}^K a^{(k)} \frac{B_i^{(k)}}{B_i}.$$

Если эти значения использовать вместо z_0 , то можно найти минимальные значения жесткостей. Отсюда получим зависимости для определения жесткостей многослойного пакета на поперечные сдвиги:

$$\frac{1}{K_i} = \frac{1}{D_i^2} \sum_{k=1}^{K-1} a^{(k)} \frac{(C_i^{(k)} h^{(k)})^2}{K_i^{(k)}},$$

$$C_i^{(k)} = C_i^{(k-1)} + (z_i - a^{(k)}) B_i^{(k)}, \quad C_i^{(0)} = C_i^{(K)} = 0.$$

Далее сформируем соотношения математической модели деформирования многослойной тонкостенной оболочки. Геометрические соотношения в срединной поверхности оболочки с учетом геометрической нелинейности принимают известный вид [10]:

$$\varepsilon_x = \frac{1}{A} \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{1}{AB} V \frac{\partial A}{\partial y} - k_x W + \frac{1}{2} \theta_1^2,$$

$$\varepsilon_y = \frac{1}{B} \frac{\partial V}{\partial y} + \frac{1}{AB} U \frac{\partial B}{\partial x} - k_y W + \frac{1}{2} \theta_2^2,$$

$$\gamma_{xy} = \frac{1}{A} \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{1}{B} \frac{\partial U}{\partial y} - \frac{1}{AB} U \frac{\partial A}{\partial y} - \frac{1}{AB} V \frac{\partial B}{\partial x} + \theta_1 \theta_2,$$

$$\theta_1 = -\left(\frac{1}{A} \frac{\partial W}{\partial x} + k_x U \right), \quad \theta_2 = -\left(\frac{1}{B} \frac{\partial W}{\partial y} + k_y V \right),$$

где $\varepsilon_x, \varepsilon_y$ – деформации удлинения вдоль координат x, y срединной поверхности; γ_{xy} – деформации сдвига в плоскости xOy ; $k_x = 1/R_1, k_y = 1/R_2$ – главные кривизны оболочки вдоль осей x и y ; R_1, R_2 – главные радиусы кривизны вдоль осей x и y ; A, B – параметры Ляме, характеризующие геометрию оболочки; $U = U(x, y), V = V(x, y), W = W(x, y)$ – перемещения точек срединной поверхности оболочки вдоль осей x, y, z .

Будем учитывать поперечные сдвиги, в таком случае:

$$\gamma_{xz} = kf(z) \left[\Psi_x - \theta_1 \right], \quad \gamma_{yz} = kf(z) \left[\Psi_y - \theta_2 \right].$$

Здесь $f(z)$ – функция, характеризующая распределение напряжений τ_{xz} и τ_{yz} по толщине оболочки; $\Psi_x = \Psi_x(x, y), \Psi_y = \Psi_y(x, y)$ – углы поворота нормали в плоскостях xOz и yOz соответственно; $k = 5/6$.

Основной математической модели деформирования оболочечной конструкции является функционал Лагранжа – функционал полной потенциальной энергии деформации, который представляет собой сумму работ внутренних и внешних сил:

$$E_p = \frac{1}{2} \int_{a_1}^a \int_0^b \left\{ N_x \varepsilon_x + N_y \varepsilon_y + \frac{1}{2} (N_{xy} + N_{yx}) \gamma_{xy} + M_x \chi_1 + M_y \chi_2 + \right. \\ \left. + (M_{xy} + M_{yx}) \chi_{12} + Q_x (\Psi_x - \theta_1) + Q_y (\Psi_y - \theta_2) - 2qW \right\} AB dx dy,$$

где N_x, N_y, N_{xy}, N_{yx} – нормальные усилия в направлении осей x, y и сдвиговые усилия в плоскости xOy соответственно; M_x, M_y, M_{xy}, M_{yx} – изгибающие моменты в направлении осей x, y и крутящие моменты; Q_x, Q_y – поперечные силы в плоскостях xOz и yOz ; $\chi_1, \chi_2, \chi_{12}$ – функции изменения кривизн и кручения:

$$\chi_1 = \frac{1}{A} \frac{\partial \Psi_x}{\partial x} + \frac{1}{AB} \frac{\partial A}{\partial y} \Psi_y, \quad \chi_2 = \frac{1}{B} \frac{\partial \Psi_y}{\partial y} + \frac{1}{AB} \frac{\partial B}{\partial x} \Psi_x, \\ 2\chi_{12} = \frac{1}{A} \frac{\partial \Psi_y}{\partial x} + \frac{1}{B} \frac{\partial \Psi_x}{\partial y} - \frac{1}{AB} \left(\frac{\partial A}{\partial y} \Psi_x + \frac{\partial B}{\partial x} \Psi_y \right).$$

В том случае, если рассматриваются гладкие однослойные оболочки, выражения для усилий и моментов принимают известный вид:

$$N_x = \frac{E_1 h}{1 - \mu_{12} \mu_{21}} (\varepsilon_x + \mu_{21} \varepsilon_y), \quad N_y = \frac{E_2 h}{1 - \mu_{12} \mu_{21}} (\varepsilon_y + \mu_{12} \varepsilon_x), \quad N_{xy} = N_{yx} = G_{12} h \gamma_{xy}, \\ M_x = \frac{E_1 h^3}{12(1 - \mu_{12} \mu_{21})} (\chi_1 + \mu_{21} \chi_2), \quad M_y = \frac{E_2 h^3}{12(1 - \mu_{12} \mu_{21})} (\chi_2 + \mu_{12} \chi_1), \quad M_{xy} = M_{yx} = 2G_{12} \frac{h^3}{12} \chi_{12}, \\ Q_x = G_{13} \frac{5}{6} h (\Psi_x - \theta_1), \quad Q_y = G_{23} \frac{5}{6} h (\Psi_y - \theta_2),$$

Заменим в этих соотношениях жесткости, соответствующие однослойной оболочке, на суммарные жесткости многослойного пакета:

$$N_x = B_1 (\varepsilon_x + \mu_{21} \varepsilon_y), \quad N_y = B_2 (\varepsilon_y + \mu_{12} \varepsilon_x), \quad N_{xy} = N_{yx} = B_{12} \gamma_{xy}, \\ M_x = D_1 (\chi_1 + \mu_{21} \chi_2), \quad M_y = D_2 (\chi_2 + \mu_{12} \chi_1), \quad M_{xy} = M_{yx} = 2D_{12} \chi_{12}, \\ Q_x = K_1 (\Psi_x - \theta_1), \quad Q_y = K_2 (\Psi_y - \theta_2).$$

С учетом обозначений для жесткостей многослойного пакета, функционал полной потенциальной энергии деформации гладкой оболочки можно представить в следующей форме:

$$E_p = \frac{1}{2} \int_{a_1}^a \int_0^b \left\{ B_1 \varepsilon_x^2 + B_2 \varepsilon_y^2 + 2B_4 \varepsilon_x \varepsilon_y + B_{12} \gamma_{xy}^2 + K_1 (\Psi_x - \theta_1)^2 + \right. \\ \left. + K_2 (\Psi_y - \theta_2)^2 + D_1 \chi_1^2 + D_2 \chi_2^2 + 2D_4 \chi_1 \chi_2 + 4D_{12} \chi_{12}^2 - 2qW \right\} AB dx dy.$$

Таким образом, записаны соотношения математической модели деформирования оболочечной конструкции с учетом того, что жесткостные характеристики формируются на основе данных об отдельных слоях, составляющих пакет.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ, проект № 18-19-00474.

Литература

1. Qu Y. et al. A unified formulation for vibration analysis of composite laminated shells of revolution including shear deformation and rotary inertia // Composite Structures. 2013. № 98. P. 169–191. doi:10.1016/j.compstruct.2012.11.001.
2. Abrosimov N. A., Elesin A. V. Numerical analysis of dynamic strength of composite cylindrical shells under multiple-pulse exposures // PNRPU Mechanics Bulletin. 2016. № 4. P. 7–19. doi:10.15593/perm.mech/2016.4.01.

3. Zheleznov L. P., Kabanov V. V., Boiko D. V. Nonlinear deformation and stability of discretely-supported egg-shaped cylindrical composite shells under transversal bending and internal pressure // *Journal of Machinery Manufacture and Reliability*. 2014. № 43(6). P. 470–476. doi:10.3103/S1052618814060181.
4. Tornabene F. et al. Numerical and exact models for free vibration analysis of cylindrical and spherical shell panels // *Composites Part B: Engineering*. 2015. № 81. P. 231–250. doi:10.1016/j.compositesb.2015.07.015.
5. Kirichenko V. F. et al. On the non-classical mathematical models of coupled problems of thermo-elasticity for multi-layer shallow shells with initial imperfections // *International Journal of Non-Linear Mechanics*. 2015. № 74. P. 51–72. doi:10.1016/j.ijnonlinmec.2015.03.011.
6. Smerdov A. A. A computational study in optimum formulations of optimization problems on laminated cylindrical shells for buckling II. Shells under external pressure // *Composites Science and Technology*. 2000. № 60(11). P. 2067–2076. doi:10.1016/S0266-3538(00)00103-2.
7. Сухинин С. Н. Прикладные задачи устойчивости многослойных композитных оболочек. М.: Физматлит, 2010. 248 с.
8. Кармишин А. В., Лиходед А. И., Паничкин Н. Г., Сухинин С. Н. Основы отработки прочности ракетно-космических конструкций. М.: Машиностроение, 2007. 480 с.
9. Кармишин А. В., Сухинин С. Н. Основы теории и прикладные методы расчета прочности неоднородных конструктивных элементов // *Космонавтика и ракетостроение*. 1998, № 13. С. 82–87.
10. Карпов В. В. Прочность и устойчивость подкрепленных оболочек вращения: в 2 ч. Ч. 1: Модели и алгоритмы исследования прочности и устойчивости подкрепленных оболочек. М.: Физматлит, 2010. 288 с.

СЕКЦИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ И ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

УДК 624. 011.1. 674. 028. 9

Стефания Ивановна Миронова,
канд. техн. наук, доцент
Денис Валерьевич Нижегородцев,
студент магистратуры
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: mstefania@mail.ru,
medvedko0ya@yandex.ru

Stefania Ivanovna Mironova,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
Denis Valerievich Nizhegorodtsev,
master's degree student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: mstefania@mail.ru,
medvedko0ya@yandex.ru

СКРЫТЫЕ ОСОБЕННОСТИ НОВОГО СТРОИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

HIDDEN FEATURES OF A NEW CONSTRUCTION MATERIAL

Новый вид инженерной древесины – *LVL*, – несмотря на свои преимущества, используется в России достаточно слабо. Одним из недостатков многослойного клееного бруса из шпона (*LVL*) является недостаточная изученность его физико-механических свойств. В данной работе идет речь об исследовании сопротивления бруса при работе на скалывание в четырех различных плоскостях. Лущеный шпон имеет структуру, свойственную тангенциальному разрезу древесного ствола. Так как прочность древесины на растяжение поперек волокон относительно невелика, результатом свободного резания ее является образование на оборотной стороне шпона сетки микротрещин. Как показали испытания данные микротрещины снижают прочностные свойства инженерной древесины. На основании результатов физико-механических испытаний сделан вывод о зависимости прочности на скалывание от направления приложения нагрузки.

Ключевые слова: инженерная древесина, *LVL*, прочность при скалывании, анизотропия лущенного шпона, многослойный клееный брус из шпона, физико-механические испытания.

A new type of engineered wood (*LVL*) is quite rarely used in Russia, despite its advantages. One of the disadvantages of multi-layered laminated veneer lumber (*LVL*) lies in the fact that its physical and mechanical properties are insufficiently studied. The paper presents a research on lumber shear strength in four different planes. Peeled veneer has a structure peculiar to the tangential section of a tree trunk. Since the wood tensile strength perpendicular to fiber direction is relatively low, a network of microcracks on the reverse side is formed as a result of free cutting. According to the tests, those microcracks reduce strength properties of engineered wood. Based on the findings of physical and mechanical tests, the conclusion is drawn that shear strength depends on the direction of load application.

Keywords: engineered wood, *LVL*, shear strength, anisotropy of peeled veneer, multi-layered laminated veneer lumber, physical and mechanical tests.

Развитие деревянных конструкций напрямую связано с появлением новых видов конструкционных пиломатериалов. Многослойный клеёный из шпона материал (или *LVL*) *Ultralam* является одним из таких материалов. Благодаря своей однородной структуре брус *LVL* обладает высокой прочностью при горизонтальной нагрузке [1], в силу чего основное применение данного материала – это несущие элементы каркаса.

По данным завода «Талион Терра», объем ежегодных продаж составляет 104–110 тыс. м³ при производственной мощности в 150 тыс. м³ [2]. Практически вся продукция идет на экспорт. Одна из существенных причин малого использования многослойного клеёного из шпона материала в несущих конструкциях зданий и сооружений – недостаточная изученность его физико-механических свойств.

Материалом для производства бруса *Ultralam* является лущеный шпон из хвойных пород толщиной 3,2 мм. При лущении в ленте шпона возникают внутренние напряжения: сжатия на лицевой стороне и растяжения на оборотной стороне. Величина этих напряжений тем больше, чем больше угол резания. Так как прочность древесины на растяжение поперек волокон относительно невелика, результатом свободного резания ее было бы образование на оборотной стороне шпона значительных трещин, называемых посечкой (рис. 1).



Рис. 1. Образование трещин при лущении шпона

Ширина их раскрытия зависит от температурно-влажностных режимов обработки краёв и пропорциональна толщине шпона. Совокупность указанных технологических вмешательств в природный материал влечет за собой возникновение самого слабого звена в фанере и *LVL*: низкой прочности клевого шва, особенно при растяжении вдоль одной из главных осей симметрии из плоскости листа.

Лущеный шпон имеет структуру, свойственную тангенциальному разрезу древесного ствола, и представляет собой словно бы развертку на тангенциальную плоскость симметрии древесины. Лущеный шпон, фанеру, *LVL*, можно отнести к материалам ортогонально анизотропным, так как кривизна годичных колец не влияет на их механические свойства [3]. Листовой материал поперечно изотропен, если все направления в плоскости

листа эквивалентны, и плоскость листа является поэтому плоскостью изотропии. Ось, перпендикулярная плоскости изотропии, является осью симметрии бесконечного порядка: поворот фигуры на любой угол вокруг оси приводит к совмещению; анизотропия материала определяется только различием между его свойствами в плоскости листа и в направлениях, не совпадающих с плоскостью листа. Материал в направлении, перпендикулярном слоям, имеет меньший предел прочности (при растяжении) в следствии влияния связующего (клеевых прослоек между слоями) [4; 5].

Симметрия свойств листового материала, состоящего из большого числа анизотропных слоев, определяется видом анизотропии отдельных слоев и их взаимным расположением. С целью определения влияния наличия трещин, образованных в процессе лущения, был проведен эксперимент, для которого использовались четыре типа образцов, представленных на рис. 2. Идея эксперимента была предложена д.т.н., профессором Серовым Е.Н. Испытания на скалывание проводились на испытательной машине, соответствующей требованиям нормативно-технической документации (НТД) [6]. При этом приложение нагрузки осуществлялось соответственно параллельно и перпендикулярно клеевому слою и направлению волокон лущеного шпона по методике, установленной в НТД [7].

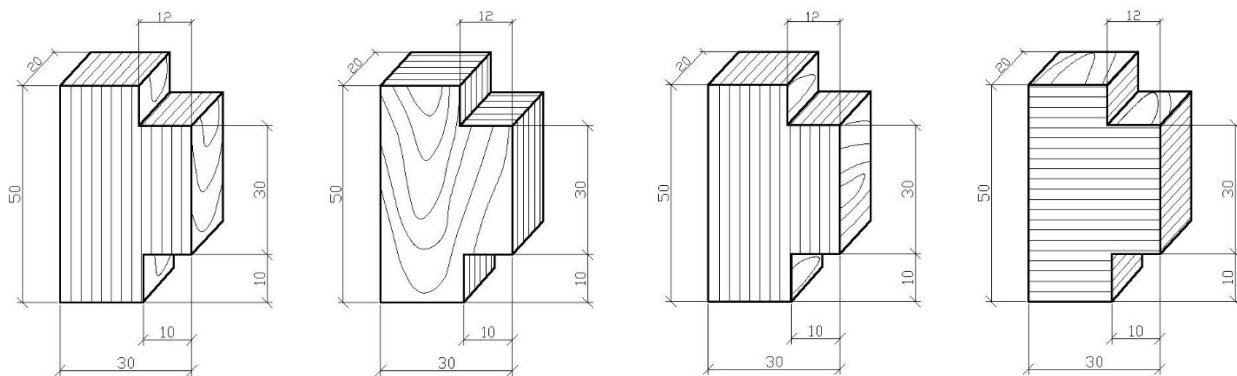


Рис. 2. Образцы для скалывания

Данные исследования образцов на скалывание параллельно слоям шпона и вдоль поверхности склеивания представлены на рис. 3 и в табл. 1.

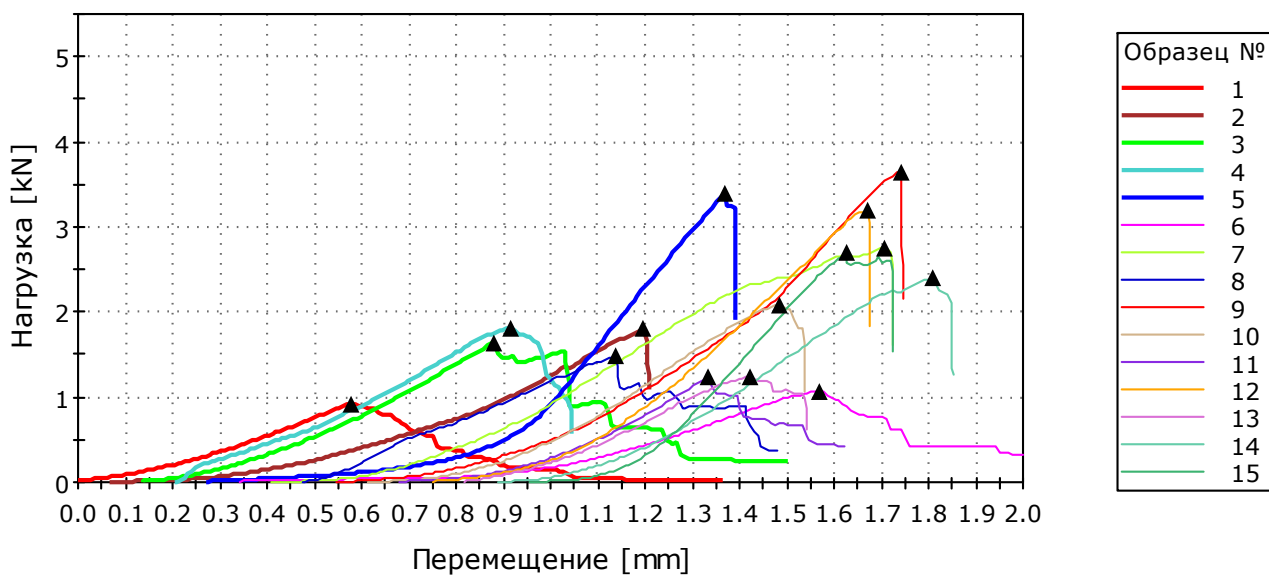


Рис. 3. Определение прочности LVL на скалывание параллельно слоям шпона

Таблица 1



№ п/п	Максимальная нагрузка, кН	Размеры площади скалывания, мм	Предел прочности, МПа
1	0,93	19,95 × 32,13	1,95
2	1,8	32,18 × 19,44	2,69
3	1,64	30,99 × 19,36	1,51
4	1,8	33,20 × 18,56	4,63
5	3,38	31,81 × 19,12	1,48
6	1,07	31,63 × 19,46	1,31
7	2,76	32,33 × 19,83	1,96
8	1,5	32,04 × 20,07	1,78
9	3,64	31,29 × 19,84	1,45
10	2,08	32,21 × 18,69	1,58
11	1,25	32,30 × 19,72	1,33
12	3,19	31,97 × 19,30	1,94
13	1,24	31,87 × 20,45	1,31
14	2,41	31,88 × 20,00	1,55
15	2,69	32,18 × 19,56	2,10

Рис. 4. Характер разрушения при испытании первой группы образцов

Данные исследования образцов на скалывание вдоль волокон шпона и перпендикулярно клеевым слоям представлены на рис. 5 и в табл. 2.

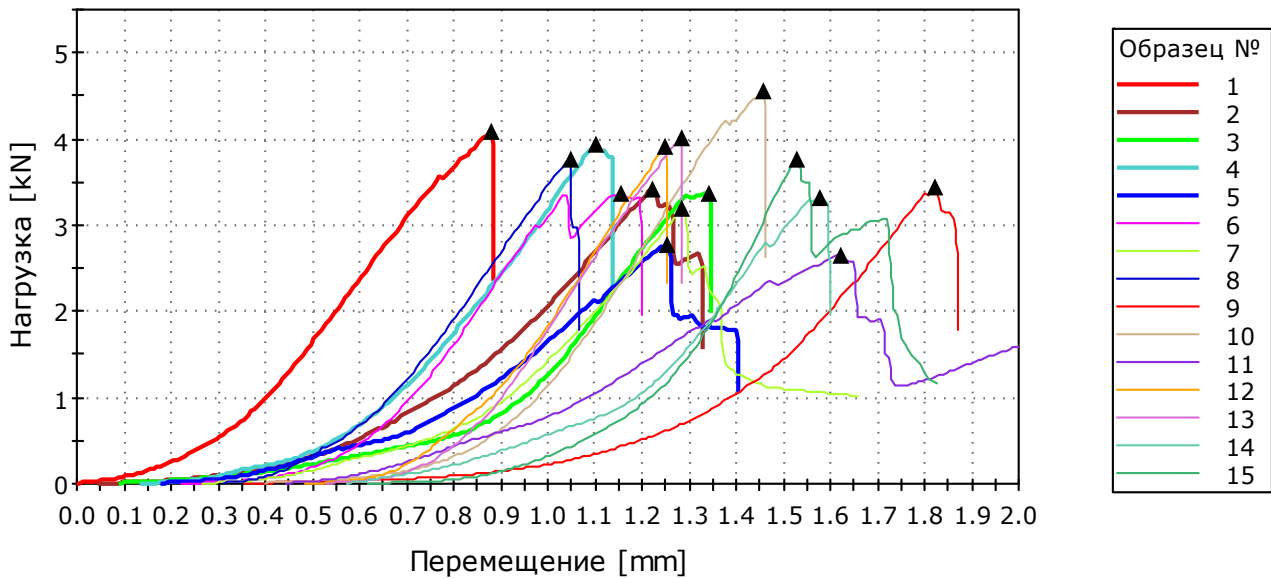
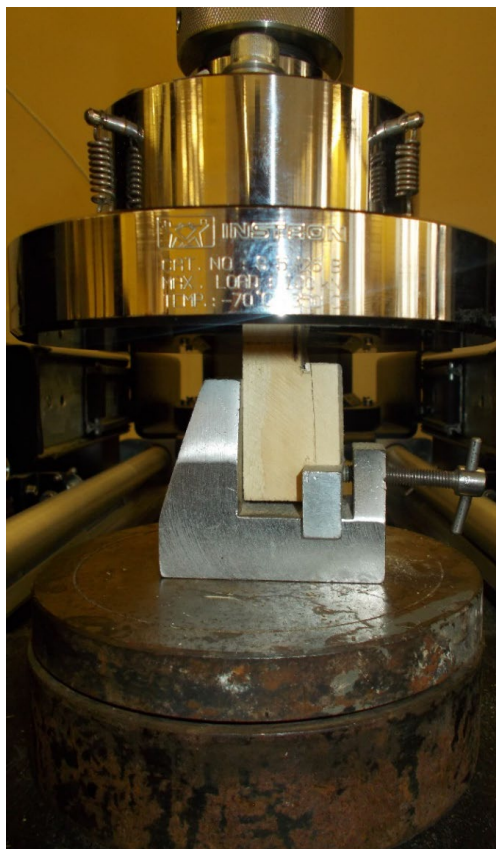


Рис. 5. Определение прочности LVL на скалывание вдоль волокон шпона и перпендикулярно клеевым слоям

Таблица 2



№ п/п	Максимальная нагрузка, кН	Размеры площади скалывания, мм	Предел прочности, МПа
1	4,09	31,70 × 20,22	6,37
2	3,42	31,40 × 20,16	5,41
3	3,38	31,97 × 20,24	5,23
4	3,95	32,13 × 20,32	6,05
5	2,78	32,30 × 20,00	8,60
6	3,37	31,65 × 20,30	5,25
7	3,19	31,43 × 20,15	5,03
8	3,76	31,28 × 20,21	5,94
9	3,43	30,72 × 20,29	5,51
10	4,55	32,35 × 20,40	6,90
11	2,66	32,20 × 20,32	4,06
12	3,91	31,34 × 20,46	6,09
13	4,01	31,58 × 20,47	6,21
14	3,31	31,84 × 21,09	4,93
15	3,77	30,94 × 20,44	5,96

Рис. 6. Характер разрушения при испытании второй группы образцов

Третья серия образцов испытывалась на скалывание вдоль клеевых слоев и перпендикулярно направлению волокон лущеного шпона. Данные представлены на рис. 7 и в табл. 3.

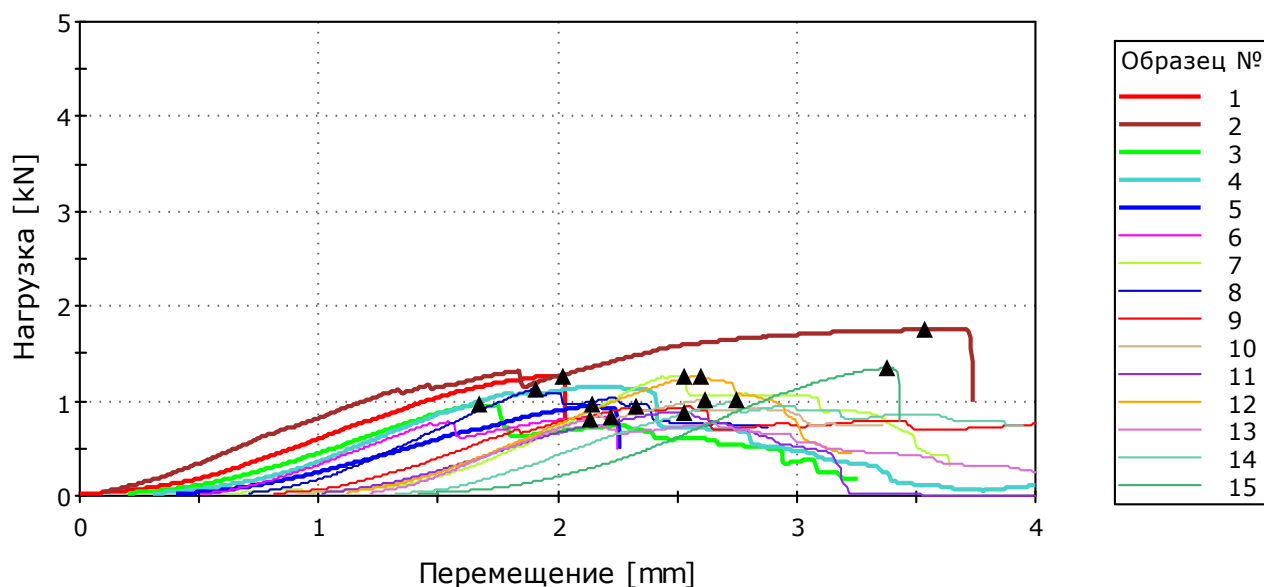


Рис. 7. Определение прочности LVL на скалывание вдоль клеевых слоев и перпендикулярно направлению волокон шпона

Таблица 3

№ п/п	Максимальная нагрузка, кН	Размеры площади скалывания, мм	Предел прочности, МПа
1	1,26	32,34 × 19,95	1,95
2	1,76	32,63 × 20,05	2,69
3	0,97	31,89 × 20,02	1,51
4	3,01	32,48 × 20,00	4,63
5	0,96	32,39 × 19,97	1,48
6	0,83	31,48 × 20,02	1,31
7	1,27	32,52 × 19,97	1,96
8	1,13	31,67 × 20,00	1,78
9	0,94	32,56 × 19,96	1,45
10	1,02	32,19 × 20,03	1,58
11	0,87	32,54 × 20,11	1,33
12	1,27	32,19 × 20,25	1,94
13	0,82	31,41 × 20,01	1,31
14	1,00	32,42 × 20,02	1,55
15	1,34	31,63 × 20,22	2,10

Таблица 4

№ п/п	Максимальная нагрузка, кН	Размеры площади скалывания, мм	Предел прочности, МПа
1	2,57	30,75 × 19,35	4,31
2	3,11	31,30 × 20,15	4,92
3	2,58	31,04 × 20,04	4,15
4	2,31	20,05 × 31,29	3,69
5	2,95	32,27 × 20,01	4,58
6	2,83	30,30 × 20,04	4,65
7	4,00	33,31 × 20,15	5,96
8	2,25	32,11 × 19,82	3,53
9	2,90	30,59 × 20,25	4,69
10	3,63	32,34 × 20,14	5,57
11	1,68	32,04 × 20,05	2,61
12	3,50	32,72 × 20,21	5,29



Рис. 8. Характер разрушения при испытании й группы образцов

Четвертая группа образцов испытывалась на скалывание поперек клеевым швам и годичным слоям шпона. Данные представлены на рис. 6 и в табл. 4.

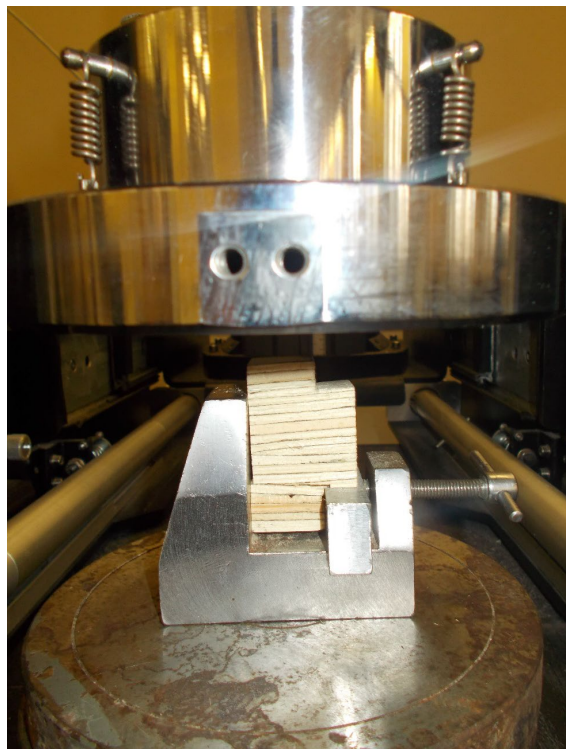


Рис. 9. Характер разрушения при испытании четвертой группы образцов

Как видно из таблиц и графиков, минимальное значение прочности наблюдается в третьей серии образцов, в которых скалывание происходит вдоль тангенциального разреза, где присутствует максимальное количество микротрещин, образованных при лущении. Кроме того, прочность на срез в тангенциальном направлении древесины ниже, чем в радиальном направлении [8; 9]. Предел прочности вдоль тангенциального разреза в три раза ниже предела прочности во второй серии образцов, где скалывание проходило вдоль волокон древесины лущеного шпона. На рис. 8 отчетливо видно, что трещины, образованные при лущении, начинают раскрываться и ускоряют процесс разрушения образца.

Литература

1. СТО 36554501-021-2010. Деревянные конструкции. Многослойный клееный из шпона материал Ultralam (Ультралам). Общие технические требования. М., 2010. 19 с.
2. Талион Трейдинг. Торговое представительство [Электронный ресурс]. URL: <http://талионтрейдинг.рф/> (дата обращения: 13.04.2018).
3. Ашкенази Е. К. Анизотропия древесины и древесных материалов. М.: Лесная промышленность; 1978. 221 с.
4. Серов Е. Н. Развитие клееных деревянных конструкций. Проблемы и воззрения. СПб.: СПбГАСУ, 2015. 152 с.
5. Чубинский А. Н., Сергеевич В. В. Моделирование процессов склеивания деревянных материалов. СПб.: Издательский дом Герда, 2007. 176 с.
6. ГОСТ 28840-90 Машины для испытания материалов на растяжение, сжатие и изгиб. Общие технические требования. М.: Издательство стандартов, 1990. 6 с.
7. ГОСТ 16483.5-73* Древесина. Методы определения прочности при скалывании вдоль волокон. М.: Издательство стандартов, 2013. 7 с.
8. Боровиков А. М., Уголев Б. Н. Справочник по древесине. М. Лесная промышленность, 1989. 296 с.
9. Миронова С. И., Бызов В. Е., Коваль П. С., Данилов Е. В. Учебное пособие к проведению лабораторных работ для студентов, обучающихся по специальности 270102 «Промышленное и гражданское строительство». СПбГАСУ. СПб., 2015. 87 с.

СЕКЦИЯ МЕХАНИКИ

УДК 624.04:[624.042.7+699.841]

Дмитрий Евгеньевич Бондарев, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: 89523684328@mail.ru

Dmitrii Evgenevich Bondarev, post-graduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: 89523684328@mail.ru

**АНАЛИЗ СЕЙСМОИЗОЛИРОВАННОГО СООРУЖЕНИЯ,
РАСПОЛОЖЕННОГО НА МАЯТНИКОВЫХ ОПОРАХ,
ПОДВЕРЖЕННОГО РОТАЦИОННЫМ ДВИЖЕНИЯМ**

**ANALYSIS OF A SEISMIC ISOLATED STRUCTURE
ON PENDULUM SUPPORTS,
SUBJECT TO ROTATIONAL MOTIONS**

В данной статье исследованы крутильные колебания сооружения, расположенного на маятниковых сейсмоизолирующих опорах. Крутильные колебания представляют особый интерес для таких систем, так как в таких системах при кручении происходят асинхронные движения маятниковых тяг и их различные продольные деформации. Причинами, вызывающими крутильные колебания, являются пространственная работа сейсмического воздействия (сейсмические ротации) и пространственная неоднородность жёсткостей элементов сооружения. Таким образом, в статье исследуются вышеописанные факторы и их влияние на величину возникающих ускорений в угловых точках в сейсмоизолированном сооружении на маятниковых опорах.

Ключевые слова: маятниковые опоры, крутильные колебания, сейсмоизолирующие опоры, ротационная компонента сейсмического воздействия, ротационное землетрясение, сейсмоизоляция.

The purpose of the article is to study torsional oscillations of a structure on pendulum seismic isolated supports. Torsional oscillations are of particular interest for such systems since asynchronous motions of pendulum rods and their various longitudinal deformations occur under torsion in such systems. Reasons behind torsional oscillations are the following: spatial nature of seismic impact (seismic rotations) and spatial heterogeneity of stiffness in structure elements. Thus, the above-mentioned factors and their impact on occurring accelerations in corners of a seismic isolated structure on pendulum supports are studied in the article.

Keywords: pendulum supports, torsional oscillations, seismic isolated supports, rotational components of seismic impact, rotational earthquake, seismic isolation.

Введение

Результаты обследований зданий и сооружений свидетельствуют о наличии пространственного характера работы сооружения при землетрясениях – это трещины в торцах здания, выключенные из работы угловые колонны, неравномерные разрушения протяжённых зданий, искривления рельсовых путей как в вертикальной, так и горизонтальной плоскостях и многие другие.

Выше перечисленные факты наблюдений являются суммарной характеристикой целого ряда факторов, которые можно выделить в две основные группы:

1. Эффекты собственно пространственной работы сооружений, определённые неравномерностью в плане жёсткостных и инерционных характеристик, неоднородностью структуры конструкций и т. п.

2. Эффекты пространственного характера сейсмического воздействия, определённые его волновой природой, вызывающие пространственную работу сооружений. Это сейсмические ротации грунта [1].

Данная статья посвящена учёту сейсмических ротаций грунта при расчёте сейсмоизолированного сооружения, расположенного на маятниковой системе сейсмоизоляции, а также учёту неравномерности жёсткостных характеристик сооружений в плане, которое вызывает его пространственную работу. Оба фактора, перечисленные выше, вызывают крутильные колебания сооружений.

Постановка задачи и объект исследования

В данном исследовании была использована математическая модель сейсмоизолированного сооружения, подробно описанная в [2], расположенного на маятниковых сейсмоопорах. Данная модель учитывает геометрическую нелинейность системы, когда силовая характеристика принимает нелинейный вид при больших поступательных перемещениях и углах закручивания. Конструкция и динамическая модель данного типа маятниковой сейсмоизоляции подробно описана в [3] и имеет вид как на рис. 1:

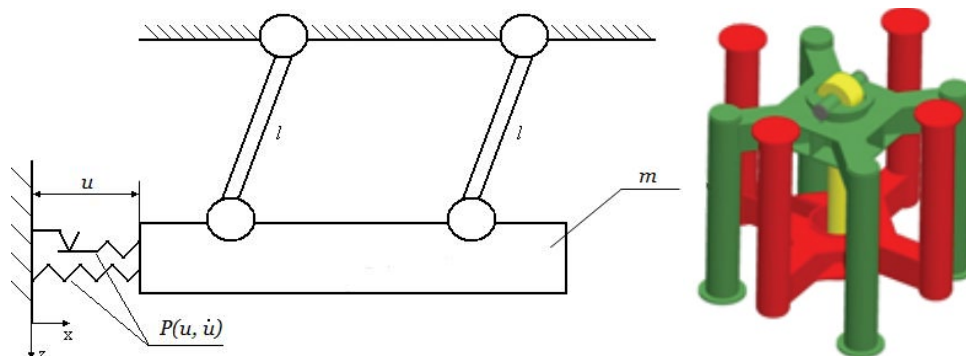


Рис. 1. Динамическая модель маятниковой системы сейсмоизоляции с одной степенью свободы. Конструкция опоры

С помощью вышеупомянутой модели исследовался сейсмоизолированный объект со следующими характеристиками:

- $A=B=25,5$ метров;
- $l=1,5$ метра;
- $M=11800$ т;
- $I_z=1275000$ т·м²;
- $T=2,46$ секунд;
- $n=184$,

где A, B – размеры защищаемого объекта (ЗО) в плане, l – длина маятниковой тяги, M – масса ЗО, I_z – момент инерции ЗО, T – период собственных поступательных колебаний (период колебаний математического маятника), n – число маятниковых опор.

В данной статье представлены результаты численного анализа, выполненного прямым интегрированием уравнений движения при:

- 1) введении эксцентриситета между центром жёсткости и центром масс сооружения (неравномерность жёсткостных характеристик в плане);
- 2) учёте акселерограммы вращательного движения грунта относительно вертикальной оси Z наряду с тремя акселерограммами поступательного движения грунта (X, Y, Z).

Неравномерность жёсткостных характеристик сооружений в плане

Неравномерности жёсткостных характеристик сооружений в плане может выражаться в наличии эксцентриситета между центром жёсткости и центром масс здания. Именно из-за наличия эксцентриситета возникает крутящий сейсмический момент относительно вертикальной оси, который и вызывает вращение сооружения [4]. К тестовому примеру были подгружены 3 акселерограммы поступательного движения грунта. Эксцентриситет или смещение центра масс относительно центра жёсткости обозначается через e и вычисляется в процентах от величины B . Центр масс может быть смещён относительно центра жёсткости.

Более детальное исследование динамики сооружения при наличии эксцентриситета между центром жёсткости и центром масс проводилось автором ранее, результаты которого в [5].

Исследовалось влияние эксцентриситета на абсолютные ускорения наиболее удалённых периферийных точек защищаемого объекта при различных сейсмических воздействиях. Ниже представлены графики при расчёте на 2 различных воздействия, заданных акселерограммами:

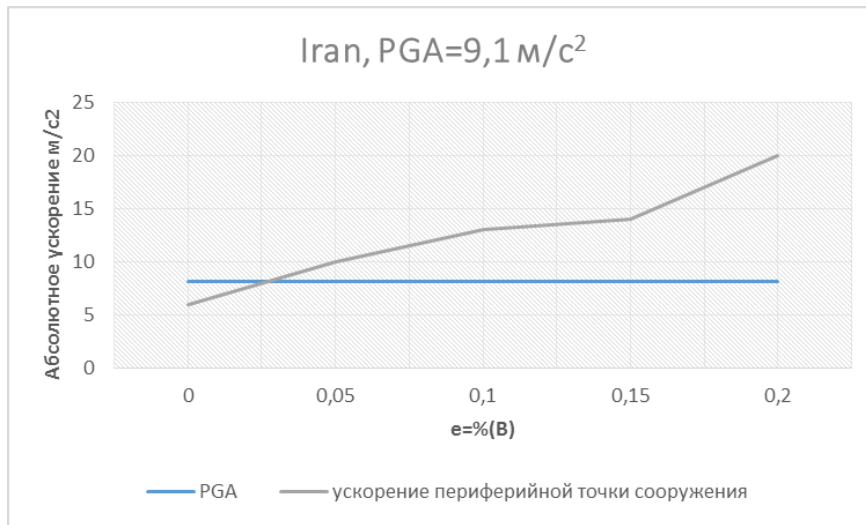


Рис. 2. Зависимость максимальных абсолютных ускорений угловых точек ЗО от эксцентриситета. Воздействие № 1

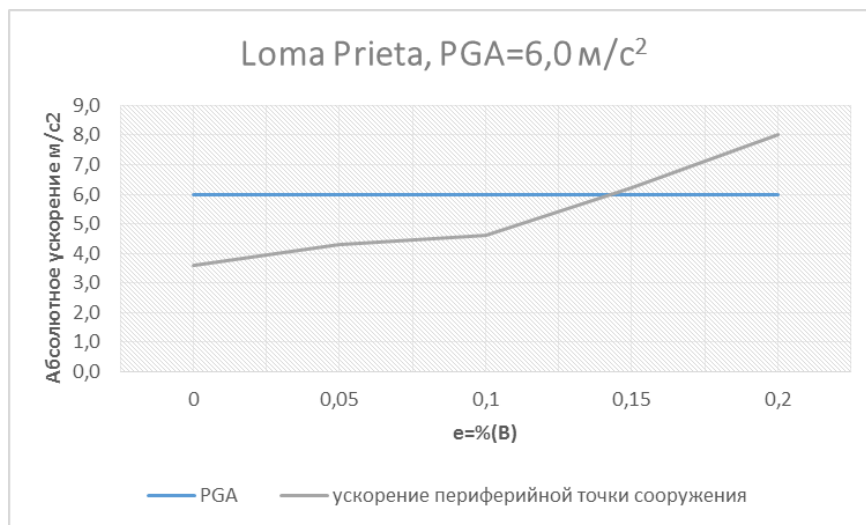


Рис. 3. Зависимость максимальных абсолютных ускорений угловых точек ЗО от эксцентриситета. Воздействие № 2

Сейсмические ротации грунта

Наиболее ранние упоминания о необходимости учёта вращательных компонент сейсмического воздействия содержатся в работе А. Г. Назарова 1959 г., в которой отмечается: «...Выделенная элементарная площадка земли имеет шесть степеней свободы, характеризующихся тремя поступательными и тремя вращательными перемещениями относительно трёх взаимно перпендикулярных осей. Стало быть, в принципе, при землетрясении элементарная площадка может совершать поступательные и вращательные колебания относительно трёх взаимно перпендикулярных осей» [6]. Но первые именно численные результаты оценки ротационных полей представил Н. М. Ньюмарк в рамках IV Всемирной конференции по сейсмостойкому строительству, где показал значительную роль ротационного момента на симметричные здания. Таким образом, исследования ротационных по-

лей и пространственной работы конструкций начались с начала 60-х годов. Именно Нью-марк предложил сгенерировать вращательные акселерограммы по имеющимся поступательным акселерограммам [7]. Вращательная компонента имеет принципиальное значение для объектов, находящихся на мягких грунтах. Именно такие объекты будут чувствительны к волновому эффекту землетрясения и сейсмические ротации будут вызывать крутильные колебания.

Ниже приведены результаты численного анализа математической модели при различных сейсмических воздействиях. Расчёт выполнен с учётом ротационных акселерограмм, полученных по интегральной модели волнового поля [8] по методике Ю. П. Назарова с помощью программного комплекса «Одиссей» [9].

Более детальное исследование сооружения при воздействии на него вращательной акселерограммы проводилось автором ранее, результаты которой в [10].

Расчёты проводились на 3 воздействия, заданных тремя поступательными акселерограммами и одной ротационной относительно вертикальной оси здания. Исследовалось влияние добавленной ротационной акселерограммы на абсолютные ускорения наиболее удалённых периферийных точек защищаемого объекта при различных сейсмических воздействиях. Ротационная акселерограмма генерировалась каждый раз при задании различной скорости поперечной волны в слое грунта, находящегося непосредственно под подошвой фундамента. Исследовался диапазон акселерограмм от $v_s=10000$ м/с как грунта жёсткого (скального) и до $v_s=250$ м/с как грунта мягкого (суглинок, глина) [11]. Графики ускорений периферийных точек сооружения в зависимости от скорости поперечной волны в грунте представлены ниже.

Заключение

Как видно из результатов, приведённых выше, пространственный характер работы сооружения значительно влияет на его динамику.

В первом случае, при наличии эксцентриситета в сооружении, ускорение периферийной точки сооружения возрастает в 2 и более раза.

Во втором случае, при наличии вращательной акселерограммы, наглядно видно, что на очень жёстких скальных грунтах увеличение ускорений незначительное, а на мягких и рыхлых грунтах происходит значительное увеличение ускорений угловых точек зданий в 1,5–2 раза.

Оба фактора, о которых было сказано выше, напрямую вызывают кручение сооружения, которое нельзя игнорировать при анализе.

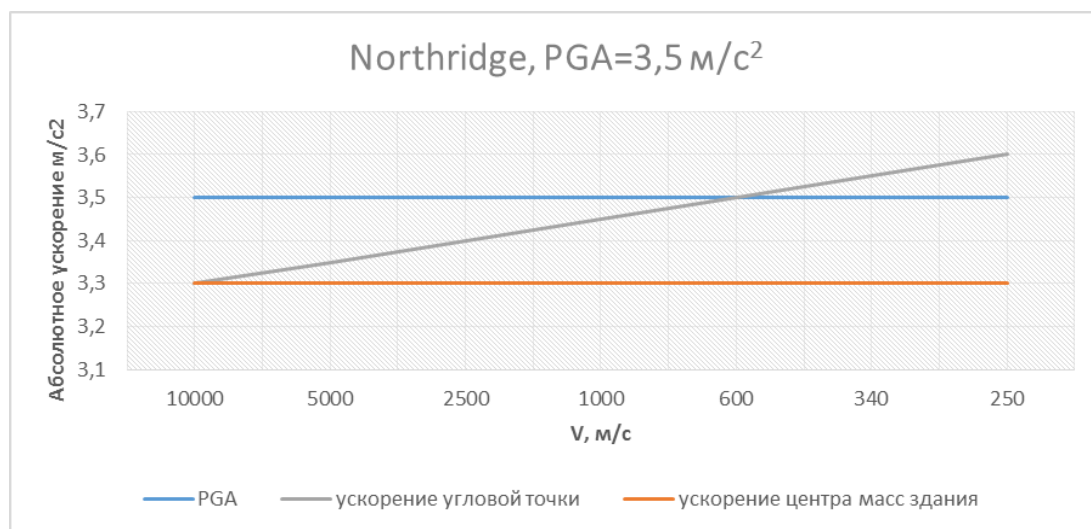


Рис. 4. Зависимость максимальных абсолютных ускорений угловых точек объекта от скорости поперечной волны под подошвой фундамента. Воздействие № 1

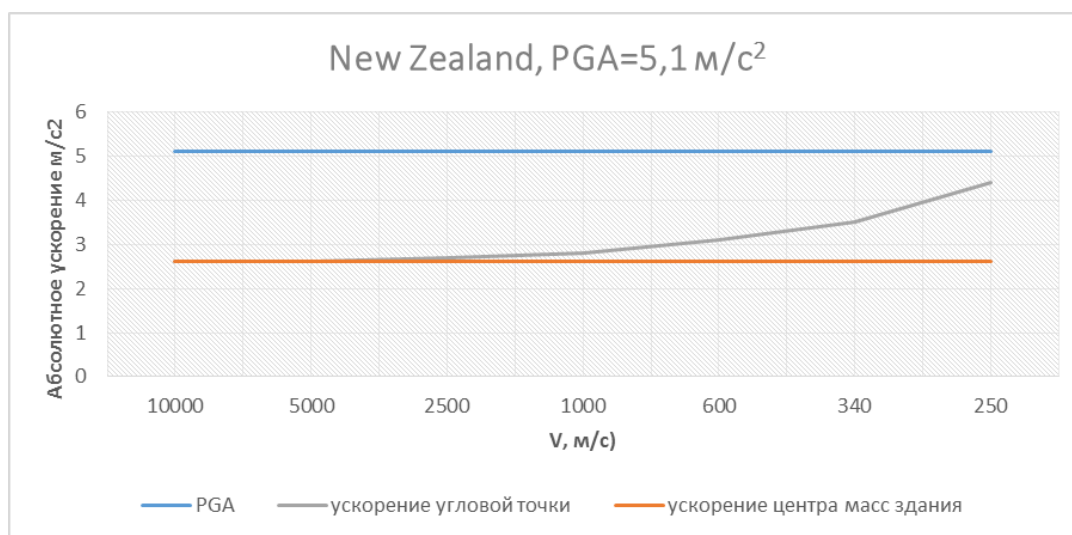


Рис. 5. Зависимость максимальных абсолютных ускорений угловых точек объекта от скорости поперечной волны под подошвой фундамента. Воздействие № 2

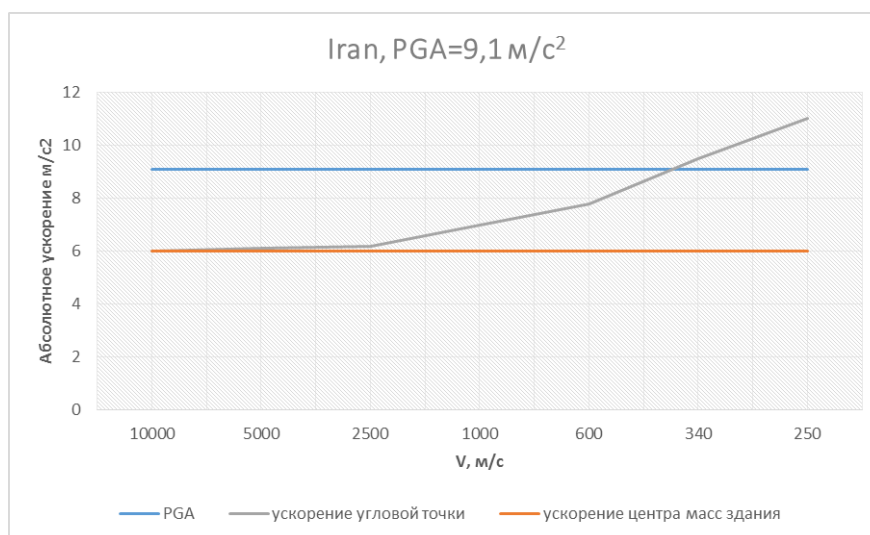


Рис. 6. Зависимость максимальных абсолютных ускорений угловых точек объекта от скорости поперечной волны под подошвой фундамента. Воздействие № 3

Литература

1. Назаров Ю. П. Аналитические основы расчёта сооружений на сейсмические воздействия. М.: Наука, 2010. 468 с.
2. Рутман Ю. Л., Симборт Э., Бондарев Д. Е. Анализ динамики сейсмоизолированного сооружения с учётом его крутильных колебаний // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 2(61). С. 112–118.
3. Рутман Ю. Л. Маятниковые сейсмоизолирующие опоры. Конструкция. Расчет. Эксперимент // Инженерно-строительный журнал. 2012. № 1(27). С. 37–43.
4. Hadjadj A., Benanane A., Ouazir A., Bourahla N. Estimation of the accidental eccentricity due to seismic rotational component // Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia. 2014. № 37(3)/ P. 58–64.
5. Бондарев Д. Е. Влияние эксцентриситета между центром жесткости и центром масс сейсмоизолированного сооружения на его крутильные колебания при сейсмическом воздействии // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 6(65). С. 90–94.
6. Назаров А. Г. Метод инженерного анализа сейсмических сил. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1959. 286 с.
7. Newmark N. Torsion in symmetrical buildings // Proceedings, Fourth World Conference on Earthquake Engineering. Vol II. Santiago, Chile, 1969. P. A3-19–A3-32.
8. Назаров Ю. П., Позняк Е. В. Оценка ротационных компонент сейсмического движения грунта // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2015. № 6. С. 32–36.

9. Позняк Е. В. О расчётах на сейсмостойкость с программным обеспечением «Еврософт Одиссей» // Приложение к журналу «Справочник. Инженерный журнал». 2013. № 5. С. 22–24.
10. Бондарев Д. Е. Оценка влияния сейсмических ротаций на динамику сейсмоизолированного сооружения // Вестник гражданских инженеров. 2018. № 3(68). С. 62–65.
11. Бирбраер А. Н. Расчет конструкций на сейсмостойкость. СПб.: Наука, 1998. 255 с.

УДК 624.04:[624.042.7+699.841]

Андрей Юрьевич Иванов, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
Архитектурно-строительный университет)
E-mail: andreyivanov4@gmail.com

Andrei Yurievich Ivanov, post-graduate student,
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: andreyivanov4@gmail.com

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ УЩЕРБА В СЕЙСМОИЗОЛИРОВАННОМ ЗДАНИИ ПРИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ

METHOD TO ASSESS DAMAGE IN A SEISMIC ISOLATED BUILDING IN CASE OF AN EARTHQUAKE

Исследования в области расчета сейсмоизолированных зданий показали, что существующие методики, как правило, не рассматривают работу сейсмоизолированной конструкции в области неупругих деформаций при действии сильных землетрясений. Целью статьи является разработка метода расчета сейсмоизолированного здания, учитывающего его неупругую работу, которая в ряде случаев допускается эксплуатационными требованиями, предъявляемыми к зданию. Данная методика позволяет определить ущерб в сейсмоизолированном здании при землетрясениях различной интенсивности, знание которого необходимо для решения задач экономической оптимизации сейсмостойкого проектирования. В рамках данной статьи составлена методика, на основании которой может быть произведен анализ ущерба в сейсмоизолированной конструкции от заданного сейсмического воздействия.

Ключевые слова: ущерб, сейсмоизолированное здание, метод поэтажных спектров, нелинейный статический метод, усредненный спектр отклика, кривая несущей способности.

Researches on design of seismic isolated buildings have demonstrated that the existing methods do not usually consider the behavior of a seismic isolated structure in terms of inelastic deformations in case of severe earthquakes. The purpose of the study is to develop a method to design a seismic isolated building with account for its inelastic behavior that is sometimes allowed by operating requirements for the building. This method allows assessing the damage in a seismic isolated building in case of earthquakes of various degrees of intensity. Knowing such damage is required to solve tasks of economic optimization for seismic isolation design. This study developed a method that can be used to analyze damage in a seismic isolated structure from a given seismic impact.

Keywords: damage, seismic isolated building, floor response spectrum method, non-linear statistical method, average response spectrum, curve of load-bearing capacity.

Введение

Объектом исследования в данной статье является метод определения ущерба в сейсмоизолированном здании. Большой вклад в разработку и создание методов расчета сейсмоизолированных зданий внесли такие зарубежные ученые, как Келли Д. [1], Скиннер Р. и Робинсон У. [2; 3], Чопра А. [4], а также отечественные ученые Савинов О. А. [5], Поляков С. В. [6], Рутман Ю. Л. [7], Уздин А. М. [8], Черепинский Ю. Д. [9].

Ущерб, который может быть нанесен зданию различными землетрясениями, необходимо знать для выбора оптимального варианта сейсмоусиления здания. В [10] стоимость ущерба определялась на основе спектральной кривой несущей способности для зданий без сейсмоизоляции. Кривая несущей способности может быть построена, например, с помощью нелинейного статического *Pushover* анализа (далее НСМ). Но для этого надо знать спектральную кривую соответствующую движению фундамента сооружения. Обычно считается, что движение фундамента совпадает с движением грунта. В этом случае спектральная кривая берется из нормативных документов [11]. Однако если антисейсмическое мероприятие заключается в применении системы сейсмоизоляции [12], то такой подход не го-

дится. Движение суперструктуры (сооружения, расположенного на системе сейсмоизоляции) не совпадает с движением субструктуры (фундамента сооружения).

В настоящей статье приводится метод расчета ущерба здания, расположенного на системе сейсмоизоляции (ССИ), с использованием НСМ.

Предлагаемая методика определения ущерба в сейсмоизолированном здании

Для использования предложенной в [10] концепции расчета финансового ущерба от сейсмических воздействий следует концептуально связать его с реальным ущербом, вызванным конкретным сейсмическим воздействием. Для этого необходимо построить спектральную кривую (спектр отклика ускорений), соответствующую движению суперструктуры (сооружения). Предлагаемая методика использует следующий порядок расчета.

1. Выполняется прямой динамический расчет системы «сооружение – ССИ». При этом сооружение можно рассматривать как твердое тело. В результате расчета находится закон движения кинематического фундамента. Расчет производится для представительной выборки воздействий, сгруппированных по интенсивности воздействия, выраженной в баллах. Такой расчет может быть выполнен как при помощи готовых пакетов, способных учитывать нелинейности в ССИ (например, *ING +*), так и путем создания программного алгоритма, например, в *MathCad*. В результате этого расчета находятся законы движения кинематического фундамента сооружения при каждом сейсмическом воздействии.

2. Для перехода от закона движения кинематического фундамента к воздействиям на здание используется идея поэтажных спектров [13], т. е. исходя из закона движения субструктуры (кинематического фундамента) находится спектр отклика ускорений линейного осциллятора с 5 % затуханием. Производится статистическая обработка полученных спектров отклика от каждого закона движения. В результате обработки находятся усредненные спектры отклика ускорений.

3. Дальнейшая методика расчета предлагает использовать для определения перемещения, с которым впоследствии связывается интересующий ущерб от рассматриваемого сейсмического воздействия, теоретическую основу метода спектра несущей способности нелинейного статического *Pushover* анализа [14]. Этот метод, как показывают исследования, для ряда систем приводит к завышенным значениям перемещений в неупругой области их работы, следовательно, обеспечивает некоторый запас несущей способности по сравнению с другими процедурами НСМ. В первую очередь, полученный усредненный 5 % спектр отклика преобразовывается в формат «Спектральное ускорение – Спектральное перемещение».

4. Как было указано ранее, основой для проведения расчетов по НСМ является кривая несущей способности, на которой рассматриваемые характеризующие ее точки (уровни повреждаемости) связаны с величинами параметров, зависящих от горизонтальной реакции в уровне поверхности земли, т. е., в большинстве случаев, от горизонтальных перемещений верха здания (рис. 1). Для построения кривой несущей способности могут быть использованы различные расчетные предпосылки и методы, имеющие адекватное теоретическое обоснование. При этом следует обратить внимание, что вопрос прогноза поведения конструктивной системы в неупругой стадии деформирования вплоть до ее разрушения (на рис. 1 этот процесс приблизительно характеризуется пунктирным участком кривой несущей способности) является достаточно сложным с точки зрения строительной науки и на данном этапе своего развития реализован с весьма приблизительными теоретическими предпосылками (например, введение в расчетную схему пластических шарниров, т. е. назначение таких сечений, в которых предполагается изменение свойств диаграммы зависимости «Усилие – Деформация» элементов расчетной схемы). Это обстоятельство накладывает свои ограничения на всю линейку расчетных методов, использующих такого рода кривые, т. е. нелинейные статические процедуры *Pushover* анализа.

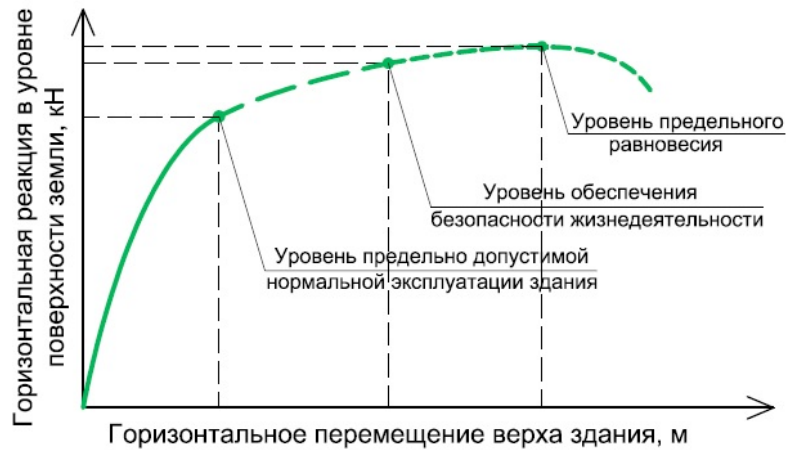


Рис.1. Общий вид кривой несущей способности здания

Полученная кривая несущей способности, построенная для системы со многими степенями свободы, должна быть преобразована в спектр несущей способности эквивалентного осциллятора в формате «Спектральное ускорение – Спектральное перемещение» по формулам в [14]. Такое преобразование необходимо для корректного наложения спектра несущей способности на спектр отклика ускорений, который строится для системы с одной степенью свободы [15]. Вычисления спектральных координат может производиться последовательно для точек, по которым строилась кривая несущей способности. На рис. 2 показано преобразование кривой несущей способности в соответствующий ей спектр несущей способности.

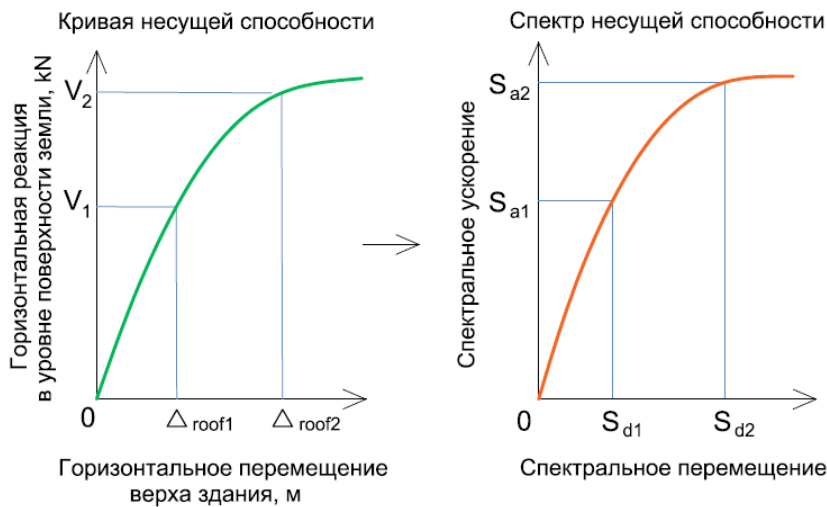


Рис. 2. Преобразование кривой несущей в спектр несущей способности

5. Предварительно назначается пробная точка состояния системы. Для первого приближения может быть принято допущение о равенстве упругих и пластических перемещений или иные теоретические предпосылки.

6. Строится билинейная аппроксимация спектра несущей способности (рис. 3). Это необходимо для определения эффективного затухания. Построения производятся таким образом, чтобы пересечение прямой, проведенной через пробную точку, с прямой $K_{нач}$ давало равные площади A_1 и A_2 , заключенные между спектром несущей способности и его билинейной основой. Физический смысл таких геометрических построений заключается в том, чтобы добиться равенства энергий, соответствующих площадям E_{S_0} и E_D , получаемым на основании прямых билинейной основы.

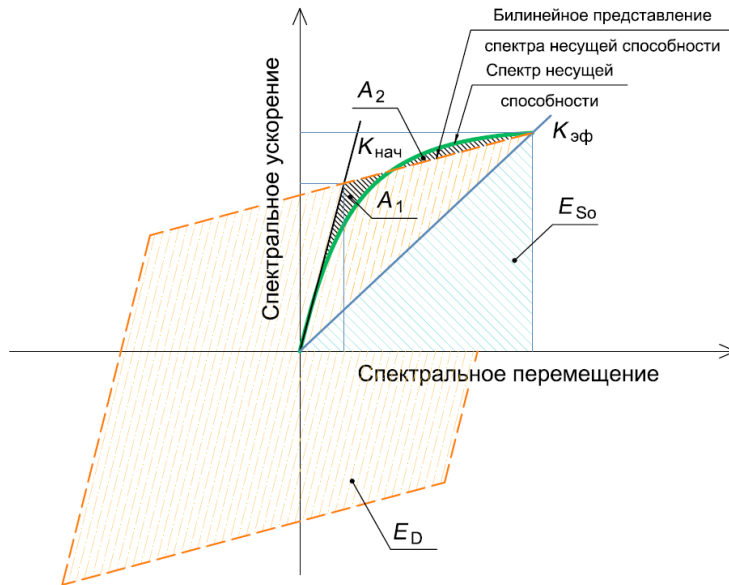


Рис. 3. Билинейное представление спектра несущей способности

7. Рассчитываются коэффициенты редукции на основании величины полученного эффективного затухания, с их помощью строится уменьшенный спектр отклика путем умножения точек 5 % спектра на эти коэффициенты.

8. На пересечении уменьшенного спектра реакции со спектром несущей способности отмечается точка. Если она не совпадает с пробной (с учётом допусков, приведённых в [14; 15]), тогда процедура поиска возобновляется с шага 5, но в качестве пробной точки принимается найденная.

Итерационный расчет производится до тех пор, пока пересечение расчетного спектра отклика со спектром несущей способности не произойдет в пробной точке предыдущего шага с учетом условия сходимости [15]. Тогда найденное перемещение S_d считается соответствующим максимальному перемещению конструкции при заданном воздействии. Важно не забыть преобразовать его в перемещение Δ формата системы со многими степенями свободы [15].

Полученное таким образом перемещение переносится на кривую несущей способности, полученную на шаге 4. Если на кривой несущей способности соотнести перемещения характеризующих ее точек (т. е. точек, которые соответствуют переходу рассматриваемой конструкции из состояния упругой работы в состояние, когда начинают развиваться пластические деформации в ее элементах, и точек, которые соответствуют моменту, когда исчерпана несущая способность конструктивной системы и она находится на стадии, предшествующей обрушению) с затратами на ремонт (или полное восстановление здания), то с помощью линейной интерполяции можно дать прогноз финансового ущерба, что продемонстрировано в [10]. Кривая несущей способности, полученная таким способом в работе [10], может быть рассмотрена как финансовая кривая (рис. 4). По оси абсцисс верхняя сточка дроби соответствует перемещению верхней точки здания над центром масс здания, принятая за определяющую. Значение этого перемещения связано с напряженно-деформированным состоянием конструкции таким образом, что при определенном значении данного перемещения все элементы системы работают упруго (ущерба нет), а при другом значении этого же перемещения элементы системы (в том числе при их минимальном количестве, которое необходимо для обеспечения предельного равновесия данной системы) уже находятся в нелинейной стадии деформирования (требуют ремонта или замены). Следовательно, вторая строчка дроби по оси абсцисс характеризует, как это установлено в [10], финансовые затраты на ликвидацию причиненного рассматриваемым землетрясением зданию ущерба, т. е. наступивший ущерб $D_{\text{наст}}$.

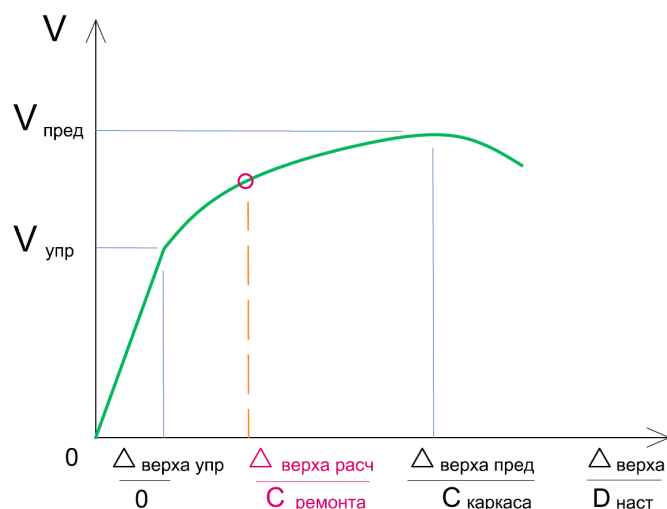


Рис. 4. Общий вид финансовой кривой

Стоит отметить, что данная методика характеризует конструктивный ущерб в здании без учета других экономических затрат, связанных с ремонтом инженерных систем, отделкой помещений, нанесенным ущербом производственным технологическим линиям, остановкой производства и т. д. Существуют исследования [16; 17; 18; 19], в которых предпринимаются попытки спрогнозировать экономические потери от соответствующих видов ущерба.

Пример расчета. Численный анализ

Сооружение, рассматриваемое в качестве примера, представляет собой одноэтажное промышленное здание прямоугольной формы, размерами в плане $43,0 \times 108,0$ м и высотой до верха несущих конструкций покрытия 14,5 м, рассматриваемое также в работе [10]. В здании объекта предусмотрена административно-бытоваястройка, снаружи – технологический навес, дающие каркасу дополнительную жесткость. Покрытие состоит из стропильных ферм, устанавливаемых с шагом 4 м на подстропильные фермы, которые, в свою очередь, опираются на колонны через стальные надколонники. Верхние и нижние пояса стропильных ферм раскрепляются горизонтальными продольными связями, между верхними поясами также установлены диагональные связи (рис. 5). Металлические конструкции запроектированы из сталей марок С245 и С345 (верхние и нижние пояса некоторых подстропильных ферм и надколонники). Колонны каркаса сборные железобетонные, сечение колонн 600×600 мм, колонны встройки – 400×400 мм. Для колонн принят бетон класса В25 по прочности, рабочая арматура колонн – А500. Вес здания составляет 28000 кN с учетом постоянных и длительных нагрузок.

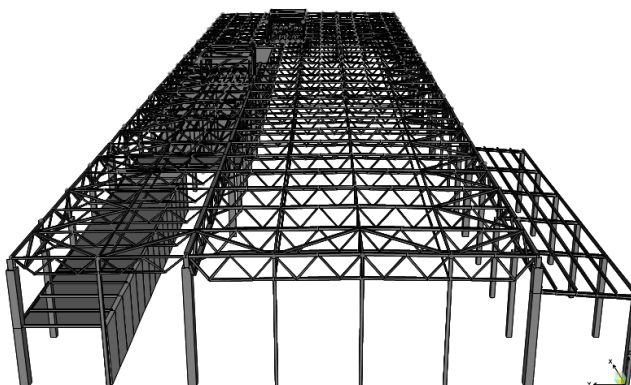


Рис. 5. Общий вид каркаса здания

В качестве системы сейсмоизоляции используются резинометаллические опоры с высокой демпфирующей способностью, скомпонованные под сейсмическим ростверком с учетом вертикальных нагрузок. Подобранные таким образом сейсмоопоры создают собственную частоту изолированной системы $f = 0,5$ Гц.

Сейсмическое воздействие задается набором акселерограмм различных землетрясений. На рис. 6 в качестве примера показан вид одной из них.

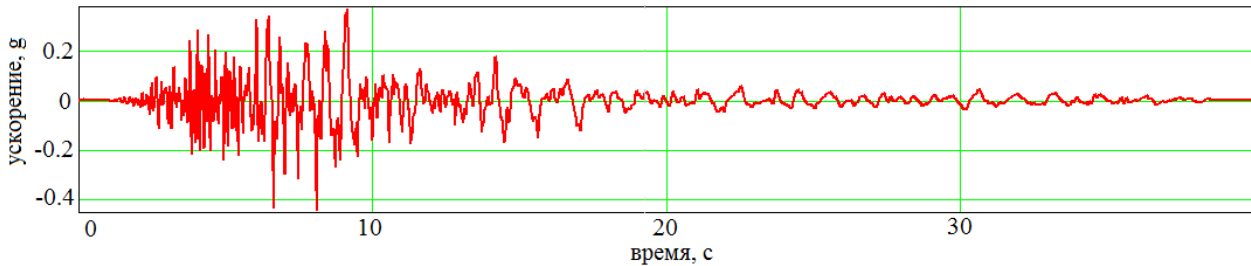


Рис. 6. Акселерограмма землетрясения *Loma Prieta (Capitola) 90*

В результате расчета модели на эту акселерограмму получены максимальные значения ускорений кинематического фундамента $0,078/-0,086$ g (рис. 7). Таким же образом производится расчет модели на все акселерограммы набора.

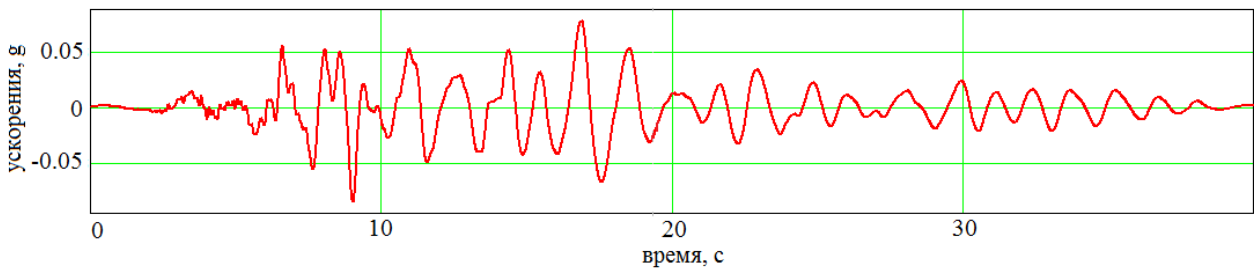


Рис. 7. Закон движения кинематического фундамента при землетрясении *Loma Prieta (Capitola) 90*

В результате определяется усредненный спектр отклика ускорений (рис. 8). Важно отметить, что пик спектрального ускорения ($2,274$ g) для данной системы получен от воздействия, записанного на станции *Izmit* (180 град) в Турции при землетрясении, произошедшем в *Kocaeli* 17 августа 1999 г. Максимумы этой акселерограммы имеют значения $0,147/-0,152$ g. Второй по величине максимум спектрального ускорения ($1,22$ g) получен при расчете данной сейсмоизолированной системы на акселерограмму, записанную на станции *TCU 102 (N)* 20 сентября 1999 г. при землетрясении в *Chi Chi* (Тайвань). Максимальные ускорения земной поверхности этой акселерограммы имеют значения $0,153/-0,169$ g. При этом землетрясение, записанное на станции *Capitola* (90 град), произошедшее в *Loma Prieta* (Калифорния, США) 18 октября 1989 г., дает максимум спектрального ускорения для рассматриваемой сейсмоизолированной системы, равный $0,427$ g. Максимальные же значения пиковых ускорений поверхности земли этой записи составляют $0,368/-0,443$ g. Эти данные подтверждают ошибочность прогнозирования наихудших расчетных ситуаций для сооружения только лишь по пиковым ускорениям. Необходим комплексный учет кинематических, спектральных и энергетических характеристик сейсмического воздействия, на основании которых могут быть синтезированы воздействия под конкретное сооружение [20].

Следующим этапом расчета является поиск перемещения, по которому может быть вычислен ущерб. Для проведения расчета по описанной теоретической методике НСМ используется программный комплекс *SAP2000*, на рис. 9 показаны результаты расчета.

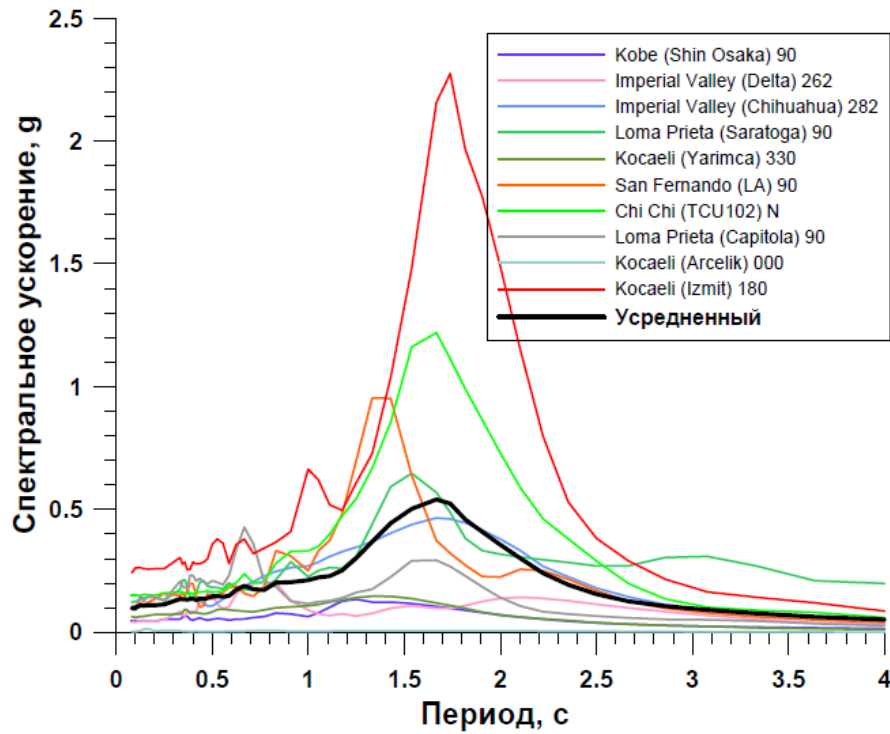


Рис. 8. Усредненный спектр отклика ускорений

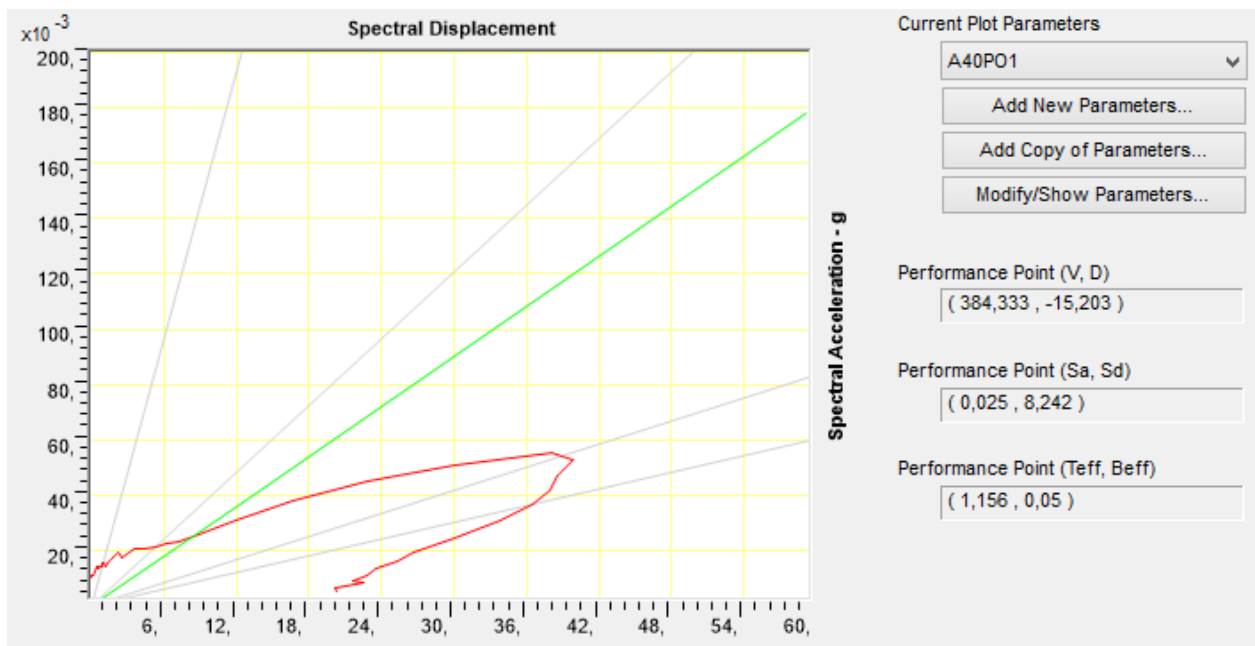


Рис. 9. Результаты численного анализа

Согласно этим результатам, здание не выходит за рамки упругой работы при рассматриваемом воздействии (спектр несущей способности пересекается с расчетным спектром воздействия на линейном участке первого, спектральное перемещение $S_d = 8,242$ мм). Это означает, что при данном сейсмическом воздействии горизонтальное перемещение верха сейсмоизолированного здания $\Delta_{\text{верха расч}} = 15,203$ мм не выходит на нелинейный (пунктирный по рис. 1) участок, т. к. горизонтальное перемещение верха $\Delta_{\text{верха упр}}$, соответствующее переходу данной конструкции в нелинейную стадию, составляет 158 мм и находится за пределами диаграммы (рис. 9). Таким образом, конструктивный ущерб отсутствует, следовательно, финансовый тоже.

Заключение

В данной статье предложена методика определения ущерба в здании, проектируемом с применением системы сейсмоизоляции. Она основывается главным образом на идее поэтажных спектров, позволяющей для учета эффекта от применения сейсмоизоляции определенным образом снизить уровень сейсмического воздействия, но, в отличие от работы [13], где предполагается дальнейшее произведение прочностного расчета в соответствии с указаниями [11], предлагает применение процедуры нелинейного статического анализа НСМ для характеристики наступившего при землетрясении ущерба в здании, который связан с переходом конструктивных элементов несущего каркаса в область неупругих деформаций.

Данная методика может быть практически применена для решения конкретных инженерно-экономических задач вариантного проектирования, когда на стадии принятия объемно-планировочных и конструктивных решений здания из нескольких вариантов необходимо выбрать экономически наиболее оптимальный или же такой, который при всех возможных на данной площадке землетрясениях вовсе не будет приводить к каким-либо повреждениям. Методика также может быть применена для оценки ущерба и в существующих зданиях, расположенных в сейсмически опасных районах.

Литература

1. Kelly J. M. Earthquake resistant design with rubber. London: Springer-Verl., 1997. 243 p.
2. Skinner R. I., Robinson W. H., McVerry G. H. An introduction to seismic isolation. New York: Wiley, 2003. 398 p.
3. Skinner R. I. An introduction to seismic isolation. New Zealand: John Wiley & Sons, 1993. 353 p.
4. Chopra A. K. Dynamic of structures. Theory and Applications to Earthquake Engineering. New Jersey: Prentice-Hall, 2006. 794 p.
5. Савинов О. А. Сейсмоизоляция сооружений // Избранные статьи и доклады. Динамические проблемы строительной механики. СПб. 1993. С. 155–178.
6. Поляков С. В., Килимник Л. Ш., Солдатова Л. А. Опыт возведения зданий с сейсмоизолирующим скользящим поясом в фундаменте. М.: Стройиздат, 1984. 31 с.
7. Рутман Ю. Л. Маятниковые сейсмоизолирующие опоры. Конструкция, расчет, эксперимент // Инженерно-строительный журнал. 2012. № 1. С. 31–36.
8. Уздин А. М., Долгая А. А. Расчет элементов и оптимизация параметров сейсмоизолирующих фундаментов. М.: ВНИИСТПИ, 1997. 76 с.
9. Черепинский Ю. Д., Жунусов Т. Ж., Горвиц И. Г. Активная защита зданий и сооружений. Алма-Ата: Каз. НИИНТИ, 1985. 34 с.
10. Ватин Н. И., Иванов А. Ю., Рутман Ю. Л., Черногорский С. А., Швецов К. В. Оптимизация конструкций сейсмостойких сооружений по экономическому критерию // Инженерно-строительный журнал. 2017. № 8(76). С. 77–93.
11. СП 14.13330.2014. СНиП II-7-81* Строительство в сейсмических районах / ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко, ОАО «НИЦ «Строительство». М.: ОАО «ЦПП», 2014. 126 с.
12. EN 1998-1:2004 (E). Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance / European Committee for Standardisation: Brussels: CEN, 2004. 229 p.
13. Рутман Ю. Л., Чылбак А. А. Оценка сейсмостойкости сооружения, расположенного на системе сейсмоизоляции // Вестник гражданских инженеров. 2009. № 1(18). С. 30–33.
14. Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings. Vol. 1: ATC-40 Report / Applied Technology Council. Redwood City, California, 1996. 334 p.
15. Соснин А. В. Об особенностях методологии нелинейного статического анализа и его согласованности с базовой нормативной методикой расчёта зданий и сооружений на действие сейсмических сил // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». 2016. № 1(16). С. 12–19.
16. Lagaros N. D., Fragiadakis M. Evaluation of ASCE – 41, ATC – 40 and N2 static pushover methods based on optimally designed buildings // Soil Dynamics and Earthquake Engineering. 2011. No. 31. P. 77–90.
17. Saadat S., Camp C. V., Pezeshk Sh. Seismic performance-based design optimization considering direct economic loss and direct social loss // Engineering Structures. 2014. No. 76. P. 193–201.
18. Wen Y. K., Kang Y. J. Minimum building life-cycle cost design criteria. I. Methodology // Journal of Structural Engineering. 2001. № 127(3). P. 330–337.
19. Wen Y. K., Kang Y. J. Minimum building life-cycle cost design criteria. II. Applications // Journal of Structural Engineering. 2001. № 127(3). P. 338–346.
20. Уздин А. М., Нестерова О. П., Прокопович С. В., Долгая А. А., Чанг Юань, Гуань Юхай, Ван Хайбинь. Моделирование сейсмических воздействий для динамического расчета зданий и сооружений // Содружество: научный журнал. 2017. № 20. С. 59–66.

УДК 624.042.7

Ольга Павловна Нестерова, ассистент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
Александр Моисеевич Уздин,
д-р техн. наук, профессор
(Петербургский государственный университет
путей сообщения Императора Александра I)
E-mail: neona975@yandex.ru, uzdin@mail.ru

Olga Pavlovna Nesterova, Teaching Assistant
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
Alexander Moiseevich Uzdin,
Dr of Tech. Sci., Professor
(Emperor Alexander I St. Petersburg
State Transport University)
E-mail: neona975@yandex.ru, uzdin@mail.ru

**ОСОБЕННОСТИ ПОДБОРА ДИНАМИЧЕСКИХ ГАСИТЕЛЕЙ КОЛЕБАНИЙ
(ДГК) СЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ПРИ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ**

**SPECIFICS OF SELECTING DYNAMIC ABSORBERS
(DAs) OF SEISMIC VIBRATIONS IN CASE OF SEVERE EARTHQUAKES**

Под действием сильных землетрясений конструкции зданий и сооружений работают в нелинейной стадии. В статье рассмотрено две модели нелинейности. Первая модель – упругопластическая, степень повреждаемости модели определяется работой сил пластического деформирования. Вторая – модель с деградирующей жесткостью, повреждения модели связаны с развитием трещин и определяются максимальным за историю нагружения перемещением сооружения. Приведен пример расчета сооружения с ДГК в нелинейной стадии. Приведены критерии оценки эффективности применения ДГК. Обоснована эффективность применения ДГК для снижения повреждаемости сооружений при разрушительных землетрясениях.

Ключевые слова: сильное землетрясение, динамический гаситель колебаний, нелинейная стадия работы, упругопластическая модель, модель с деградирующей жесткостью.

In case of severe earthquakes, elements of buildings and structures operate in the non-linear stage. Two non-linearity models are reviewed in the article. The first one is elastic-plastic, and its failure rate is determined through the work of plastic deformation forces. The second one is a model with degrading stiffness. Its damage is related to crack formation and determined by the maximum (in the loading history) displacement of a building. An example of designing a structure with a DA in the non-linear stage is given. Criteria to assess DA efficiency are suggested. A rationale for efficient use of DAs to reduce damageability of structures in case of severe earthquakes is provided.

Keywords: severe earthquake, dynamic absorber, non-linear stage of operation, elastic-plastic model, degrading stiffness model.

Эффект динамического гашения был описан в конце XIX в. [1; 2], запатентован Фрамом уже в начале XX в. [3; 4]. С тех пор вопросами динамического гашения колебаний занимались многие ученые [5–11]. Предложения по расчету и подбору параметров ДГК для задач сейсмозащиты впервые появились в конце прошлого века [12–16]. В большинстве исследований работа сооружения считалась линейной, и больше внимания уделялось модели кинематического сейсмического воздействия. Нелинейная работа сооружения в результате накопления в нем повреждений рассматривается в монографии [16].

Для учета нелинейной работы сооружения в процессе сейсмических колебаний могут быть использованы два типа нелинейности работы сооружения.

Первый тип нелинейности – упругопластический. При нагружении в элементах конструкции возникают пластические деформации, а при разгрузке элементы восстанавливают свои свойства. К числу таких диаграмм относятся диаграмма Прандтля, с упрочнением, диаграмма Рамберга – Осгуда и др. В задачах с такой нелинейностью можно построить амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) и определить резонансную частоту колебаний. И по резонансной частоте колебаний можно сгенерировать наиболее опасную для сооружения акселерограмму.

Второй тип нелинейности это нелинейность с деградирующей жесткостью и зависимостью разрушений в элементах конструкции от общей истории нагружения. К числу таких моделей относятся модель Кирикова – Аманкулова [16]. В такой модели разрушения в элементах конструкций зависят от максимального за историю нагружения смеще-

ния. Для таких систем невозможно построить АЧХ и определить резонансную частоту, т. к. частота уменьшается с каждым новым разрушением в элементах конструкции и равна нулю в момент обрушения сооружения.

Для примера сооружение было принято консольным стержнем с сосредоточенными массами, а ДГК соединялся с верхней массой стержня. Демпфирование в системе учитывалось по методике [17], при этом в сооружении коэффициент неупругого сопротивления $\gamma=0,1$, а в пружине гасителя затухание принято оптимальным для упругой системы.

В упругопластической модели предполагается образование пластического шарнира в основании стержня при перемещении верха стержня больше предела упругости.

Для системы с деградирующей жесткостью за основу в учете нелинейности работы взята модель Кирикова – Аманкулова, детально рассмотренная в [16].

Уравнение движения для систем имеет следующий вид:

$$M\ddot{U} + B\dot{U} + RU = -M\ddot{y}_0(t), \quad (1)$$

где U, \dot{U}, \ddot{U} – соответственно перемещение, скорость и ускорение сооружения; M – матрица инерции; B – матрица демпфирования; R – матрица жесткости; $\ddot{y}_0(t)$ – ускорения основания.

Интегрирование уравнения движения осуществляется с помощью интеграла Дюамеля после разложения уравнений движения по формам колебаний. При этом возможны точное (с учетом влияния демпфирования на формы колебаний) и приближенное (по формам колебаний недемпфированной системы) разложение уравнений движения [17].

Рассмотрим пример работы сооружения с ДГК в системе с деградирующей жесткостью. Критерием эффективности ДГК в данном случае может выступать повреждаемость конструкции. Расчеты показывают, что использование гасителя может существенно снизить повреждаемость. На рис. 1 приведен результат расчета системы без гасителя и системы с гасителем на воздействие землетрясения, произошедшего в Ашхабаде в 1948 г. На рисунке представлены исходная акселерограмма и развертки по времени накопления повреждений для опоры без гасителя и для опоры с гасителем. Начальный период колебаний рассматриваемого сооружения равен 1,19 с. Применение гасителя позволило снизить повреждаемость с 76 % до 51 %.

Для оценки эффективности ДГК следует подбирать акселерограммы, наихудшие для системы с гасителем и без ДГК. Авторы сгенерировали соответствующие акселерограммы (рис. 2) по методике [18] для сооружения в упругой стадии работы. Сгенерированное воздействие является резонансным для сооружения, однако в процессе накопления повреждений сооружение отстраивается от резонанса. Теоретически, можно задать воздействие, которое меняет свой спектральный состав в процессе нагружения и после отстройки от первого резонанса возникает следующий резонанс. Для этого в процессе, состоящем из нескольких затухающих синусоид, первая опасная гармоника должна затухнуть, а вторая остаться. В процессе исследования была сделана попытка сгенерировать такой процесс. Однако эта попытка оказалась не вполне успешной. При генерации воздействия мы использовали установленные требования к коэффициенту гармоничности κ и энергетическим характеристикам воздействия [19]. Коэффициент гармоничности определяется по формуле:

$$\kappa = \frac{\ddot{y}_0^{(\max)} \cdot y_0^{(\max)}}{(\dot{y}_0^{(\max)})^2}, \quad (2)$$

где $\ddot{y}_0^{(\max)}$, $\dot{y}_0^{(\max)}$, $y_0^{(\max)}$ – максимумы ускорений, скоростей и смещений соответственно расчетной акселерограммы.

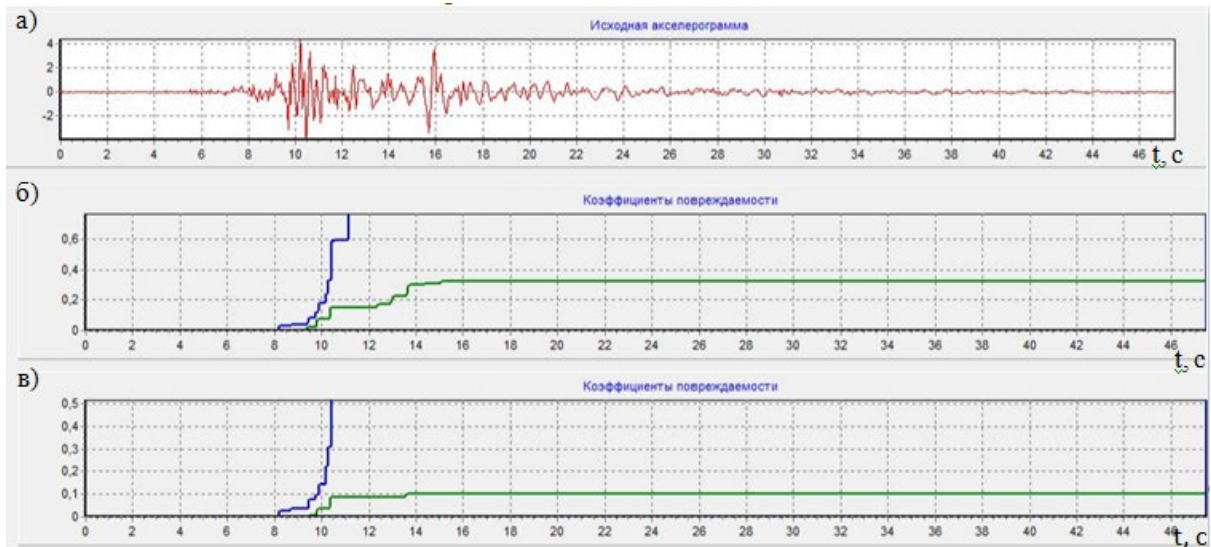


Рис. 1. Результаты расчета сооружения с ДГК на воздействие землетрясения в Ашхабаде:
 а) акселерограмма землетрясения в Ашхабаде,
 б) график изменения коэффициента повреждаемости для незащищенного сооружения,
 в) график изменения коэффициента повреждаемости для сооружения, защищенного ДГК

К числу энергетических характеристик относятся интенсивность по Ариасу, I_A , абсолютная кумулятивная скорость, CAV и плотность сейсмической энергии, SED , которые определяются по формулам:

$$I_A = \frac{\pi}{2g} \int_0^T \dot{y}_0^2 dt, \quad CAV = \int_0^T |\dot{y}_0| dt, \quad SED = \int_0^T \dot{y}_0^2 dt. \quad (3)$$

Оказалось, что эти требования не позволяют реализоваться двум близким гармоникам.

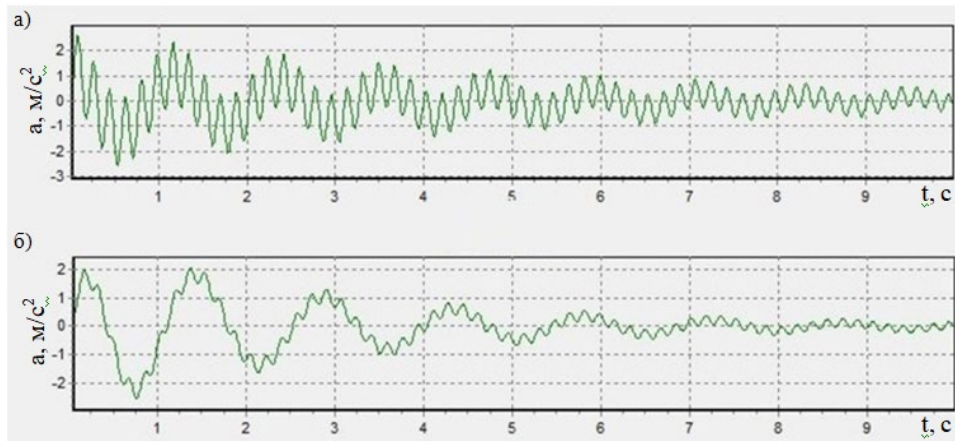


Рис. 2. Акселерограммы землетрясения, сгенерированные на резонансную частоту сооружения в упругой стадии работы (а) и с изменяемым спектральным составом (б)

Результаты расчета приведены на рис. 3. Как видно из рисунка, акселерограмма, сгенерированная с изменяемым спектральным составом, разрушает сооружение на 40 %, в то время как акселерограмма, сгенерированная по резонансной частоте упругой системы, приводит к разрушениям до 87 %. Это объясняется тем, что значения энергетических параметров фиксируются, и часть энергии передается на гармонику, опасную для поврежденного сооружения. При этом часть энергии уходит с гармоники, опасной для неповрежденного сооружения. В результате суммарный эффект воздействия снижается.

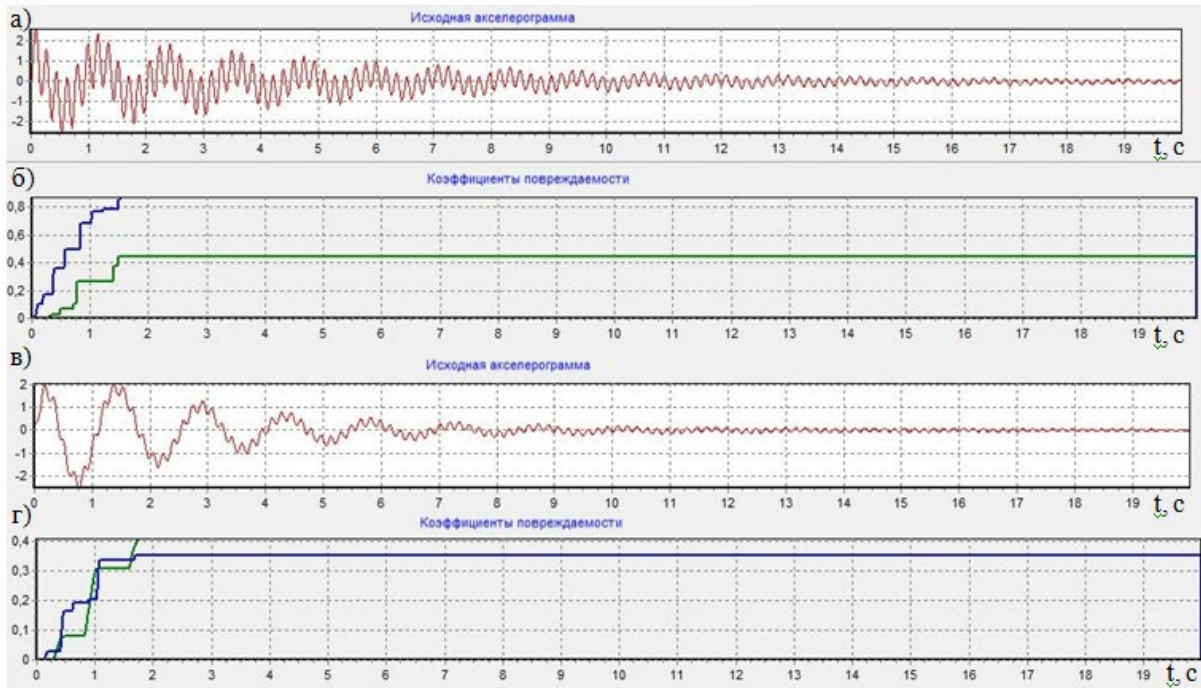


Рис.3. Результаты расчета сооружения с ДГК на воздействия, сгенерированные на резонансную частоту сооружения в упругой стадии работы и с изменяемым спектральным составом:
 а – акселерограмма, сгенерированная на резонансную частоту сооружения в упругой стадии работы;
 б – график изменения коэффициента повреждаемости для сооружения с ДГК при воздействии акселерограммы (а); в – акселерограмма, сгенерированная с изменяемым спектральным составом; г – график изменения коэффициента повреждаемости для сооружения с ДГК при воздействии акселерограммы (в)

По мнению авторов, лучше всего сохранить настройку на упругую систему, в этом случае гаситель будет гасить резонансные колебания сооружения, которые возникают в течение 5–7 с интенсивного воздействия. Когда начинают возникать повреждения в системе, её собственный период начинает увеличиваться. Но время существования системы с фиксированным периодом оказывается малым для того, чтобы реализовались резонансные колебания.

Также для более эффективной работы системы гашения при сильных землетрясениях целесообразно устанавливать два гасителя, один из которых настроен на собственную частоту колебаний упругой системы, а другой на некоторую частоту системы с повреждениями.

Далее рассматривается работа сооружения с ДГК для упругопластической системы. Так же, как и в задаче о колебаниях системы с деградирующей жесткостью, в упругопластической системе следует ожидать снижение эффективности ДГК, т. к. с ростом пластических деформаций будет меняться период колебаний исходной системы.

Однако при возникновении пластической деформации работа гасителя существенно отличается от рассмотренной выше работы ДГК в системах с деградирующей жесткостью. Упругопластические системы можно охарактеризовать АЧХ, хотя параметры АЧХ зависят от амплитуды колебаний. Для иллюстрации работы ДГК в упругопластической системе для наглядности были рассмотрены гармонические возмущения

На рис. 4 приведены результаты расчета системы собственной частотой $13,53 \text{ с}^{-1}$ на воздействие резонансной синусоиды с амплитудой 2 м/с^2 . Как видно из рисунка критерием эффективности ДГК является время нахождения в пластическом состоянии (состояние «0») и амплитуда пластических деформаций. Эти параметры, в конечном счете, определяют работу пластического деформирования, которая в свою очередь определяет возможность прогрессивного обрушения или малоциклового усталости конструкций сооружения.

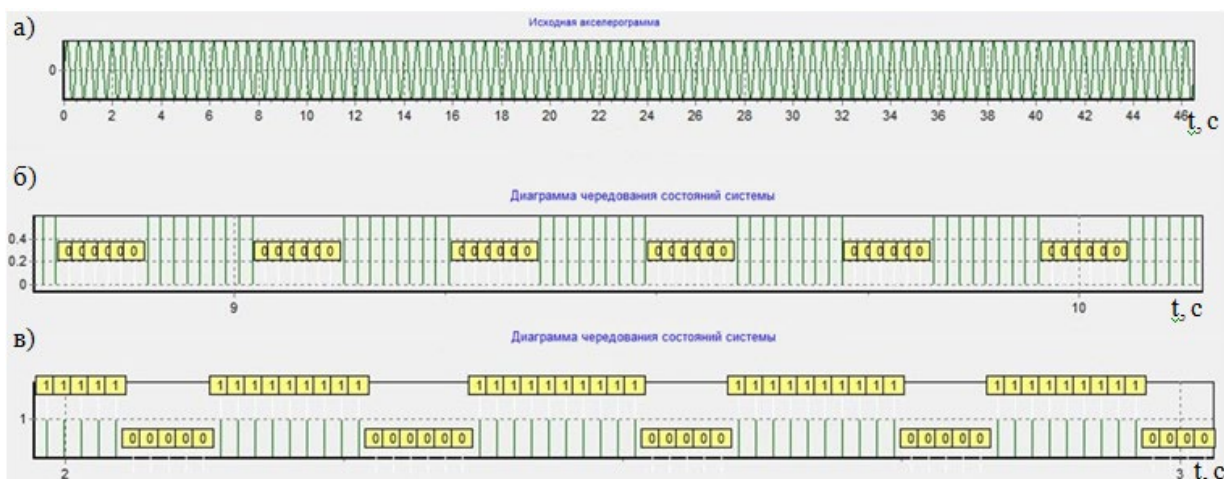


Рис. 4. Результаты расчета упругопластической системы на гармоническое воздействие:
 а – исходное воздействие резонансной синусоиды;
 б – диаграмма чередований состояния системы для незащищенного сооружения;
 в – диаграмма чередований состояния системы для сооружения, защищенного ДГК.
 Состояние «0» – пластическая стадия работы, состояние «1» – упругая стадия работы

Поскольку частота собственных колебаний меняется в процессе колебаний, так же, как и для систем с деградирующей жесткостью, представляется целесообразным установка двух ДГК. Первый ДГК снижает нагрузки на сооружение в упругой области работы сооружения, предотвращает переход в пластическую область, а второй ДГК включается в работу в пластической области деформирования сооружения.

Заключение

В случае нелинейной работы системы эффективность применения ДГК снижается, т. к. период колебаний в результате повреждения сооружения со временем будет меняться и ДГК отстраиваться от режима гашения. Однако применение ДГК позволяет существенно снизить повреждаемость защищаемого объекта.

Для повышения эффективности системы гашения при работе сооружения при воздействии сильных землетрясений необходимо устанавливать два гасителя, один из которых работает в упругой стадии, а другой – в нелинейной.

В каждой модели нелинейности разные критерии эффективности работы ДГК. Для системы с деградирующей жесткостью критерием эффективности является процент повреждаемости конструкции. Для упругопластической системы такими критериями являются время нахождения в пластическом состоянии и амплитуда пластических деформаций.

Литература

1. Watts P. On a method of reducing the rolling of ship at sea // Transactions of the Institution of Naval Architects. 1883. V. 24. P. 65–90.
2. Макаров С. О. Разбор элементов, составляющих боевую силу судов // Морской сборник. 1894. № 6. С. 33–106.
3. Frahm H. Schlingertanks zur Abdämpfung von Schiffsrollbewegungen, Jahrbuch d. Schiffbautechnik Ges., 1911. Bd. 12.
4. Frahm H. Device for damping vibrations of bodies: U. S. Patent 0989958 (1909).
5. Савинов О. А. О применении динамического гасителя колебаний. Труды научно-исследовательского сектора Ленинградского отделения треста глубинных работ. Л.–М.: Госиздат строительной литературы, 1940. Вып. 2. С. 30–35.
6. Тимошенко С. П. Колебания в инженерном деле. М.: Наука, 1976. С. 209–216.
7. Warburton G. V. Optimum absorber parameters for various combinations of response and excitation parameters // Earthquake engineering and structure dynamics. 1982. V. 10. No. 3. P. 381–401.
8. Коренев Б. Г., Резников Л. М. Динамические гасители колебаний. М.: Наука, 1988. 303 с.
9. Коренев Б. Г., Поляков В. С. Оптимальные параметры динамического гасителя колебаний при воздействиях типа сейсмического // Сейсмостойкое строительство. 1977. Вып. 3. С. 37–42.

10. Никитин А. А., Уздин А. М. Применение динамических гасителей колебаний для сейсмозащиты мостов // Экспресс-информация ВНИИИС. Сер. 14. Сейсмостойкое строительство. 1986. Вып. 9. С. 20–24.
11. Никитин А. А., Цибарова М. Ю., Уздин А. М. К вопросу о применении динамических гасителей колебаний большой массы для энергетических сооружений // Повышение надежности энергетических сооружений при динамических воздействиях: материалы конференций и совещаний по гидротехнике. Л.: Энергоатомиздат, 1989. С. 242–245.
12. Цейтлин А. И., Ким Л. И. Сейсмические колебания многоэтажного здания с «гибким» верхним этажом // Снижение материалоемкости и трудоемкости сейсмостойкого строительства: тезисы докладов Всесоюзного совещания. М.: Стройиздат, 1982. 85 с.
13. Castelliano M. G., Kuznetsova I. O., Nikitin A. A., Verholin V. V., Uzdin A. M. The study of FIP-INDUSTRIALE devices for the earthquake protection of bridges in Russia // Proceedings of 8-th world Seminar on Seismic Isolation, Energy Dissipation and Active Vibration Control of Structures. Yerevan, Armenia, October 6–10. Yerevan, 2003. P. 407–416.
14. Lin J.-L., Tsai K.-C., Yu Y.-J. Coupled tuned mass dampers for the seismic control of asymmetric-plan buildings // Earthquake Spectra. 2010. No. 26(3). P. 749–778.
15. Aldemir U., Yanik A., Bakioglu M. U. Control of structural response under earthquake excitation // Computer-Aided Civil Infrastructure Engineering. 2012. No. 27(8). P. 620–638.
16. Уздин А. М., Сандович Т. А., Аль-Насер-Мохомад С. А. Основы теории сейсмостойкости и сейсмостойкого строительства зданий и сооружений. СПб.: Изд. ВНИИГ, 1993. 175 с.
17. Vorobyova K. V., Nesterova O. P., Nikonova N. V., Uzdin A. M., Fedorova M. Yu. Taking account of damping in estimating structure earthquake stability // Materials Physics and Mechanics. 2016. No. 26. P. 57–60.
18. Рекомендации по заданию сейсмических воздействий для расчета зданий разной степени ответственности. СПб.–Петропавловск-Камчатский: КамЦентр, 1996. 12 с.
19. Богданова А. М., Нестерова О. П., Никонова Н. В., Ткаченко А. С., Уздин А. М., Рахманова М., Азаев Т. М., Зайнулабидова Х. Р. Числовые характеристики сейсмических воздействий // Наука и мир. 2017. № 3(43). Том 1. С. 49–55.

СЕКЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

УДК 338.45.69

Валерий Львович Асанов,
канд. экон. наук, ст. преподаватель
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: asan2@yandex.ru.ru,
asanov.v.l@lan.spbgasu.ru

Valerii Lvovich Asanov,
PhD of Economics, Senior Lecturer
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: asan2@yandex.ru.ru,
asanov.v.l@lan.spbgasu.ru

КОРПОРАТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ, ОСНОВАННАЯ НА ЗНАНИИ

CORPORATE KNOWLEDGE-BASED SYSTEM FOR CONSTRUCTION PROJECT MANAGEMENT

В 2018 г. строительная отрасль России остро нуждается в изменении парадигмы высокого инвестиционного риска в стабильный и надежный бизнес, основанный на знании. В подавляющем большинстве случаев это связано с «ручным управлением» процессами, а также экономическими потерями на всех стадиях фрагментации производства. Сегодня назрела необходимость срочного перехода российской строительной отрасли на «смарт-протоколы» по управлению процессами управления строительством, например, «корпоративные системы управления проектами в строительстве», реализующие в том числе, чипизацию строительных материалов, комплексное управление проектами от инвестиционной идеи до сдачи объекта в эксплуатацию и т. д. Многие страны уже приняли и реализуют государственные программы цифрового управления, например «Правительственная стратегия строительства» в Великобритании или Национальная программа 3D-4D-BIM в США. В России пока это реализуется на уровне инициатив отдельных юридических лиц, без комплексной государственной поддержки. Предлагаются не какие-то новые программные продукты, а готовые зарубежные САПР по ограниченной лицензии с адаптированным интерфейсом. Собственной разработки программ по системе управления в строительстве в России пока не нашлось, но уже есть социальный запрос в формировании комплексной национальной цифровой среды управления процессами строительного производства, в том числе подготовки и непрерывного обучения высококвалифицированных кадров. Только в этом случае возможно будет перевести строительную отрасль из плоскости высокого инвести-

ционного риска в состояние стабильного и рентабельного бизнес-процесса, позволив сделать из строительной отрасли России локомотив экономического развития.

Ключевые слова: 3D-4D-BIM, цифровое управление строительством, корпоративная система, сквозная чипизация, достоверная информация, независимая оценка квалификации, комплексное управление проектами, САПР.

As of 2018, the Russian construction industry is in desperate need of turning the paradigm of high investment risk into a stable and reliable knowledge-based business. Predominantly, this is due to “manual management” of processes, as well as economic losses at all stages of production fragmentation. There is a need for the Russian construction industry to urgently transfer to “smart protocols” for construction management, e. g. “corporate systems for construction project management” ensuring, among other things, chip implementation in construction materials, integrated project management starting with an investment idea and ending with facility commissioning. Many countries have already adopted and implemented state digital management programs, e. g. Government Construction Strategy in the UK or National Program 3D-4D-BIM in the USA. In Russia, this is still implemented at the level of initiatives of individual legal entities, without overall state support. Ready-made foreign CAD systems with limited licenses and localized interface rather than new software products are offered. There has been no national development of construction management system programs in Russia, but there is social demand concerning establishment of a complex national digital environment for construction operations management, including special and continuous training of highly skilled personnel. Only then it will be possible to turn the paradigm of high investment risk into a stable and profitable business process thus making the Russian construction industry a driving force of economic development.

Keywords: 3D-4D-BIM, digital construction management, corporate system, through chip implementation, reliable information, independent qualification assessment, integrated project management, CAD.

По состоянию национальной строительной отрасли в условиях рыночной экономики, можно, с известной степенью приближения, судить о технологическом и экономическом тренде развития национальной экономики в целом. Потребность в жилье, промышленном и общественном строительстве диктует рынок. В России это особенно заметно в основном на стадии совершенствования управления проектами, организации процессов – от возникновения инвестиционной идеи до ввода законченного объекта в эксплуатацию. В управлении строительством до сих пор слабо используются электронное управление процессами, жестко контролирующими ключевые оперативные решения, а также прогноз и последствия принятия управленческих решений. В конечном счете, управленческие потери приводят к уменьшению маржинальности производства, соответственно уменьшению объема продаж и доли рынка. В попытках восстановить рентабельность строительные компании часто идут на гуманитарные нарушения, которые напрямую строительные нормы не нарушают, но непомерно повышают экологическую и социальную нагрузку на строительство. Например, новые микрорайоны в крупных городах. Построено все, в том числе социальная инфраструктура внутри микрорайонов, а нормальных дорог, соединяющих жилье с городом не построено. Или точечная, уплотняющая застройка, повышающая не только социальное напряжение и неоправданную нагрузку на построенную ранее инфраструктуру, но и безвозвратно изменяющую культурно-исторический облик населенных мест. Единственный выход, это внедрение сквозного электронного управления строительством, как на уровне отдельных проектов, так и на уровне комплексной застройки населенных мест.

В 2018 г. уже назрела острая необходимость в совершенствовании строительной отрасли, в формировании социального заказа на разработку технологий и процедур цифрового управления строительством. Новая реальность позволит:

1. Сократить фрагментарную составляющую по всей цепочке строительного производства.
2. Оцифровать и автоматизировать процессы обмена данными, основанные на учете производства строительных материалов, их логистике и применении на объектах путем сквозного чипирования.
3. Повсеместно внедрить электронную систему качества управления строительством.
4. Реализовать идею тотального экологического и энергосберегающего электронного контроля за реализацией проектов.

Перечисленные процедуры относятся к технологиям управления проектами в строительной отрасли, основанным на знаниях. Об этом еще в 1993 г. писал Питер Ф. Друкер, который не описывал строительный комплекс, но в своей экономической теории учитывал влияние знаний на процессы управления и изменения в отношениях собственности, подробно рассмотренные Манном, Ивановым и Фербером в 2012 г.: «Основная проблема заключается в том, что владельцы бизнеса недостаточно уделяют внимание тому, что в контексте развивающейся экономики, основанной на знаниях, ноу-хау компаний становятся более важными, чем традиционные источники экономической власти, такие как капитал, земля производственные активы» [1].

По официальным данным Аналитического центра при Правительстве РФ, опубликованным в Социальном бюллетене № 9 на стр. 13, отмечается снижение индекса производительности труда во всех отраслях экономики Российской Федерации, за исключением сельского хозяйства, охоты и лесного хозяйства, производства и распределения электроэнергии, газа и воды, где данный показатель вырос [2]. Это означает, что официальный индекс производительности труда в российском строительном комплексе остро нуждается в повышении уровня рентабельности, которая напрямую зависит не только от производительности труда, но и от уровня общих производственных потерь, увязывании между собой всей цепочки строительных процессов. Однако для получения положительного эффекта нужны не декларации, а серьезные шаги по административным, а точнее управленческим решениям.

Перейти от экстенсивного развития к интенсивному, на фоне внешнеэкономического санкционного давления и «ручного управления» строительством, практически невозможно, без применения специальных управленческих решений. Единственный вариант для строительного комплекса – это увеличить маржинальность строительного продукта без увеличения цены. Достигнуть нужного эффекта возможно с помощью перехода на цифровое, корпоративное управление проектами, способного увязывать и планировать всю цепочку использования ресурсов – от возникновения идеи о строительстве до сдачи объекта в эксплуатацию.

При всей кажущейся нужности цифрового подхода к проектам, отрасль не торопится реализовывать новую стратегию. По всей вероятности, нет конкретного социального заказа на научный подход к решению прикладных и технических задач. К сожалению, в России наука редко выступает с предложениями, а строительный комплекс – это одна из самых консервативных отраслей. Так повелось, что практически любая инициатива долго ищет путь к потребителю. Любому изобретению, как техническому, административному или финансовому, предшествует долгая социализация, и это объяснимо. Строитель не хочет рисковать крупными капиталовложениями, пока открытие не будет «подхвачено» экономикой и общественным сознанием. Пока оно не впишется в социум, не будет массово востребовано, не станет готовым экономически эффективным образцом – паттерном. Следовательно, необходимо предложить решение, убедительно показывающее материальную выгоду в реальном строительном производстве. Доходность, которая достигается при системных управленческих решениях, свежих подходах к внедрению технологий и научных разработок, новых методик организации самого строительства, системы мониторинга закупок и логистики, при производстве работ, учета непрерывного и эффективно-го использования ресурсов, на фоне менеджмента качества проекта. Достигнуть результата без создания единой информационной строительной среды не реально.

Тем не менее, начиная с 2015 г. на мировом строительном рынке активно применяются соответствующие решения. Основная идея – преобразование классической подрядно-строительной в инвестиционно-строительную деятельность. Такой подход позволит резко сократить:

- сроки проектирования;
- издержки при строительстве;
- затраты на логистику;

- получить самые выгодные предложения по всему комплексу закупок строительных материалов, машин, оборудования, рабочей силы;
- обеспечить целевое использование средств;
- реализовать полный и исчерпывающий контроль за реализацией проекта;
- обеспечить высокое качество производства работ.

На пути к обозначенной цели строительная отрасль во всем мире достаточно динамично начинает использовать *BIM*-технологии не только в архитектурном проектировании, но и организации комплексной организации строительства. Назвали систему *BIM&IPD*-технологии (*Building Information Modeling & Integrated Project Delivery*), что в переводе с английского – информационное моделирование зданий и интегрированное выполнение проекта.

Революционный подход *BIM&IPD* характерен не только для строительной отрасли, но и к производству всех объектов сложной геометрической формы и конструкции – самолетов, подводных и надводных кораблей и так далее. На этой волне, используя уже готовые наработки смежных отраслей, архитектурно-строительная отрасль сделала качественный рывок. Благодаря информационной комплексной технологии управления всеми уровнями жизненного цикла проекта и объекта капитального строительства, стало возможным в кратчайшие сроки проектировать, возводить, при необходимости эксплуатировать объекты любой сложности, при этом не забывая о повышенной маржинальности всего цикла и высоком качестве эксплуатационных характеристик.

Благодаря инструментам оперативного управления и принятия решений, на основе достоверной информации, появилась возможность сократить инвестиционные риски, потери и издержки, оптимизировать оборотные средства, за счет револьверных, форвардных и множества других законных схем финансирования. В данном случае, имея только весь полный список необходимых платежей и графиков поставок, привязанных к графикам работ, можно заранее планировать движение капитала и потребность в ресурсах на каждый момент реализации проекта. Мониторинг процесса финансирования уже не потребует доверительного или залогового отношения между партнерами и поставщиками. Ресурсы становятся доступны и контролируются в размерах, планируемых и достаточных в любой момент реализации проекта, так как финансовый и управленческий центр един.

Наиболее масштабно организационно-финансовые системы управления проектами с использованием *BIM*-технологий были запущены в Великобритании в 2011 г. В 2012 г. опубликована «Правительственная стратегия строительства» (*“Government Construction Strategy”*) кабинета министров Великобритании. Главная цель программы заключается в том, чтобы сократить расходы на, в том числе, государственные строительные проекты на 15–20 % к концу текущего года. Сокращение расходов затем может быть реинвестировано в дальнейшие правительственные проекты, поддерживающие экономический рост строительной отрасли [3].

Программа с подобными задачами, но менее масштабно, была запущена в США еще 2003 г. под названием *“General Services Administration” (GSA)*. Тогда же Управление общих служб (*GSA*) через свою Службу общественных зданий (*PBS*) создало Национальную программу *3D-4D-BIM*. С тех пор эта программа превратилась в сотрудничество между службами информационных технологий общественных зданий (*PB-ITS*) и *PBS* через Совет по управлению. Программа поддерживает использование *BIM* на всех бизнес-стадиях строительного производства *PBS* [4].

В России, с 2015 г., финансово-управленческими программами занимаются Центр компетенций САПР в строительстве и группа компаний ИНФАРС. Линейка продуктов *Lement Pro* – это корпоративная система по управлению процессами, документами и проектами компании. Компания уже адаптировала лицензионный американский программный продукт к задачам российского строительного комплекса. В нем проведена работа по увязыванию *3D* модели здания с административными решениями по организации процессов выполнения работ. Проблема в том, что данный продукт имеет «защитый», за-

щищенный алгоритм процедур управленческих решений. Таким образом, организация-пользователь теряет свою уникальную структуру, состоящую из собственных целей, задач, возможностей, культуры и миссии. Это, примерно, если бы пришлось проектировать и строить из одного строго заданного набора стройматериалов и жилой дом, и вантовый мост, и башню «Федерация» в Москва-Сити.

Есть альтернативное направление – продукт компании “*Advanta*” под названием «Система управления проектами». По сути, это универсальный, а главное открытый «набор организационных и технологических методов и инструментов, которые поддерживают управление проектами в организации и помогают повысить эффективность при их реализации. Часто термин система управления проектами трактуют более узко, как автоматизированную или информационную систему управления проектами, т. е. программу. Организационную и методическую составляющие при этом вкладывают в термин корпоративная система управления проектами» [5].

Предложенный изначально продукт не создан для строительного комплекса. Он предназначен для реализации проектов повышенной сложности и геометрии, но в этом может быть и преимущество. Дело в том, что различие программных продуктов в том, что изначально “*Advanta*” не адаптирована для строительного производства. В нее не загружены библиотеки из строительной нормативной литературы, но заложены алгоритмы принятия управленческих решений, возможность качественно и быстро увязывать графики разнофакторных, разноотраслевых задач. Кроме того, известно, что двух одинаковых строительных объектов не бывает, соответственно, и наборов нормативов и управленческих решений универсальных тоже не может быть. Каждая организация обладает своим уникальным набором компетенций. Соответственно, при настройке системы можно принять решение, что программа является базовой вычислительной матрицей, и уже на стадии проектных работ «грузить» библиотеки под конкретный проект. Это можно делать в процессе выполнения этапов проектирования, строительства, подготовки ПОС. Получается уже «именной» выбор владельцев проекта. После реализации хотя бы одного проекта цифровой программный продукт превращается в уникальный управленческий алгоритм для той организации, которая его использовала. Повторное использование потребует только уточнение целей и задач, исходя из новых требований и особенностей проекта. Все базовые структурные особенности организации, комплекс строительных норм и правил уже учтены и отработаны. Это, безусловно, будет являться главным конкурентным преимуществом.

Другим, не менее важным механизмом электронного управления строительством является реализация программ по тотальной и независимой оценке квалификации специалистов строительной отрасли. Первый шаг – это реализация ФЗ-238 «О независимой оценке квалификации» [6]. Конечно, подготовка специалистов, их аттестация – нужное мероприятие на пути увеличения производительности труда, но работать закон начнет только тогда, когда будет реализована идея создания единого национального реестра квалифицированных специалистов в строительной отрасли. Когда электронное управление строительством сможет использовать трудовые ресурсы так же легко, как и другие материальные ресурсы. Буквально по запросу проектировщик сможет закладывать в проект необходимые показатели, влияющие на рентабельность, а система заранее спланирует необходимое количество рабочих на выполнение той или иной операции, в той или иной точке РФ, в нужное для компании время. Федеральная сеть сделает доступной информацию о наличии и квалификации рабочих, позволит Министерству трудовых отношений и Министерству образования РФ регулировать и прогнозировать потребности строительного рынка не по формальным отчетам, а по рыночным заявкам.

Основной вывод, который можно сделать из данной статьи, это то, что в 2018 г. строительная отрасль России остро нуждается в изменении парадигмы высокого инвестиционного риска в стабильный и надежный бизнес, основанный на знании. Назрела острая необходимость срочного перехода российской строительной отрасли на «смарт-протоколы»

по управлению всеми процессами управления строительством, например, «корпоративные системы управления проектами в строительстве». Многие страны уже приняли и реализуют государственные программы цифрового управления, например «Правительственная стратегия строительства» в Великобритании или Национальная программа *3D-4D-BIM* в США. В России пока это реализуется на уровне инициатив отдельных юридических лиц, без комплексной государственной поддержки. По сути, предлагаются не какие-то новые программные продукты, а готовые зарубежные САПР по ограниченной лицензии с адаптированным интерфейсом. Собственной разработки программ по системе управления в строительстве в России пока не нашлось, но уже есть острая необходимость в формировании комплексной национальной цифровой среды управления процессами строительного производства, в том числе подготовки и непрерывного обучения высококвалифицированных кадров. Только в этом случае можно будет перевести строительную отрасль из плоскости высокого инвестиционного риска в состояние стабильного и рентабельного бизнес-процесса.

Литература

1. Друкер П. Эффективный руководитель [Электронный ресурс]. Электрон. текстовые данные. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2012. 231 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/39479.html> (дата обращения: 26.02.2018). ЭБС «IPRbooks».
2. Изменения и тенденции в регулировании несырьевого экспорта в России и мире» по итогам I квартала 2018 года. URL: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/16660.pdf> (дата обращения: 26.04.2018).
3. Government Construction Strategy [Electronic resource]. URL: <https://www.gov.uk/government/publications/government-construction-strategy> (accessed on: 02.05.2018).
4. 3D-4D Building Information Modeling [Electronic resource]. URL: <https://www.gsa.gov/real-estate/design-construction/3d4d-building-information-modeling> (accessed on: 02.05.2018).
5. Система управления проектами [Электронный ресурс]. URL: <http://www.advanta-group.ru/about-system/sistema-upravlenia-proektami/> (дата обращения: 02.05.2018).
6. О независимой оценке квалификации: Федеральный закон № 238-ФЗ от 03.07.2016: принят Государственной Думой Федерального Собрания Российской Федерации 22.06.2016; одобрен Советом Федерации Федерального Собрания Российской Федерации 29.06.2016. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_200485/ (дата обращения: 02.05.2018).

УДК 69.009

Александр Петрович Васин,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: vasin-57@mail.ru

Alexander Petrovich Vasin,
PhD of Tech Sci., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: vasin-57@mail.ru

ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА БЕТОНА В МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ В УСЛОВИЯХ СТРОИТЕЛЬСТВА ИЛИ РЕКОНСТРУКЦИИ

ARRANGING CONCRETE QUALITY CONTROL IN MONOLITHIC STRUCTURES DURING CONSTRUCTION AND RECONSTRUCTION

При монолитном способе ведения работ особое значение приобретает контроль прочности бетона в конструкциях, как в промежуточном возрасте (при снятии несущей опалубки, нагружении конструкций до достижения ими проектной прочности и т. д.), так и в готовой конструкции в проектном возрасте. В статье систематизированы стандартизированные методы оценки качества бетона: требования технических регламентов контроля прочности бетона конструкций, разрушающие и неразрушающие методы определения прочности бетона. Выполнен анализ схем В и Г контроля прочности бетона монолитных конструкций согласно виду нормируемой прочности в соответствии с требованиями ГОСТ 18105–2010.

Ключевые слова: строительство, строительные процессы, бетонные смеси, монолитный бетон, железобетонные конструкции, строительные материалы, контроль прочности.

In case of monolithic works, it is especially important to control concrete strength in structures, both at intermediate age (when load-bearing form work is removed, structures are loaded until they reach the design strength,

etc.) and in a finished structure at design age. The following standardized methods of concrete quality control are systematized in the article: requirements of technical regulations for concrete strength control in structures, destructive and non-destructive methods to determine concrete strength. An analysis of diagrams C and D for concrete strength control in monolithic structures according to the type of standardized strength in compliance with the requirements of State Standard GOST 18105-2010 is performed.

Keywords: construction, construction processes, concrete mixes, monolithic concrete, reinforced concrete structures, construction materials, strength control.

Основным строительным материалом несущих конструкций, строящихся или реконструируемых зданий и сооружений является монолитный бетон. В составе проекта организации строительства, проекта производства работ и технологической карте на выполнение работ по монолитному бетонированию включается раздел «Требования к качеству работ», которые неукоснительно выполняются в ходе строительства. Важнейшим условием обеспечения качества бетона в монолитных конструкциях в условиях нового строительства, реконструкции и капитального ремонта существующих объектов является организация своевременного испытания его на механическую прочность. Требование применения строительных материалов и конструкций, обеспечивающих соответствие показателей проектной документации, техническим регламентам изложено в Федеральном законе от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

В соответствии с «Техническим регламентом о безопасности зданий и сооружений» строительный контроль, с обязательной оценкой соответствия процессов строительства, выполняется по типовой форме. А обязанность по контролю качества применяемых строительных материалов и изделий возлагается на лицо, осуществляющее строительство здания или сооружения (статья 52 Градостроительного кодекса Российской Федерации).

Основными параметрами контроля прочности строительных материалов, в том числе бетонов, являются нормативные значения их прочностных характеристик.

В зависимости от назначения и условий работы бетона в конструкциях зданий и сооружений общие технические требования к качеству бетонов по показателям, характеризующим прочность, устанавливаются в соответствии с требованиями ГОСТ 25192 [1].

Оценку и приемку бетона монолитных железобетонных конструкций проводят по всем нормируемым показателям качества, установленным проектом строительства зданий и сооружений и проектом производства работ или технологическим регламентом.

При монолитном способе ведения работ особое значение приобретает обеспечение и прогнозирование необходимых строительных характеристик бетона на стадии приготовления бетонной смеси и в готовой конструкции с учетом периодов демонтажа опалубки и последующего возведения конструкций, передающих дополнительные нагрузки.

Перед изготовителем бетонной смеси и подрядчиком в условиях строительства или реконструкции стоит задача организация контроля качества бетона в монолитных конструкциях в целях обеспечения требуемых физико-механических характеристик бетона конструкций, указанных проектировщиком в технической документации на возведение объекта в соответствии с действующими техническими регламентами – ГОСТ и СП.

По п. 6.1.3 СП 63.13330.2012 (Бетонные и железобетонные конструкции), нормируемые показатели качества бетона обеспечиваются соответствующим расчетом и проектированием состава бетонной смеси. Нормируемые показатели качества бетона контролируются в процессе производства работ и непосредственно в изготовленных конструкциях [2].

Оперативность контроля прочности бетона зависит от выбранного метода испытания. Неотъемлемым условием является требование выполнения испытаний стандартизированным методом.

Значения нормируемых показателей прочности определяются путем разрушающего метода испытания специально изготовленных контрольных образцов или испытания бетона в конструкциях по стандартизированным неразрушающим методам. Допускается значения нормируемых показателей качества бетонов определять несколькими методами,

при этом должна быть обеспечена сравнимость результатов путем установления переходных коэффициентов или другими способами.

Путем оценки результатов испытаний с учетом показателей однородности устанавливают соответствие показателей качества бетонов или не соответствие проектным требованиям.

В соответствии с пунктом 11.5.3 СП 63.13330.2012 [2] контроль прочности бетона монолитных конструкций осуществляется по результатам испытания специально изготовленных или отобранных из конструкции контрольных образцов или методами неразрушающего контроля.

Фактическая прочность бетона в конструкциях, определенная неразрушающими методами или испытанием отобранных от конструкции образцов, необходимы для получения расчетных характеристик бетона.

Основные требования, правила приемки и методы испытаний бетонов монолитных конструкций устанавливает ГОСТ 26633–2012 [3], а прочность бетона контролируют для каждой партии монолитных конструкций по ГОСТ 18105 [4].

Для контроля прочности бетона в несущих железобетонных конструкциях объектов повышенного уровня ответственности используются разрушающие методы испытаний. Которые применяются в соответствии с требованиями ГОСТ 10180 (определение прочности по контрольным образцам) [5], ГОСТ 22783 (ускоренный метод определения прочности на сжатие по контрольным образцам) [6], ГОСТ 28570 (определение прочности по образцам, отобранным из конструкций) [7].

В практике строительства или реконструкции объектов нормального уровня ответственности для контроля прочности бетона широко используются неразрушающие методы испытаний: ГОСТ 22690 – определение прочности в конструкциях по упругому отскоку, пластической деформации, ударному импульсу, отрыву, отрыву со скалыванием и скалыванию ребра [8]; ГОСТ 17624 – ультразвуковой метод определения прочности бетона в конструкции [9].

При ограниченном объеме контролируемых конструкций или в начальный период производства пунктом 4.3 ГОСТ 18105-2010 [4] допускается применять неразрушающие методы контроля без построения градуировочных зависимостей с использованием приведенных универсальных зависимостей или по контрольным образцам, изготовленным на стройплощадке. Например, нестатистические методы контроля прочности бетона при ограниченном объеме контролируемых конструкций применяются на одной захватке при монолитном бетонировании. В данном случае термин захватка определяется в соответствии с п. 3.1.21 ГОСТ 18105–2010 [4].

В монолитных железобетонных конструкциях обязательному контролю в соответствии с требованиями пункта 4.2 ГОСТ 18105–2010 [4] подлежат следующие виды нормируемой прочности:

- прочность в проектном возрасте;
- прочность в промежуточном возрасте (при снятии несущей опалубки, нагружении конструкций до достижения ими проектной прочности и т. д.).

В случае если прочность бетона в промежуточном возрасте монолитных конструкций составляет 90 % и более значения проектного класса, контроль прочности в проектном возрасте не выполняют.

Контроль прочности бетона монолитных конструкций по каждому виду нормируемой прочности выполняется по схемам В, Г в соответствии с п. 4.4 ГОСТ 18105–2010 [4].

Схема В – с определением характеристик однородности бетона по прочности. При этом используют результаты неразрушающего контроля прочности бетона всех конструкций одной текущей контролируемой партии, при этом число единичных значений прочности бетона должно соответствовать требованиям п. 5.8 ГОСТ 18105–2010 [4].

Следует отметить, что число контролируемых участков должно быть не менее:

- трех на каждую захватку – для плоских конструкций (стен, перекрытий, фундаментных плит);

– одного на 4 м длины (или трех на захватку) – для каждой линейной горизонтальной конструкции (балка, ригель);

– шести на каждую конструкцию – для линейных вертикальных конструкций (колонна, пилон).

Общее число участков измерений для расчета характеристик однородности прочности бетона партии конструкций должно быть не менее 20.

Число измерений, проводимых на каждом контролируемом участке, принимают по ГОСТ 22690 [8] или ГОСТ 17624 [9].

При проведении обследований и экспертной оценке качества линейных вертикальных конструкций число контролируемых участков должно быть не менее четырех.

Схема Г – без определения характеристик однородности бетона по прочности. В случае, когда при изготовлении отдельных конструкций проводится неразрушающий контроль прочности бетона без построения градуировочных зависимостей, но с использованием универсальных зависимостей путем их привязки к прочности бетона контролируемой партии конструкций.

Расчетные и нормативные характеристики бетона монолитных конструкций могут быть определены в зависимости от фактического класса бетона по прочности на сжатие (B_{ϕ}). Фактический класс бетона по прочности монолитных конструкций при контроле по схеме Г принимают равным 80 % средней прочности бетона (R_m) конструкций, но не более минимального частного значения прочности бетона отдельной конструкции или участка конструкции, входящих в контролируемую партию согласно п. 7.5 ГОСТ 18105–2010 [4]:

$$B_{\phi} = 0,8R_m.$$

При больших объемах работ по оценке прочности бетона целесообразно применить статистические методы оценки.

Исходя из вышеизложенного, значение фактического класса бетона по прочности на сжатие (B_{ϕ} , МПа) определено по формуле, величина которого сопоставляется со значением проектного класса бетона ($B_{\text{норм}}$, МПа):

$$B_{\phi} = 0,8\bar{R},$$

где \bar{R} – средняя кубиковая прочность бетона в группе однотипных конструкций, в конструкции или отдельной ее зоне, полученная по результатам испытаний неразрушающими методами или испытаниями отобранных из конструкций образцов бетона.

Результаты испытаний прочности при сжатии бетона конструкций и результаты расчета текущего коэффициента вариации прочности бетона приводятся в Актах испытаний.

Литература

1. ГОСТ 25192-2012 Бетоны. Классификация и общие технические требования. Введ. 2013.01.07. М.: Стандартинформ, 2013. 12 с.
2. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. М.: Минрегион России, 2012. 152с.
3. ГОСТ 26633-2012. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия. Введ. 2014.01.01. М.: Стандартинформ, 2014. 24 с.
4. ГОСТ 18105-2010. Бетоны. Правила контроля и оценки прочности. Введ. 2012.01.09. М.: Стандартинформ, 2012. 16 с.
5. ГОСТ 10180-2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. Введ. 2013.01.08. М.: Стандартинформ, 2013. 36 с.
6. ГОСТ 22783-77 Бетоны. Метод ускоренного определения прочности на сжатие. Введ. 1978.01.07. М.: Минстрой России, 1978. 9 с.
7. ГОСТ 28570-90 Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобранным из конструкций. Введ. 1991.01.01. М.: Стандартинформ, 2005. 11 с.
8. ГОСТ 22690-88 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля. Введ. 1991.01.01. М.: Стандартинформ, 2010. 20 с.
9. ГОСТ 17624-2012. Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности. Введ. 2014.01.01. М.: Стандартинформ, 2014. 22 с.

УДК [658.531:331.1]:[69.007-05]

Владимир Вячеславович Сокольников,
канд. техн. наук, ст. преподаватель,
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: vschief@yandex.ru

Vladimir Viacheslavovich Sokolnikov,
PhD of Tech Sci., Senior Lecturer
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: vschief@yandex.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА

MODELLING ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL RELIABILITY OF THE CONSTRUCTION PROCESS

Рассматриваются теоретические подходы к моделированию организационно-технологической надежности строительства (О-ТН). Анализируются задачи моделирования при различных теоретических подходах к определению и трактовкам О-ТН. Предлагается детерминированная модель О-ТН. Анализируются факторы и параметры детерминированной модели организационно-технологической надежности строительства. Предложена аналитическая математическая модель О-ТН в виде обобщенного интеграла устойчивости промежуточных результатов выполнения технологических процессов. Установлена в явном виде математическая зависимость О-ТН строительства от качества организационно-технологической документации, качества строительного контроля и оперативного управления строительными процессами. Указаны пути исследования аналитической модели О-ТН.

Ключевые слова: факторы, параметры надежности, оперативное управление, устойчивость технологического процесса, теоретическая модель.

Theoretical approaches to modelling organizational and technological reliability (OTR) of the construction process are reviewed. Modelling problems at various theoretical approaches to OTR definition and interpretation are analyzed. A deterministic OTR model is suggested. Factors and parameters of the deterministic model for organizational and technological reliability of the construction process are analyzed. An analytical mathematical model of OTR as a generalized integral of stability of intermediate results in process execution is suggested. A mathematical dependence of construction process OTR on quality of organizational and technological documentation, quality of construction supervision and operating management of construction processes is established in an explicit form. Methods to study the analytical OTR model are specified.

Keywords: reliability factors and parameters, operating management, process stability, theoretical model.

По определению акад. А. А. Гусакова, организационно-технологическая надежность, это «...способность организационных, технологических, управленческих экономических решений обеспечивать достижение заданного результата строительного производства в условиях случайных возмущений, присущих строительству как сложной вероятностной системе» [1]. Рассматривая в [2] методы моделирования организационно-технологической надежности, В. М. Лебедев указывает на необходимость обеспечить моделирование «...положительных и отрицательных обратных связей ... в ускоренном масштабе времени».

Для возможности выработки подхода к построению непрерывно-детерминированной модели организационно-технологической надежности строительства (далее О-ТН_{стр}) необходимо первое приведенное в настоящей статье определение раскрыть через основные понятия строительного производства: «организацию» (определяющую сроки и рациональные методы строительства), «технологию» (определяющую качество готовых конструкций) и «оперативное управление строительными и обеспечивающими процессами» (определяющее непрерывность и своевременность выполнения технологических и обеспечивающих процессов). Можно сказать, что при установлении наилучших, с точки зрения О-ТН_{стр}, соотношений:

– объемно-планировочных, конструктивных параметров сооружения и параметров стройгенплана с параметрами организационно-технологических схем возведения частей сооружений, выполнения отдельных технологических процессов;

- параметров календарных планов работ и поставок, параметров стройгенплана с параметрами организационных схем возведения отдельных частей сооружений;
- своевременности ресурсного обеспечения и выполнения участниками строительства технических регламентов и требований строительного контроля,
- уровень $O-TN_{стр}$ строительства характеризует достижимость нормативных технических параметров качества строительной продукции и соблюдение сроков строительства.

Таким образом, факторами организационно-технологической надежности строительства $O-TN_{стр}$ можно считать: проектные решения, строительные технологии, организационно-технологические решения по способам выполнения технологических процессов, выполнение требований строительного контроля, а также оперативное управление строительными процессами и их ресурсным обеспечением в условиях возникающих отклонений параметров ранее перечисленных факторов.

Учитывая взаимное влияние факторов, $O-TN_{стр}$ можно свести к представлению в виде функции двух независимых вещественных переменных – x_{res} и y_{org} , каждая из которых зависит от параметров, определяемых четырьмя выше перечисленными факторами:

- x_{res} – текущий результат технологического процесса при отклонениях ресурсных параметров его выполнения: кадрово-квалификационных и материально-технических.
- y_{org} – текущий результат технологического процесса при отклонениях организационных параметров его выполнения: сроков, порядка, возникновении внутри и внеплощадочных ограничений выполнения процесса.

Поскольку переменные x_{res} и y_{org} в каждый момент времени строительства принимают отличные от 0 значения, $O-TN_{стр}$ может рассматриваться как непрерывная функция комплексной переменной вида

$$\mathfrak{R} = f(z) = u(x_{res}, y_{org}) + iv(x_{res}, y_{org}),$$

где $z = x_{res} + i y_{org}$; $u(x_{res}, y_{org})$ – функция качества СМР; $v(x_{res}, y_{org})$ – функция продолжительности строительства $T_{смр}$.

Поскольку устойчивость (нормативный характер) текущего результата выполнения технологического процесса, кроме непосредственно рабочих, дополнительно обеспечивается реакцией оперативного управления на возникшее отклонения, а также выполнением требований строительного контроля, то для устойчивости $\mathfrak{I}(t)$, характеризующей отклонения параметров текущих результатов всех выполняемых в момент t_i технологических процессов можно записать следующее выражение

$$\mathfrak{I}(x_{res}, y_{org})|_{t_i} = \frac{\partial^2 f(H_{oy})}{\partial x_{res} \partial y_{org}}; \quad \mathfrak{I} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где: H_{oy} – напряженность оперативного управления технологическим процессом [3].

Тогда, переходя от устойчивости выполнения технологических процессов к организационно-технологической надежности строительства \mathfrak{R} , имеем:

$$\mathfrak{R} = \frac{1}{T_{смр}} \int_0^{T_{смр}} \mathfrak{I} dt = \frac{K_{o-тд}}{T_{смр}} \int_0^{T_{смр}} \int_1^n \int_1^m \frac{K_{c-к}(t)}{H_{oy}(t)} \partial x_{res} \partial y_{org} \partial t; \quad 0 \leq \mathfrak{R} \leq 1; \quad \mathfrak{R} \rightarrow 0, \quad (2)$$

где: $K_{c-к}$ – переменная (коэффициент) выполнения требований строительного контроля; n, m – число ресурсных и организационных параметров выполнения технологических процессов соответственно; $K_{o-тд}$ – переменная (коэффициент) соответствия организационно-технологической документации, характеризующая достаточность детализации и степень соответствия организационно-технологических схем выполнения технологических процессов календарным графикам работ и поставок, объемно-планировочным и конструктивным решениям сооружения, а также параметрам стройплощадки и наиболее сложных рабочих мест.

Полученное выражение (2) позволяет дать следующее определение $O-TN_{стр}$.

Организационно-технологическая надежность строительства $O-TN_{стр}$ – это соответствие организационно-технологических решений и схем выполнения технологических процессов объемно-планировочным и конструктивным особенностям возводимого сооружения, а также методическим и техническим средствам оперативного управления технологическими процессами, обеспечивающее:

- поддержание квалифицированными участниками строительства требуемых значений организационных и ресурсных параметров выполнения технологических процессов;
- своевременное установление иных соотношений параметров выполнения технологических процессов при вероятности или возникновении отклонений;
- а также минимизацию периодов указанных отклонений до значений, не влияющих на сроки возведения объекта и качество СМР.

$O-TN_{стр}$ может быть исследована теоретически, путем составления и расчета элементов схемы регулирования организационных и ресурсных параметров выполнения технологических процессов. Схема, как следует из вышеизложенного, содержит несколько входов (минимум 4) и конечное число выходов (общее число контролируемых параметров), ветви положительной и отрицательной обратной связей по параметрам четырех выше приведенных факторов, математические выражения регулирующих элементов в измеряемых параметрах выполнения процессов.

Наибольшую актуальность исследования модели $O-TN_{стр}$ имеет разработка, исследование и автоматизация методики расчета коэффициента $K_{о-тд}$, (2), задающего начальный уровень организационно-технологической надежности строительства. Обоснование необходимого для обеспечения $O-TN_{стр}$ уровня детализации рассмотрения начальных и граничных условий выполнения технологических процессов и отдельных ключевых операций, разработка методики определения $K_{о-тд}$, для сооружений различного назначения, различных конструктивных схем, с учетом существенных особенностей объемно-планировочных решений, полноты проектной документации (организационно-технологической сложности объекта) должны уточнить детализацию и положения: расчетных методов поточной организации в части регламентирования выделения частных фронтов, составления комплексов работ, расчетов численного и определения квалификационного состава бригад, расчета продолжительностей выполнения комплексов работ на частном фронте, расчета объемов текущей потребности процессов в ресурсах, форм и содержания организационно-технологической документации в составе ППР, ТК, а также нормативов трудоемкости на их разработку, положений договорной документации в части регламентирования выполнения требований строительного контроля.

Выводы:

1. Моделирование $O-TN_{стр}$ должно включать разработку параметрически связанных: организационно-технологических схем возведения частей сооружений, решений по выполнению технологических операций с оценкой устойчивости выполнения процесса по предложенной схеме в конкретных условиях, моделей взаимодействия участников строительства при выполнении требований строительного контроля, а также моделей оперативного управления процессами и их ресурсным обеспечением.

2. Предложенная модель (2) объясняет с позиций двух главных переменных теории строительного производства (качества СМР и расчетного срока строительства) общий характер зависимости $O-TN_{стр}$ от устойчивости выполнения технологических процессов и является одним из вариантов развития теоретической модели поточной организации работ в строительстве и ее приложения к проблеме организационно-технологической надежности. После всесторонних исследований и разработки на ее основе инженерных расчетных методик, модель (2) может применяться для заблаговременной, с целью определения узких мест организации и управления, количественной оценки $O-TN_{стр}$, выполненной в численных значениях материально-технических, организационных, простран-

ственных и временных параметров выполнения технологических процессов, взамен вероятностных оценок.

Литература

1. Гусаков А. А. Организационно-технологическая надежность строительства. М.: SVR-Аргус, 1994. 472 с.
2. Лебедев В. М. Функционально-системное проектирование поточного строительства: монография. Белгород: изд-во БГТУ, 2007. 216 с.
3. Сокольников В. В. Совершенствование оперативного планирования строительно-монтажных работ и их ресурсного обеспечения на основе единой информационной среды управления: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. СПб.: изд-во СПбГАСУ, 2017. 23 с.

УДК 693.547

Анна Алексеевна Царенко, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: Annatsarenko1@yandex.ru

Anna Alekseevna Tsarenko, post-graduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: Annatsarenko1@yandex.ru

КИНЕТИКА ТВЕРДЕНИЯ БЕТОНА В ОГОЛОВКАХ БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

KINETICS OF CONCRETE HARDENING IN BORE PILE HEADS IN WINTER

Определены проблемные ситуации твердения бетона в зимних условиях, с учетом физико-химических процессов, определяющих набор прочности материала. Описана технология устройства буронабивных свай при температурах ниже нуля. Выявлена проблема твердения бетона в оголовках буронабивных свай, вследствие контакта с промерзшим грунтом. Рассмотрены способы прогрева бетона, получившие наибольшее распространение в монолитном домостроении, дана критическая их оценка и выявлены проблемы. Предложены пути решения обозначенных проблем при прогреве бетона за счет изменения схем подключения нагревателей. Сформулированы выводы исследований в области рассматриваемого вопроса.

Ключевые слова: бетон, реакция гидратации, набор прочности, критическая прочность, зимнее бетонирование, греющая проволока, электроды, буронабивные сваи.

Issues of concrete hardening in winter are identified with account for physical and chemical processes determining material strength development. A technology of bore pile installation at below-zero temperatures is described. An issue of concrete hardening in heads of bore piles as a result of contact with frozen ground is identified. Methods of concrete heating, most common in monolithic house construction are described, their critical assessment is performed and basic issues are determined. Ways to solve the mentioned issues related to concrete heating due to changes in connecting diagrams for heaters are suggested. Conclusions in the field of the topic considered are drawn.

Keywords: concrete, hydration reaction, critical strength, cold-weather concreting, heating wire, electrodes, bore piles.

На сегодняшний день основным трендом развития промышленного и гражданского строительства является возведение монолитных конструкций. В связи с этим заметен рост объема строительства из монолитного бетона и железобетона. Для обеспечения бесперебойного производства работ, а также для ускорения ввода в эксплуатацию, возникает необходимость выполнения бетонных работ в течение всего календарного года, в том числе в зимнее время. Что касается производства работ в зимних условиях, то оно определяется не показаниями календаря, а фазовыми переходами воды в твердое состояние, которое зависит от температуры воздуха и атмосферного давления [1]. В северо-западном регионе РФ колебание температуры и давления являются частыми явлениями, которые создают проблемы в технологии строительного производства. В данной статье рассмотрено изготовление буронабивной сваи в зимних условиях в северо-западном регионе.

Устройство буронабивных свай в промерзшем грунте предполагает бурение скважин, с использованием определенного оборудования в зависимости от мерзлотно-грунтовых условий [2], с последующим устройством арматурного каркаса и заполнением скважины бетонной смесью. Контакт температурных полей бетона буронабивной сваи и сезонномёрзлого грунта происходит на границе раздела промерзшей зоны грунта и бетона с внесенным теплом при замешивании. Первоначально бетонная смесь отдает свое тепло, полученное при изготовлении, а также от экзотермической реакции. При этом промерзший грунт прогревается на несколько градусов. Но после недлительного промежутка времени бетон остывает и уже промерзший грунт начинает охлаждать бетонную смесь, приостанавливая твердение и набор прочности бетона.

Для предотвращения негативного влияния отрицательной температуры верхнюю часть буронабивной сваи, которая контактирует с сезонномёрзлым грунтом, необходимо прогревать. В Санкт-Петербурге и Ленинградской области глубина промерзания грунта (d_f) составляет от 1,0 м до 1,5 м.

Выбор способа производства бетонных работ в зимнее время зависит от ряда факторов, а именно от: модуля поверхности конструкции и объема бетона, объемно-планировочного решения здания, характера армирования и температуры наружного воздуха. В каждом конкретном случае выбор способа должен быть обоснован технологическими и технико-экономическими расчетами [3]. Массовое применение при бетонировании буронабивных свай в зимних условиях нашли такие способы, как электродный прогрев бетона и прогрев бетона стальной изолированной проволокой. Для сравнения вариантов прогрева бетона рассмотрены сваи различного сечения – 350 мм, 550 мм и 1200 мм (рис. 1).

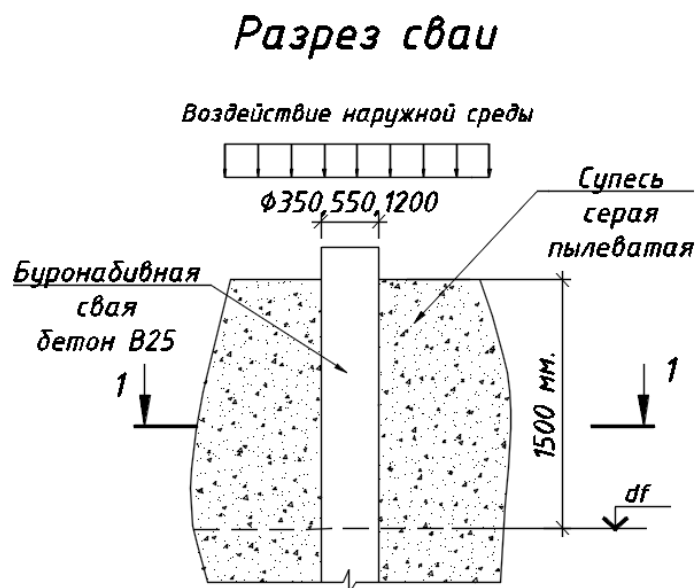


Рис. 1. Схема расположения буронабивной сваи в грунте с диаметром 350 мм, 550 мм и 1200 мм

Электродный прогрев основан на пропускании переменного электрического тока с частотой 50 Гц через бетон, уложенный в скважину. Для прогрева свай, у которых длина существенно больше размеров поперечного сечения, используют струнные электроды. Электропрогрев прекращается при достижении бетоном оголовка сваи 40 % нормативной прочности (R_{28}). Для предотвращения потери тепла в зоне оголовка сваи необходимо укрывать теплоизоляцией во время выполнения работ [4]. Следует отметить, что межэлектродное расстояние зависит от удельного электрического сопротивления свежееуложенного бетона. Минимальное расстояние между электродами при прогреве бетона в Санкт-Петербурге составляет 200 мм [3].

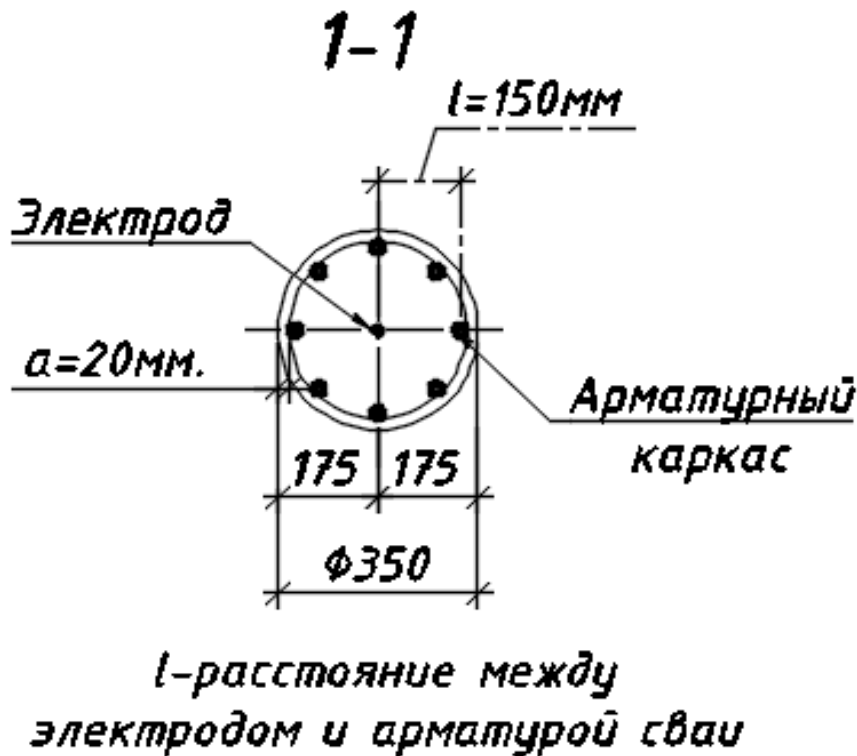


Рис. 2. Разрез буронабивной сваи диаметром 350 мм с расположением электрода в центре сваи

При устройстве буронабивных свай диаметром 350 мм на защитный слой арматурного каркаса отводится минимум по 20 мм с каждой стороны. Для расчета расстояния между электродом первой фазы, нулевой фазы и армокаркасом также надо учитывать толщину арматурных стержней 10 мм. Расстояние между электродом и арматурным каркасом составляет 150 мм, что меньше нормативно минимального расстояния 200 мм (рис. 2). В данном случае тепловые поля расположены слишком близко и возможен перегрев бетона, который ведет к деструкции материала. При прогреве сваи с сечением 350 мм рационально использовать прогрев стальной изолированной проволокой.

Для сравнения расположения электродов в центре конструкции также рассмотрены сваи с сечением 550 мм, расстояние между электродом и арматурным каркасом составляет 250 мм, что удовлетворяет нормативным требованиям.

Способ прогрева бетона греющими изолированными проводами получил наибольшее распространение в монолитном домостроении. Отличие способа заключается в том, что прогрев бетона осуществляется не с поверхности конструкции, а изнутри. После устройства опалубки и арматурного каркаса, до бетонирования, в тело будущей конструкции укладываются спирали стальной изолированной проволоки, которые являются источником тепловыделения.

Длина нагревателя определяется экономической и технической стороной вопроса. Необходимо принимать длину провода так, чтобы она была не больше оптимальной, так как это ведет к излишнему расходу провода, но при этом уменьшение длины ведет к перегреву проволоки, что вызывает перепад температуры и возникновение деструктивных явлений. Принятая длина греющего провода, в условиях строительства в Санкт-Петербурге, с учетом параметров внешней среды и модуля поверхности конструкции, составляет 45 м.

Пример расположения стальной изолированной проволоки на развороте сечения колонны с диаметром 350 мм показан на рис. 3. Шаг проволоки составляет 70 мм. Глубина промерзания 1,5 м.

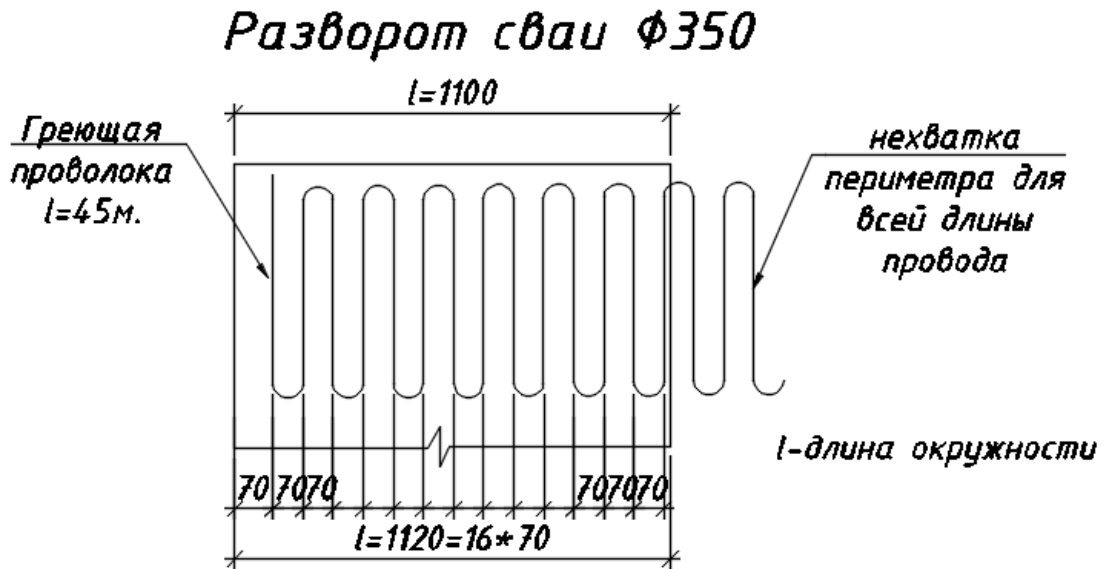


Рис. 3. Разрез буронабивной сваи диаметром 350 мм с навитой греющей проволокой

Длина греющей проволоки, которую возможно расположить с шагом 70 мм в оголовке сваи диаметром 350 мм составляет 25,5 м, в свае диаметром 550 мм составляет 42 м, что меньше требуемой длины. Из этого следует, что площадь наружной поверхности прогреваемого участка не позволяет разместить спираль расчетной длины, следовательно, невозможно достигнуть требуемой температуры при прогреве, что в свою очередь, не позволяет достигнуть требуемой прочности.

Принимая во внимание данные обстоятельства, предложен иной технологический прием прогрева бетона в верхней части буронабивной сваи стальной изолированной проволокой.

Спираль расчетной длины делится на отрезки, каждый из которых расположен на своем конструктивном элементе и которые соединены между собой электрическим проводом, сечение которого соответствует току в спирали. Схема подключения таких составных спиралей такая же, как и цельных спиралей.

Для расположения расчетной длины в каждом конструктивном элементе, делим длину на 3 буронабивные сваи, расположенные в свайном кусте. На каждую сваю приходится по 15 м греющего провода. Расстояние между сваями составляет 1000 мм, на данную длину укладывается медный провод ввод. Вид сверху на куст свай, состоящий из трех элементов, представлен на рис. 4. Шаг укладки проволоки составляет 120 мм. Провода соединены между собой метровыми медными электрическими проводами.

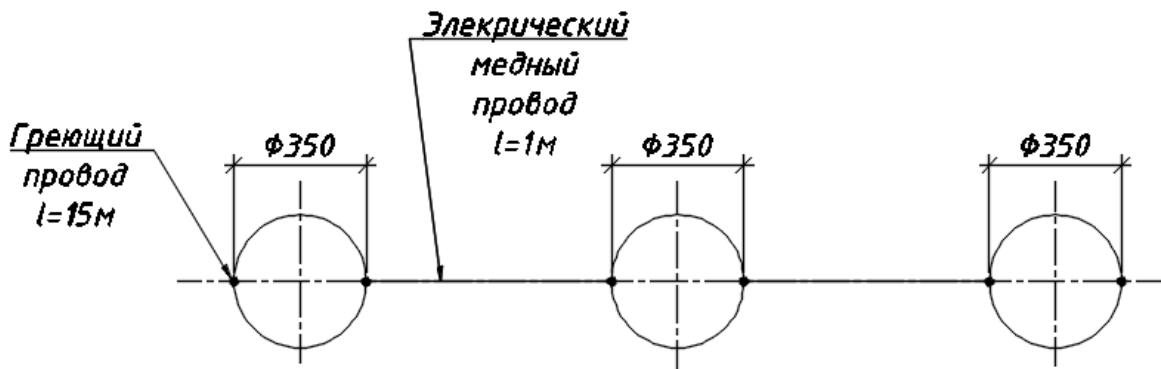


Рис. 4. Вид сверху на свайный куст с диаметром сваи 350 мм

Для соединения составных спиралей используется медный провод диаметром 2,0 мм, обладающий высокой коррозионной стойкостью и высокой электрической проводимостью. Провода, выполненные из меди, более гибкие и прочные, при производстве бетонных работ могут контактировать с воздухом и при этом не будут окисляться. Чтобы не допустить расплавления и обгорания изоляции, а также перегорания греющих проводов в массе бетона, конец нагревателя соединяется с отводами медной жилой, сечением не менее 2,5 мм. По окончании прогрева ввод обрезается и может повторно использоваться еще 2–3 раза [5].

При использовании данного технологического приема возможно разместить расчетную длину греющего провода по всей площади наружной поверхности прогреваемого участка, а именно в промерзающую верхнюю часть буронабивной сваи. При применении разделения расчетной длины на каждый элемент во время прогрева бетона стальной изолированной проволокой температура бетона соответствует нормативным требованиям. Благодаря этому твердеющий бетон в зимних условиях набирает проектную прочность, согласно нормативам.

В ходе выполненного исследования был проведен анализ наиболее распространенных способов прогрева бетона в зимних условиях. Детально рассмотрены способ электродного прогрева и прогрев бетона стальной изолированной проволокой. Определены достоинства и недостатки в технологии данных способов, выявлены проблемные ситуации расчета режимов выдерживания бетона при отрицательной температуре, заключающиеся в том, что в сваях малого диаметра невозможно разместить электроды с нормативным расстоянием, а также невозможно расположить спираль из стальной проволоки расчетной длины. Даны основные рекомендации по технологии прогрева бетона буронабивной сваи в зимних условиях, основанные на исследованиях существующих методических рекомендаций, а также на производственной практике бетонирования при отрицательных температурах. Предложен иной технологический прием прогрева бетона в оголовках буронабивных свай, заключающийся в разделении расчетной длины проволоки на несколько участков с соединением составных частей спиралей медным проводом.

Литература

1. Лучинина А. А., Юдина А. Ф. Кинетика нарастания прочности бетона в построечных условиях // Актуальные проблемы строительства: Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов, молодых ученых и докторантов; СПбГАСУ. В 2 ч. Ч. 2. СПб., 2015. С. 340–343.
2. Дикман Л. Г., Ермошкин П. М. Сооружения фундаментов промышленных зданий на буронабивных сваях. М.: Строиздат, 1976. 44 с.
3. Колчеданцев Л. М., Васин А. П., Осипенкова И. Г., Ступакова О. Г. Технологические основы монолитного бетона. Зимнее бетонирование: Монография. СПб.: Издательство «Лань», 2016. 280 с.
4. Методическое пособие по устройству ограничений из буронабивных свай 7399: разработано в ОАО ПКТИпромстрой. М., 2001. 67 с. URL: <http://www.gostrf.com/normadata/1/4293853/4293853844.pdf> (дата обращения: 25.04.2018).
5. Методические рекомендации о применении нагревательных проводов и кабелей. ГОССТРОЙ СССР, ЦНИИОМТП. М., 1986. 88 с.

УДК 624.15

Мария Анатольевна Цыганкова, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: maria.grey@mail.ru

Maria Anatolievna Tsygankova, post-graduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: maria.grey@mail.ru

КЛАССИФИКАЦИЯ ОБОЛОЧЕЧНЫХ ФУНДАМЕНТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В Г. ТЮМЕНИ И ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

CLASSIFICATION OF SHELL FOUNDATIONS USED IN TYUMEN AND THE TYUMEN REGION

Приведены примеры строительства оболочечных фундаментов в г. Тюмени и Тюменской области. Описана технология возведения пологих ленточно-оболочечных фундаментов. Рассмотрены примеры различных конструктивных решений оболочечных фундаментов и дано краткое описание технологии их возведения. Разработана классификация оболочечных фундаментов, применяемых в г. Тюмени и Тюменской области. Предложена классификация оболочечных фундаментов по следующим признакам: по назначению, по конструктивному типу оболочки, по глубине заложения, по системному типу оболочки, по материалу оболочечной части фундамента, по виду армирования, по виду подоболочечного пространства.

Ключевые слова: классификация фундаментов, оболочечный фундамент, осесимметричный фундамент, бинарный фундамент, оболочка, технология строительства фундаментов.

Case studies of constructing shell foundations in Tyumen and the Tyumen Region are presented. A technology of erecting strip-shell foundations on sloping ground is described. Various designs of shell foundations are considered. A process of their erection is briefly described. A classification of shell foundations used in Tyumen and the Tyumen Region is developed. The following classification of shell foundations according to the characteristics below was suggested: purpose, shell design, foundation depth, systemic type of the shell, material of the foundation shell, reinforcement, type of space under the shell.

Keywords: classification of foundations, shell foundation, axisymmetric foundation, binary foundation, shell, foundation construction technology.

Последние годы в г. Тюмени и Тюменской области широкое распространение получили инновационные технологии фундаментостроения – оболочечные конструкции фундаментов. Многочисленные исследования и расчеты данных типов фундаментов свидетельствуют о снижении осадок здания в период эксплуатации, снижении материалоемкости по сравнению с традиционными видами фундаментов, увеличении прочностных характеристик несущей конструкции здания.

Наиболее широкое применение по г. Тюмени и Тюменской области получили пологие ленточно-оболочечные фундаменты мелкого заложения, имеющие одинарную конструкцию оболочки, выполненную из железобетона по естественному грунтовому основанию [1]. Такие фундаменты были возведены в ЖК «Акварель», расположенном по адресу г. Тюмень, ул. Гаврическая, в ЖК «Апрель», расположенном западнее д. Ожогина в границах улиц Федюнинского – Червишевский тракт – граница кооператива «Южный», в ЖК «Ямальский-2», расположенном по ул. Закалужская, в ЖК «Ожогина», расположенном по ул. Федюнинского, в ЖК «Соседи», расположенном по ул. Геологоразведчиков, а также в г. Ялуторовске по ул. Северная, д. 90 и Полевая, д. 62.

Технология возведения данных типов фундаментов заключается в производстве земляных работ, опалубочных, арматурных работ, бетонировании и уходе за бетоном [2].

Земляные работы производятся в три этапа: на первом этапе производят механизированную разработку котлована при помощи экскаватора до проектной отметки верха оболочки с учетом толщины грунта, подлежащего дальнейшей разработке при формировании грунтовых целиков. На втором этапе производится механизированная разработка грунта в траншеях, предусмотренных под ленточные фундаменты (опорные контуры) с учетом толщины грунта, подлежащего дальнейшей доработке и с учетом толщины щебеночной подсыпки. На третьем этапе производится ручное формирование криволиней-

ной поверхности грунтового целика рабочими при помощи штыковых и совковых лопат. В целях неразрушения естественного грунтового массива и неразмывания его дождевыми водами по завершению ручного формирования грунтовых целиков устраивается бетонная подготовка из тощего бетона [3].

Армирование ленточной части фундамента производится отдельными стержнями и пространственными каркасами в следующей последовательности: укладка стержней нижней рабочей арматуры с перевязкой их в местах пересечения вязальной проволокой, укладка пространственных каркасов, укладка стержней верхней рабочей арматуры с перевязкой стержней арматурной проволокой. Армирование оболочек производится отдельными криволинейными арматурными стержнями, изготовленными в построечных условиях при помощи гидропресса. Геометрические размеры изготовленных криволинейных стержней не должны превышать отклонения свыше 5 %. Формирование проектной кривизны арматурных стержней выполняется арматурщиком не ниже 3-го разряда. Проверка геометрической правильности кривизны производится по лекалу, изготовленному в натуральную величину в соответствии с проектными размерами. Армирование оболочечных частей фундамента выполняется в два этапа: на первом этапе с шагом 150 мм укладываются поперечные криволинейные стержни оболочек и связываются с продольными стержнями в местах пересечения вязальной проволокой, укладка стержней производится с учетом защитного слоя бетона, на втором этапе укладываются продольные прямолинейные стержни арматуры с шагом 200 мм.

Бетонирование ленточно-оболочечного фундамента производится слоями одинаковой толщины, при бетонировании опорных контуров толщина слоя 30–40 см, при бетонировании оболочки – на всю высоту 15 см. Уплотнение бетонной смеси производится глубинным вибратором. После уплотнения поверхность бетона заглаживается. В процессе ухода за бетоном поддерживаются температурно-влажностные условия для набора прочности бетона.

Также известен пологий бинарный ленточно-оболочечный фундамент мелкого заложения, выполненный по естественному основанию, представленный в работе [4].

Технология возведения данного типа фундамента заключается в производстве земляных работ, опалубочных и арматурных работ под опорные контуры, армирования и бетонирования оболочки фундамента, приклейки композиционного материала, бетонирования опорных контуров и ухода за бетоном.

Земляные работы при данном конструктивном решении фундамента производятся так же, как и в вышеприведенном примере, в три этапа – механизированная разработка котлована до проектной отметки верха оболочки, затем разработка грунта в траншеях под опорные контуры, далее ручное формирование криволинейной поверхности грунтовых целиков. Для закрепления грунта и предотвращения осыпания и размывания дождевыми водами по верхней части криволинейной поверхности грунтовых целиков производят предварительное бетонирование тощим бетоном для фиксации устойчивого оболочечного массива. По завершении земляных и подготовительных работ, а также проведения контроля качества выполненных работ, производят установку опалубки и армирование ленточных фундаментов под несущие стены здания. Затем производят бетонирование оболочки на всю высоту. По истечении срока набора прочности бетона осуществляют приклейку силовой мембраны из композиционных материалов с фиброй при помощи двухкомпонентного эпоксидного клея, производя анкеровку опорных частей композиционного материала с фиброй к средним стержням каркаса ленточного фундамента. Следующим этапом является бетонирование опорных контуров с замоноличиванием в теле ленточного фундамента части композиционного материала.

Также разработана конструкция пологого ленточно-оболочечного мембранного фундамента мелкого заложения, выполненного по естественному основанию [5]. Отличительной особенностью мембранного фундамента от вышеприведенной конструкции явля-

ется отсутствие промежуточной железобетонной оболочки между грунтовым основанием и композиционным материалом с фиброй.

В качестве альтернативы приведенным технологиям устройства пологих ленточно-оболочечных фундаментов в работе [6] рассматривается осесимметричный бинарный оболочечный фундамент мелкого заложения, выполненный по искусственному основанию.

Технология возведения данного типа фундамента заключается в производстве земляных работ, планировании щебеночного основания, опалубочных работ, работ по формированию искусственного подоболичечного массива из щебня, бетонирования оболочки, приклейки композиционного материала, бетонирования опорных контуров и ухода за бетоном.

Земляные работы производятся механизированным способом на всю высоту котлована. После ручной доработки грунта на дне котлована производится щебеночная подготовка толщиной 300 мм с уплотнением вибротрамбовками. Согласно проекту производства работ, под несущими стенами здания производят установку опалубки опорных ребер из щитов фанеры и установку арматурных каркасов опорных ребер. Затем пространство между опалубочными конструкциями отсыпают щебнем с последующим формированием и уплотнением щебеночных целиков под оболочку. Следующим этапом производят бетонирование оболочечной части фундамента толщиной 100 мм. После набора необходимой прочности бетоном к верхней поверхности оболочки производят приклейку высокопрочной ткани углеродных волокон при помощи двухкомпонентного эпоксидного клея, производя анкеровку опорных частей высокопрочного холста к средним стержням каркаса опорного ребра. Последним этапом производится бетонирование опорных контуров бетоном марки В25 слоями одинаковой толщины с уплотнением бетонной смеси глубинным вибратором.

Большое многообразие конструктивных схем выпуклых вверх по отношению к грунту оболочечных фундаментов влечет за собой необходимость создания классификации, т. е. разделения их на разновидности согласно каким-либо признакам, существенным для выбора конструктивной схемы оболочечного фундамента.

Классификация оболочечных фундаментов:

1. По назначению:

1.1 фундаменты зданий, представляют собой систему перекрестных основных и вспомогательных железобетонных контуров (ленточных фундаментов), расположенных под несущими и самонесущими стенами здания, объединенных выпуклыми вверх оболочками, предназначенными для вовлечения подоболичечного пространства в работу во время естественной осадки здания и уменьшения конечных осадочных значений (рис. 1(а)) [1];

1.2 фундаменты сооружений, представляющие собой отдельно стоящие осесимметричные пологие фундаменты-оболочки (рис.1б) [6].



а)



б)

Рис. 1. Виды оболочечных фундаментов по назначению:
а – оболочечный фундамент зданий; б – оболочечный фундамент сооружений

2. По конструктивному типу оболочки:

2.1 осесимметричный фундамент – оболочечный фундамент с применением выпуклой вверх полой оболочки, армированной по радиальной схеме с критерием пологости $f/L_1 = 1/8$, где f – стрела подъема оболочки, м, L_1 – расстояние между ленточными фундаментами в свету, м (рис. 2а) [6];

2.2 пологий фундамент – оболочечный фундамент с применением тонкостенной оболочки, закрепленной по двум сторонам вдоль образующих в основных ленточных фундаментах, толщина оболочек принимается равной $t_{об} = (1/15 \div 1/25)L_1$, м, где L_1 – расстояние между ленточными фундаментами в свету, м. Стрела подъема оболочек назначается в пределах $f = (1/5 \div 1/12)L_1$, м (рис. 2б) [2].

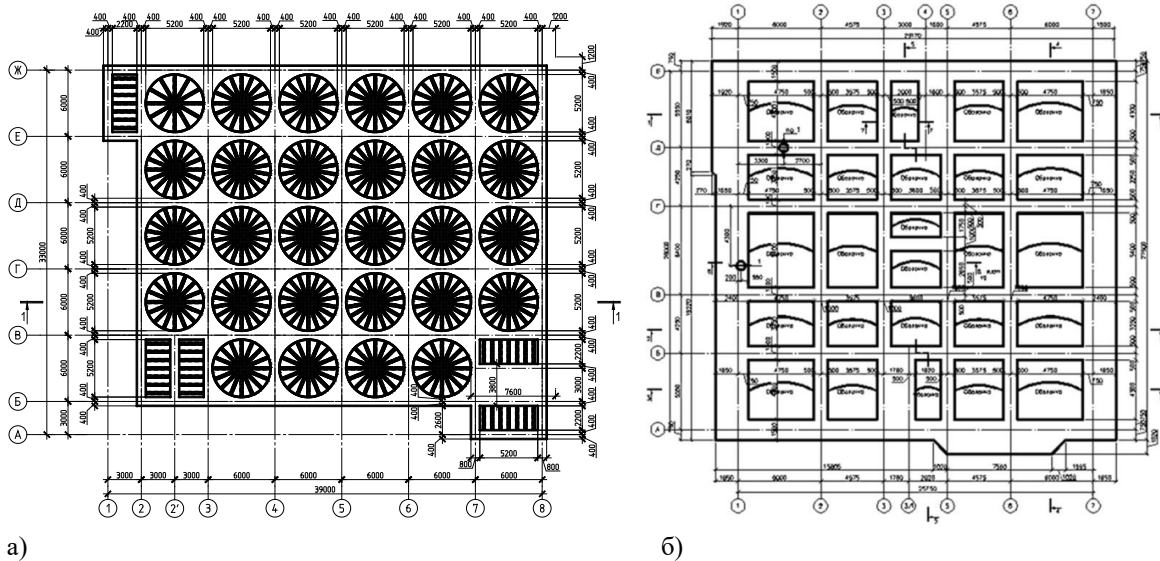


Рис. 2. Виды оболочечных фундаментов по конструктивному типу оболочки:

а – план осесимметричного оболочечного фундамента; б – план пологого оболочечного фундамента

3. По глубине заложения:

3.1 фундаменты мелкого заложения – ленточные или отдельно стоящие оболочечные фундаменты, глубина заложения которых регламентируется п. 5.5 СП 22.13330, применяемые на грунтах с низким уровнем грунтовых вод и с модулем упругости $E \geq 5$ МПа (рис. 3а) [3];

3.2 фундаменты глубокого заложения – оболочечные фундаменты, устроенные по свайному основанию, применяемые на слабых грунтах с модулем упругости $E \leq 5$ МПа, а также при повышенном уровне грунтовых вод при недостаточной мощности плотных грунтов ниже уровня устройства фундаментов, подстилаемых слабыми пылевато-глинистыми грунтами с малым значением расчетного сопротивления $R < 200$ кПа, и малым модулем деформации $5 < E < 10$ МПа (рис. 3б) [7].

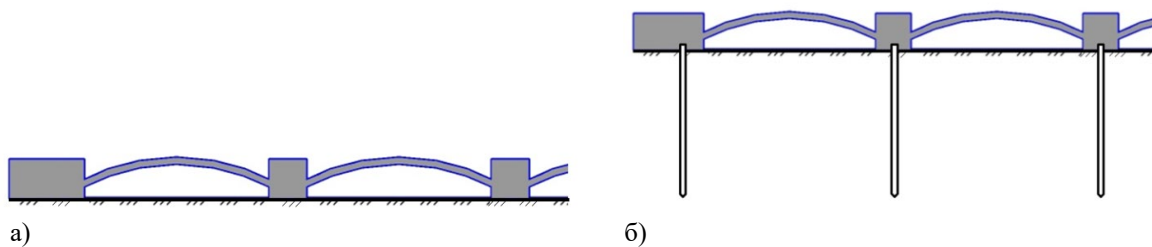


Рис. 3. Виды оболочечных фундаментов по глубине заложения:

а – оболочечный фундамент мелкого заложения; б – оболочечный фундамент глубокого заложения

4. По системному типу оболочки:

4.1 одинарная – конструкция оболочки фундамента состоит из одного типа материала – железобетона, предусматривающего конструкционный тяжелый бетон средней плотности от 2200 кг/м³ до 2500 кг/м³ включительно (рис. 4а) [2];

4.2 бинарная – конструкция бинарной оболочки состоит из армированной бетонной оболочки, выпуклой вверх, и несущей мембраны, замоноличенной по периметру в ребра опорного контура (рис. 4 б). Несущая мембрана плотно прилегает к бетонной оболочке, повторяя ее очертание [4].

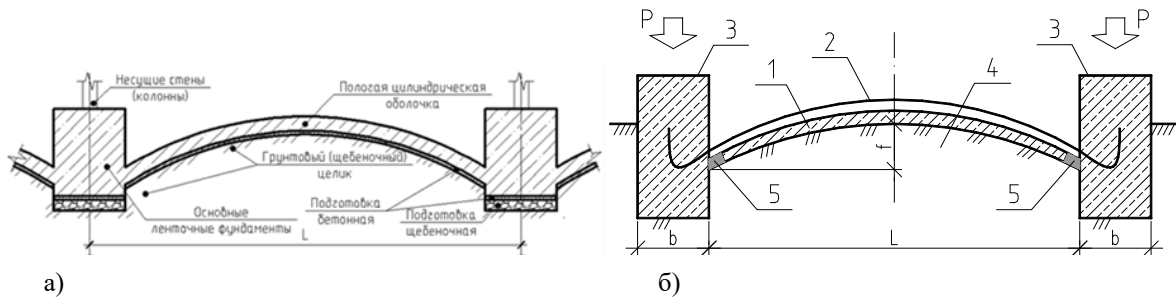


Рис. 4. Виды оболочечных фундаментов по системному типу оболочек:

а – одинарная оболочка; б – бинарная оболочка: 1 – армированная бетонная оболочка, 2 – несущая мембрана, 3 – опорный контур, 4 – грунтовое основание, 5 – упругая прокладка

5. По материалу оболочечной части фундамента:

5.1 железобетон – использование железобетонной серповидной оболочки с трехкратным уменьшением высоты сечения от середины к краям, арматура которой при нагружении фундамента растягивается и оболочка вовлекает грунтовое основание в работу (рис. 5а) [3].

5.2 мембрана – использование мембранного покрытия, состоящего из двух или более компонентов, воспринимающего растягивающие усилия при нагружении фундамента, при осадке ребер несущая мембрана натягивается и вовлекает в работу грунтовое основание (рис. 5б) [5].

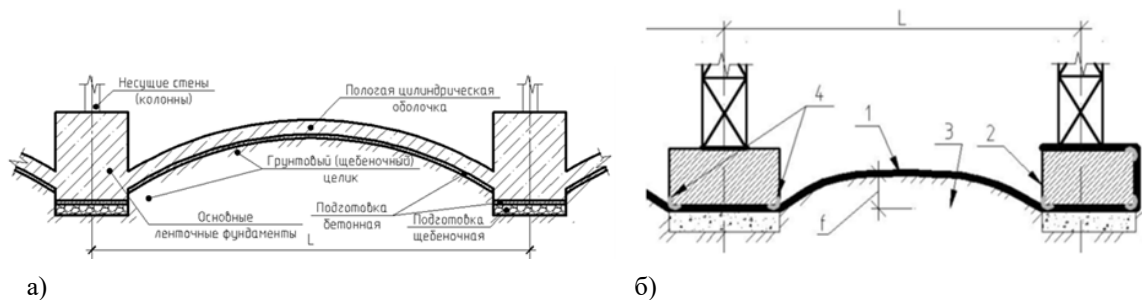


Рис. 5. Виды фундаментов по материалу оболочечной части:

а – железобетонный оболочечный фундамент; б – мембранный фундамент: 1 – мембрана, 2 – опорный контур, 3 – грунтовое основание, 4 – ПВХ труба

6. По виду армирования:

6.1 стальная арматура – прочностные и деформационные характеристики арматуры принимаются согласно норм СП 52-101-2003, СП 63.13330, в качестве армирования используется гладкая арматура класса А240, арматура периодического профиля классов А300; А400 (А400С); А500 (А500С, А500СП); В500 (Вр-І, В500С) [1];

6.2 композиционный материал – применяется неоднородный сплошной материал, с армирующими элементами (наполнитель), обеспечивающими необходимые механические характеристики материала, и матрица (связующее), обеспечивающее совместную ра-

боту армирующих элементов, в качестве армирующих элементов применяют волокна из углерода, арамида, базальта и стекла [4].

7. По виду подбололочного пространства:

7.1 естественное – выполняемое по естественному грунтовому основанию с целью формирования «грунтовых целиков» без разрушения естественной структуры грунта с последующим устройством по ним оболочечной части фундамента (рис. 6а).

7.2. искусственное – выполняемое из различных строительных материалов, например гравий, щебень (рис. 6б).

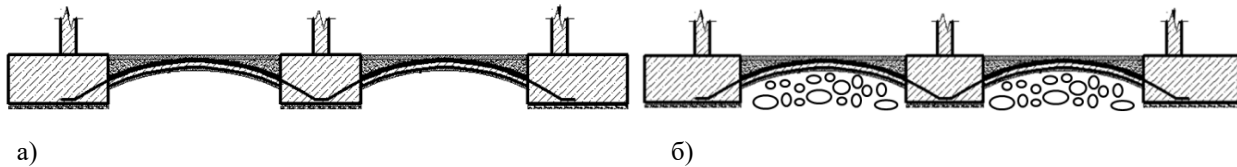


Рис. 6. Конструктивные типы оболочек по назначению:
а – оболочечный фундамент зданий; б – оболочечный фундамент сооружений

Таким образом, разработана искусственная классификация, содержащая упорядоченные группы, по которым распределены объекты оболочечных фундаментов на основании их сходства в определенных свойствах. Данная классификация отвечает требованиям выбора конструктивного решения фундаментов-оболочек, согласно которому можно проанализировать материальные и трудовые затраты, связанные с возведением фундамента, а также оценить и выбрать более экономичный вариант устройства оболочечных фундаментов (рис. 7).



Рис. 7. Классификация пологих выпуклых вверх по отношению к грунту оболочечных фундаментов

Литература

1. Ким Б. Г., Пронозин Я. А., Волосюк Д. В. Устройство ленточных фундаментов мелкого заложения объединенных пологими оболочками // Механизация строительства. 2014. № 9(843). С. 9–14.

2. Пронозин Я. А., Цыганкова М. А., Волосюк Д. В. Технологические аспекты и экономические показатели устройства ленточных фундаментов мелкого заложения, объединенных пологими оболочками // Вестник ПНИПУ «Строительство и архитектура». 2014. № 3. С. 179–193.
3. Ким Б. Г., Пронозин Я. А., Цыганкова М. А., Волосюк Д. В. Опыт возведения ленточных фундаментов мелкого заложения, объединенных пологими оболочками в сложных инженерно-геологических условиях г. Тюмени // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 5. URL: <http://www.science-education.ru/111-10407> (дата обращения: 12.05.2018).
4. Пронозин Я. А., Порошин О. С., Мельников Р. В. К вопросу использования оболочек и мембран в качестве сплошных фундаментов зданий и сооружений // Вестник гражданских инженеров. 2010. № 4(25). С. 78–85.
5. Епифанцева Л. Р. Экспериментальные исследования взаимодействия мембранного фундамента с глинистым основанием // Вестник гражданских инженеров. 2013. № 1(36). С. 65–68.
6. Пронозин Я. А., Мельников Р. В. Результаты экспериментально-теоретических исследований взаимодействия осесимметричного фундамента-оболочки с грунтовым основанием // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2010. № 5. С. 114–119.
7. Тер-Мартиросян З. Г., Пронозин Я. А., Степанов М. А. Обоснование использования свайно-оболочечных фундаментов с предварительно напряженным грунтовым основанием // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2012. № 4. С. 2–5.

УДК 658.5:692

Вера Михайловна Челнокова,
канд.техн.наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
Юлия Сергеевна Винокурова, инженер
(АО «АТОМПРОЕКТ»)
Екатерина Павловна Кондра,
помощник главного инженера проекта
(ООО «МегаМейд Проект»)
E-mail: ver-m@list.ru, julyvin@mail.ru,
kondra.ekaterina@mail.ru

Vera Mikhailovna Chelnokova,
PhD of Tech Sci., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
Yulia Sergeevna Vinokurova, Engineer
(JSC ATOMPROEKT)
Ekaterina Pavlovna Kondra,
Project Assistant Chief Engineer
(MegaMade Project LLC)
E-mail: ver-m@list.ru, julyvin@mail.ru,
kondra.ekaterina@mail.ru

**МЕТОДИКА КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ
ПОТОЧНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ
С ОБЪЕДИНЕНИЕМ ИХ В КОМПЛЕКСЫ**

**METHOD OF SCHEDULING FLOW CONSTRUCTION
OF FACILITIES WITH THEIR SUBSEQUENT
COMBINATION INTO COMPLEXES**

В статье рассматривается порядок календарного планирования строительства объектов и комплексов. Описана методика расчета объектных расписаний и объединение их в комплексные. Расчет производится на основе вариантного анализа поточных методов организации строительства с учетом ограничений, накладываемых на связи между работами. Даны требования к составлению трех разновидностей комплексных потоков как с сохранением объектных расписаний, так и без при условии минимизации продолжительности строительства или ликвидации простоев бригад. Приводится порядок формирования календарных планов объектов и их комплексов с помощью программы управления проектами *Microsoft Project*.

Ключевые слова: календарные планы, методы поточной организации строительства, связи между работами, объектные расписания, комплексные потоки, программа управления проектами.

A procedure for scheduling construction of facilities and their complexes is described in the article. A method to calculate facility schedules and their combination into group schedules is described. The calculation is made through a variance analysis of flow methods of construction management with account for limitations existing due to relations between works. Requirements for development of three types of complex flows both with facility schedules retained and without such schedules in the context of minimization of construction duration or elimination of teams' off-time are given. A procedure for making schedules for facilities and their complexes using *Microsoft Project* management software is described.

Keywords: schedules, methods of flow construction management, relations between works, facility schedules, complex flows, project management software.

Календарное планирование представляет собой моделирование увязки процессов при строительстве объектов и комплексов.

Целью календарного планирования возведения объектов и комплексов является [1]:

- обоснование заданной или выявление технически и ресурсно возможной продолжительности строительства объектов и комплексов;
- определение сроков строительства и ввода в эксплуатацию объектов, а также сроков выполнения основных видов работ;
- определение объемов строительно-монтажных работ в отдельные календарные периоды в процессе строительства;
- определение сроков поставки основных материалов и конструкций, а также оборудования для строящихся объектов;
- определение требуемого количества строительных кадров и основных видов и сроков использования строительной техники, машин и механизмов.

Основные методы организации строительства объектов и комплексов основаны на поточном выполнении строительно-монтажных работ [2].

Поточные методы организации работ определяются характером увязки работ в их технологической последовательности во времени и пространстве, с учетом ограничений, накладываемых на связи между работами. Основными связями между работами являются ресурсные и фронтальные связи.

Ресурсная связь – это связь между работами одного вида, выполняемыми на смежных частных фронтах. Фронтальная связь – это связь между смежными работами разных видов, выполняемых на одном частном фронте.

Наибольшее использование в строительстве получили следующие методы поточной организации работ.

Метод с критическими работами, выявленными при учете ресурсных и фронтальных связей (МКР) характеризуется началом каждой последующей работы после завершения предшествующей при условии готовности для нее фронта работ.

Метод с непрерывным использованием ресурсов (МНИР) формируется исходя из условия нулевого растяжения ресурсных связей, то есть беспростойной работы всех бригад при переходе с одного частного фронта на другой.

Метод с непрерывным освоением частных фронтов работ (МНОФР) формируется исходя из условия нулевого растяжения фронтальных связей, то есть немедленным началом каждой последующей работы после завершения предшествующей на каждом частном фронте.

На основе расчета поточной организации работ для зданий или сооружений формируются объектные расписания (объектные потоки). Из возможных конкурентоспособных вариантов выбирается наиболее соответствующий конкретным условиям метод организации работ [2]. Объектные потоки затем сводятся в комплексные потоки [3].

Разработана методика [4] формирования и расчета следующих разновидностей комплексных потоков.

Комплексный поток уплотненный (КПУ). Формирование КПУ происходит с сохранением структуры первого в очереди объектного потока и обеспечении непрерывного выполнения всех работ первого вида. Сроки выполнения прочих видов работ определяются наличием фронтов работ и ресурсов.

Комплексный поток агрегированный (КПА). Обеспечивает отсутствие простоев при переходе бригад из одного объектного потока в другой, но характеризуется увеличением времени простоев фронтов и увеличением продолжительности каждого отдельного потока.

Комплексный поток комбинированный (КПК). Обеспечивает полное сохранение структуры объектных потоков, но характеризуется большим растяжением ресурсных связей (то есть простоями бригад при переходе с объекта на объект). КПК формируются

посредством выявления возможных периодов смещения последующего объектного потока относительно предшествующего, исходя из принципа непрерывной работы каждой бригады, в качестве расчетного принимается максимальное смещение.

В настоящее время представлено достаточно большое количество компьютерных программ для календарного планирования. В строительстве наибольшее распространение получила программа управления проектами *Microsoft Project* [5].

Программы управления проектами *Microsoft Project* позволяют:

- разрабатывать календарные планы строительства объектов;
- объединять календарные планы отдельных объектов в комплексы;
- определять потребность в различных видах ресурсов;
- проводить стоимостный анализ выполнения работ;
- отслеживать фактическое выполнение работ.

Календарное планирование поточного строительства объектов с объединением их в комплексы выполняется в следующем порядке.

1. Формируются и рассчитываются матрицы различных методов поточной организации работ для отдельных объектов [2].

2. На основе вариантного анализа выбирается для объекта наиболее соответствующий конкретным условиям метод организации работ.

3. По выбранному методу формируются объектные расписания (потоки) для каждого объекта.

4. Формируются и рассчитываются матрицы все разновидностей комплексных потоков из объектных [4].

5. На основе вариантного анализа выбирается наиболее соответствующий конкретным условиям комплексный поток.

6. В программе управления проектами *Microsoft Project* строятся календарные планы производства работ на объектах и возведения комплекса объектов.

Для построения календарных планов производства работ на объектах в программе *Microsoft Project* вводится иерархическая структура работ [6]. Работы низшей иерархии (простые) не включают в себя других работ и определяют продолжительности, трудоемкости и стоимости составных работ. Простыми работами являются работы, выполняемые по частным фронтам. Они составляют комплексы работ, выполняемых бригадами, которые в свою очередь входят в циклы работ (нулевой цикл, возведение надземной части и т. д.). Все циклы объединяются в цель проекта – «Строительство здания».

Между работами устанавливаются различного рода связи, которые записываются в графу «Предшественники».

В МКР предшественниками являются работы, предшествующие и по ресурсным и по фронтальным связям.

Для построения календарного плана по МНИР предшественником для каждой работы на первом фронте является начало предыдущей работы на первом фронте плюс запаздывание, которое равно периоду развертывания смежных видов работ. Для второго и последующих фронтов предшественниками являются работы, предшествующие по ресурсным связям.

Для построения календарного плана по МНОФР предшественником для каждого фронта является начало первой работы на фронте плюс запаздывание, которое равно периоду развертывания смежных фронтальных комплексов. Для второй и последующих работ предшественниками являются работы, предшествующие по фронтальным связям.

Для построения календарных планов строительства комплексов зданий и сооружений в программе *Microsoft Project* календарные планы производства работ на объектах собираются в работу высшей иерархии, то есть «Строительство здания».

Таким образом, в календарный план комплекса вставляются все объектные расписания. Затем между ними накладываются связи.

В КПУ предшественниками являются работы на объектах, предшествующие и по ресурсным и по фронтальным связям. При этом при установлении зависимости по фронтальным связям учитывается совмещение смежных работ на объекте как опережение в выполнении работ.

В КПА предшественником для каждой работы на первом объекте является начало предыдущей работы на первом объекте плюс запаздывание, которое равно периоду развертывания смежных видов работ. Для второго и последующих объектов предшественниками являются работы, предшествующие по ресурсным связям.

В КПК каждый последующий объектный поток смещается на величину, равную максимальному смещению между работами по каждой паре объектов. Предшественником для первой работы на каждом объекте является начало этой работы на предыдущем объекте плюс запаздывание, равное максимальному смещению.

В результате в программе *Microsoft Project* строятся календарные планы в виде линейной диаграммы Гантта или сетевого графика. Также при вводе соответствующих данных возможно построить диаграммы потребности в основных строительных материалах, изделиях и конструкциях, потребности в строительных кадрах, машин и механизмов [7], стоимостные диаграммы.

Программа *Microsoft Project* позволяет отслеживать выполнение работ на объектах комплекса [8]. Возможен пересчет методов поточной организации работ при запаздывании в выполнении работ и необходимости закончить строительство в заданные сроки.

Литература

1. Дикман Л. Г. Организация и планирование строительного производства: учебник для строительных вузов и факультетов. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 2006. 553 с.
2. Афанасьев В. А. Поточная организация строительства. Л.: Стройиздат, 1990. 303 с.
3. Челнокова В. М. Особенности календарного планирования комплексного освоения территорий девелопменской организацией // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 3(56). С. 136–141.
4. Афанасьев В. А., Афанасьев А. В. Поточная организация работ в строительстве: учебн. пособие. СПб., 2000. 152 с.
5. Бовтеев С. В., Еременко В. П., Рыбнов Е. И., Фролов В. И. Управление проектами в строительстве: учеб. пособие. Под ред. В. И. Фролова. СПб.: СПбГАСУ, 2004. 424 с.
6. Формирование и расчет календарных планов с использованием пакета MS Project: метод. указания к выполнению курсовой работы по спецкурсу кафедры организации строительства для студентов специальности 270102 – промышленное и гражданское строительство. Сост. В. Н. Егоров. СПб., 2010. 16 с.
7. СП 48.13330.2011. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004 «Организация строительства». М.: Минрегион России, 2010. 21 с.
8. Болотин С. А., Дадар А. Х., Магамадов Р. А. Энтропия актуального графика строительства // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 3(56). С. 123–129.

СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

УДК 693.955

Павел Григорьевич Белозеров, аспирант
Антонина Федоровна Юдина,
д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: *belaz444@gmail.com*,
yudinaantonina2017@mail.ru

Pavel Grigorievich Belozеров, post-graduate student
Antonina Fedorovna Yudina,
Dr of Tech. Sci., Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: *belaz444@gmail.com*
yudinaantonina2017@mail.ru

ТРОСОВЫЕ ПЕТЛИ В КАЧЕСТВЕ МЕЖПАНЕЛЬНОГО СТЫКА

WIRE LOOPS AS INTERPANEL JOINTS

В современном строительстве панельное домостроение получает вторую жизнь и благодаря этому проблема его модернизации становится актуальной. Следовательно, для решения данного вопроса был проведен анализ технологии устройства межпанельных стыков в нынешних реалиях, а также рассмотрен в качестве альтернативного варианта метод монтажа панелей с помощью тросовых петель. Современные типы устройства стыков, в большинстве своем, используют в своей основе сварные соединения. Но бессварной межпанельный стык в виде тросовых петель заслуживает отдельного внимания. Результатом исследования является бессварной аналог межпанельного стыка, который более быстрый в монтаже и менее трудозатратный в плане монтажных единиц.

Ключевые слова: панель, панельное строительство, петлевой стык, тросовое соединение, бессварное соединение, межпанельный стык.

At the present time, panel housing construction undergoes a new lease of life, and therefore, the issue of its modernization becomes important. To solve this problem, an analysis of the modern interpanel joint technology is performed, and the method of installing panels using wire loops is considered as an alternative. Modern types of joints installation commonly use welded seams. However, a weldless interpanel joint in the form of a wire loop deserves special attention. The result of the research is a weldless equivalent of an interpanel joint that can be installed faster and is less labor-consuming in terms of mounting units.

Keywords: panel, panel housing construction, loop joint, wire joint, rope joint, weldless joint, interpanel joint.

Основой сборного домостроения является монтаж основных несущих конструкций и различных перегородок путем возведения предварительно изготовленных в условиях завода по производству железобетонных изделий панельных элементов. При возведении административных и крупных жилых зданий такие изделия пользуются огромным спросом. В современном панельном домостроении выделяют каркасные и бескаркасные здания. Каркасно-панельные дома являются представителями первого метода, в зданиях, возведенных вторым типом, как можно сделать вывод из названия, нагрузка воспринимается без участия конструкций, образующих каркас. При более детальном рассмотрении каркасно-панельный метод возведения зданий можно выделить две основные конструктивные схемы. В первом случае конструктивная схема формируется путем устройства полного каркаса, в котором нагрузка воспринимается как перекрытиями, так и несущие стены. К опорам уже монтируются внутренние перегородки. Панельное строительство получило широкое распространение в различных странах мира, этому обычно служат некоторые основные предпосылки, среди которых особо можно отметить такие, как необходимость массового строительства в короткие сроки, наличие материально-технической базы, комплексная готовность зоны производства работ под массовую застройку. Построить панельный дом не предвидится возможным, если дорожные пути, которыми оснащена строительная площадка, не будут соответствовать критериям повышенной грузоподъемности и ширины. К дорогам предъявляются высокие требования, так как при производстве работ используется специальная техника для поставки и дальнейшего монтажа. Применяется крановое оборудование с повышенной грузоподъемностью, так как монтажные единицы могут достигать веса в 9 тонн (а сам панелевоз, транспортирующий железобетонные изде-

лия вообще может весить до 40 тонн), а также работы могут производиться при вылете стрелы не менее 30 метров, данные факты обращают особое внимание на соответствие техники предъявляемым к ней критериям [1].

В качестве положительных аспектов панельного строительства выступают скорость возведения конструкций, очень высокая степень готовности к проведению отделочных работ, внешний вид конструктивных элементов, которые выпускаются в заводских условиях. Также как преимущество можно отметить стоимость, так как такие здания, возведенные данным способом, выходят на порядок дешевле. Жилая площадь в зданиях, возведенных более дешевыми методами типами строительства естественно в итоге будут более выгодны, как доказательство можно проанализировать и провести сравнение между ценами жилой площади в панельных домах и кирпичными зданиями, не приходится сомневаться в том, что «кирпич» в данном аспекте проиграет «панели». Также в качестве положительной характерной черты панельного домостроения можно выделить скорость возведения. Что обусловлено за счет специфики монтажа, а именно – на строительную площадку доставляются заранее изготовленные панельные элементы железобетонных конструкций. Панели изготавливаются на отдельном производстве, это говорит о том, что в только что построенном доме маловероятно наличие перекосов и других недочетов. Ну и так как здания данного типа практически не подвержены усадке, хозяева уже сразу после сдачи дома могут приступать к ремонту, не боясь, что отделка пойдет трещинами через год [2].

Монтируемые стыки между панелями можно разделить на вертикальные и горизонтальные. В свою очередь, вертикальные стыки можно подразделить на два типа. К первому можно отнести так называемые упруго-податливые соединения, в которых панели монтируют при помощи стальных связей, они привариваются к закладным деталям уже смонтированного элемента (рис. 1).

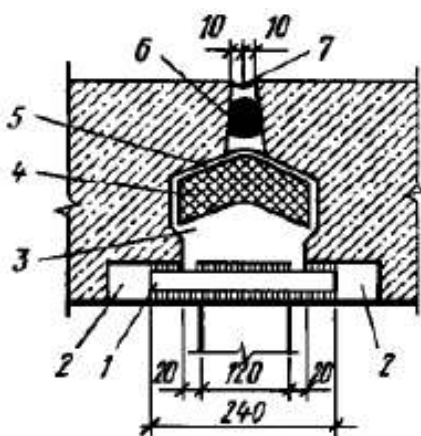


Рис. 1. Конструкция вертикального упруго-податливого стыка панелей:
1 – стальная накладка; 2 – закладные детали; 3 – тяжелый бетон; 4 – термовкладыш;
5 – полоса гидроизола или рубероида; 6 – гернит или парoisол; 7 – раствор или герметик

Ко второму типу относят монолитные железобетонные жесткие стыки, в которых прочность соединения обеспечивается за счет стальной арматуры, замоноличенной в нем. В качестве герметика в узкую щель стыка заводится вилатерм. С внешней стороны стык обычно промазывается мастикой и вертикальный колодец стыка заполняется тяжелым бетоном [3].

В качестве производства антикоррозионных мероприятий по защите металлических конструктивных элементов, например, закладных и связей, их рекомендуется в заводских условиях тщательно оцинковать. После производства каких-либо работ на территории строительной площадки, при которых повреждается защитный слой цинкового покрытия, его необходимо восстановить. После всех действий с оцинкованными стальными деталями

ми, их следует защитить от внешнего воздействия путем замоноличивания стыков цементно-песчаным раствором толщиной не менее 20 мм, после замоноличивания особое внимание нужно обращать на раствор, так как он имеет свойство растрескиваться. Если растрескивания все же не удалось избежать, то для защиты образовавшихся щелей от проникновения влаги, а также для надежной герметизации стыка, необходимо провести следующие действия. По обеим сторонам вертикального стыка на внешней поверхности панели необходимо устраивать вертикальные канавки или бортики, а также качественно прокопачивать стыки [4].

В качестве решения по соединению стеновых панелей, а также передачи усилий сдвига через соединения элементов, можно использовать конструкцию, основанную на двух тросовых петлях, которые скрепляются между собой арматурой, данный стык представлен на рис. 2.

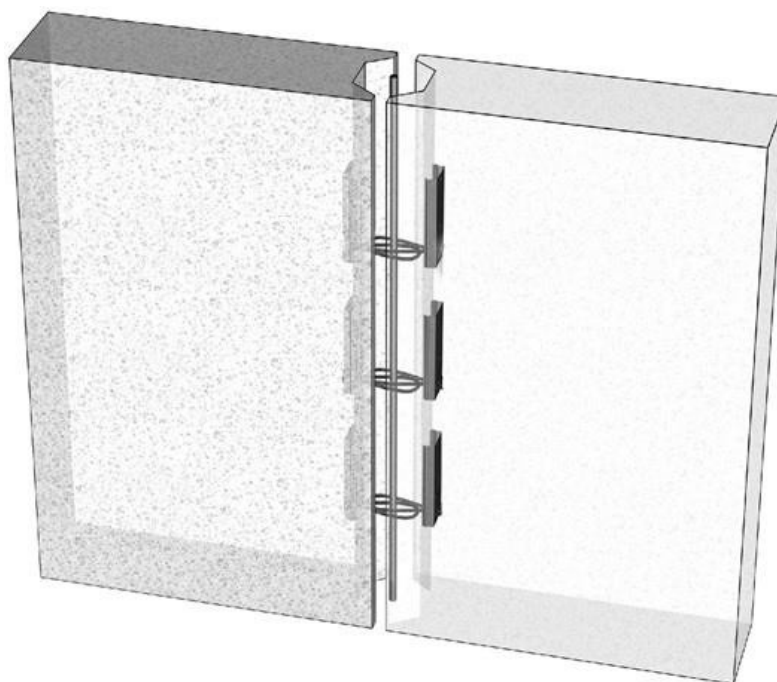


Рис. 2. Петлевое соединение панелей

Монтажные петли, изображенные на рис. 2, выполняются из проволоки и полиуретана, из этих материалов выполняются и сами матрицы на ДСК. Материал легко принимает форму, а также быстро набирает прочность. Минимальный шаг для монтажа петель составляет 250 мм, устанавливаются они внахлест и между ними пропускается стержень.

Несущая способность соединения определяется исходя из прочности бетона и интервала установки тросовых петель. Прочность цементуемого раствора, используемого для замоноличивания стыка должна быть не ниже прочности соединяемых элементов и прочности бетона класса В25. Тросовая петля должна располагаться в горизонтальном положении, а вертикальный стержень должен быть ориентирован перпендикулярно по отношению к плите перекрытия. Если петля наклонена, растягиваемая конструкция не может воспринимать растягивающие нагрузки, и тем самым сопряжение не достигает требуемых свойств [5].

Литература

1. Юдина А. Ф., Верстов В. В., Бадьин Г. М. Технологические процессы в строительстве: учебник для студ. учреждений высш. образования. 2-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2014. 304 с.
2. Адам Ф. М. Совершенствование технологии строительства модульных быстровозводимых малоэтажных зданий: дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2001. 154 с.

3. Розанов Н. П. Крупнопанельное домостроение. М.: Стройиздат, 1982. 224 с.
4. Олейник П.П., Ширшиков Б.Ф. Комплексно-блочный метод возведения объектов: Вузовское образование, Саратов, 2013. 71 с.
5. Лишак В. И. и др. Прочность и жесткость стыковых соединений панельных конструкций. М., 1980. 192 с.

УДК 624.151

Дмитрий Владимирович Вершинин,
аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: vershinin.dm@ya.ru

Dmitriy Vladimirovich Vershinin,
post-graduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: vershinin.dm@ya.ru

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВДАВЛИВАНИЯ СВАЙ

WAYS TO IMPROVE PRESSURE STATIC PILE DRIVING TECHNOLOGY

В статье рассмотрен способ погружения свай по технологии вдавливания с применением современного оборудования в строительстве. Выполнено сравнение с другими технологиями устройства свай, представлены основные преимущества и недостатки, описана экономическая целесообразность применения. Автор представляет анализ методов оценки несущей способности свай из опыта строительства и проектирования. Описаны основные направления развития и совершенствования параметров работ, такие как устройство опытных свай, методики оперативного испытания, корректировки технологических параметров вдавливания, а также конструктивно-технологических параметров погружаемых свай.

Ключевые слова: вдавливание свай, способ погружения свай, сваи заводского изготовления, сваевдавливающая установка, испытания свай.

An overview of technology static pressure pile driving with the use of modern equipment in construction is considered. Comparison with other technologies of the pile device is performed, the main advantages and disadvantages, as well as description of the economic advantage are presented. The author presents an analysis of methods for estimating the bearing capacity of piles from the experience of construction and project design. The main directions of the development and improvement of the parameters of the work are described, such as the installation of experimental piles, methods of operative testing, adjustment of technological parameters of driving, and structural and technological parameters of piles.

Keywords: pressure static pile driving, technology static pile driving, precast driven piles, pile driving machine, field load tests.

Свайные фундаменты являются основным решением для современной высотной застройки города Санкт-Петербурга. Существует много путей для развития и оптимизации устройства свайных оснований, включающих комплексный подход к решению конструкции свай, технологии и порядка производства работ. На данный момент применяется большое количество технологий устройства свай, которые имеют как преимущества, так и недостатки, при их выборе особенно важен правильный подход при заданном техническом решении, ситуационном расположении, геологических условиях.

Современное строительство, которому характерны высокие нагрузки, большое заглубление подземной части здания, примыкание к существующей застройке, требует разработки новых прогрессивных решений по усовершенствованию традиционных технологий. Также повышается индустриализация производства, увеличение доли сборных элементов заводского изготовления, на первое место выходят темпы, качество, надежность конструкций.

Сваи, погружаемые по технологии статического вдавливания, применяются в нашей стране с 1955 г. для жилых, промышленных и гражданских зданий. В Ленинграде способ вдавливания был впервые применен в 1960 г. трестом «Ленмосстрой» по проекту Ленгипроинжпроект при реконструкции сцены Государственного академического театра оперы и балета имени С. М. Кирова [1].

Безусловно, основное применение – это стесненные городские условия. Происходит активная застройка центра города, связанная с реконструкцией зданий, выводом промышленных объектов, на месте которых появляются новые жилые кварталы и современные общественные здания. Это основное направление для применения технологии вдавливания. Работа вблизи существующих сооружений сопряжена с негативным воздействием на фундаменты и массив грунта основания. Здания при этом имеют историческую ценность и зачастую находятся в ограниченно работоспособном состоянии.

Основное требование при проектировании и проработке технологии ведения работ – при оптимальной стоимости и технологичности обеспечить сохранность окружающей застройки, снизив динамическое воздействие и не допустить значительного изменения напряженно-деформированного состояния массива грунта.

С появлением современной техники для погружения свай, использование технологии вдавливания позволяет заменить не только буронабивные технологии, но даже и классическое погружение сборных свай забивкой при помощи копровых установок при строительстве на свободных территориях. Стоимость оказывается ниже, а это привлекает заказчиков, которые умеют считать свои деньги.

В сравнении с буронабивными сваями конечная стоимость за 1 мп в среднем отличается в 1,5–2 раза в пользу свай вдавливания.

В сравнении с забивными сваями производился подробный анализ затрат. Основное отличие в том, что вдавливание происходит при помощи додавливателя на проектную отметку с поверхности земли (на глубину до 6–7 м) (рис. 1) и не требуется увеличение глубины котлована с устройством подготовки основания для движения техники или технологического удлинения свай. Таким образом, несмотря на то, что стоимости погружения способом вдавливания в среднем выше на 25 %, общая стоимость работ получается равной за счет отсутствия лишних операций и значительно сокращаются сроки производства работ.



Рис. 1. Сваи, погруженные на проектную отметку с поверхности земли. Глубина котлована 8 м.

С учетом изложенного, на основании анализа литературных источников автором выявлены следующие преимущества технологии статического вдавливания свай [2; 3; 4; 5; 6]:

1) качество ствола свай, выполненной в заводских условиях, подтвержденное испытаниями бетона, контролем сплошности и геометрии изделия. На каждое выдается технический паспорт;

2) отсутствие ударного или вибрационного динамического воздействия на массив грунта и окружающую застройку. Эти исключения исключают возникновение технологических осадков поверхности грунта и конструкций фундаментов зданий, прилегающих к участку строительства;

3) при вдавливании свай не происходит разрушение структуры опорного слоя в отличие от забивки (динамического воздействия) или буровых способов (разуплотнение забоя в результате бурения), что в свою очередь исключает снижение лобового сопротивления свай;

4) существует возможность погружение свай ниже уровня земли на 6–7 м с использованием специального инвентарного стального додавливателя, что снижает затраты на перерасход материалов, устройство усиленного основания;

5) отсутствие шума при работе и вредных выбросов в атмосферу;

6) при реализации способа ниже энергозатраты (исследованиями, проведенными НИИОСПом им. Н. М. Герсеванова совместно со строительным трестом № 28 (Санкт-Петербург) также подтверждено, что энергозатраты при вдавливании свай в 3,5 раза ниже, чем при вибрационном способе погружения и в 1,5...3,1 раза ниже, чем при ударных способах погружения);

7) контроль параметров погружения выполняют по конечному усилию вдавливания, что в некоторых случаях позволяет сократить сроки строительства, необходимые для проведения статических испытаний. Кроме того, при проведении таких испытаний по известной методике ГОСТ 5686–2012 массу установки вдавливания используют в качестве грузовой платформы, без погружения дополнительных анкерных свай.

При этом автором выявлены и следующие недостатки рассматриваемой технологии:

1) значительные габариты сваевдавливательной установки создают трудности при транспортировке и препятствуют производству работ в стесненных условиях, существует ограничение по усилию вдавливания в примыкании к зданиям, невозможность устройства свай в угловых примыканиях;

2) при длине свай более 16 м необходимо выполнять сварные стыки, что значительно повышает трудозатраты (до 40 %), требует привлечения дополнительного квалифицированного персонала – обученных сварщиков;

3) при необходимости устройства фундаментов большой несущей способности, свыше 1600 кН, применяемая номенклатура свай по серии 1.011.1-10 ограничена параметрами и не позволяет повысить несущую способность свай без разработки индивидуальных изделий [7];

4) при работе в котловане требуется устройство ходовых путей (мощного слоя подготовки);

5) ограниченные возможности вдавливания свай в геологических разрезах с прослоями плотных грунтов.

В этой связи можно сделать практически важный вывод о необходимости дальнейшего совершенствования конструктивно-технологических параметров способа статического вдавливания свай в грунт. Это позволит использовать все преимущества, характерные для этой технологии.

Рынок оборудования в последнее время значительно расширился. Современные сваевдавливательные установки имеют абсолютно новый технический уровень и показатели производительности. На грузовой раме машины установлен блок гидроцилиндров для зажима и вдавливания железобетонной сваи, рама оборудована гидравлическим устройством для перемещения шагающего типа и крановой установкой для подачи свай. Скорость погружения свай составляет до 6–7 м в минуту. Усилия вдавливания в зависимости от марки установки до 1000 т. Производительность в смену в зависимости от геологиче-

ских условий достигает в среднем 15 свай. В целом, оборудование ввиду своей технической простоты имеет высокую надежность и ремонтпригодность. Все это позволяет составить конкуренцию остальным технологиям.

При вдавливании свай по рабочей документации всегда важно заранее определить технологические параметры работ, а именно: усилие вдавливания, возможность погружения на проектную отметку в условиях неоднородного напластования грунтов с включением плотных слоев, производительность в смену. Геологические изыскания, предпроектные испытания не всегда позволяют достоверно определить параметры работ, так как они имеют целый ряд недостатков.

При проектировании свайных фундаментов с применением технологии вдавливания руководствуются следующими нормативными документами: СП 24.13330, СП 45.13330, СП 22.13330.

Исходя из опыта на стадии расчета несущей способности сваи (значение F_d), вычисленные по геологическим изысканиям по формуле СП 24.13330 (1), оказываются значительно ниже фактической несущей способности, полученной в результате предпроектных испытаний статической нагрузкой [8].

$$\gamma_n \cdot N \leq \frac{F_d}{\gamma_{c.g}}; \quad (1)$$

где F_d – предельное сопротивление грунта основания одиночной сваи, называемая в дальнейшем несущей способностью сваи и определяемая в соответствии с подразделами 7.2 и 7.3; γ_n – коэффициент надежности по ответственности сооружения, принимаемый по ГОСТ 27751, но не менее 1; $\gamma_{c.g}$ – коэффициент надежности по грунту, принимаемый равным:

1,2 – если несущая способность сваи определена по результатам полевых испытаний статической нагрузкой (п. 7.3.3 СП 24.13330);

1,25 – если несущая способность сваи определена расчетом по результатам статического зондирования грунта или по результатам динамических испытаний сваи, выполненных с учетом упругих деформаций грунта, а также по результатам полевых испытаний грунтов эталонной сваей или сваей-зондом (п. 7.3.8 СП 24.13330);

1,4 – если несущая способность сваи определена расчетом с использованием таблиц свода правил (раздел 7.2 СП 24.13330).

Расчет с использованием таблиц раздела 7.2 свода правил носит предварительный характер, результатом является заниженное, в том числе большим коэффициентом надежности, значение.

Метод зондирования скорее стоит рассматривать как способ уточнения данных бурения, для расчета несущей способности свай он может быть использован только как предварительная оценка.

Таким образом, зачастую задаются несущей способностью исходя из статических испытаний на соседних участках в схожих геологических условиях, подтверждая перед массовым погружением предпроектными испытаниями в соответствии с ГОСТ 5686–2012.

Натурные испытания статической нагрузкой является наиболее достоверным и точным методом определения несущей способности. Минусом является высокая стоимость и необходимость продолжительного «отдыха» сваи. При неверно выбранной отметке требуется устройство новых свай и повторные испытания. При неравномерном заложении грунтов объем испытаний, допускаемый нормами, может быть недостаточным для верного проектного решения.

Представленные способы оценки несущей способности имеют существенные недостатки и не всегда позволяют получить достоверные данные при разработке проектов. Нормативные предпосылки предлагают разработку свайного основания выполнять на основании инженерно-геологических изысканий в которых сведения о залегании грунтов принимаются на основании геологических проходок, выполняемых с шагом 25–50 м. Зачастую при массовом производстве свай приходится сталкиваться со значительным от-

клонением залегания грунтов от принятого в геологических разрезах. Это приводит к невозможности погрузить сваи на принятую проектную отметку, требуется срезка свай, необходимость обосновывать данные отклонения от проекта, проводить контрольные испытания свай.

На данный момент оставлен без внимания метод полевых испытаний грунтов эталонной сваей. Современная установка для погружения свай вдавливанием за счет своей производительности может служить основным оборудованием для испытаний, позволяющим проводить погружение и извлечение свай. В дальнейшем планируется разработка конструкции эталонной сваи, ее применение на реальных объектах по методике [8] и сопоставление с натурными испытаниями.

С учетом вышесказанного автором выделены следующие направления исследований, направленные на совершенствования различных параметров вдавливания свай:

- Использование свай повышенной несущей способности путем разработки новых типовых серий, что позволит сократить количество элементов в фундаменте.
- Совершенствование технологического решения стыка свай.
- Введение систем автоматизации при производстве работ для оперативного анализа и трансляции основных параметров выполненных свай в информационную модель объекта.
- Разработка методики оперативного изменения параметров работ на основании различных технических решений:
 - формирование на стадии проектирования порядка устройства опытных свай для возможности контроля параметров вдавливания в различных точках свайного поля до массового погружения руководствуясь п. 12.1.8 СП45.1333 [9];
 - погружение опытных свай и способ их оперативного испытания, использование в составе этих свай инвентарных элементов – эталонной сваи (сваи-зонда), которые позволят с учетом действующих норм получить частное значение несущей способности сваи по грунту;
 - разработка технологии испытаний эталонной сваей, с использованием конструктивных элементов установки, что позволит оперативно (без доставки, монтажа дополнительного оборудования для проведения испытаний свай по традиционным методикам) корректировать технологические параметры вдавливания (глубина, скорость погружения, производительность, усилия вдавливания) в зависимости от глубин залегания несущих слоев грунта в пределах геологического разреза.

С учетом изложенного в статье материала следует практически важный вывод об актуальности исследований в области совершенствования технологических параметров вдавливания свай. Эта технология позволяет устраивать фундаменты из элементов гарантированного заводского качества и оперативно оценивать их несущую способность на основании контроля значений усилий вдавливания. Такие исследования следует проводить параллельно с совершенствованием конструктивно-технологических параметров погружаемых свай, отвечающих следующим требованиям повышенной несущей способности (свыше 1600 кН), глубины погружения свыше 30 м при снижении затрат на устройство стыков их элементов.

Литература

1. Перлей Е. М., Светинский Е. В., Гдалин С. В. Погружение свай способом вдавливания. Л.: ЛДНТП, 1983. 32 с.
2. Гайдо А. Н., Верстов В. В. К вопросу определения технологических параметров производства свайных работ в стесненных условиях // Жилищное строительство. 2015. № 9. С. 12–15.
3. Гайдо А. Н. Цели и задачи исследований технологических решений устройства фундаментов многоэтажных зданий и сооружений // Вестник гражданских инженеров. 2011. № 4(29). С. 81–90.
4. Фрейдман Б. Г. Совершенствование технологий вдавливания свай и шпунта в условиях плотной городской застройки: автореф. дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2002. 22 с.

5. Гайдо А. Н. Оценка несущей способности свай в зависимости от технологических параметров их устройства или изготовления // Геотехника. 2016. № 6. С. 42–51.
6. Гайдо А. Н., Верстов В. В. Современные технологии возведения свайных фундаментов. СПб.: СПбГАСУ, 2016. 160 с.
7. Серия 1.011.1-10. Сваи забивные железобетонные. Выпуск 1 / Фундаментпроект; ВНИОСП. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1990. URL: <http://meganorm.ru/Index2/1/4293848/4293848772.htm> (дата обращения: 26.05.2018).
8. ГОСТ 5686–2012. Грунты. Методы полевых испытаний сваями. М.: Стандартинформ, 2014. 42 с.
9. СП 45.13330.2012. Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87. М.: Минрегион России, 2012. 140 с.

УДК 69.009

Нгуен Тхай Хиен, аспирант
Антонина Федоровна Юдина,
д-р техн.наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: thaihiep80@gmail.com,
yudinaantonina2017@mail.ru

Nguyen Thai Hiep, post-graduate student
Antonina Fedorovna Yudina,
Dr of Tech. Sci., Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: thaihiep80@gmail.com
yudinaantonina2017@mail.ru

**ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ *EFQM* ДЛЯ РАЗРАБОТКИ
СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ**

***EFQM* MODEL APPLICATION TO DEVELOP
A CONSTRUCTION QUALITY CONTROL SYSTEM**

Не только в производственном секторе, но и в сфере строительства контроль качества всегда является вопросом озабоченности заинтересованных сторон, так как является основой для формирования качественного продукта. Поэтому предлагается множество моделей менеджмента качества, таких как ИСО 9001, *EFQM*, *TQM*, *6 Sigma* и др. В статье представлены теоретические и практические исследования по применению модели *EFQM* в строительстве и в других областях. Кроме того, принцип и содержание *EFQM* и ИСО 9001 сравниваются, и это сравнение, показывает преимущества модели *EFQM* в ее простоте, целостности, динамичности, гибкости и инновационности [1]. Поэтому построение системы контроля качества строительного-монтажных работ на основе модели *EFQM* вполне осуществимо.

Ключевые слова: *EFQM* модель, качество строительного-монтажных работ, управление качеством, контроль качества, контрольная модель, качество строительства.

Stakeholders are always concerned with quality control both in the production industry and in construction, since it is the basis for a high-quality product. That is why numerous quality management models are suggested, such as ISO 9001, *EFQM*, *TQM*, *6 Sigma*, etc. The article reviews theoretical and practical researches on *EFQM* model application in construction and other areas. The principle and essence of *EFQM* and ISO 9001 are compared, and this comparison shows advantages of the *EFQM* model expressed in its simplicity, integrity, agility, flexibility and innovative nature [1]. Therefore, it is possible to develop a quality control system for construction and installation works based on the *EFQM* model.

Keywords: *EFQM* model, quality of construction and installation works, quality management, quality control, control model, construction quality.

В 1988 г. 14 ведущих компаний Европы (*Bosch*, *Nestle*, *Olivetti*, *Renault*, *Phillips*, *Volkswagen*, *Electrolux* и др.) при поддержке Европейской комиссии учредили Европейский фонд управления качеством – *EFQM* (*European Foundation for Quality Management* – *EFQM*). Эта организация в 1991 г. предложила «Модель совершенствования *EFQM*» (*EFQM Excellence Model*) (рис. 1), цель которой состоит в том, чтобы помочь европейским организациям повысить свою конкурентоспособность, применяя современные методы управления, улучшая качество своей продукции и услуг.

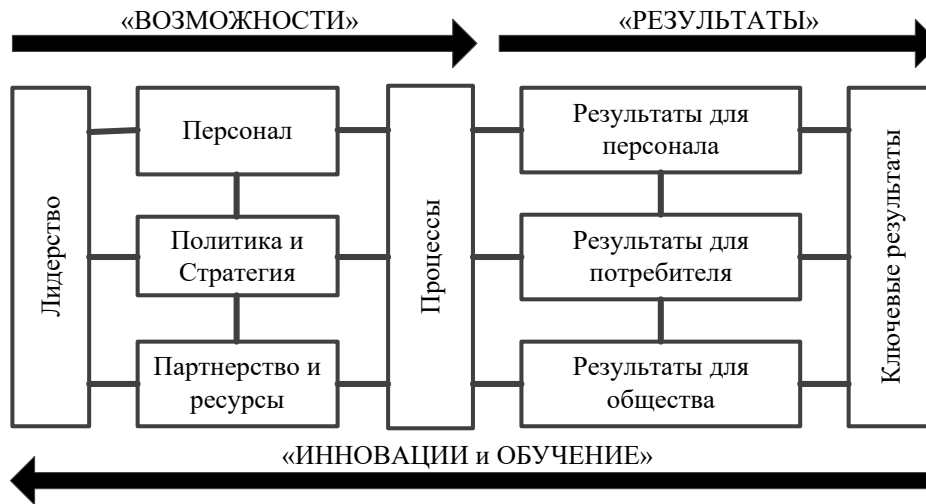


Рис. 1. Модель совершенствования EFQM

1. Содержание модели EFQM

Модель EFQM состоит из двух основных частей: «Возможности» (5 критериев: Лидерство, персонал, политика и стратегия, партнерство и ресурсы, процессы) и «Результаты» (4 критерия: результат для персонала, результат для потребителя, результат для общества и ключевые результаты) (рис. 1). Девять критериев модели совершенствования EFQM содержат 32 субкритерия, детализирующие модель [2]. Эти критерии содержат факторы, которые часто влияют на качество строительной продукции [3], (см. рис. 2).



Рис. 2. Модель EFQM с факторами, влияющими на качество строительной продукции.

В основном, главные критерии модели принимаются к системе контроля качества СМР (строительно-монтажных работ), следующим образом:

1. **Лидерство**: начальник проекта или начальник на строительной площадке играет важную роль в установлении целей (качество, время, объем работы, безопасность); политики и стратегии; плана строительного производства; процедур строительного производ-

ства, обеспечении необходимыми ресурсами для выполнения работ. Под лидерством понимают требования заказчиков (через контракты, проектную документацию, стандарты, законы в строительстве), сотрудничество с партнерами (клиентами, поставщиками, субподрядчиками, супервайзерами, государственным департаментом управления в строительстве и др.), а также поощрения и контроль деятельности сотрудников.

2. *Политика и стратегия*: построены на потребностях и ожиданиях заинтересованных сторон, а также на информации, полученной от контроля качества СМР на сооружение, результатах от эксперимента, информации о ресурсах. Политика и стратегия должны быть пересмотрены, обновлены и разработаны в соответствии с реальностью. При этом необходимо обеспечивать четкую и точную передачу сообщений заинтересованным сторонам для их реализации. Эти политики и стратегии создают механизм контроля качества СМР [4].

3. *Персонал*: непосредственно участвует в процессе производства строительства. Их знания, навыки и трудовое отношение способствуют повышению качества СМР. Поэтому необходимо разработать план эффективного использования, управления и совершенствования этих ресурсов, а также поощрения и признания их вклада.

4. *Партнерство и ресурсы*: группа управления проектами должна иметь план для эффективного управления отношениями с внешними партнерами (субподрядчики, поставщики, подрядчик по проектированию работ, подрядчик по надзору работ, государственный департамент управления в строительстве, общественные организации и др.), а также иметь внутренние ресурсы (технологии, финансы, машины и оборудование, объект и др.), для того чтобы обеспечивать процесс строительства и достичь главных целей: качество, время и стоимость, безопасность, законность, пригодность [5].

5. *Процессы*: основан на технических стандартах, проектных документах, материальных характеристиках, условиях местности, климате и даже местной культуре. Для обеспечения хорошего процесса необходимы вклад «Персонал», «Партнерство и ресурсы» и «Политика и стратегия». Для достижения этих целей, этот этап должен разрабатываться и системно управляться с применением методов оценки качества.

6. *Ключевые результаты* отражены в трех аспектах: результаты для потребителя, результаты для персонала, результаты для общества. Эти результаты подробно определяются из целей проекта, имеют параметры для измерения и оцениваются на этапах проекта для улучшения и корректировки целей и планов в соответствии с реальностью. И после того, как проект завершен, оценка отражает успех проекта, а также извлеченные уроки для улучшения качества следующего проекта. В модели это «Инновации и обучение» (см. рис. 2).

2. Соответствие модели *EFQM* требованиям качества СМР

В строительстве контроль качества – это обеспечение требуемого качества возведения зданий и сооружений строительными организациями путем, осуществления эффективного контроля на всех стадиях создания строительной продукции [6]. К основным требованиям с позиций потребителя можно отнести функциональные, эстетические, технологические, а также надежность (результат для потребителя) (см. рис. 2) [3]. Кроме того, при производстве СМР необходимо обратить внимание на требования рабочих и общества [7]. Эти требования модель *EFQM* также учитывает (результат для персонала, результат для общества).

Поэтому эта модель может удовлетворять ожидаемым результатам для системы контроля качества СМР.

3. Модель *EFQM* – преемник модели ИСО 9001

Модель ИСО широко используется в строительных организациях особенно в последние 3 года (2014–2016 гг.). Строительная отрасль занимает третье место по количеству предприятий с сертификацией ИСО 9001, после основного металла и готовых метал-

лических изделий, электрического и оптического оборудования [8]. Модель *EFQM* имеет много общего с моделью ИСО (табл. 1, 2) [9]. Более того, в стандарте ИСО 9000:2015 также подтверждается, что контроль качества – это часть менеджмента качества (рис. 3) [10]. Таким образом, теоретически модель *EFQM* может быть применена для построения системы контроля качества СМР.

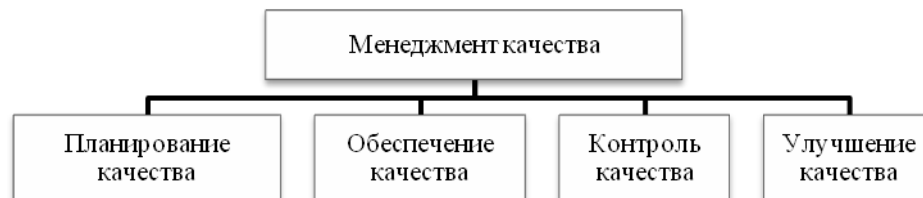


Рис 3. Связь между менеджментом качества и контролем качества [10]

Таблица 1

Сравнение принципов между 9001 и *EFQM*

№	Модель <i>EFQM</i>	Модель ИСО 9001
1	Ориентация на результат	Нет
2	Ориентация на потребителя	Ориентация на потребителя
3	Лидерство и постоянство цели	Лидерство
4	Развитие и вовлечение персонала	Взаимодействие людей
5	Развитие партнерских отношений	Менеджмент взаимоотношений
6	Процессный подход к управлению на основе фактов	Процессный подход
		Принятие решений, основанных на свидетельствах
7	Непрерывное обучение, инновации и улучшение	Улучшение
8	Корпоративная социальная ответственность	Нет

Таблица 2

Сходство содержания между моделями ИСО и *EFQM*

Критерии – Субкритерии <i>EFQM</i>		Элементы моделей	
		ИСО 9001:2008	ИСО 9001:2015
1. Лидерство	1а	5.1, 5.3	5.1, 5.2
	1б	5.3, 5.4, 5.5, 5.6	5.2, 6, 5.3, 9.3
	1в	5.2	5.1.2
	1г	5.1, 5.3	5.1, 5.2
2. Политика и стратегия	2а	5.2, 8.2.1	5.1.2, 9.1.2
	2б	5.6, 8.2, 8.4	9.3, 9.1, 9.3,
	2в	5.3	5.2
	2г	5.4.2	4.4
	2д	5.3, 5.4.1	5.2, 4.3
3. Персонал	3а	нет	нет
	3б	6.2	7.1.2
	3в	5.5.2, 6.2	5.3, 7.1.2

Критерии – Субкритерии <i>EFQM</i>		Элементы моделей	
		ИСО 9001:2008	ИСО 9001:2015
	3г	5.1	5.1
	3д	6.4	7.1.4
4. Партнерство и ресурсы	4а	нет	нет
	4б	нет	нет
	4в	6.1, 6.3, 6.4, 7.5.1	7.1, 7.1.3, 7.1.4, 8.5.1
	4г	нет	нет
	4д	7.2.2, 7.3.3	8.2.2, 8.3.5
5. Процессы	5а	4.1, 4.2	4.2, 4.3
	5б	5.6, 7.3.7, 8.2.3, 8.4, 8.5	9.3, 8.3.6, 8.5.6, 9.3, 10.3
	5в	7.2, 7.3	8.2.1, 8.3
	5г	7	8
	5д	5.2, 7.2, 8.2.1, 8.4, 8.5.2, 8.5.3	5.1.2, 8.2.1, 9.1.2, 9.3, 10.2, 10.2
6. Результаты для потребителя	6а	5.6, 7.2.3, 8.2, 8.4	9.3, 8.2.1, 9.1, 9.3
	6б	8.2.3, 8.4	8.5.6, 9.3
7. Результаты для персонала	7а	нет	нет
	7б	5.3, 6.2.2	5.2, 5.3
8. Результаты для общества	8а	нет	нет
	8б	нет	нет
9. Ключевые результаты	9а	нет	нет
	9б	5.6, 7.4.1, 8.2.3, 8.2.4	9.3, 8.4, 8.5.6, 8.2.4

К недостаткам модели *ISO* при применении в строительной отрасли относятся: большой объем необходимых документов; трудности с контролем субподрядчиков; сложность полного выполнения всех требований; трудность в понимании терминологии стандартов; отсутствие специалистов, контролеров качества, полный рабочий день; трудности с добавлением рабочей нагрузки для создания системы контроля качества и выполнения требований системы; высокая стоимость; сопротивление изменениям; сложность контроля при внедрении системы на удаленных площадках и др. [11]. Поэтому применение ИСО 9001 для контроля качества СМР должно быть уточнено.

4. Преимущества модели *EFQM*

Преимуществами модели *EFQM* является простота, целостность, динамичность, гибкость и инновационность [1]:

– простота: пользователи могут легко понять и применить ее в своей работе, потому что модель построена с целью помочь организациям построить и самостоятельно оценить их производительность [12], что невозможно сделать в модели ИСО;

– целостность: модель *EFQM* охватывает аспекты деятельности организации и результаты заинтересованных сторон, в то время как модель ИСО не учитывает некоторые аспекты (табл. 1);

– динамичность: эта модель подходит для отрасли строительства, потому что строительные работы, строительная среда всегда содержит много изменений (изменения в дизайне, персонале, погоде, геологии, материалах, календаре производства и др.) и стро-

ительная отрасль имеет характеристики, отличные от других отраслей промышленности [11]. Кроме того, модель *ISO* работает в одномерной структуре, фокусируясь на процессе (рис. 4) [13], а модель *EFQM* работает в многомерной матричной форме, фокусируясь на взаимодействии критериев и подчеркивая результаты (рис. 1);

– гибкость: модель *EFQM* может применяться ко всем типам организаций (бизнес, образование, производство и даже некоммерческие организации), а также к любым размерам и объемам организации [14]. Модель подходит для развивающихся стран, таких как Вьетнам, Лаос, Камбоджа др., т. к. в них в основном средние и малые предприятия (организации);

– инновационность: на основе основных критериев, подкритериев модели есть возможность построить больше критериев, создать так называемые «точки приложения» [2]. Для определения корреляции и взаимосвязи между критериями и подкритериями модель может быть связана с другими вычислительными инструментами, выявляя тем самым причинно-следственные связи.

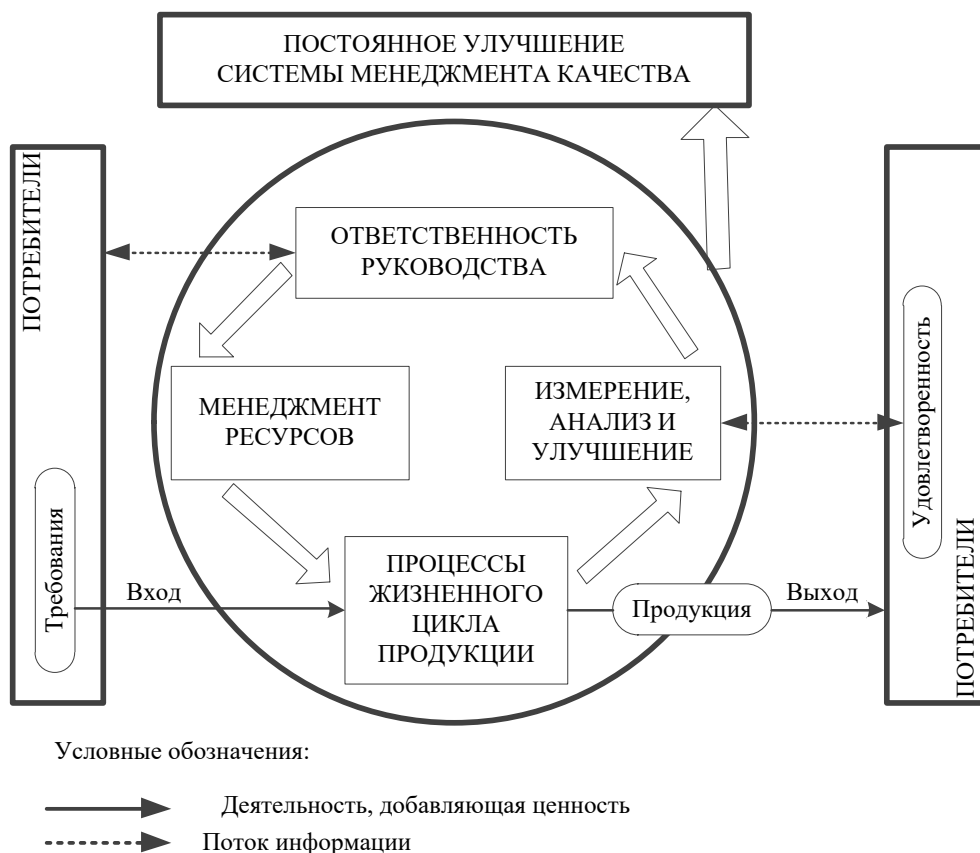


Рис 4. Модель системы менеджмента качества ИСО 9001: 2008 [14]

5. Применение модели EFQM на практике

Аналогично модели ИСО, модель *EFQM* применяется не только в сферах промышленного производства, управления, торговли, но и в сфере образования [15; 16], здравоохранения, некоммерческих организаций. В области строительства на основе модели *EFQM* или связи между этой моделью и другими вычислительными инструментами было проведено множество исследований: измерение эффективности в строительстве [17]; применение модели совершенства на основе *EFQM* в проектах государственно-частного партнерства [18]; повышение уровня менеджмента качества в строительной компании с использованием модели *EFQM* [19]; культуры безопасности [20]; связывание эффективности управления проектами [21]; модель совершенства *EFQM* как модель *TQM* строительной отрасли Юго-Восточной Европы [22] и др. Эти исследования продемонстрирова-

ли «гибкость и инновационность» модели, а также применимость к другим исследованиям в области строительства, таким как контроль качества СМР.

6. Выводы

В области строительства количество исследований, основанных на модели *EFQM*, не так много, но на основе принципов и структуры этой модели, а также ее преимуществ и некоторых эмпирических исследований, реальной является возможность много больше и шире создавать системы контроля качества при выполнении СМР, что практически полностью согласуется с этой моделью. Основной проблемой данной модели является разработка критериев, поскольку модель не претендует на полное их раскрытие и тестирование [14].

Литература

1. Griffith A., Watson P. *Construction Management – Principles and Practice*. New York: Palgrave Macmillan, 2004. 508 p.
2. Маслов Д. В., Вылгина Ю. В. *Современные инструменты управления: модель совершенствования EFQM: учебное пособие / Иван. гос. энерг. ун-т. Иваново, 2006. 107 с.*
3. Нгуен Т. Х., Юдина А. Ф. Анализ факторов, влияющих на качество строительства // *Актуальные проблемы строительства: материалы 70-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы современного строительства»: в 3-х ч.; СПбГАСУ. СПб., 2017. Ч. 2. С. 74–80.*
4. Юдина А. Ф., Нгуен Т. Х. Механизмы контроля качества в строительной области в условиях вьетнама // *Вестник гражданских инженеров. 2018. № 1(66). С. 88–96.*
5. Рогальска М., Хейдуцки З., Егоров А. Н. Анализ факторов, влияющих на эффективность возведения объектов // *Вестник гражданских инженеров. 2007. № 1(10). С. 59–64.*
6. Бадьин Г. М., Верстов В. В., Лихачев В. Д., Юдина А. Ф. *Строительное производство: основные термины и определения: учеб. пособие. 2-е изд. СПб.: СПбГАСУ, 2011. 324 с.*
7. СНиП 3.01.01-85* *Организация строительного производства*. М., 1985. 56 с.
8. International Organization for Standardization: official web site. URL: <https://www.iso.org/the-iso-survey.html> (accessed on: 07.11.2017)
9. Russell S. *ISO 9000:2000 and the EFQM Excellence Model: competition or co-operation?* // *Total Quality Management. 2000. No. 11. P. 657–665.*
10. ГОСТ Р ИСО 9000–2015. *Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь*. М.: Стандартинформ, 2015. 48 с.
11. Abdulaziz A. Bubshait, Tawfiq H. Al-Atiq. *ISO 9000 Quality standards in construction* // *Journal of management in engineering. 1999. No. 15. P. 41–46.*
12. Маслов Д. В. *Совершенствование системы управления предприятием на основе организационной самооценки* // ГОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина». Иваново, 2009. 180 с.
13. ГОСТ Р ИСО 9001–2008. *Системы менеджмента качества. Требования*. М.: Стандартинформ, 2008. 54 с.
14. Маслов Д., Мазалецкая А., Стив К. *Модель Совершенствования EFQM* // *Высшее образование в России. 2005. № 9. С. 48–55.*
15. Наумова О. Н. *Модель Совершенства EFQM в системе менеджмента качества вуза* // *Экономическая наука и образование. 2009. № 9(58). С. 389–392.*
16. Шерматова И. К., Атанаев Т. Б. *Роль Модели EFQM в повышении качества образования* // *Известия Вузов. 2011. № 4. С. 235–238.*
17. Bassioni H. A., Price A. D. F., Hassan T. M. *Performance Measurement in Construction* // *Journal of Management In Engineering. 2004. No. 20. P. 42–50.*
18. Deli Yao, Zechao Du, Yang Hu. *Application of EFQM-based Excellence Model in PPP Projects* // *Applied Mechanics and Materials. 2012. No. 174–177. P. 2957–2965.*
19. Gašparík J., Gašparíková V., Ellingerová H. *Improvement Of Quality Management Level In Construction Company Using EFQM Model* // *Organization, technology and management in construction – An international journal. 2014. No. 6(1). P. 949–957.*
20. Thanwadee Ch., Sherif M. *Structural equation model of construction safety culture* // *Engineering Construction & Architectural Management. 2008. No. 15(2). P. 114–131.*
21. Farzana Asad Mir, Pinnington A. H. *Exploring the Value of Project Management: Linking Project Management Performance and Project Success* // *International Journal of Project Management. 2014. № 32. P. 202–217.*
22. Vukomanovic M., Radujkovic M., Nahod M. M. *EFQM excellence model as the TQM model of the construction industry of southeastern Europe* // *Journal of Civil Engineering and Management. 2014. № 20(1). P. 70–81.*

УДК 69.059.7

Михаил Юрьевич Пономарев аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: ponomarevmih@mail.ru

Mikhail Yurievich Ponomarev, post-graduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: ponomarevmih@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ «БЕЗОТДЕЛОЧНОЙ» ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

APPLICATION OF THE “NON-FINISHING” TECHNOLOGY TO ERECT MONOLITHIC STRUCTURES

Рассматривается применение «безотделочной» технологии устройства монолитных конструкций, при возведении каркасно-монолитных зданий. Определяется понятие «безотделочной» технологии и «облицовочного» бетона. Приводятся примеры возводимых конструкций из «облицовочного» («Архитектурного») бетона в европейских странах, пути решения, которые они предлагают, определяются рамки его применения. В статье рассматривается отечественный опыт монолитных работ с высоким классом поверхности, его основные слабые стороны. Расписывается за счет чего достигается технический результат инженерного решения по опалубочной системе, а также основы организации технологического процесса по «бесшовному» бетонированию. Оценивается экономическая составляющая технологии, в отличие от стандартной штукатурки.

Ключевые слова: «безотделочная» технология, «архитектурный» бетон, «облицовочный» бетон, лицевая поверхность, карта швов.

Application of the “non-finishing” technology to erect monolithic structures when constructing frame and monolithic buildings is considered. Notions of the “non-finishing” technology and “exposed” concrete are defined. Case studies of erected structures made of “exposed” (“architectural”) concrete in European countries, as well as solutions they offer are presented, boundaries of its application are determined. The article reviews national experience in monolithic works with high category of surface and its main weaknesses. It also describes conditions due to which the technical result of a formwork system engineering solution is achieved, as well as basics of organizing the process of “seamless” concrete casting. The economic component of the technology is assessed, as opposed to the standard plasterwork.

Keywords: “non-finishing” technology, “architectural” concrete, “exposed” concrete, front face, map of joints.

Введение

В России, как и во всем мире, в настоящее время замечен строительный бум. Причем он значительно отличается от того, который мы наблюдали в годы СССР. В те времена ставилась задача исключительно по увеличению объемов строительства, темпы росли – качество и культура производства в результате «наверстывания» планов падали. В настоящее время все больше делается упор на возведение уникальных зданий. Сегодня уникальный – значит неповторимый, объект, который никогда ранее не строился.

Прежде всего, это определяет престиж страны, города, а в частном случае становится трендом и визитной карточкой всех участников строительства объекта.

Так, одной из новых и востребованных направлений может стать возведение зданий и сооружений с применением так называемой «безотделочной» технологии, т. е. применение в строительстве «Облицовочного» и/или архитектурного бетона.

Само понятие «облицовочного бетона» не новое – это законченная монолитная конструкция, точнее ее поверхность, на которой выражается структура бетона и геометрия ее формирования. Оригинальность и уникальность подобных монолитных конструкций формируется благодаря получению высококачественной поверхности с однородной структурой, а также придания ей заданных декоративных свойств.

Примеры зарубежного и отечественного опыта

В Европейских странах монолитному домостроению уделяют колоссальное внимание, продолжая совершенствовать указанную технологию, выводя ее на совершенно новый уровень. Примеры возведения зданий из облицовочного бетона мною были приведе-

ны в статье журнала «Архитектура и строительство» [1]. В данной статье показаны невероятно выразительные поверхности отдельных объектов, от жилых зданий до административных и производственных сооружений.

Одним из примеров является жилой дом *Han Bit*, Цюрих, Швейцария (см. рис. 1).



Рис. 1. Жилой дом *Han Bit*, Цюрих, Швейцария

Основным нормативным документом при строительстве зданий из «облицовочного» бетона является инструкция [2], разработанная Немецким объединением по бетонной и строительной промышленности.



Рис. 2. Опора ЗСД



Рис. 3. Поверхности конструкций ЗСД до обработки

В настоящее время в российской практике тоже встречаются объекты, на которых к качеству бетонной поверхности применяют особые, или специальные, требования. Данные требования регламентированы СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции» [3]. Тем не менее, они в значительной степени уступают требованиям наших зарубежных коллег. Поверхности, отвечающие требованиям российского стандарта, не могут являться лицевыми и требуют дополнительной обработки.

Ярким примером может стать строительство Западного скоростного диаметра в городе Санкт-Петербург (далее ЗСД) (см. рис. 2).

Согласно проектной документации, некоторые бетонные конструкции, такие как опоры под пролеты, пролеты, должны соответствовать наивысшему классу бетонной поверхности – А3, т. е. лицевая поверхность с повышенными требованиями к внешнему виду. Тем не менее, указанная поверхность предусматривает обязательную последующую окраску, а также рекомендует шлифование местных выступов и затирку местных впадин для достижения требуемых показателей (см. рис. 3).

Приведенные примеры лицевых поверхностей зарубежного и отечественного опыта дают четкое понимание того, что совершенствовать технологию бетонных работ можно и нужно.

Факторы, влияющие на создание лицевой поверхности бетона

Выполнение работ по устройству монолитных конструкций из «облицовочного» или архитектурного бетона – это сложный и очень многогранный технологический процесс. Результат производства работ зависит не только от особого состава бетонной смеси, но и прежде всего от чёткого соблюдения специальных технологических требований, начиная от подготовки к строительству, заканчивая производством работ на строительной площадке.

Изначально при планировании проекта, помимо функциональности, решающее значение имеют также наружные поверхности и их зрительный эффект. Поэтому в «замысле архитектора» центральное место занимает представление о том, как должна выглядеть лицевая поверхность бетона.

Для осуществления своих замыслов архитектор может использовать помимо цвета бетона также соответствующее разделение и текстуру бетонной поверхности, а кроме того – те или иные элементы отделки.

Разработка отдельного стандарта или методических рекомендаций, еще на стадии конкурсных заявок, напрямую поможет заказчику точно описать требования к проекту. Чтобы не отдавать на волю случая результат работ с облицовочным бетоном и во избежание недоразумений между заказчиком и подрядчиком, для этих «находящихся на виду» бетонных поверхностей необходимы точные и ясные описания (тексты конкурсной документации, эскизы, фотографии), которые могут служить руководством к практическим действиям.

На стадии проектирования необходимо прямое взаимодействие компаний по расчету конструктивных элементов и производителями или поставщиками опалубочных систем. Основным взаимодействием должна стать утверждение рабочих швов бетонирования специалистом по расчету прочности.

Кроме рабочих швов необходимо рассмотреть каждую из операций процесса бетонирования и выделить некоторые особенности еще на стадии проектирования и расчета опалубочной системы:

- 1) необходимы точные указания, какие именно поверхности должны быть отделаны облицовочным бетоном;
- 2) определение схемы расстановки опалубки;
- 3) учет закладных деталей, которые могут повлиять на вид лицевых поверхностей (освещение, трубы и т. д.);

4) принятие мер для защиты готовых элементов из облицовочного бетона в ходе дальнейших строительных работ;

5) необходимость создания точной геометрической формы опалубки.

Европейские компании разрабатывают множество предложений по текстуре палубы: от хорошо впитывающей до водоотталкивающих. Проблему поверхности монолитной конструкции они решают путем применения гладкой или фактурной палубы, при этом вопрос образования шва, получаемого путем стыка опалубочных элементов, решают путем сокрытия его при помощи искусственно создаваемой фактуры поверхности, либо путем определения карты швов на поверхности (см. рис. 4, 5).

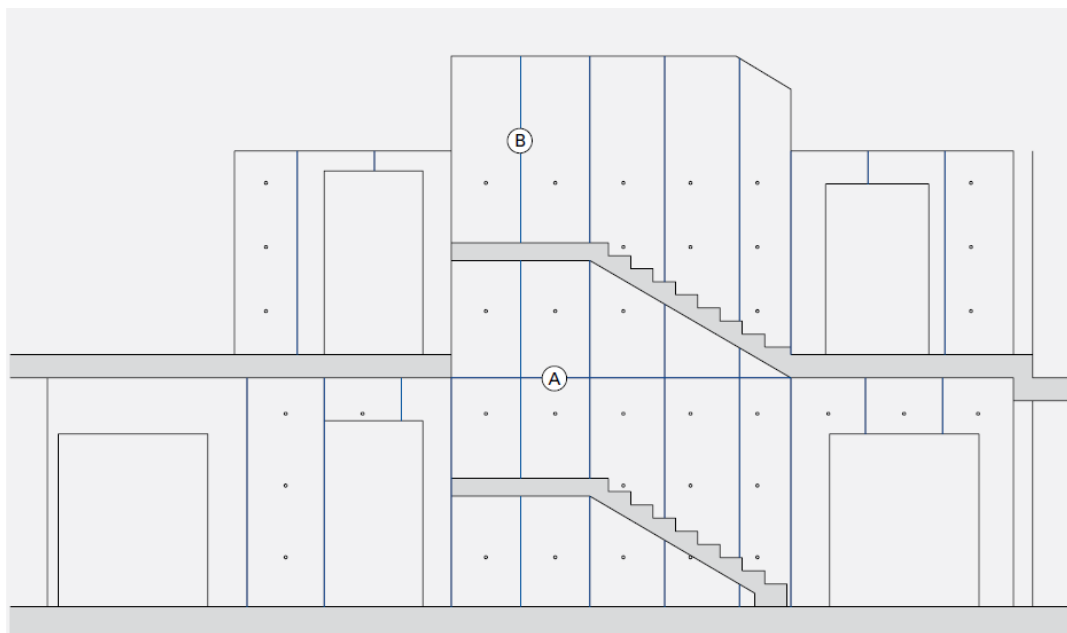


Рис. 4. Карта швов: А – рабочий горизонтальный шов; В – стык опалубочных элементов

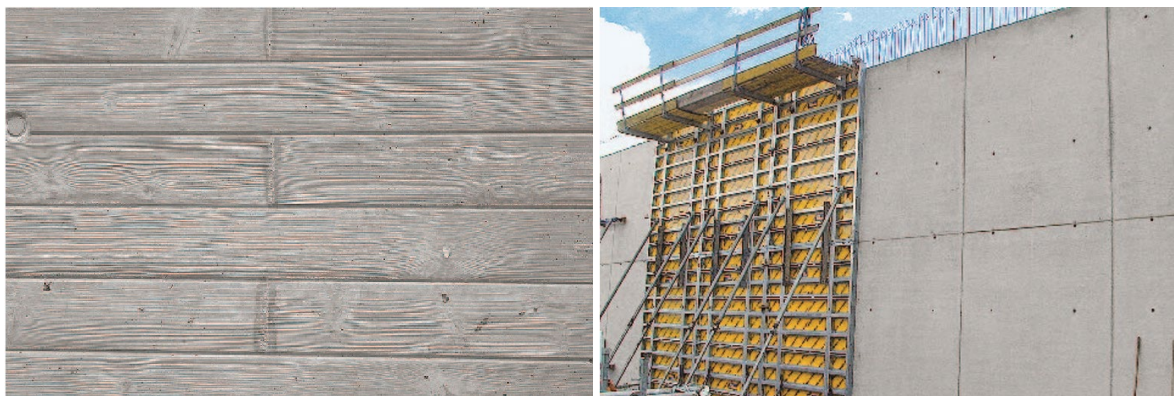


Рис. 5. Лицевая поверхность от DOKA

Слева: на лицевой поверхности видна четкая структура доски, палуба со впитывающими свойствами (изготовлена из не струганной доски); справа: на лицевой поверхности конструкции нет фактурной поверхности, четко видны швы от совмещаемых опалубочных элементов, палуба выполнена из ламинированной фанеры с водоотталкивающими свойствами (см. рис. 5).

В свою очередь, исследуемая «безотделочная» технология позволяет избежать швов от элементов опалубки. На применение «безотделочной» технологии бетонирования был получен патент [4].

Возможная экономия стоимости и сроков работ с применением «бесшовной технологии»

Отделочные работы являются заключительным этапом строительства. От качества финишной отделки зависит отношение к строительному объекту в целом.

В настоящее время наиболее распространенным способом отделочных работ, или создания лицевой поверхности (наружных и внутренних работ), является оштукатуривание поверхностей. Известно, что при строительстве жилых, общественных и промышленных объектов отделочные работы считаются одними из наиболее трудоемких – на их производство приходится до 20 % от общих трудовых затрат и до 12–15 % от общей сметной стоимости. Наибольший удельный вес трудовых затрат при производстве штукатурных работ приходится на процессы нанесения слоев раствора, подбор упавшего раствора и нанесения накрывочного слоя с разравниванием и разглаживанием [5].

Учитывая производство работ при возведении уникальных зданий и сооружений, стоимость и трудоемкость штукатурных и малярных работ многократно возрастает. Это происходит за счет проведения дополнительных мероприятий и, как следствие, дополнительным накладным расходам.

К дополнительным мероприятиям можно отнести:

- 1) до начала производства штукатурных работ необходимо произвести проверку и обеспечить соответствие бетонного основания согласно СП 71.13330.2017;
- 2) устройство лесов и подмостей для производства работ;
- 3) создание необходимого температурно-влажностного режима для производства штукатурных и малярных работ;
- 4) обеспечение дополнительных мер безопасности для производства работ на высоте.

К примеру, для производства отделочных работ в помещениях следует создавать определенный температурно-влажностный режим, при котором температура окружающей среды и отделываемой поверхности должна колебаться в пределах от 5 °С до 30 °С и относительной влажности воздуха не более 60 %, если иное не указано производителем материала [6].

Фасадные строительные работы с применением строительных растворов следует проводить при среднесуточной температуре окружающей среды и температуре основания от 5 °С до 30 °С, если иное не предусмотрено проектом. При этом, необходимо поддерживать среднесуточную температуру окружающей среды в заданном диапазоне **в течение 2 сут** до начала отделочных работ и **не менее 7 сут** после их окончания.

Перед нанесением каждого последующего слоя необходимо провести обеспыливание поверхности и, при необходимости, обработать основание грунтовочным составом для снижения или выравнивания его впитывающей способности).

Заключение

Бетон – искусственно созданный материал, относится к категории водостойких, максимально приспособлен к агрессивным средам. С помощью него можно формировать фактуру поверхности: задавать цвет и структуру. В связи с этим в российской практике и встречается понятие «архитектурный» бетон.

Помимо его уникальности следует отметить и другие положительные свойства:

1. Технические характеристики облицовочного бетона в несколько раз превосходят свойства обычного бетона, что достигается путем специального способа укладки связующего раствора и применением специальных добавок (модификаторов и пластификаторов).
2. Устойчивость к воздействию агрессивных сред (атмосферные осадки, перепад температур от –50 °С до + 50 °С и т. д.).
3. Поверхность не требует последующей отделки, что, в свою очередь, вызывает и экономический эффект.
4. Имеет свою собственную фактуру.
5. Легко моется и не выцветает.

6. Обладает стопроцентной устойчивостью к ультрафиолетовым лучам.
7. Высокая сопротивляемость давлению и истиранию.
8. Высокая противоударная прочность.

Помимо всего, применение «безотделочной» технологии позволит в корне изменить культуру производства бетонных работ, значительно повысить качество работ.

Литература

1. Юдина А. Ф., Пономарев М. Ю. Использование «облицовочного» бетона при возведении монолитных зданий // Архитектура и строительство. 2016. С 73–88.
2. Инструкции DBV „Облицовочный бетон“, Немецкое объединение по бетонной и строительной промышленности, Ассоциация немецких цементных заводов (последняя редакция: август 2015). 53 с.
3. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (с Изменением N 1). М.: ФГУП ЦПП, 2011. 196 с.
4. Способ формирования лицевой поверхности монолитных конструкций: пат. 2638048 Рос. Федерация: МКП Е04F 13/02, В28В 19/00, В28В 5/00 / Юдина А.Ф., Пономарев М.Ю.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО СПбГАСУ – 2016142235; заявл. 26.10.2016; опубл. 11.12.2017, Бюл. № 35.
5. Хайкович Д.М. Технология нанесения растворных смесей при производстве штукатурных работ механизированным способом: диссертация кандидата технических наук. ФГБОУ ВО СПбГАСУ, Санкт-Петербург, 2005. 204 с.
6. СП 71.13330.2017. Изоляционные и отделочные покрытия. Актуализированная редакция СНиП 3.04.01-87, М.: ФГУП ЦПП, 2017. 77 с.

УДК 692.232.45

Сергей Анатольевич Сычёв,
канд. тех. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: sasychev@ya.ru

Sergei Anatolevich Sychev,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: sasychev@ya.ru

ИНТЕГРИРОВАННАЯ ФАСАДНАЯ АКТИВНАЯ СИСТЕМА АВТОНОМНЫХ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ЗДАНИЙ

INTEGRATED ACTIVE FAÇADE SYSTEM FOR HIGH-TECH AUTONOMOUS BUILDINGS

Рассмотрены проблемы, возникающие в процессе устройства навесных фасадных систем, предложена технология монтажа интегрированной фасадной активной системы. В результате разработки и оптимизации конструктивных решений был разработан метод устройства интегрированной фасадной активной системы, конструктивные особенности которой описаны в работе. Предлагаемая интегрированная фасадная активная система ориентирована на такое направление строительных работ, как капитальный ремонт зданий, причем цель установки такой системы заключается в повышении энергоэффективности и теплоизоляционных свойств зданий старой постройки. Описана последовательность производства работ и приведены технологические схемы монтажа основных элементов, представлен календарный график производства работ. Также произведена оценка эффективности системы в климатических условиях г. Санкт-Петербург.

Ключевые слова: навесные фасадные системы, технология монтажа, интегрированная фасадная активная система, схема монтажа, календарный график производства работ.

Issues arising in the process of constructing suspended facade systems are considered. A technology to construct an integrated active facade system is suggested. As a result of development and optimization of design solutions, a method for construction of an integrated active facade system was developed. Its structural features are described in the paper. The suggested integrated active facade system is intended for such construction works as total renovation, and the purpose of installing such system is to improve energy efficiency and thermal insulation properties of buildings erected under old designs. A sequence of works is described, and diagrams for installation of main elements are given. A work schedule is presented. Efficiency of the system in St. Petersburg climate is assessed.

Keywords: suspended facade systems, installation technology, integrated active facade system, installation diagram, work schedule.

Навесные фасадные системы в совместной работе с наружными ограждающими конструкциями зданий выполняют функции тепловой защиты и звукоизоляции, а также придают зданию эстетический вид и сохраняют его в течение длительного времени. Как известно, традиционный метод устройства навесных вентилируемых фасадных систем предполагает монтаж металлической подсистемы, устройство паро- и теплоизоляции, а также монтаж облицовочного слоя [1]. При этом процесс монтажа отличается значительной трудоемкостью и большим количеством разнородных рабочих операций, необходимостью привлечения монтажных механизмов и устройства средств подмащивания. Также по мере набора высоты возникают трудности с контролем качества и доставкой материалов к рабочему месту. В связи с этим актуален вопрос совершенствования существующих технологических решений и поиска новых методов и подходов для устранения проблем, возникающих в процессе устройства навесных фасадных систем. Одним из методов снижения трудозатрат и сокращения количества рабочих операций является оптимизация конструктивно-технологических решений. В результате разработки и оптимизации конструктивных решений был разработан метод устройства интегрированной фасадной активной системы, конструктивные особенности которой описаны в работе [2]. Предлагаемая интегрированная фасадная активная система ориентирована на такое направление строительных работ, как капитальный ремонт зданий, причем цель установки такой системы заключается в повышении энергоэффективности и теплоизоляционных свойств зданий старой постройки.

В настоящее время распространены вертикальные и вертикально-горизонтальные навесные фасадные системы [3–8]. Вертикальные фасадные системы наименее трудоемки и отличаются малой материалоемкостью. Конструкцию интегрированной фасадной активной системы можно отнести к вертикальному типу (рис. 1). Основными монтируемыми элементами данной системы являются интегрированные фасадные активные панели, несущие планки и вертикальные заглушки для стыков.

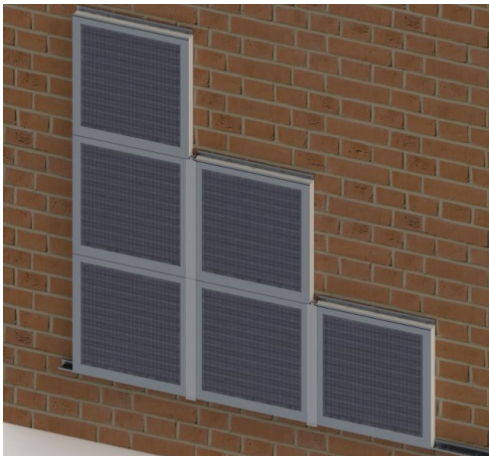


Рис. 1. Интегрированная фасадная активная система

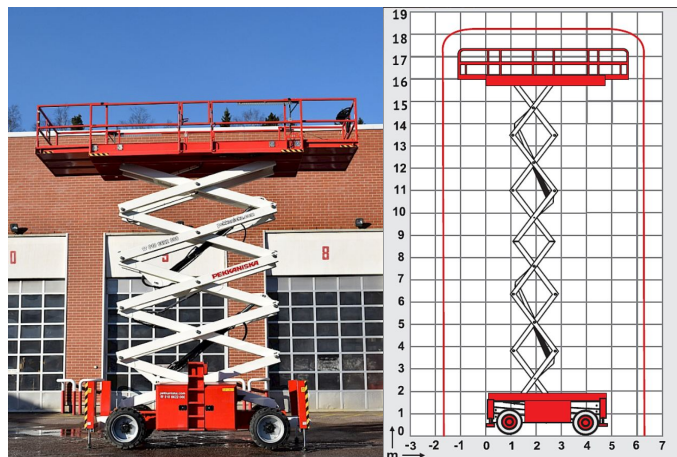


Рис. 2. Фасадный подъемник JLG 530LRT

Технология монтажа данной системы предполагает привлечение подъемных механизмов и средств подмащивания. Для фасадных работ наиболее актуальны ножничные подъемники, которые обладают хорошей проходимостью и относительно большой грузоподъемностью. Также данный тип подъемного механизма имеет рабочую платформу, на которой могут разместиться до 4 рабочих с расходным материалом и инструментами. В качестве примера на рис. 2 изображен фасадный подъемник JLG 530LRT, технические характеристики которого приведены в табл. 1 [9].

Технические характеристики фасадного подъемника JLG 530LRT

№ п/п	Техническая характеристика	Значение
1	Грузоподъемность, кг	680
2	Скорость подъема, м/мин	7,0
3	Высота подъема платформы, м	до 16,2
4	Длина платформы, м	4,88
5	Ширина платформы, м	1,92
6	Выдвижная секция платформы, м	1,12

Монтаж фасадной системы начинается с цоколя здания в следующей последовательности: рабочие с помощью лазерного уровня выполняют разметку точек установки несущих планок, далее производят сверление отверстий для опорных планок и их установку (рис. 3). После установки опорных планок производится монтаж интегрированных фасадных активных панелей, который содержит следующие рабочие операции: вставка нижней грани фасадной панели в паз несущей планки, выверка принимаемого панелью положения и закрепление панели к наружной стене здания с помощью анкерного крепления (рис. 4).

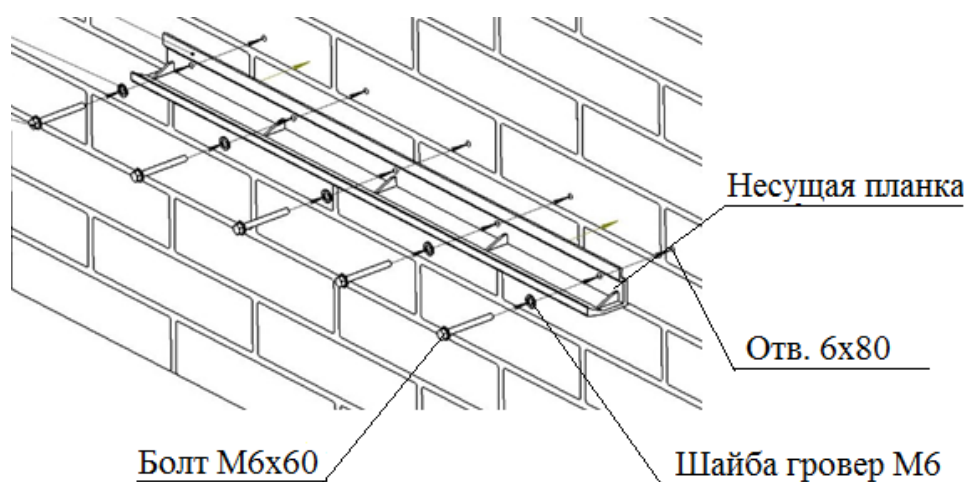


Рис. 3. Схема монтажа опорной планки

При монтаже следующей панели в вертикальном направлении в качестве несущей планки служит верхняя грань ранее смонтированной панели. Вертикальные стыки между панелями закрываются т-образными заглушками с резиновыми уплотнителями путем вставки выступающей части заглушки в вертикальный зазор между панелями.

Как известно, процесс монтажа строительных конструкций состоит из отдельных рабочих операций, которые выполняются рабочими разных специальностей. Поэтому для выполнения технологического комплекса работ создаются бригады, состоящие из рабочих разного профиля и квалификации. Для расчета состава бригад необходимо сформировать общие звенья всего комплекса работ. Общая продолжительность работы бригады технологического комплекса определяется суммированием затраченного времени каждым звеном. Калькуляция затрат для монтажа интегрированной фасадной активной системы была выполнена для 100 м² фасада здания, и ее итогом является календарный график производства работ, приведенный на рис. 5.

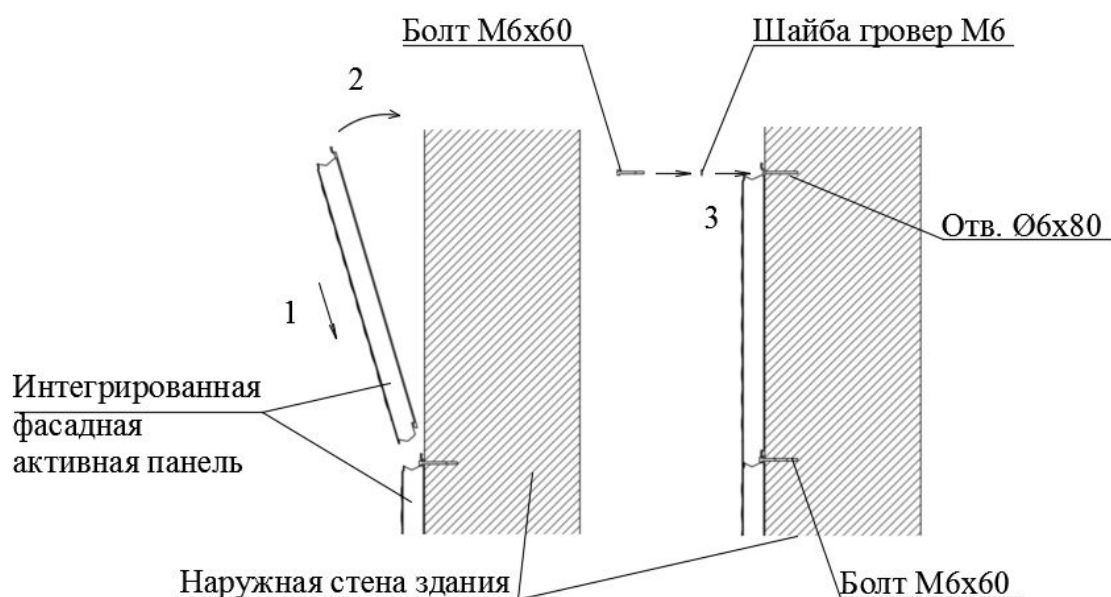


Рис. 4. Схема монтажа интегрированной фасадной активной панели

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Объем работ	Трудоёмкость, чел-дн	Кол-во смен	Состав бригад	Продолжительность, дн.	Дни			
								1	2	3	4
1	Монтаж мачтового подъемника	шт.	2	0,95	1	монтажник стр. маш. и механизмов 5 р. – 1 чел., 4 р. – 1 чел., 3 р. – 1 чел.	0,32	—			
2	Подготовка и разметка фасада	м2	100	3,00	1	монтажник конструкций 5 р. – 1 чел., 4 р. – 1 чел.	1,50	—			
3	Установка несущих планок	м	10	0,50	1	монтажник конструкций 5 р. – 1 чел., 4 р. – 1 чел.	0,25		—		
4	Монтаж панелей	шт.	37	3,70	1	монтажник конструкций 5 р. – 1 чел., 4 р. – 1 чел.	1,85			—	
5	Монтаж вертикальных заглушек	м	158	1,58	1	монтажник конструкций 5 р. – 1 чел., 4 р. – 1 чел.	0,79				—
6	Демонтаж мачтового подъемника	шт.	2	0,63	1	монтажник стр. маш. и механизмов 5 р. – 1 чел., 4 р. – 1 чел., 3 р. – 1 чел.	0,21				—

Рис. 5. Календарный график производства работ по монтажу интегрированной фасадной активной системы

На календарном графике представлен последовательный метод работ в качестве условного примера, но при монтаже интегрированной фасадной активной системы на зда-

ния с большой площадью фасада целесообразно разделять фронт работ на захватки и применять поточный метод. При поточном методе специализированные звенья равномерно перемещаются с одной захватки на другую, при этом обеспечивается непрерывное производство работ, сокращается продолжительность работ по сравнению с последовательным методом, а производительность труда возрастает.

Для оценки эффективности данной системы рассмотрим ее реализацию в климатических условиях г. Санкт-Петербург. Исходными данными для расчета эффективности являются значения суммарной солнечной радиации Q кВт*ч/м², падающей на вертикально ориентированную поверхность площадью 1 м² в течение месяца при ясной погоде (табл. 2), приведенные в СП 131.13330.2012 [10]. При расчете следует сделать поправку на облачные пасмурные дни, среднее количество которых можно взять по данным ближайшей метеостанции. Для примера рассчитаем значения суммарной солнечной радиации Q'_i , падающей на вертикальную поверхность в течение января с учетом потерь в атмосфере земли из-за облачности в г. Санкт-Петербург по формуле:

Таблица 2

Суммарная солнечная радиация на вертикально ориентированную поверхность с учетом облачности Q'_i в г. Санкт-Петербург, кВт*ч/м²

Месяц	Ориентация поверхности				
	Юг	Юго-восток / юго-запад	Восток/запад	Северо-восток / северо-запад	Север
Январь	42,45	31,16	8,58	-	-
Февраль	67,48	50,36	21,65	-	-
Март	105,09	88,35	49,66	19,05	-
Апрель	117,80	107,26	85,56	40,92	19,22
Май	107,92	118,45	100,03	59,88	33,56
Июнь	91,83	104,11	100,23	74,37	42,03
Июль	101,50	106,17	102,83	66,77	40,73
Август	106,86	108,17	87,32	47,57	23,46
Сентябрь	99,71	90,86	58,41	29,50	-
Октябрь	83,61	66,58	29,94	10,84	-
Ноябрь	52,06	37,45	13,70	-	-
Декабрь	35,71	21,77	7,84	-	-

Полученные данные актуальны для солнечных модулей с абсолютной эффективностью, но так как применяемый в данной системе многопереходный солнечный элемент имеет эффективность 20 %, то при расчете необходимо учесть данную техническую возможность. Для примера рассчитаем количество вырабатываемой электроэнергии интегрированной фасадной активной системы на 100 м² фасада с учетом рабочей площади СФМ для января при ориентации поверхности на юг в г. Санкт-Петербург:

В табл. 3 приведены итоговые значения выработки электроэнергии интегрированной фасадной активной системы для каждого месяца в течении года.

Таблица 3

Выработка электроэнергии интегрированной фасадной активной системы при различной ориентации рабочей поверхности АиФАС в г. Санкт-Петербург, кВт*ч

Месяц	Ориентация поверхности				
	Юг	Юго-восток/ юго-запад	Восток/запад	Северо-восток/ северо-запад	Север
Январь	762,06	559,41	154,04	-	-
Февраль	1211,38	904,01	388,72	-	-
Март	1886,58	1585,97	891,46	342,07	-
Апрель	2114,75	1925,53	1535,97	734,60	345,04
Май	1937,43	2126,44	1795,66	1075,04	602,49
Июнь	1648,47	1869,04	1799,39	1335,03	754,58
Июль	1822,07	1905,98	1846,04	1198,73	731,23
Август	1918,43	1941,83	1567,50	853,94	421,12
Сентябрь	1789,99	1631,12	1048,58	529,58	-
Октябрь	1501,02	1195,26	537,40	194,58	-
Ноябрь	934,58	672,24	245,94	-	-
Декабрь	641,06	390,89	140,72	-	-

По данным табл. 3 построена диаграмма выработки электроэнергии интегрированной фасадной активной системы в течении года при различных ориентациях рабочей поверхности и приведена на рис. 6. Суммарная выработка электроэнергии интегрированной фасадной активной системы представлена на рис. 7.

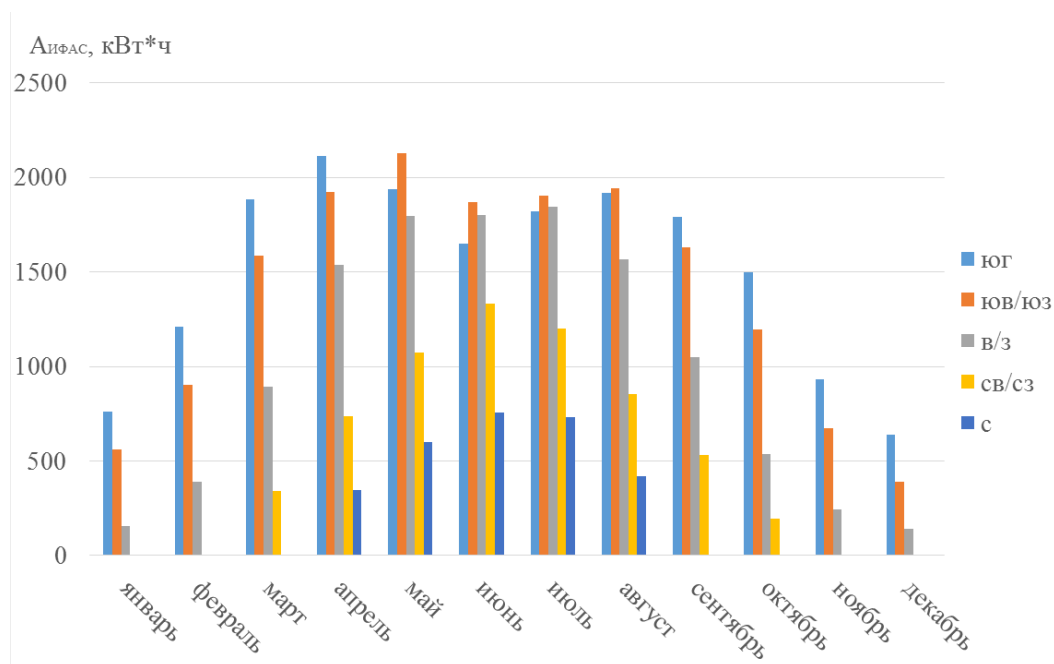


Рис. 6. Выработка электроэнергии интегрированной фасадной активной системы, установленной на 100 м² фасада здания

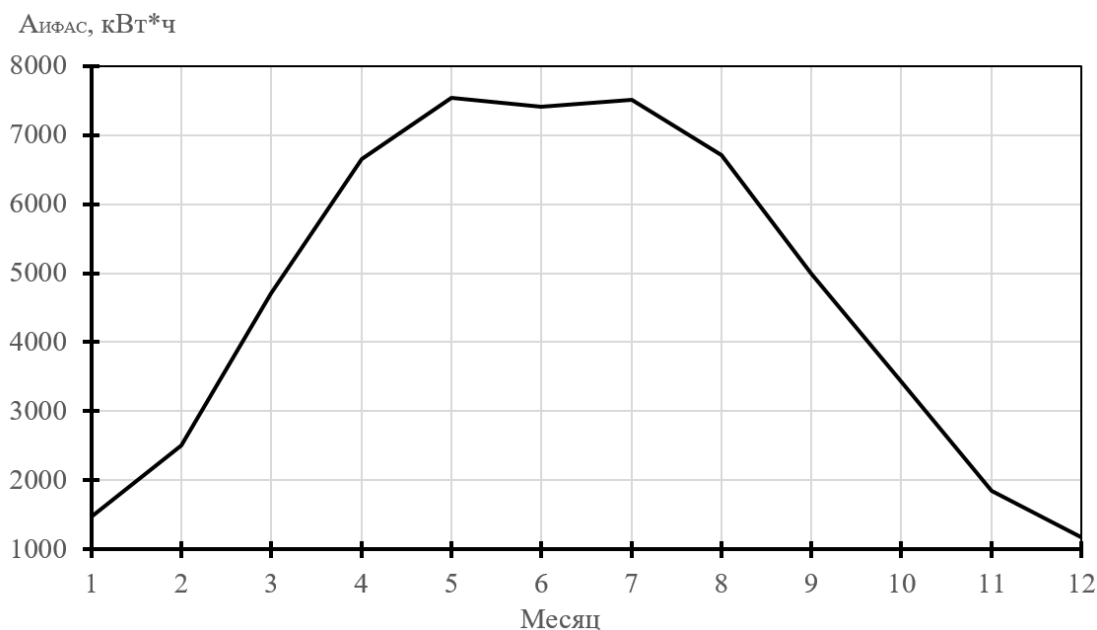


Рис. 7. Суммарная выработка электроэнергии интегрированной фасадной активной системы, установленной на 100 м² фасада здания

Согласно графику на рис. 6, в климатических условиях г. Санкт-Петербурга интегрированная фасадная активная система способна вырабатывать максимальное значение электроэнергии до 2126 кВт*ч в апреле при ориентации на юг и в мае при ориентации на юго-восток/запад. Данные ориентации рабочей поверхности интегрированной фасадной активной системы являются оптимальными, в период с февраля по октябрь выработка составляет более 1 МВт в месяц.

Выводы:

1. Предлагаемая технология монтажа интегрированной фасадной системы значительно сокращает количество рабочих операций за счет конструктивных особенностей элементов системы.
2. По сравнению с технологиями монтажа других навесных фасадных систем предлагаемый вариант обладает более низкой материалоемкостью, а также для монтажа данной системы требуется небольшое количество оснастки и оборудования.

Литература

1. Афанасьев А. А., Жунин А. А. Инновационная технология возведения навесных вентилируемых фасадов в гражданском строительстве // Вестник МГСУ. 2017. № 9(108). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnaya-tehnologiya-vozvedeniya-navesnyh-ventiliruemyh-fasadov-v-grazhdanskom-stroitelstve> (дата обращения: 18.05.2018).
2. Сычев С. А., Рочева В. М. Интегрированная фасадная активная панель как элемент ограждающей конструкции автономных зданий // Молодой ученый. 2018. № 17. С. 88–91. URL <https://moluch.ru/archive/203/49795/> (дата обращения: 18.05.2018).
3. Жуков А. Д. Системы вентилируемых фасадов // Строительство: наука и образование. 2012. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistemy-ventiliruemyh-fasadov> (дата обращения: 18.05.2018).
4. Технологии строительства и реконструкции энергоэффективных зданий / Г. М. Бадьин, С. А. Сычев, Г. Д. Макаридзе. СПб.: БХВ, 2017. 464 с.
5. Перспективные технологии строительства и реконструкции зданий / С. А. Сычев, Г. М. Бадьин. СПб.: Издательство «Лань», 2017. 292 с.
6. Прогнозирование инновационных решений и технологий полносборного строительства / С. А. Сычев // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 1(54). С. 97–102.
7. Методика прогнозирования прогрессивной техники и технологии высокоскоростного монтажа модульного строительства / С. А. Сычев, Г. М. Бадьин // Монтажные и специальные работы в строительстве. 2015. № 10. С. 22–25

8. Рассмотрение модернизации технологий полносборного строительства в магистерской диссертации по теме «технологии и организация строительства» /А. Ф. Юдина, С. А. Сычев // Строительство: наука и образование. 2016. № 4. Ст. 4.

9. JLG 530LRT // Pekkaniska: официальный сайт компании. URL: <http://www.pekkaniska.ru/katalog-tekhniki/nozhnichnye-pod-emniki/jlg-530lrt/#> (дата обращения: 18.05.2018). Загл. с экрана.

10. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. М., 2012. 109 с.

УДК 692.2

Сергей Анатольевич Сычёв,
канд. тех. наук, доцент
Александр Александрович Копосов,
аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: sasychev@ya.ru

Sergey Anatolevich Sychev,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
Aleksandr Aleksandrovich Kuposov,
post-graduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: sasychev@ya.ru

ОДНОЭЛЕМЕНТНАЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ВЫСОКОСКОРОСТНОГО МОНТАЖА МНОГОЭТАЖНЫХ ПОЛНОСБОРНЫХ ЗДАНИЙ

SINGLE-ELEMENT HIGH-TECH CONSTRUCTION SYSTEM FOR QUICK ERECTION OF HIGH-RISE PREFABRICATED BUILDINGS

В данной статье автор затрагивает актуальные проблемы, связанные с современным строительством быстровозводимых энергоэффективных зданий и сооружений. Быстровозводимым энергоэффективным зданиям из предложенных автором типовых элементов свойственны совокупные характеристики, такие как: панели из стекла и стали имеют минимальное количество типовых размеров и могут использоваться для возведения объектов различного назначения (малоэтажное домостроение, промышленные, гражданские и сельскохозяйственные объекты), выполняя функции несущих и ограждающих конструкций, покрытий и перекрытий; предложенные элементы являются унифицированными для стен и перекрытий, что позволяет создавать резервы быстровозводимых зданий и сооружений на случай чрезвычайной ситуации и складировать на базах МЧС; однотипность предложенных элементов позволяет снизить затраты на стадии производства, транспортировки и монтажа конструкций; на стадии монтажа здания из совмещенных плит покрытия и стеновых панелей образуется пространственный блок, которому не требуется установка вертикальных и горизонтальных связей.

Ключевые слова: модульные здания, скорость строительства, энергоэффективность, модульность, заводское изготовление, типовой элемент.

The present article touches upon current problems related to modern construction of prefabricated energy-efficient buildings and structures. Prefabricated energy-efficient buildings erected using standard elements suggested by the author have the following typical characteristics: glass and steel panels have the minimum range of standard sizes and can be used to erect facilities for various purposes (low-rise house building; industrial, civil and agricultural facilities), performing functions of load-bearing and enclosing elements as well as roof and floor structures; the suggested elements are universal for walls and floor structures, allowing creating a reserve of prefabricated buildings and structures for emergency situations, storing those at the EMERCOM premises; uniformity of the suggested elements allows reducing costs for production, transportation and erection; at the erection stage, roof slabs and wall panels form a three-dimensional module which does not require vertical or horizontal ties.

Keywords: modular buildings, construction rate, energy efficiency, modularity, prefabrication, standard element.

В связи с изменением климатических условий и увеличением населения на планете, ученые всего мира задумываются о проблеме возведения быстровозводимых энергоэффективных зданий и сооружений, которые возможно строить в любой точке земного шара и они будут приспособлены для комфортного повседневного проживания людей.

В настоящее время в малоэтажном строительстве быстровозводимых зданий популярностью пользуется технология строительства с применением панелей, которая обеспечивает скорость и качество строительства зданий и сооружений различного назначения [1–7]. По мнению автора, в панельной технологии одним из минусов является применение конструктивных элементов в сочетании с ограждающими конструкциями в виде панелей. Вследствие этого, автор предлагает идею создания типового элемента, который выполняет функцию ограждающих конструкций и в тоже время является несущим элементом из стали и стекла. На базе такого типового элемента появляется возможность создавать разнообразные здания массовой серии [8–9].

Технической задачей типового элемента является снижение сроков строительства зданий, повышение качества строительства зданий за счет создания элементов в заводских условиях и расширение архитектурно-планировочных возможностей, а также повышение энергоэффективности зданий.

Поставленная задача решается тем, что все здание изготавливается из одинаковых строительных элементов, которые производятся в заводских условиях и проходят ряд испытаний на прочность, гибкость и энергоэффективность. Строительный элемент состоит из стального каркаса, остекления, элементов крепления остекления к стальному каркасу. Стальной каркас снабжен болтовыми отверстиями для присоединения элементов друг к другу с помощью высокопрочных болтов и планок. Строительные элементы снабжены креплениями для монтажа.

На рис. 1 представлен общий вид основного элемента для строительства зданий с разных ракурсов. Быстровозводимое одноэлементное стеклянное здание состоит из одинаковых строительных элементов, которые крепятся между собой при помощи болтовых соединений (рис. 2).

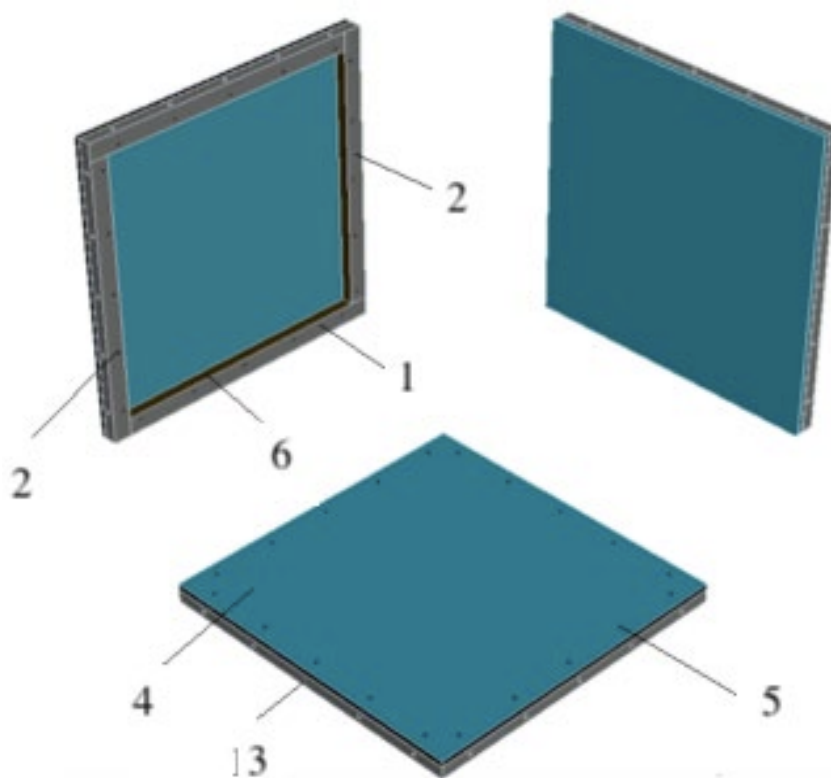


Рис. 1. общий вид основного элемента для строительства зданий с разных ракурсов:
1 – типовой строительный элемент; 2 – высокопрочные болтовые соединения; 3 – стальной каркас;
4 – триплекс стеклопакет; 5 – специальные крепления; 6 – каналы для прокладки инженерных сетей

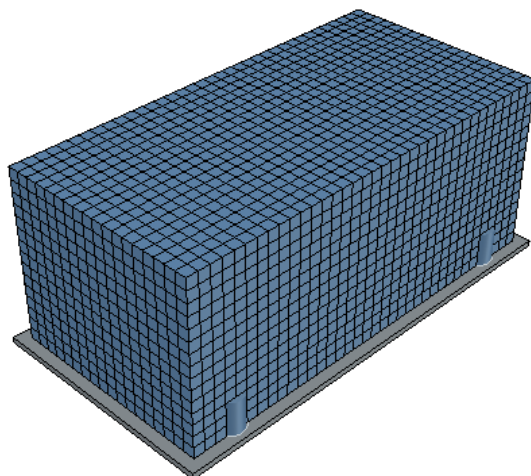


Рис. 2. Концептуальное пятиэтажное здание по технологии на основе одноэлементной плоской системы

Стеклопакетная составляющая элемента выполнена по технологии *triplex*, которая широко используется во всем мире. Стеклопакетная составляющая элемента предполагается производить по многослойной формуле: стекло 9 мм + 1,5 мм пленка + стекло 9 мм + воздушная прослойка из аргона 16 мм + стекло 9 мм + противопожарное заполнение 5 мм + стекло 9 мм. Общая толщина составляет 5,85 см. Внешний слой имеет термоотражающие свойства. Внутренний слой стекла каленый, что позволяет придать стеклянной особую прочность, а при повреждении минимизирует количество осколков. Выбор аргона в качестве воздушной прослойки обусловлен тем, что теплопроводность этого газа составляет 0,68 от воздуха. Также большим плюсом является большая вязкость аргона, что снижает скорость конвекции, а соответственно, теплообмен между стеклами. Структура стеклопакетной составляющей элемента представлена на рис. 3.

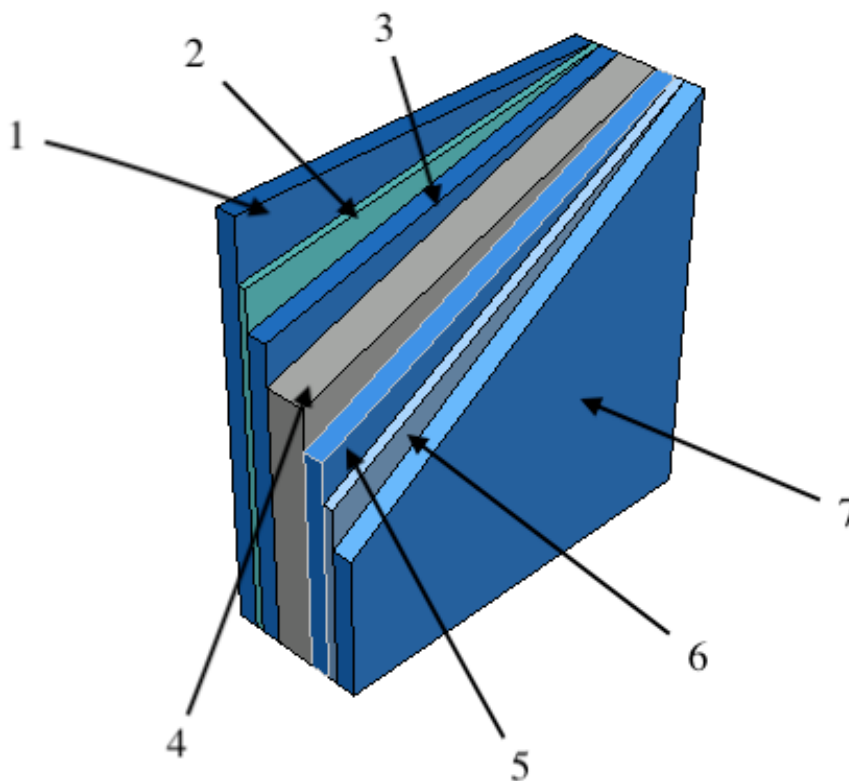


Рис. 3. Структура стеклопакета: 1 – стекло 9 мм; 2 – пленка 1,5 мм; 3 – стекло 9 мм; 4 – аргон 16 мм; 5 – стекло 9 мм; 6 – противопожарный наполнитель 5 мм; 7 – стекло 9 мм

Автором был разработан способ монтажа элементов плоской строительной системы при помощи телескопических подъемников ричстакеров, которые используются для погрузки и разгрузки контейнеров. С учетом максимального веса элемента системы, равного 3,9 тонны, был выбран ричстакер модели Кальмар *DRF 100-54S6* с максимальной грузоподъемностью 8 тонн. Максимально возможная высота строительства зданий по предложенной системе равна 17 метрам, при учете высоты одного этажа 3 метра возможно возводить пятиэтажные здания. Высота подъема груза ричстакером Кальмар *DRF 100-54S6* равна 18,7 метрам.

Автором был произведен теплотехнический расчет типового элемента для условий эксплуатации в Санкт-Петербурге. Величина приведенного сопротивления теплопередаче получилась равной $1,45 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$. Для сравнения, сопротивления стеклопакета с двумя камерами и обычным флоак стеклом составляет не больше $0,47 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$. В случае использования энергоэффективного стекла в двухкамерном стеклопакете приведенное сопротивление будет равным $R = 0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$.

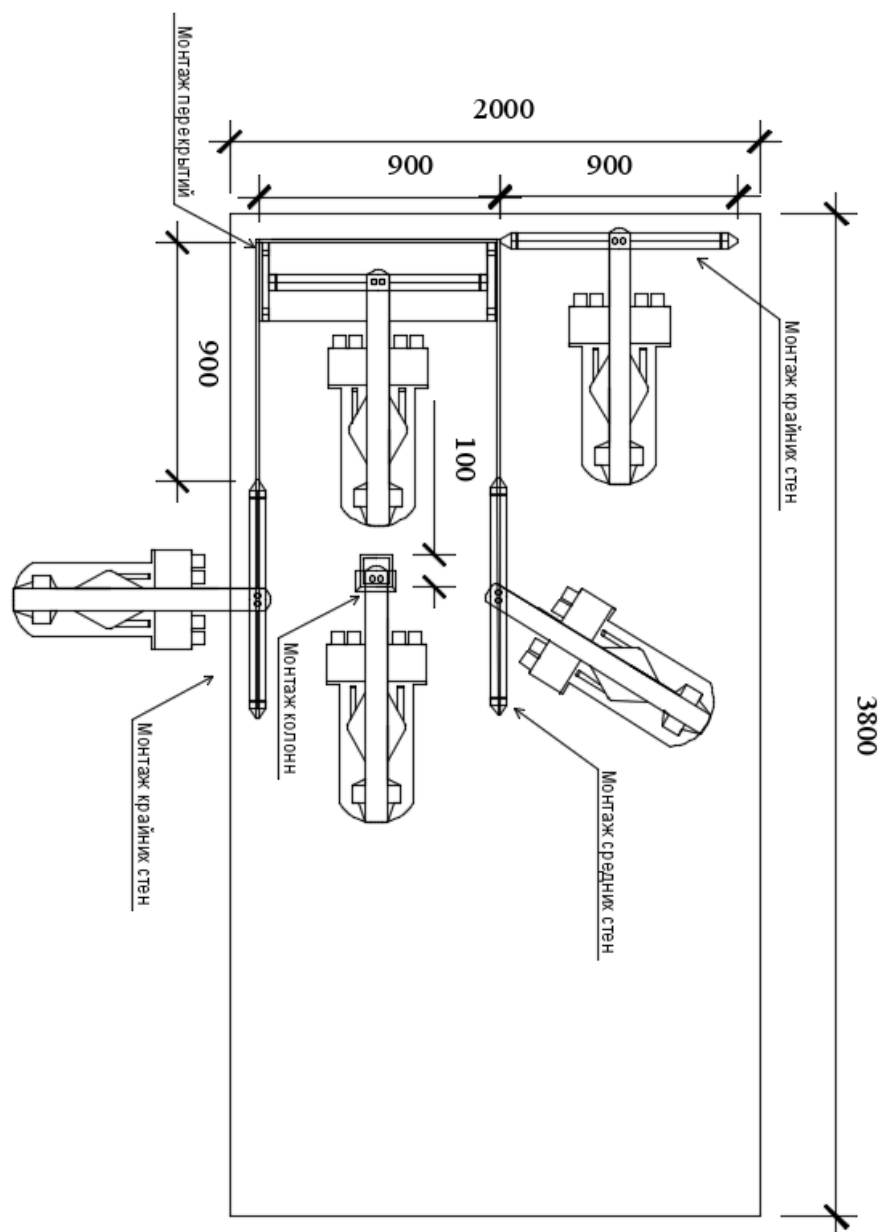


Рис. 4. Технология монтажа элементов плоской строительной системы

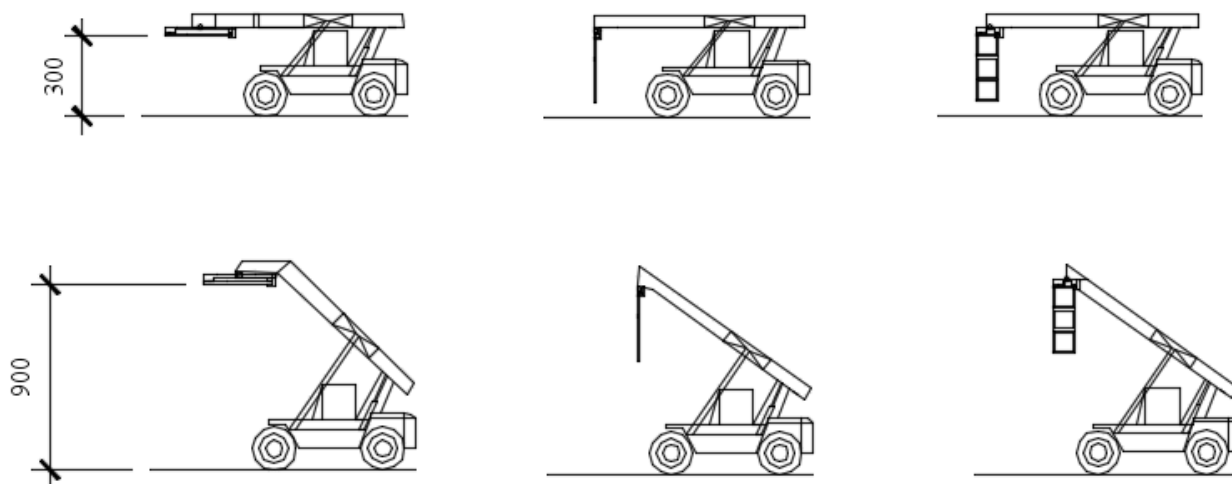


Рис 5. Монтаж различных видов элементов плоской строительной системы при помощи ричстакеров

Предполагаемый типовой элемент из стали и стекла обладает следующими определенными преимуществами:

- быстровозводимые здания и сооружения, возведенные на основе предполагаемых элементов, не нуждаются в отделке фасада и внутренней отделке помещений, так как она может быть произведена на заводе изготовителе;
- изготовление элемента в заводских условиях на 100 %;
- возможность скоростного монтажа типовых элементов на стройплощадке;
- многообразие планировочных решений.

Быстровозводимым энергоэффективным зданиям из предложенных автором типовых элементов свойственны совокупные характеристики, такие как:

- панели из стекла и стали имеют минимальное количество типовых размеров и могут использоваться для возведения объектов различного назначения (малоэтажное домостроение, промышленные, гражданские и сельскохозяйственные объекты), выполняя функции несущих и ограждающих конструкций, покрытий и перекрытий.
- предложенные элементы являются унифицированными для стен и перекрытий, что позволяет создавать резервы быстровозводимых зданий и сооружений на случай чрезвычайной ситуации и складировать на базах МЧС;
- однотипность предложенных элементов позволяет снизить затраты на стадии производства, транспортировки и монтажа конструкций;
- на стадии монтажа здания из совмещенных плит покрытия и стеновых панелей образуется пространственный блок, которому не требуется установка вертикальных и горизонтальных связей.

Выводы:

1. Разработанные типовые элементы на основе стали и стекла позволят обеспечить наиболее эффективный способ возведения быстровозводимых энергоэффективных зданий и сооружений. Оптимизируются финансовые и трудовые затраты за счет применения типовых одинаковых элементов с повышенной заводской готовностью, технологичности изготовления, относительно небольшого веса отдельных плит и панелей, минимальных сроков монтажа объекта.

2. Быстровозводимые энергоэффективные здания по предложенной технологии возможно проектировать экологически чистыми и с требуемым классом пожарной безопасности со сроком службы более 70 лет.

Литература

1. Захарова М. В., Пономарев А. Б. Опыт строительства зданий и сооружений по модульной технологии // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. 2017. Т. 8. № 1. С. 148–155.
2. Бадьин Г. М., Сычев С. А. Современные технологии строительства и реконструкции зданий. СПб.: БХВ-Петербург, 2013. 288 с.
3. Синенко С. А., Эриширгил Э., Грабовый П. Г., Вильман Ю. А., Грабовый К. П. Опыт применения новых технологий при возведении современных зданий и сооружений (на примере комплекса ММДЦ «Москва-Сити») // Вестник МГСУ. 2012. № 4. С. 165–169.
4. Farnsworth D. Modular Tall Building Design at Atlantic Yards B2: CTBUH Research Paper. [Chicago], 2014. P. 491–499.
5. Скоренко Т. 100 норм за смену // Технологии. Популярная механика. 2012. Май. С. 78–82.
6. Сычёв С. А., Шевцов Д. С. Быстровозводимые высотные здания из модульных трансформируемых строительных систем повышенной заводской готовности в условиях крайнего севера // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 1(60). С. 153–160.
7. Сычёв С. А. Многофункциональная оптимизация в технологии высокоскоростного модульного строительства // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 4(57). С. 99–104.
8. Сычёв С. А. Рассмотрение модернизации технологий полносборного строительства в магистерской диссертации по теме «Технологии и организация строительства» / А. Ф. Юдина, С. А. Сычёв // Строительство: наука и образование. М.: МГСУ. 2016. № 4. С. 4.
9. Пат. 2631125 РФ, МПК E04B 1/348 (2006.01). Строительный модуль для строительства зданий / Сычёв С. А. – № 2016113628 (021378); заявл. 08.04.16.

УДК 692.42/47

Сергей Анатольевич Сычёв,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: sasychew@ya.ru

Sergei Anatolevich Sychev,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: sasychew@ya.ru

**ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ
МАНСАРДНОЙ КРЫШИ ИЗ МОДУЛЬНЫХ
СИСТЕМ ЗАВОДСКОЙ ГОТОВНОСТИ**

**TECHNOLOGY FOR ERECTING A HIGH-TECH
MANSARD ROOF MADE OF
PREFABRICATED MODULAR SYSTEMS**

Самым простым и эффективным техническим решением при реконструкции зданий, а также при новом строительстве является надстройка мансардных этажей. Современные технологии позволяют устраивать надстройки зданий из лёгких и теплоэффективных материалов. Богатый диапазон рынка светопрозрачных ограждающих конструкций позволяет создавать внутри чердачного пространства помещения с различной комбинацией источников естественного освещения. Постепенный отход от типового проектирования, частное финансирование строительства вызвало распространение скатной кровли и в современной, и в постперестроечной России [1]. В данной статье описана технология возведения мансардной крыши из модульных систем заводской готовности, которая разработана для создания монолитной кровли зданий различного назначения. В результате были рассчитаны основные технические показатели разработанной и известных технологий, которые отражают высокую эффективность описанной системы по сравнению с аналогичными системами возведения мансардной крыши.

Ключевые слова: технология, кровля, мансарда, модульная система, заводская готовность.

Addition of usable roof floors is the simplest and most efficient technical solution in new construction and reconstruction. Modern technologies allow constructing additional structures out of light and thermally efficient materials. A wide variety of translucent enclosing structures allows creating rooms with various combinations of natural light sources in an attic. Gradual departure from standard design and private financing of construction result-

ed in extensive use of the inclined roof both in modern and post-perestroika Russia [1]. The article describes a technology of erecting a mansard roof made of prefabricated modular systems, that was developed to construct monolithic roofs of buildings of various purposes. As a result, main technical indicators of the developed and existing technologies are calculated. They reflect high efficiency of the described system as compared to similar systems of erecting mansard roofs.

Keywords: technology, roof, mansard, modular system, prefabrication.

В современном строительстве плохо развиты скоростные методы и эффективные технологии возведения мансард, что требует научно-методического обоснования ускоренных способов монтажа и утепления мансардных этажей, внедрения современных конструкций и высокоэффективных технологий [1].

Для возведения мансард применяют конструктивные элементы, собираемые вручную, изделия полной или частичной заводской готовности [3; 4; 5]. В России в качестве несущего каркаса мансардных этажей чаще всего используют дерево и металл, в особенности лёгкие стальные тонкостенные конструкции.

Зарубежные технологии возведения мансардной кровли направлены на высокоэффективность, экологичность и минимизацию расходов энергетических ресурсов [6; 7]. Основными современными зарубежными технологиями являются «VELOX», «VST», «Green Board». В качестве каркаса обычно используются металлические профили, на которые в дальнейшем монтируют плиты (щепоцементные, цементно-стружечные и др.), а затем заполняют эффективным утеплителем [8; 9–11].

В России чаще всего в качестве таких плит применяют фанеру и ориентировано-стружечную плиту. Для сравнения технических показателей различных видов плит составлена табл. 1.

Для возведения монолитной мансардной крыши разработана модульная система (рис. 1). Представленная система изготавливается в заводских условиях и доставляется на строительную площадку в укрупнённой сборке. Основными элементами системы являются: П-образный профиль с отверстиями для теплоизоляционного материала, ребро жесткости, установленное внутри модуля, верхний оцинкованный лист с полимерным покрытием, а также нижний лист, поставляемый в комплекте, но монтируемый после сборки всей крыши.

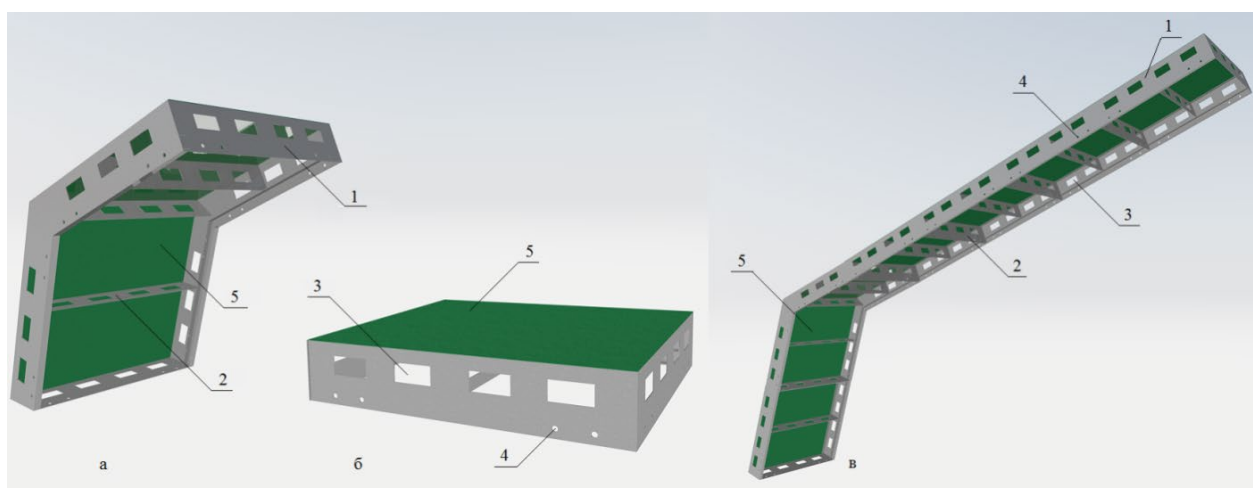


Рис. 1. Модульная система мансардной крыши:
 а – угловой элемент; б – прямоугольный элемент;
 в – сборный элемент: 1 – П-образный профиль; 2 – ребро жесткости;
 3 – отверстия для теплоизоляционного материала; 4 – отверстия под болты;
 5 – верхний оцинкованный лист с полимерным покрытием и пароизоляцией

Таблица 1

Сравнительные технические характеристики плит, используемые для возведения мансард

Показатель	Вид плиты									
	GB3	GB1050	Velox WS	Velox WSD	OSB	ЦСП	СМЛ	Фанера		
Толщина, мм	10, 12	10,12, 18, 22	25, 35, 50	25, 35, 50	8-40	8-36	3-6, 8-10, 12, 14, 16, 18, 20	3, 4, 6, 5, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30		
Плотность, кг/м ³	950	1050	720-760	800-860	600-650	1100-1400	950-1200	630-710		
Влажность, %	12	12	14-30	14-30	5-12	9±3	9-11	5-10		
Разбухание по толщине за 24 ч, по массе в %, не более	4	4	2	2	12	2	0,34-0,60	22		
Водопоглощение за 24 ч, по массе в %, не более	40	40	35-40	35-40	15	16	25-40	25		
Прочность при изгибе, МПа, не менее	9	12	1,3	2	18-22	9-12	5-22	25		
Прочность при растяжении, МПа, не менее	0,25	0,35	0,20-0,30	0,20-0,30	0,26-0,35	0,35-0,4	0,30	0,35		
Модуль упругости, МПа, не менее	1700	2000	2200-2600	2400-3000	3500	3000-3500	3000	7000		
Коэф-т теплоп-ти, Вт/м·К	0,16	0,17	0,11	0,145	0,13	0,26	0,2-0,6	0,2±0,03		
Коэф-т паропроницаемости, мг/(м·ч·Па)	0,04	0,03	0,014	0,014	0,004	0,03	0,11-0,14	0,02		
Группа горючести	Г1	Г1	Г1	Г1	Г4	Г1	Г1	Г4		
Группа воспламеняемости	В1	В1	В1	В1	В3	В1	В1	В2		
Группа распространения пламени	РП1	РП1	РП1	РП1	РП3	РП1	РП1	РП4		
Дымообразующая способность	Д1	Д1	Д1	Д1	Д3	Д1	Д1	Д3		
Класс опасности по токсичности	Т1	Т1	Т1	Т1	Т3	Т1	Т1	Т3		

Количество модулей, а также сечение профиля рассчитывается с учётом объёмно-планировочных, конструктивных особенностей здания и климатических условий района строительства.

Возведение монолитной мансардной крыши из модульных систем заводской готовности начинается с установки П-образного профиля в монолитное железобетонное перекрытие по периметру здания для обеспечения устойчивости в продольном и поперечном направлениях. Далее при помощи монтажного механизма и необходимой оснастки в проектное положение устанавливается стойка и продольная балка. Модуль мансардной крыши поднимают на необходимую высоту, устанавливают в П-образный профиль и временно закрепляют (рис. 2).

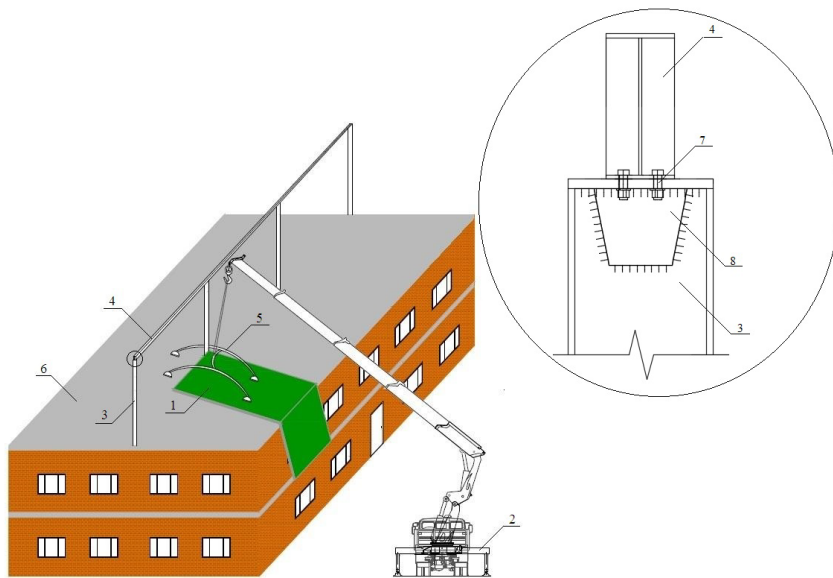


Рис. 2. Установка первого модуля мансарды:
1 – модуль заводской готовности; 2 – монтажный механизм; 3 – стойка;
4 – продольная балка; 5 – магнитный захват; 6 – ж/б перекрытие; 7 – болт; 8 – опорная пластина

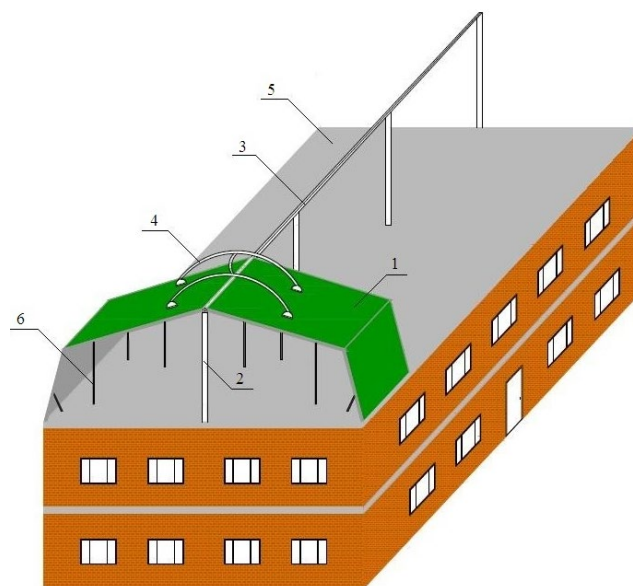


Рис. 3. Возведение модульной системы мансарды на одном шаге:
1 – модуль заводской готовности; 2 – стойка; 3 – продольная балка;
4 – магнитный захват; 5 – ж/б перекрытие; 6 – подпорки

Следующим этапом устанавливается модуль на противоположной стороне. Под системой устанавливаются подпорки на выдвинутой штанге для предотвращения прогиба. При помощи магнитного захвата происходит надёжное удержание модуля с двух противоположных сторон, производится временное закрепление системы (рис. 3).

Когда оба модуля на одном шаге здания временно закреплены, происходит выверка элементов, затем монтаж в проектное положение. Крепежные болты затягиваются, подпорки переставляются, и осуществляется дальнейшее возведение кровли вдоль здания.

В процессе строительства организационно-технологические решения принимаются в условиях многовариантности [10]. Рациональный вариант обычно выбирается путем сравнения технических и экономических показателей рассматриваемых вариантов, сопоставления показателей новой технологии с уже существующими [11].

Технология возведения монолитной мансардной крыши из модульных систем заводской готовности сравнивалась с двумя известными технологиями: мансарда, выполненная из деревянного каркаса и мансарда, выполненная из ЛСТК. Данные для расчета были получены при помощи ЕНиРов для двухэтажного кирпичного здания с размерами в осях 12×15 м [12; 13; 14]. Результаты расчета представлены на рис. 4.

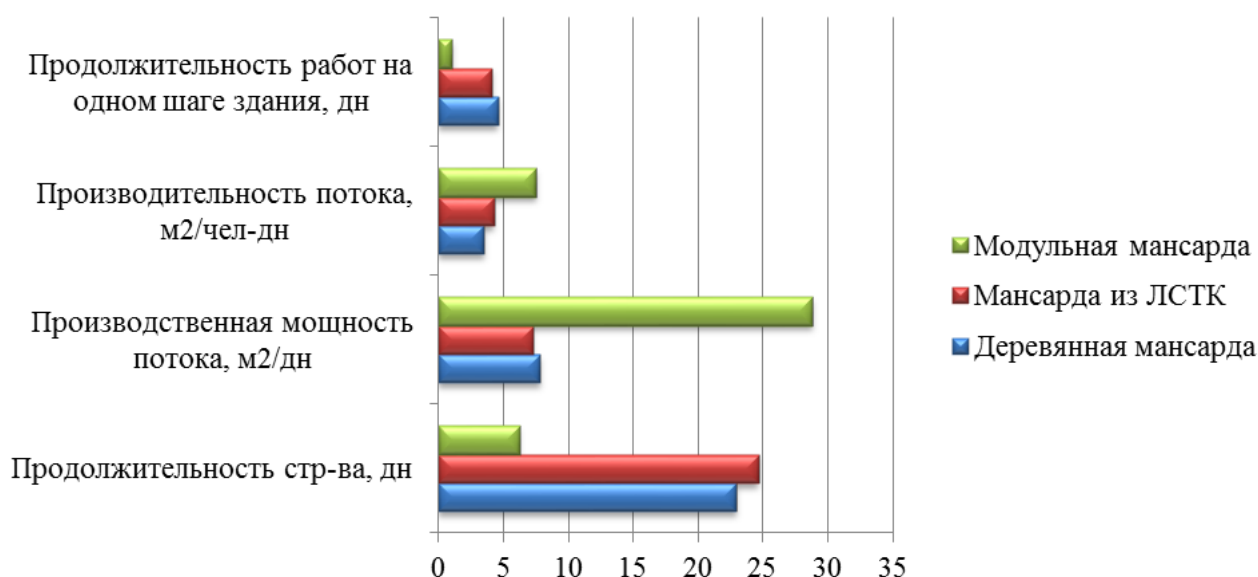


Рис. 4. График показателей эффективности различных технологий возведения мансардных крыш

Полученные показатели эффективности показывают, что наименьшей продолжительностью, наибольшей производительностью потока, а также наибольшей производственной мощностью обладает технология возведения мансардной крыши из модульной системы.

Все полученные показатели эффективности записываются в виде матрицы.

Оптимальный выбор варианта определяется с помощью двух известных критериев – Сэвиджа и Гурвица.

Проведем поиск оптимума по методу Сэвиджа. По критерию Сэвиджа определяем:

$$P_u^2 = S \uparrow = (S_u / S_u \in S_I \cap \min \max C_{ij} \cap C_{ij} = \max u_{ij} - u_{ij});$$

Результаты вычислений представлены в табл. 2.

Результаты вычислений по методу Сэвиджа

A_i	X_1	X_2	X_3	X_4
A_1	1,7	21	3,99	0
A_2	0	21,53	3,25	0,48
A_3	18,4	0	0	3,55

В каждой строчке выбираем максимальное значение. Получим соответственно 21; 21,53; 18,4. Минимальным из полученных значений является 18,4, принадлежащее третьему варианту. Следовательно, оптимальным вариантом по методу Сэвиджа является третий вариант.

Выбор оптимального варианта по критерию Гурвица осуществляется из условий:

$$A_u^{(3)} = S \uparrow = (S_u / S_u \in S_I \cap \max h_i \cap h_{ij} = e \min u_{ij} + (1-e) \max u_{ij} \cap 0 \leq e \leq 1);$$

$$A_u^{(4)} = S \uparrow = (S_M / S_M \in S_I \cap \max_i \max_j u_{ij});$$

При значении коэффициента $e = 0,5$ (e – коэффициент оптимизма) определяем:

$$S_1 = 0,5 \cdot 3,5 + (1 - 0,5) \cdot 22,9 = 13,2;$$

$$S_2 = 0,5 \cdot 4,1 + (1 - 0,5) \cdot 24,6 = 14,35;$$

$$S_3 = 0,5 \cdot 1,03 + (1 - 0,5) \cdot 28,79 = 14,91.$$

Максимальным из полученных значений является 14,91, соответствующее третьему варианту. Следовательно, оптимальным вариантом по критерию Гурвица является третий вариант.

В результате расчета по критериям можно сделать вывод, что самой оптимальной технологией возведения мансардной крыши является возведение из модульной системы.

В результате анализа теплопотерь в зданиях различного назначения, составлена диаграмма (рис. 5). Данная диаграмма показывает основные теплопотери, выраженные в процентах от общего расхода тепла в здании.

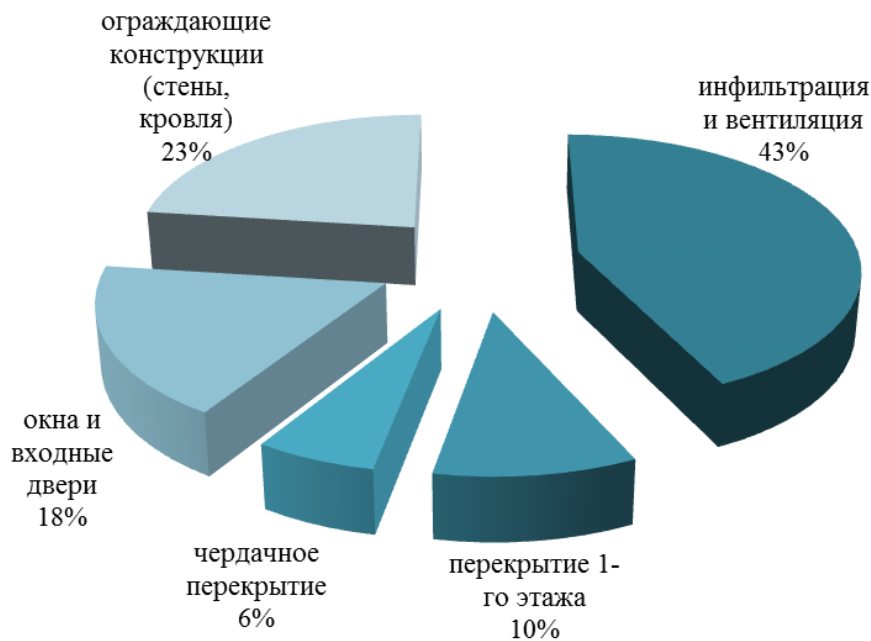


Рис. 5. Диаграмма трансмиссионных теплопотерь в здании

Из приведенных данных следует, что сохранение энергосбережения зависит от совершенствования ограждающих конструкций и повышение их теплозащитных свойств.

Разработанная технология возведения монолитной мансардной крыши, при правильном, технически обоснованном выборе теплоизоляционного материала, позволяет снизить теплотери здания и обеспечить комфортную температуру в помещении без дополнительного обогрева.

Выводы:

1. Возведение монолитной мансардной кровли с использованием модулей позволяет сократить срок монтажа на строительной площадке за счет высокой степени заводской готовности системы.
2. Расчет показателей эффективности показал, что возведение монолитной мансардной крыши, описанное в данной статье, является самым рациональным вариантом среди наиболее распространенных технологий в России.

Литература

1. Матвеев Е. П. Реконструкция жилых зданий с надстройкой этажей из объемных блоков // Жилищное строительство. 1999. № 8. С. 12–13.
2. Сычёв С. А. Технология ускоренного монтажа мансард из унифицированных сэндвич-панелей. СПб.: Издательство СПбГПУ, 2010. 182 с.
3. Строительный модуль для строительства зданий: Пат. РФ 2631125 № 2016113628 (021378), МПК E04B 1/348 (2006.01) / Сычёв С. А.; заявл. 08.04.16; опубл. 19.09.2017. Бюл. № 26. 1 с.
4. Способ возведения сборной крыши мансардного типа: пат. РФ 2368747 № 2007126882/03, МПК E04G 23/02 (2006.01) / Г. М. Бадьин, С. А. Сычёв; заявл. 13.07.07; опубл. 27.09.09. Бюл. № 27. 9 с.
5. Способ ускоренного монтажа мансард из унифицированных сэндвич-панелей: пат. РФ 2398943 № 2008131743/03, МПК E04G 23/02 (2006.01) / Г. М. Бадьин, С. А. Сычёв; заявл. 31.07.08; опубл. 10.09.10. Бюл. № 25. 6 с.
6. Бадьин Г. М., Сычёв С. А., Макаридзе Г. Д. Технологии строительства и реконструкции энергоэффективных зданий. СПб.: БХВ-Петербург, 2017. 464 с.
7. Бадьин Г. М., Сычёв С. А. Современные технологии строительства и реконструкции зданий. СПб.: БХВ-Петербург, 2013. 288 с.
8. Несъёмная опалубка *VELOX* // *VELOX*: Строительные системы. URL: <http://www.rosstro-velox.ru/> (дата обращения 02.04.2018).
9. *Green Board*: Фибролитовые строительные и акустические плиты. URL: <http://www.greenboard.ru/> (дата обращения 02.04.2018).
10. Сычёв С. А. Многофункциональная оптимизация в технологии высокоскоростного модульного строительства // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 4(57). С. 99–104.
11. Юдина А. Ф., Сычёв С. А. Рассмотрение модернизации технологий полносборного строительства в магистерской диссертации по теме «Технологии и организация строительства» // Строительство: наука и образование. 2016. № 4. С. 4.

УДК 624.05

Сергей Анатольевич Сычёв,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: sasychev@ya.ru

Sergei Anatolevich Sychev,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: sasychev@ya.ru

**ЭЛЕМЕНТЫ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО МОНТАЖА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ
ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ КРУПНЫХ ГОРОДОВ РОССИИ**

**ELEMENTS OF QUICK ERECTION OF ENERGY-EFFICIENT
HIGH-RISE BUILDINGS IN LARGE RUSSIAN CITIES**

С увеличением этажности здания возрастает и потребление им энергии. Следовательно, проекты возведения высотных зданий должны предусматривать снижение энергозатрат. В статье указано, какая строительная система отвечает требованиям быстровозводимости высотных зданий, приведены параметры элементов строительной системы на основе примеров строительства; рассмотрены мероприятия по повышению энергоэффективности зданий в целом, высотных зданий и приведены примеры таких зданий в России и за рубежом; сделан вывод о возможности объединения высоких темпов строительства со снижением за-

трат энергии. Достичь снижения потерь энергии на вышеперечисленные цели можно при проектировании, строительстве и эксплуатации энергоэффективных высотных зданий. В общем, на разных стадиях проекта обращается внимание на форму и конструктивную систему здания, теплозащиту ограждающих конструкций, применение современного инженерного оборудования, автоматизированных систем управления зданием и использование возобновляемых источников энергии.

Ключевые слова: высотные здания, скорость строительства, энергоэффективность, модульность, заводское изготовление, возобновляемые источники энергии.

When the number of floors in a building increases, energy consumption increases as well. Therefore, projects to erect high-rise buildings shall provide for energy cost reduction. A construction system meeting the requirements for quick erection of high-rise buildings is described in the article. Parameters of construction system elements are given using examples from the construction industry. Measures to improve energy efficiency of buildings in general and high-rise buildings in particular are considered. Examples of such buildings in Russia and abroad are given. The conclusion states that it is possible to combine high construction rates and energy cost reduction. Reduction in energy losses can be achieved during design, construction and operation of energy-efficient high-rise buildings. In general, at various stages of a project, attention should be paid to the shape and structure of a building, thermal protection of enclosures, use of modern engineering equipment, automated building management systems and renewable energy sources.

Keywords: high-rise buildings, construction rate, energy efficiency, modularity, prefabrication, renewable energy sources.

Анализ опыта возведения высотных зданий по параметрам применяемых строительных систем показывает, что высокие темпы строительства достигаются с помощью полносборной технологии путём использования модульных конструкций заводской готовности [1–7].

Примеры применяемых элементов заводской готовности с их типоразмерами представлены в табл. 1.

Таблица 1

Примеры элементов для быстровозводимых высотных зданий

Название здания	Применяемый элемент	Типовые габаритные размеры, м	Вес, т	Основные составляющие элементы	Размеры / толщина, мм
461 Dean (США)	Объёмный модульный блок	4,5×15,0×3,2	7–24	Колонны Балки нижнего пояса Балки верхнего пояса	150×150 200×100 100×100
Отель Т30, Мини Скай-Сити (Китай)	Модульная конструкция	3,9×15,6 3,9×11,7 3,9×7,8	4–8	Панель	150–300

Кроме быстровозводимости, не менее важным аспектом при строительстве высотных зданий является энергоэффективность. Ведь с увеличением этажности здания возрастает и количество потребляемой им энергии при эксплуатации. Затраты энергии происходят за счёт [8]:

- обеспечения комфортного микроклимата (возмещение теплопотерь или охлаждение помещений здания);
- водоснабжения и водоотведения;
- внутреннего и внешнего освещения здания;
- залпового использования электроэнергии в бытовых целях;
- работы лифтов;
- использования электрических бытовых машин, приборов и средств технической коммуникации.

Большую роль в последнее время стали играть в этом вопросе нетрадиционные возобновляемые источники энергии, которые имеют как положительные, так и отрица-

тельные свойства. К положительным относятся повсеместная распространенность и экологическая чистота; эксплуатационные затраты по использованию нетрадиционных источников не содержат топливной составляющей (сама энергия этих источников бесплатная). Отрицательные качества – это малая плотность потока (удельная мощность) и изменчивость во времени. Использование возобновляемых источников энергии в мире обрело ощутимые масштабы и устойчивую тенденцию к росту [9]. Источники, используемые при проектировании энергоэффективных высотных зданий, с примерами таких зданий, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Нетрадиционные возобновляемые источники энергии

Вид возобновляемого источника	Используемые элементы / мероприятия	Пример
Энергия солнца	Солнечные батареи на облицовке зданий, экраны с фотоэлементами, стеклопакеты с особым стеклом	Конде-Наст Билдинг (Нью-Йорк), Башня Банка Америки (Нью-Йорк), Башня Жемчужной реки (Гуанчжоу)
Энергия ветра	Сквозные отверстия с ветрогенераторами, ветроустановки	Башня Страта (Лондон), Всемирный торговый центр (Бахрейн), Башня Мери-Экс (Лондон)
Энергия воды	Возведение объектов рядом с источником воды, небольшие гидроэлектростанции, системы сбора дождевой воды	Башня Золотого побережья (Мельбурн)
Энергия земли (гидротермальные источники: подземные воды, пар; петротермальные источники: раскаленные горные породы)	Теплонасосные установки (использующие тепло грунта и удаляемого вентиляционного воздуха)	17-этажный энергоэффективный жилой дом в Никулино-2 (Москва)
Энергия биомассы (растительные и животные материалы)	Расположение объектов рядом с фермерскими хозяйствами, строительство вертикальных с/х ферм с внедрением установок, использующих энергию биомассы	Зеленый проект «Урожай» (Канада)

Помимо использования одного нетрадиционного возобновляемого источника энергии, встречаются полиэнергетические типы высотных зданий и их проекты, использующие комбинации из двух и более источников.

Анализ энергоэффективных высотных зданий выделил пять основных типов [10]:

- 1) энергия солнца и ветра;
- 2) энергия солнца и воды;
- 3) энергия солнца, ветра и воды;
- 4) энергия солнца, ветра, воды и земли;
- 5) энергия солнца, ветра, воды, земли и биомассы.

В России эффективность использования энергии высотных зданий повышается всеми рассмотренными мероприятиями. Например, при строительстве Лахта Центра (Санкт-Петербург) применены такие экотехнологии как: теплоизоляционные фасадные конструкции, аккумуляторы холода, энергосберегающие лифты, озеленение кровли и стен, для полива которого используются очищенные ливневые воды, повторное использование воды от систем вентиляции и кондиционирования. За счет «интеллектуального фасада» высотной доминанты Лахта Центра расходы на отопление и кондиционирование сократятся не менее чем на 40 % [11–14].

Ещё одним примером повышения энергоэффективности может служить комплекс Федерация (Москва). Поверхность стекла на фасадах зданий комплекса отражает солнечное излучение, при этом сохраняя оптимальную температуру в здании.

Выводы

1. Повышение энергоэффективности без потери быстровозводимости высотных зданий может быть достигнуто за счет совершенствования уже известных применяемых модульно-блочных элементов. Помимо теплоизоляции ограждающих панелей, их облицовка может содержать в себе фотоэлементы, собирающие солнечную энергию, окна панелей могут состоять из специальных стеклопакетов, регулирующих количество естественного света в здании. Часть типовых элементов здания может быть запроектирована таким образом, чтобы в них можно было обеспечить установку ветрогенераторов для сбора энергии ветра, а также систем для сбора дождевой воды.

2. Выбор мероприятий по повышению энергоэффективности здания должен быть обоснован путем выявления основных показателей, которые будут выгодны экономически в конкретных условиях строительства.

Литература

1. Захарова М. В., Пономарев А. Б. Опыт строительства зданий и сооружений по модульной технологии // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. 2017. Т. 8. № 1. С. 148–155.
2. Бадьин Г. М., Сычев С. А. Современные технологии строительства и реконструкции зданий. СПб.: БХВ-Петербург, 2013. 288 с.
3. Синенко С. А., Эриширгил Э., Грабовый П. Г., Вильман Ю. А., Грабовый К. П. Опыт применения новых технологий при возведении современных зданий и сооружений (на примере комплекса ММДЦ «Москва-Сити») // Вестник МГСУ. 2012. № 4. С. 165–169.
4. Farnsworth D. Modular Tall Building Design at Atlantic Yards B2: CTBUN Research Paper. [Chicago], 2014. P. 491–499.
5. Скоренко Т. 100 норм за смену // Технологии. Популярная механика. 2012. Май. С. 78–82.
6. Сычёв С. А., Шевцов Д. С. Быстровозводимые высотные здания из модульных трансформируемых строительных систем повышенной заводской готовности в условиях крайнего севера // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 1(60). С. 153–160.
7. Семикин П. П., Бацунова Т. П., Семикин П. В. Модульность в архитектуре высотных зданий // Известия вузов. Строительство. 2015. № 5. С. 64–69.
8. Стахеев О. В., Бравова Е. Е. Тенденции в организации энергоэффективной высотной застройки // Региональные архитектурно-художественные школы. 2011. № 1. С. 163–165.
9. Тележникова Е. А. Проблемы проектирования энергоэффективных высотных зданий // Архитектон: известия вузов. 2009. № 26. Приложение. URL: http://archvuz.ru/numbers/2009_22/k20/ (дата обращения: 16.04.2018).
10. Семикин П. П. Классификация типов высотных зданий с возобновляемыми источниками энергии // Известия вузов. Строительство. 2013. № 10. С. 91–96.
11. Лахта Центр. URL: <http://lakhta.center/ru/> (дата обращения: 18.05.2018).
12. Сычёв С. А. Многофункциональная оптимизация в технологии высокоскоростного модульного строительства // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 4(57). С. 99–104.
13. Сычёв С. А., Юдина А. Ф. Рассмотрение модернизации технологий полносборного строительства в магистерской диссертации по теме «Технологии и организация строительства» // Строительство: наука и образование. М.: МГСУ. 2016. № 4. С. 4.
14. Строительный модуль для строительства зданий: Пат. РФ 2631125, № 2016113628, МПК E04B 1/348 (2006.01) / Сычёв С. А.; заявл. 08.04.16; опубл. 19.09.2017. Бюл. № 26. 1 с.

УДК 622.257

Елена Владимировна Хорошенькая, ст. преподаватель
Юрий Иванович Тилинин, канд. техн. наук
Любовь Григорьевна Ворона-Сливинская,
д-р экон. наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: tilsp@inbox.ru, Ly161@yandex.ru

Elena Vladimirovna Khoroshenkaya, Senior Lecturer
Yuri Ivanovich Tilin, PhD of Tech. Sci.
Lubov Grigorievna Vorona-Slivinskaia,
Dr of Economics, Professor,
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: tilsp@inbox.ru, Ly161@yandex.ru

**ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО РАЗРУШЕНИЯ
ЦЕМЕНТАЦИИ ТРУБ В ГРУНТЕ**

**ORGANIZATION OF EXPERIMENTAL CEMENT DEMOLISHING
AROUND PIPES IN THE GROUND**

Рассматривается организация экспериментов по оценке и выбору способа разрушения цементного заземления обсадных труб с целью последующей агрегации оборудования технологического процесса их извлечения из грунта. По значению статического продольного извлекающего усилия оценивается эффективность способа разрушения тампонажа вокруг трубы. Предлагается состав оборудования для проведения испытаний. В качестве одного из разрушающих воздействий предлагается авторами рассматривать боковой удар по трубе. В качестве альтернативного способа разрушения предлагаются взрывы малой мощности. И третий способ механического разрушения цемента вокруг трубы представляет собой воздействие на трубу изнутри вибратором. Испытания предполагается проводить в полевых условиях.

Ключевые слова: обсадная труба, цементация, заземление, разрушение, боковой удар, вибратор, взрыв, статическое извлекающее усилие.

Organization of experiments in assessing and choosing the method to demolish cement around case pipes for subsequent aggregation of equipment for their removal from the ground is considered. Efficiency of the method to demolish cement around the pipe is assessed based on the value of static longitudinal pullout force. Composition of equipment for testing is suggested. It is proposed to consider lateral impact on a pipe as one of destructive impacts. Small explosions are suggested as an alternative to destruction. The third method of mechanical cement demolition around a pipe is the use of a vibrator affecting the pipe from the inside. It is suggested to perform tests in the field environment.

Keywords: case pipe, cementation, restraint, demolition, lateral impact, vibrator, explosion, static pullout force.

Извлечение обсадных труб из грунта, как правило, производится способом аналогичным вибрационному извлечению свай. Особенности этого способа связаны с агрегированием вибрационных и грузоподъемных машин, предназначенных для тяговых усилий спускоподъемных операций. К агрегатам предъявляются требования мобильности, заключающейся в быстром переводе агрегата из рабочего в транспортное положение, скорости передвижения по дорогам и проходимости по пересеченной местности. Также важна энергетическая автономность агрегата. Выбор машин необходимо производить для заданного диаметра и массы обсадной колонны.

Технология извлечения обсадных труб из грунта осложняется наличием цементного заземления вокруг трубы, удерживающего трубу в грунте и создающего сопротивление продольным усилиям подъема трубы.

Чтобы стальная труба стала податливой извлекающему продольному воздействию, необходимо разрушить перед началом ее подъема цементное заземление, расположенное между наружной поверхностью трубы и грунтом, в котором она находится.

Выбор способа разрушения цементации, называемой также термином «затрубный тампонаж», обусловлен необходимостью проведения испытаний для сравнения эффективности разрушающих воздействий. В качестве одного из разрушающих воздействий предлагается авторами рассматривать боковой удар по верхней части трубы, производимый с целью создания бегущей вниз по трубе волны, приводящей к разрушению тампонажа.

В качестве другого альтернативного способа разрушающего воздействия на тампонаж предлагается восходящие снизу вверх внутри трубы взрывы малой мощности. И тре-

тым способом механического разрушения тампонажа рассматривается поперечное воздействие на трубу изнутри вибратором, поднимаемым на тросе снизу вверх. Так как степень разрушения тампонажа вокруг трубы после воздействия на нее одним из способов не оценить визуально, то необходим косвенный показатель оценки.

Таким косвенным показателем может быть количественное значение продольного извлекающего усилия, при котором труба становится податливой извлечению. Статическое извлекающее усилие может быть создано гидравлическим домкратом с двумя цилиндрами, установленными на опорную плиту с двух сторон трубы напротив друг друга.

Предлагается оценивать эффективность исследуемых способов разрушения цементного зацементования труб в грунте по величине продольного извлекающего статического усилия гидравлических домкратов экспериментальной установки [1].

Эксперимент планируется выполнять по методике, состоящей из четырех разделов:

1. Исследование способа разрушения цементного зацементования боковым ударом по верхней части обсадной колонны.

2. Исследование способа разрушения цементного зацементования воздействием изнутри трубы восходящими микровзрывами.

3. Исследование способа разрушения цементного зацементования трубы в грунте воздействием изнутри трубы восходящими поперечными ударами вибратора.

Эксперимент планируется в природных условиях с использованием стальных труб диаметром 133 мм и длиной 5 м. Нижняя часть трубы заострена и закрыта от попадания грунта внутрь. Труба погружается в заранее пробуренную скважину. Скважина проходится вибрационным бурением в мягком грунте, разрушаемом воздействием высокочастотных колебаний бура до 2500 кол./мин. [2]. Вибрационное бурение с вибраторами (вибромолотом или вибропогружателем) применяют для бурения скважин диаметром до 146 мм и глубиной до 30 м [3]. Воздействие микровзрывом предполагается производить внутренним удлиненным рассредоточенным зарядом малой мощности, располагаемым внутри трубы.

При подготовке эксперимента выполняется затрубный тампонаж цементом на высоту два метра от забоя скважины. В эксперименте погружается партия из десяти труб. Трубы располагают на расстоянии друг от друга не менее четырех метров. Время выдерживания цементации двадцать семь суток. Через двадцать семь суток выполняется разрушение цементации десяти труб исследуемым способом. Затем выполняется извлечение домкратами поочередно всех труб партии с фиксацией усилия домкратов. После проведения испытаний производится статистическая обработка, сравнение извлекающих усилий и выбирается способ разрушения цементного зацементования трубы в грунте. После завершения эксперимента осуществляется агрегирование оборудования, имеющегося на современном строительном рынке, применительно к характеристикам скважин.

В результате предварительного исследования установлены следующие средние характеристики скважин: средний диаметр труб 213, 426, 530, 630 мм при соответствующей длине скважин 20, 50, 80, 100 м расчетная масса извлекаемой обсадной колонны при выборе машин должна назначаться соответственно 0,5, 3, 6, 8 т [4; 5].

При агрегировании учитываются стоимостные показатели оборудования агрегата, транспортные затраты на перебазирование агрегата, трудовые затраты на обслуживание агрегата в процессе работы, материальные затраты на эксплуатацию агрегата [6; 7].

При агрегировании возможно сочетание оборудования, применяемого для разрушения тампонажа вначале способом бокового удара, а затем и способом воздействия вибратором изнутри трубы или микровзрывом.

Для подготовки эксперимента необходимо изготовить десять стальных труб длиной по 5 м и диаметром 133 мм, установку с двумя гидравлическими цилиндрами для начального извлечения трубы и лебедкой для полного извлечения трубы, цилиндрический вибратор бокового действия диаметром 124 мм.

Кроме того необходимо изготовить маятниковую установку бокового удара, оголовки на извлекаемую трубу для ее захвата и для восприятия бокового удара маятниковой установки. Для тампонажа потребуется инъекционное оборудование и цемент. Также нужна буровая установка для устройства скважины, в которую опускается труба и инъекционная установка для нагнетания цементной смеси. Для приготовления цементного раствора требуется растворомешалка с электроприводом.

Литература

1. Юдина А. Ф., Верстов В. В., Бадьин Г. М. Технологические процессы в строительстве: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования. М.: Издательский центр «Академия», 2013. 304 с.
2. Верстов В. В., Гайдо А. Н. Современные технологии возведения свайных фундаментов: учеб. пособие. СПб., 2016. 160 с.
3. Теличенко В. И., Лapidус А. А., Тереньтев О. М. Технология строительных процессов: учебник. В 2 ч. М.: Высш. шк., 2008. Ч. 1. 392 с.
4. Хорошенькая Е. В., Тилинин Ю. И., Ворона-Сливинская Л. Г. Способы подъема обсадной колонны скважин // Форум молодых ученых: международное научно-практическое, периодическое сетевое издание. Интернет-журнал. 2018. № 4(20). URL: http://forum-nauka.ru/domains_data/files/20/Horoshenkaya%20E.V..pdf (дата обращения: 26.04.2018).
5. Гайдо А. Н., Верстов В. В. К вопросу определения технологических параметров производства свайных работ в стесненных условиях // Жилищное строительство. 2015. № 9. С. 12–15.
6. Gajdo A., Verstov V., Judina A. Comparative Efficiency Investigation of Various Types of Dynamic Influences on the Dipped Pile // World Applied Sciences Journal. 2013. 2(6). P. 817–822. DOI: 10.5829/idosi.wasj.2013.23.06.13109.
7. Гайдо А. Совершенствование технологий погружения стальных оболочек, применяемых при устройстве водонепроницаемых ограждений на акватории // Монтажные и специальные работы в строительстве. 2015. № 3(870). С. 28–32.

СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И МЕТРОЛОГИИ

УДК 691.327

Ирина Утарбаевна Аубакирова,

канд. техн. наук, доцент

Анна Юрьевна Ковалева,

канд. техн. наук, доцент

Виктор Андреевич Скобликов, инженер

Ольга Юрьевна Пухаренко, научный сотрудник

(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)

E-mail: centeririna@spbgasu.ru, tsmm@spbgasu.ru

Irina Utarbaevna Aubakirova,

PhD of Tech. Sci., Associate Professor

Anna Yurevna Kovaleva,

PhD of Tech. Sci., Associate Professor

Victor Andreevich Skoblikov, Engineer

Olga Yurevna Puharenko, Researcher

(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: centeririna@spbgasu.ru, tsmm@spbgasu.ru

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ УДОБОУКЛАДЫВАЕМОСТИ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

METHODS OF CONTROL AND ASSESSMENT OF CONCRETE PLACEABILITY

Рассмотрены основные термины, характеризующие такое свойство бетонной смеси, как удобоукладываемость, и основные технологические факторы, влияющие на него. Приведена классификация бетонных смесей по удобоукладываемости. Даны критерии оценки удобоукладываемости бетонной смеси и методы ее определения. Приведены результаты производственного эксперимента по определению удобоукладываемости двумя методами на бетонных смесях, изготовленных с применением различных видов пластифицирующих добавок. Полученные результаты позволяют производить более правильный выбор метода определения удобоукладываемости при производстве бетонной смеси и при проведении строительного контроля.

Ключевые слова: бетонная смесь, удобоукладываемость, осадка конуса, распыл конуса, структура бетонной смеси, вязкость, связанность.

Basic terms characterizing such property of concrete mix as placeability, and main technological factors affecting it are considered. A classification of concrete mixes by placeability is given. Criteria of assessing placeability of a concrete mix and methods to determine it are provided. Results of an industrial experiment conducted to determine placeability of concrete mixes made with application of various types of plasticizers, using two methods,

are presented. The results allow making more rational choice when selecting the method to determine concrete placeability during production of a concrete mix and construction supervision.

Keywords: concrete mix, concrete placeability, slump of concrete cone, cone flow diameter, concrete mix structure, viscosity, cohesion.

Удобоукладываемость бетонной смеси – основной технологический показатель, определяющий возможность укладки бетонной смеси в конструкциях. Установление соответствующей марки по удобоукладываемости зависит от назначения и размеров строительной конструкции, вида и густоты армирования, возможности использования технологического оборудования, температурно-влажностных условий бетонирования. Поэтому этот показатель становится не только технологическим, но и технико-экономическим.

Согласно ГОСТ 7473–2010 [1], введенному с 01.01.2012 г., удобоукладываемость бетонной смеси характеризуется марками: по расплыву конуса (от Р1 до Р6), по осадке конуса (от П1 до П5), по жесткости (от Ж1 до Ж5) и по уплотнению (от КУ1 до КУ5). Методы определения этих показателей установлены ГОСТ 10181–2014 [2], который начал действовать с 01.07.2015 г. Разрыв в 3,5 года между введением требований к маркам по удобоукладываемости и описанием методов их определения привел к некоторому творчеству производителей бетонной смеси в части определения марок по расплыву конуса и по уплотнению. Например, для расплыва конуса использовался стандартный конус высотой 300 мм и измерение производилось без дополнительных механических воздействий на бетонную смесь. Этому способствовало и широкое распространение в строительной отрасли такого вида бетонных смесей, как самоуплотняющиеся, которые не подпадают ни под один из вышеуказанных стандартов.

Высокоподвижные бетонные смеси находят все большее применение в современном строительстве, при этом эффект как технический, так и экономический получают не производители бетонной смесей, а строительные компании, ведущие укладку смесей в конструкции.

Основными факторами, влияющими на удобоукладываемость бетонной смеси, являются вид и расход цемента (нормальная густота, количество и вид добавок, удельная поверхность), водоцементное отношение, качество заполнителей (вид, зерновой состав, наличие глинистых и пылевидных частиц, доля песка и др.), вид и количество добавок. От этих же факторов зависит и время сохраняемости подвижности бетонной смеси, и расслаиваемость, а также свойства затвердевшего бетона, качество бетонных поверхностей, стойкость бетона к различным внешним воздействиям.

Наиболее распространенным на сегодняшний день инструментом определения удобоукладываемости является способ ее измерения по осадке конуса Абрамса, несмотря на введенные в ГОСТ 10181–2014 новые методы. Популярность использования данного метода оценки удобоукладываемости бетонной смеси связана с простотой проведения испытаний, незначительными затратами на приобретение оборудования и большим накопленным опытом определения данного показателя.

Стремительное развитие химической промышленности, появление новых эффективных видов пластифицирующих добавок, применяемых наряду с активными минеральными добавками, позволяет производителям получать высокотехнологичные бетонные смеси, регулировать структуру композита, в значительной степени увеличивать удобоукладываемость, а также, существенно изменять структуру бетонной смеси, ее вязкость и связанность. Следует отметить, что используемый метод оценки удобоукладываемости по осадке конуса Абрамса совершенно не учитывает изменение реологических свойств бетонной смеси. Появление на рынке новых видов высокотехнологичных бетонных смесей диктует новые условия определения их качественных характеристик, использования для оценки удобоукладываемости новых, методов, учитывающих их поведение под нагрузкой (вязкость), тенденции к расслоению и водоотделению. В этом случае предложенный в ГОСТ 10181–2014 метод оценки удобоукладываемости по расплыву конуса

представляется наиболее целесообразным. Для подтверждения вышесказанного нами были проведены исследования, в которых изготавливались бетонные смеси с одинаковой подвижностью по осадке конуса Абрамса, но с применением различных видов добавок. У этих же смесей определялся расплыв конуса. Использовались два типа добавок: на основе лигносульфонатов и на основе поликарбоксилатов. Изготавливались смеси с подвижностью П1, П3, П4. Результаты испытаний приведены в таблице и на рис. 1 и 2.

№ п/п	Значения удобоукладываемости бетонной смеси			
	по осадке стандартного конуса Абрамса		по расплыву конуса	
	бетонная смесь с добавкой на основе лигносульфонатов	бетонная смесь с добавкой на основе поликарбоксилатов	бетонная смесь с добавкой на основе лигносульфонатов	бетонная смесь с добавкой на основе поликарбоксилатов
1	П1 – 2 см	П1 – 2 см	Р1 – 18 см	Р1 – 23 см
2	П3 – 12 см	П3 – 12 см	Р1 – 31 см	Р2 – 39 см
3	П4 – 19 см	П4 – 18 см	Р4 – 51 см	Р4 – 51 см
наличие визуальных признаков расслоения при испытании				
	нет	нет	есть	нет



Рис. 1. Определение удобоукладываемости бетонных смесей по осадке конуса: а – бетонная смесь на лигносульфонатной добавке, б – то же, на поликарбоксилатной

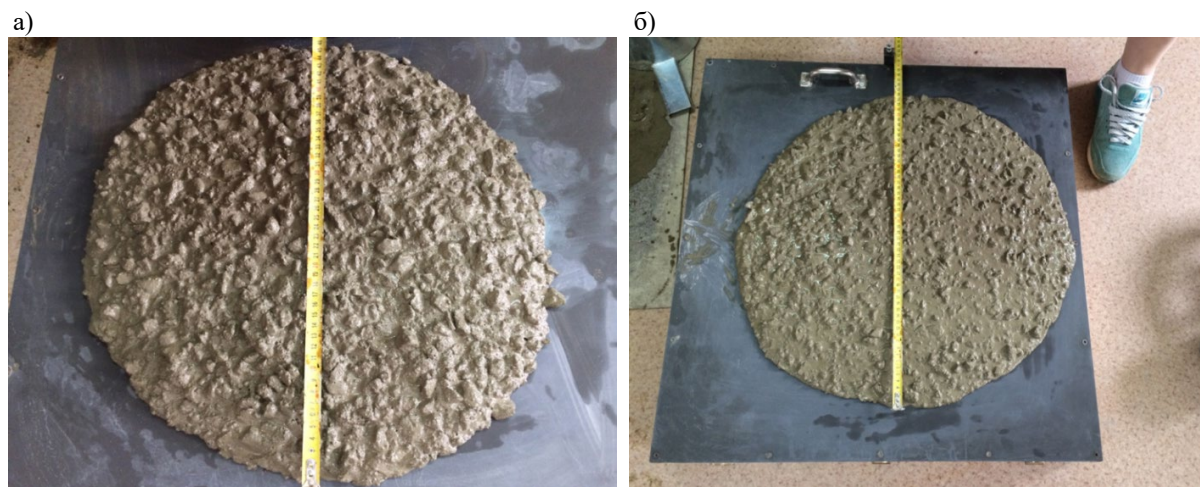


Рис. 2. Определение удобоукладываемости бетонных смесей по расплыву конуса: а – бетонная смесь на лигносульфонатной добавке, б – то же, на поликарбоксилатной

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что метод оценки удобоукладываемости бетонной смеси по распылу конуса является более приемлемым при проведении испытаний, так как учитывает изменение вязкости бетонной смеси, ее связанности и тенденции к расслоению. Кроме того, по экспериментальным данным видно, что смеси с подвижностью по осадке конуса марок ПЗ и П4, изготовленные с применением добавок на основе поликарбоксилатов, при испытании их по распылу конуса имеют тенденцию к переходу в другую марку.

Конечно, влияние вида добавок и их количества не единственный фактор, влияющий на структуру бетонной смеси, но правильный выбор метода испытаний позволяет более адекватно оценить ее качество.

Литература

1. ГОСТ 7473–2010. Смеси бетонные. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2011. 15 с.
2. ГОСТ 10181–2014. Смеси бетонные. Методы испытаний. М.: Стандартинформ, 2015. 23 с.

УДК 691.32

Татьяна Александровна Иванова,
канд. техн. наук, доцент
Людмила Григорьевна Колесникова,
ст. преподаватель
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
Email: raketadrom@yandex.ru,
lkolesnikova@lan.spbgasu.ru

Tatiana Aleksandrovna Ivanova,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
Ludmila Grigorevna Kolesnikova,
Senior Lecturer
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil engineering)
Email: raketadrom@yandex.ru,
lkolesnikova@lan.spbgasu.ru

ЭСТЕТИКА ПОВЕРХНОСТИ БЕТОНА, СПОСОБЫ ПРИДАНИЯ ОПРЕДЕЛЁННОЙ ВЫРАЗИТЕЛЬНОСТИ ПРИ ФОРМОВАНИИ

AESTHETICS OF CONCRETE SURFACE, METHODS TO FORM EXPRESSIVENESS AT MOLDING

Статья посвящена декоративным бетонам, их значимости для создания не однотипных зданий и сооружений, и возможности этого материала для придания выразительности фактуры. Рассматриваются способы получения бетонов таких, как мытый и графический. Наглядно представлены виды бетонных поверхностей, получаемых механической обработкой, с использованием замедлителей твердения поверхности бетона. Описаны материалы и оборудование необходимые для создания декоративных бетонов. Приведен обзор замедлителей твердения поверхностного слоя бетона, предлагаемых на рынке. Указана принципиальная последовательность создания, мытого и графического декоративных бетонов.

Ключевые слова: мытый бетон, графический бетон, замедлители твердения поверхностного слоя, эстетика поверхности, фактура, декоративный бетон.

The article reviews architectural concrete, its significance in creating varied buildings and structures, and the possibility of using this material to provide an expressive finish. Methods to make concrete (e. g. washed and graphic) are considered. Types of concrete surfaces obtained through mechanical tooling using hardening retarders for concrete surfaces are presented. Materials and equipment required to create architectural concrete are described. A review of available hardening retarders for concrete surfaces is provided. A sequence of making washed and graphic architectural concrete is specified.

Keywords: washed concrete, graphic concrete, surface hardening retarder, aesthetics of surface, finish, architectural concrete.

Выразительность является следствием эстетики поверхности, формы. Чтобы разобратся в эстетике поверхности бетона, необходимо изучить способы и приемы, с помощью которых можно выявить или усилить его декоративные свойства. Эстетика поверхности, форма и выразительность, а также функциональное назначение влияет на эстетическое восприятие конструкций и сооружений.

Декор зданий нельзя рассматривать только как украшение зданий, он подчеркивает их выразительность, становится элементом объемно-пространственной композиции и дает возможность зрительно преобразовать их, внося свой колорит. Говоря о декоративных свойствах материалов, подразумевают их способность воздействовать на наблюдателя, т. е. те свойства, которые привлекают взгляд человека: фактура, текстура и цвет [1].

Бетон в строительстве применяется повсеместно. В данный момент большой популярностью пользуются декоративный, графический и мытый бетоны, технология производства которых позволяет получать особую фактурность поверхности изделий и использовать для изготовления декоративных блоков и плит, элементов благоустройства и декора городских и загородных ландшафтов.

Декоративный бетон имитирует природные камни и сам по себе обладает структурной выразительностью. Сырьем для получения декоративного бетона являются белый цемент, пигменты, добавки, а также мелкий и крупный заполнители (дробленый мрамор, гранит, базальт, слюда, дробленое цветное стекло), которые обеспечивают необходимую структуру материала. Для повышения художественной выразительности структуры используют специальные приемы. Поверхность бетона подвергают специальной обработке – шлифовке или полировке, а также обрабатывают бучардой, пневматическим молотком и пескоструйным аппаратом, что способствует выявлению структуры бетона [2]. При шлифовке обычно применяют легко полирующиеся заполнители, например, мрамор. Обработка бучардой подразумевает снятие слоя бетона толщиной 0,5–1 см и увеличение защитного слоя бетона над арматурой.

В твердом состоянии (после распалубки) чаще всего используются пескоструйные аппараты. При обработке пескоструйными аппаратами возможно применение шаблонов, в результате чего создаются графические рисунки (наподобие техники «сграффито»), возникающие за счет разной глубины обработки поверхности [3].

Также можно обнажать поверхность механическим путем. При этом получают шлифованную гладкую поверхность или профилированную поверхность со скалыванием граней. Механическая обработка несколько устраняет разнотонность в цвете, пятна, а также равномерно обнажает текстуру заполнителя и уменьшает трещинообразование, загрязненность поверхности, одновременно повышает морозостойкость и атмосферостойкость изделий.

Для отделки зданий и сооружений применяется бетон со вскрытой структурой заполнителя (щебня), получаемой с помощью специальных составов (включающих в себя замедлители твердения), проникающих в поверхностный слой бетона и замедляющих схватывание и твердение цементного камня. Специальные замедлители наносят на поддон или коврики из крафт-бумаги. В качестве замедлителей твердения используют буру, отходы сахара, лигносульфонаты, синтетические составы. Эти вещества после формирования изделий начинают диффундировать в бетонную поверхность на некоторую глубину и замедляют процесс твердения бетона, что позволяет впоследствии легко удалять цементное тесто или раствор с поверхности заполнителя. Эти слои становятся слабыми и легко удаляются струей воды, с помощью обработки жесткими щетками или пескоструйным аппаратом [2]. Для сохранения свойств декоративного бетона в течение длительного времени применяют специальные методы консервации поверхности: флюатирование, гидрофобизацию, пропитку полимерами. Характер фасадных элементов может быть плоским и рельефным, а характер рельефа различается по форме и глубине. Например, выступы и впадины создают игру света и тени, маскируют дефекты и стыки отдельных деталей.

Рассмотрим некоторые виды бетонных поверхностей, получаемых в результате механической обработки:

1. ОТШЛИФОВАННАЯ ПОВЕРХНОСТЬ (рис. 1а)

Поверхность шлифуется посредством обработки бетонной поверхности алмазными дисками разной толщины. Глубина шлифовки – 1,5–5 мм. При необходимости поверхность также полируется. Поскольку в ходе обработки поверхности используются заполни-

тели различных типов и окрасок, такая поверхность называется бетоно-мозаикой, или терраццо. Данный способ применяется для внешней отделки стеновых элементов, а также отделки ступеней лестниц, лестничных площадок и бетонных полов.

2. ПЕСКОСТРУЙНАЯ ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ (рис. 1б)

Способ обработки, при котором с бетонной поверхности вымывается мелкий заполнитель и вяжущее вещество, в результате чего обнажаются более крупные элементы. Пескоструйная обработка бывает легкой, средней и глубокой.

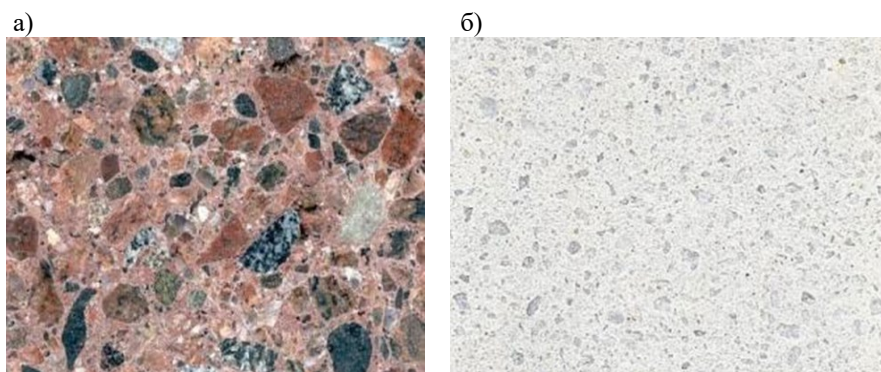


Рис. 1. Механически обработанные бетонные поверхности

В результате обработки бетонной поверхности, при которой из поверхности бетона при помощи мойки высокого давления вымывается незатвердевшее цементное молочко и обнажается фактура заполнителя, получают бетонные поверхности с разной степенью шероховатости:

I. НИЗКАЯ СТЕПЕНЬ ШЕРОХОВАТОСТИ ФАКТУРЫ (рис. 2а) [4]

Глубина промывки (1–2 мм) зависит от типа используемого поверхностного замедлителя твердения бетона и диаметра зерна декоративного щебня.

II. ВЫСОКАЯ СТЕПЕНЬ ШЕРОХОВАТОСТИ ФАКТУРЫ (рис. 2б) [4]

Глубина промывки (3–6 мм) зависит от типа используемого поверхностного замедлителя твердения бетона и диаметра зерна декоративного щебня.

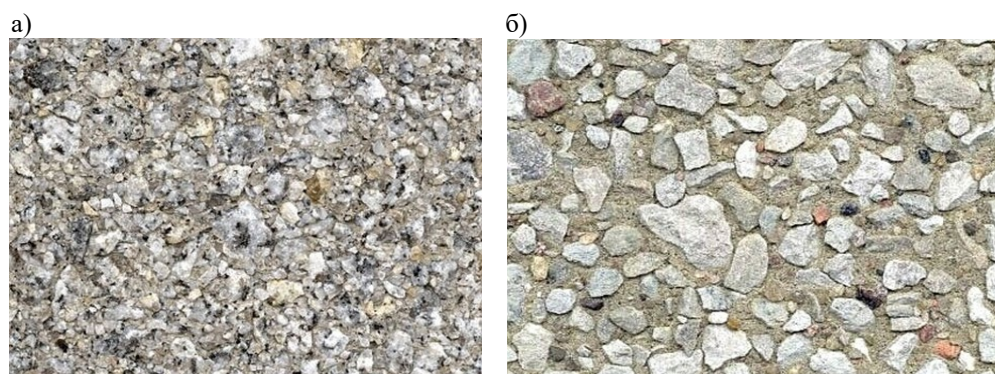


Рис. 2. Степени шероховатостей поверхности

3. ГРАФИЧЕСКИЙ БЕТОН (рис. 3) Глубина промывки (1–2 мм) зависит от типа используемого поверхностного замедлителя твердения бетона и диаметра зерна декоративного щебня. В основе технологии «графического бетона» лежит выполнение «мелковскрытой» бетонной поверхности с нанесенными графическими изображениями, а при его производстве используются особые мембраны с рисунком. Изображение появляется на поверхности бетона благодаря контрасту между гладкой поверхностью бетона и «мелковскрытой» фактурой, то есть поверхностью с обнаженным заполнителем.

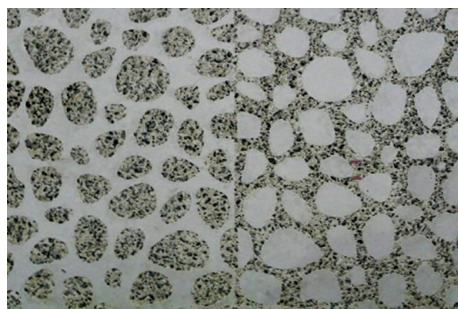


Рис. 3. Графический бетон [5]

Все эти способы дают нам возможность строить здания с уникальными фасадами и изготавливать изделия для благоустройства городских улиц, парковых зон или частных загородных участков.

Наиболее популярна технология обнажения заполнителя с помощью специальных замедлителей (табл.), называемая «мытый бетон». Она применялась еще в СССР при изготовлении плит для возведения панельных домов. Внешний вид лицевой поверхности ограждающих конструкций здания отличался особой фактурностью (рис. 4а, б), за счет того, что натуральный фракционный наполнитель бетонной массы, используемой в качестве материала плит, выступал на ее поверхности и дополнительно покрывался лаком или гелем [5].

Таблица 1

Виды поверхностных замедлителей для бетона

Наименование	Форма производства	Воздействие	Методика применения
<i>VBA Micro</i>	Жидкость Расход около 4 м ² /л	Сверхтонкая протравка (Потертый бетон)	Наносится непосредственно после окончания бетонных работ и смывается на следующий день. Без использования растворителей, кислот или абразивов, промывка спустя 18–30 часов. Продукт следует наносить сплошным слоем на ровную свежеложенную бетонную поверхность при помощи опрыскивателя (под давлением). Хорошо взболтать перед каждым использованием. Цвет индикатора постепенно исчезает после нанесения продукта.
<i>VBA Bio 2</i>		Легкое воздействие (синий)	
<i>VBA Bio 2</i>		Среднее воздействие (желтый)	
<i>VBA Bio 2</i>		Интенсивное воздействие (розовый)	
<i>VBA Bio 2</i>		Особо интенсивное воздействие (серый)	
<i>VBA Bio 2</i>		Макропротравка (оранжевый)	
<i>DRC Micro</i>	Жидкость Расход от 8 до 12 м ² /л	Бежевый, пескоструйный эффект от 0,5 до 2 мм	Нанести валиком (задняя часть формы) или напылением продукт, предотвращающий твердение цемента. Приблизительно через 30 минут, щелочность бетона помогает активным частицам поверхностного замедлителя перемещаться в бетон благодаря наличию свободной воды, это происходит в течение 1 ч – 1 ч 30 мин. На следующий день смываем холодной водой под давлением этот тонкий слой бетона, который не затвердел.
<i>DRC 6/01</i>		Синий, пескоструйный эффект от 1 до 3 мм	
<i>DRC 6/02</i>		Коричневый, легкое проникновение от 1 до 3 мм	
<i>DRC 6/10</i>		Зеленый, легкое проникновение от 1 до 3 мм	
<i>DRC 6/25</i>		Желтый, легкое проникновение от 3 до 6 мм	
<i>DRC 6/50</i>		Красный, среднее проникновение от 3 до 6 мм	
<i>DRC 6/80</i>		Бирюзовый, среднее проникновение от 10 до 12 мм	
<i>DRC 6/100</i>		Горчичный, среднее проникновение от 10 до 12 мм	

Наименование	Форма производства	Воздействие	Методика применения
<i>DRC 6/130</i> <i>DRC 6/200</i> <i>DRC 6/300</i>		Белый, глубокое проникновение от 12 до 15 мм Оранжевый, глубокое проникновение от 12 до 15 мм Фиолетовый, глубокое проникновение от 15 до 30 мм	
<i>Sika Rugasol 3W</i>	Паста ~200 г/м ² в зависимости от впитываемости опалубки	Позволяет придавать шероховатость поверхности бетона, после смывания верхнего незатвердевшего слоя бетона заполнитель открывается.	Наносится на предварительно очищенную от грязи и бетона поверхность опалубки, как правило, с помощью кисти. Температура материала, опалубки и окружающей среды не должна быть ниже +15° С. После нанесения не высыхает и не образует плёнку на поверхности бетона. Бетонную смесь можно заливать сразу же после нанесения средства. Бетон следует распалубить как можно раньше, но не позднее 3 суток с момента заливки. Сразу же после снятия опалубки поверхность бетона необходимо промыть струей воды под большим давлением. При необходимости после этого можно обработать поверхность бетона щёткой.
БИСИЛ РЕ-ТАРДЕР СФ	Жидкость Расход 0,3 кг/м ² или 0,23 л/м ²	Позволяет производить бетонные изделия декоративного характера с открытым заполнителем.	Поверхность формы должна быть сухой, обезжиренной, очищенной от пыли и следов предыдущего бетонирования, а также других загрязняющих веществ. Перед использованием тщательно перемешайте продукт. Наносите кистью либо валиком. Перед тем как укладывать бетонную смесь, дайте поверхности подсохнуть. Как только бетонная смесь схватилась, снимите опалубку и очистите поверхность, контактирующую с добавкой, при помощи воды или щетки с грубой щетиной (предпочтительно для очистки растворной части использовать струю воды под большим давлением). Инструменты вымойте водой.
Гель «Чистый Бетон»	Гель 100 гр./1 кв.м (при использовании краскопульт)	Используется для изготовления малых архитектурных форм из натурального камня с использованием наполнителя фракций: 0–1,5 мм; 3–5 мм и 5–10–20 мм.	Температура при нанесении не ниже 5° С
Бумага «Чистый Бетон»	Бумага	Применяется для изготовления малых архитектурных форм с ровной поверхностью	Бумага для наполнителя фракции 3–5 мм, 5–10 мм Способ изготовления – вибролитье
Лак «Чистый Бетон»	Лак 0,12 (кг/м ²)	Для наполнителя фракций 0–1,5 мм, 3–5 мм, 5–10–20 мм	Используется для производства монолитных тротуаров, площадей и двусторонних изделий из натурального камня с использованием наполнителя фракций: 0–1,5 мм; 3–5 мм и 5–10–20 мм.

Технология «графического бетона» была изобретена в Финляндии и запатентована в 2008 г. Первоначально она применялась для изготовления произведений искусства. В настоящее время область применения стала значительно шире. Экономичным является применение данной технологии для создания больших поверхностей с повторяющимися узорами и рисунками. Примером может являться здание Областного архива города Хяменлинна в Финляндии.

Рассмотрим особенности производства «мытого бетона». Чтобы обнажить верхний декоративный слой, используется промышленный водяной насос или компрессорный пистолет-распылитель со щеткой. Степень декоративности наружной поверхности зависит от: величины, материала и цвета наполнителя, уровня его выступания на поверхность изделия, наличия в бетонной смеси красящего пигмента и его оттенка. Главным условием является использование замедлителя твердения бетонной смеси. При декорировании реагент может наноситься не на всю поверхность, а на фрагменты. В результате смыва освобождается около 40 % величины каждого фракционного элемента.

Если опалубку удалить раньше времени, то при смыве наполнитель будет выступать на поверхности изделия более, чем планировалось. В результате он будет крошиться и отслаиваться от бетона. Если же превысить срок воздействия, то будет проблематично получить нужную фактуру, т. к. не будет смыта необходимая толщина [5].

Особенности производства «графического бетона». Необходимо использовать бумагу с пропиткой замедляющим схватывание гелем. Ее нарезают и укладывают в форме, используя карту-раскладку. При формовании вертикальных поверхностей, такую бумагу закрепляют при помощи жидкого стекла.

Обобщенная схема получения декоративных бетонов с использованием замедлителей твердения: нанесение (рис. 5а), укладка бетона (рис. 5б), распалубка (рис. 5в), смывка водой под напором (рис. 5г).

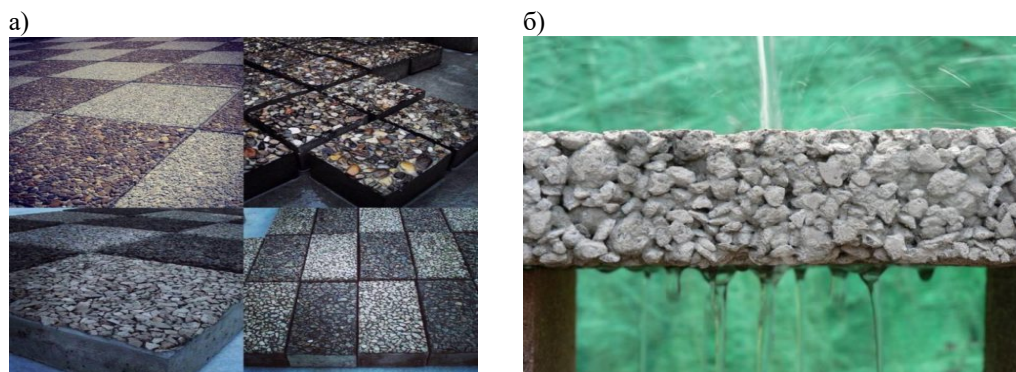


Рис. 4. Мытый бетон

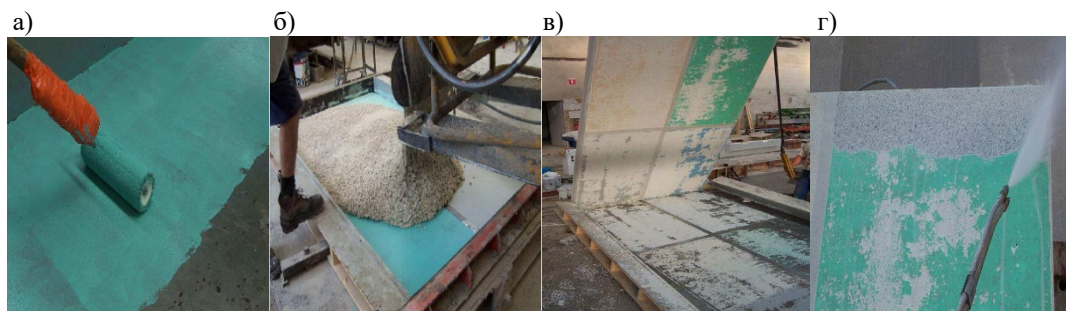


Рис. 5. Схема получения декоративных бетонов с использованием замедлителей твердения [5]

Описанные обработки бетона позволяют выявить и подчеркнуть оригинальные эстетические качества, присущие основному материалу сооружения. Когда четко представ-

ляешь возможности железобетона, как конструктивного материала, и потенциально заложенные в нем декоративные свойства можно построить сооружения, поражающие своей красотой, создающие впечатление полной свободы архитектора от имеющихся в его распоряжении материалов.

Не офактуренная поверхность бетона более полно раскрывает его художественные возможности, что оказывает на людей определенное эстетическое воздействие, силу и глубину которого не определить материальными затратами.

Литература

1. Раафат А. А. Железобетон в архитектуре. М., 1963. 204 с.
2. Рекомендации по отделке фасадных поверхностей панелей для наружных стен / ЦИИЭП жилища. М.: Стройиздат, 1986. 112 с.
3. Ясевич В. Е. Бетон и железобетон в архитектуре. М.: Стройиздат, 1980. 187 с. (Материал в архитектуре).
4. Парастэк Бетон: официальный сайт компании ООО «ПАРАСТЕК бетон». URL: <http://www.parastek.ru/products/individual-sborn/arch-beton/> (дата обращения 25.03.2018).
5. Мытый бетон: определение, назначение, технология производства // Beton-House.com: Сайт о бетоне: строительство, характеристики, проектирование. URL: <https://beton-house.com/vidy/dekorativnye/mytyj-beton-965> (дата обращения: 20.03.2018).

УДК 699.812.2

Максим Павлович Кострикин, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: kostrikm@mail.ru

Maxim Pavlovich Kostrikin, post-graduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: kostrikm@mail.ru

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФИБРОБЕТОНА

REVISITING THE IMPACT OF HIGH TEMPERATURES ON STRENGTH CHARACTERISTICS OF FIBER REINFORCED CONCRETE

В статье описывается экспериментальное исследование влияния повышенных температур на физико-механические характеристики дисперсно-армированных бетонов. В частности, приводятся результаты испытаний прочности на растяжение при изгибе, прочности на сжатие и количество потерянной в результате испарения воды после нагревания образцов на 300 и 600° С в лабораторной муфельной печи. Производится анализ влияния температуры на прочность бетона, а также влияние волокон различной химической природы на указанные выше характеристики. Установлено, что часто используемый для устройства торкретбетонных конструкций фибробетон на основе макросинтетической фибры при нагревании теряет несущую способность в значительно большей степени, чем бетон, армированный стальными волокнами.

Ключевые слова: фибробетон, макросинтетическая фибра, микросинтетическая фибра, стальная фибра, огнестойкость.

The article presents an experimental research on the impact of high temperatures on physical and mechanical characteristics of fiber reinforced concrete. In particular, results of tests determining the tensile strength in bending, compression strength and the number of water lost as a result of evaporation after heating of samples by 300 and 600°C in a laboratory muffler are given. The impact of temperature on concrete strength, as well as the impact of fibers of various chemical nature on the above characteristics are analyzed. It is established that fiber reinforced concrete based on macrosynthetic fibers, commonly used for gunited structures, loses its load-bearing capacity to a significantly greater degree than concrete reinforced with steel fibers.

Keywords: fiber reinforced concrete, macrosynthetic fiber, microsynthetic fiber, steel fiber, fire resistance.

Современное строительство при возведении сложных и уникальных зданий и сооружений испытывает потребность в высокоэффективных строительных материалах, к которым предъявляются не только высокие требования по прочностным характеристикам, но и специфические требования, такие как долговечность или огнестойкость. Таким заложенным в проектную документацию требованиям может удовлетворить композици-

онный материал – фибробетон, – состоящий из бетонной матрицы, в объёме которой равномерно распределены дискретные волокна различной химической природы. [1; 2; 3]

Одной из областей строительства, в которой активно применяется фибробетон, являются объекты транспортной инфраструктуры: мостовые конструкции, тоннельные сооружения, как в монолитном варианте, так и в виде сборных тюбингов, дорожное полотно и ограждения [1; 2]. После череды разрушительных пожаров в тоннелях (Монблан, 1999; Ла-Манш, 2008, и др.) возникла необходимость в разработке составов бетонов, обладающих повышенными по сравнению с обычным бетоном показателями огнестойкости. Отечественные и зарубежные учёные обосновали необходимость применения фибробетона, армированного микросинтетическими волокнами [4; 5; 6; 7], объяснив это необходимостью противодействия взрывному разрушению бетона вследствие резкого испарения воды в бетоне. Согласно их разработкам, микросинтетическая фибра, выгорая при сравнительно низких температурах, образует открытые капилляры, через которые должна свободно выходить вода в виде пара, не создавая давления, приводящего к взрывному разрушению.

В работах [6; 7] был произведён анализ изменения прочностных и деформативных характеристик бетона в зависимости от температуры, которая изменялась с шагом 100° С. Авторы выделили несколько характерных температурных интервалов, внутри которых характеристики бетона различны. От 20 до 400° С происходит снижение прочности бетонов в пределах 10 %. В интервале 400–700° С происходит основная потеря прочности вследствие дегидратации цементного камня в среднем до 25 % от первоначальной. Свыше 700° С происходит практически полная потеря прочности.

Реальные конструкции характеризуются пределом огнестойкости – временем от начала огневого воздействия до наступления одного из предельных состояний [8], таких как потеря несущей способности, целостности или теплоизолирующей способности. На практике это означает время, за которое будет разрушен защитный слой бетона и арматура достигнет критической температуры прогрева, вслед за чем произойдёт обрушение конструкции. Таким образом, следует провести мероприятия по увеличению предела огнестойкости или по повышению прочности бетона после воздействия высоких температур.

Целью исследования являлся анализ влияния дисперсной арматуры различной химической природы и геометрических характеристик на прочностные характеристики фибробетонов, подвергнутых влиянию повышенных температур. В ходе исследования применялись волокна, указанные в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики использованных волокон

Характеристика	Тип волокна		
	Макросинтетическое <i>Durus S500</i>	Микросинтетическое <i>Fibrin XT</i>	Стальное проволочное
Материал	Модифицированный полипропилен	Модифицированный полипропилен	Углеродистая сталь
Плотность, кг/м ³	922	905	7 800
Точка плавления, °С	165	165	1420
Длина, мм	48	19	20
Эквивалентный диаметр, мм	0,7	0,022	0,3
l/d	69	864	67
Модуль упругости, МПа	5740	–	200 000
Прочность на растяжение, МПа	417	380	900

В качестве матрицы был выбран мелкозернистый бетон следующего состава (расходы даны в расчёте на 1 м³ бетонной смеси): цемент 600 кг; песок 1200 кг; В/Ц = 0,28; суперпластифицирующая добавка Макромер П-163 0,4 %. Всего было изготовлено 5 серий образцов-призм размерами 7×7×28 см следующего состава: контрольный, не имевший армирования; с 0,1 % и 0,3 % микросинтетической фибры *Fibrin XT*; с 0,6 % макросинтетического волокна *Durus S500* и с 1,0 % стального проволочного волокна волнового профиля. Образцы выдерживались в течение 28 суток в нормальных условиях, а затем в течение 3 суток в воздушно-сухих условиях для удаления излишков воды и получения равновесной влажности.

Термическая обработка образцов осуществлялась в лабораторной муфельной печи при двух температурах 300° С и 600° С. Образцы загружались в предварительно разогретую печь и выдерживались в течение 4 часов при заданной температуре, затем извлекались из печи, взвешивались и остывали при комнатной температуре.

Осмотр образцов показал, что на всех гранях образовались нитевидные трещины. На образцах, армированных макросинтетическими волокнами, нагретых до температуры 600° С, произошло оголение мест расположения волокон со взрывным растрескиванием бетона вокруг них (рис. 2). Вероятно, при быстром расплавлении волокон давление газов было настолько высоким, что превысило предел прочности бетона в приповерхностном слое.



Рис. 1. Деформации на образце, армированном синтетическими макроволокнами

После выдержки образцов при комнатной температуре производились физико-механические испытания, результаты которых представлены в табл. 2. В таблице указаны значения средней плотности для образцов после выдержки в естественно-воздушных условиях. Половинки образцов-призм, оставшиеся после испытаний на изгиб, подвергались испытанию на сжатие.

Таблица 2

Результаты испытаний

№ обр.	Состав	Температура	Потеря массы, %	$\rho_{\text{ср}}$, кг/м ³	$R_{\text{изг}}$, МПа	$R_{\text{сж}}$, МПа
1.1	Без фибры	20	–	2172	4,8	58,05
1.2		300	6,77	2150	2,7	49,3
1.3		600	9,93	1899	0,2	28,25
2.1	<i>Fibrin</i> 0,1 %	20	–	2139	5,2	52,15
2.2		300	7,23	2015	2,4	48,3
2.3		600	9,55	1975	1,5	37,35
3.1	<i>Fibrin</i> 0,3 %	20	–	2114	5,2	47,75

№ обр.	Состав	Температура	Потеря массы, %	$\rho_{\text{ср}}$, кг/м ³	$R_{\text{изг}}$, МПа	$R_{\text{сж}}$, МПа
3.2		300	6,98	2044	4,4	56,05
3.3		600	9,57	2004	1,6	32,45
4.1	Durus 0,6 %	20	—	2208	6,2	48,3
4.2		300	7,19	1983	2,3	40,5
4.3		600	10,02	1910	0,0	20,05
5.1	Сталь 1,0 %	20	—	2150	10,3	49,2
5.2		300	6,97	2052	8,1	47,7
5.3		600	9,82	1990	5,5	30,95

Для наглядности обратимся к графикам. На рис. 2 представлен график изменения прочности образцов на растяжение при изгибе при различных температурах в зависимости от вида и количества волокон. На рис. 3 представлен аналогичный график для прочности образцов на сжатие.

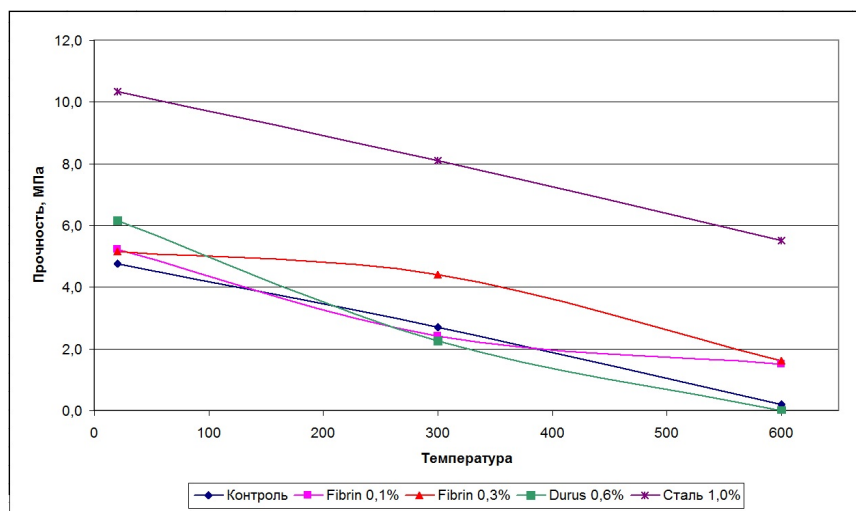


Рис. 2. Изменение прочности на изгиб в зависимости от температуры и вида фибры

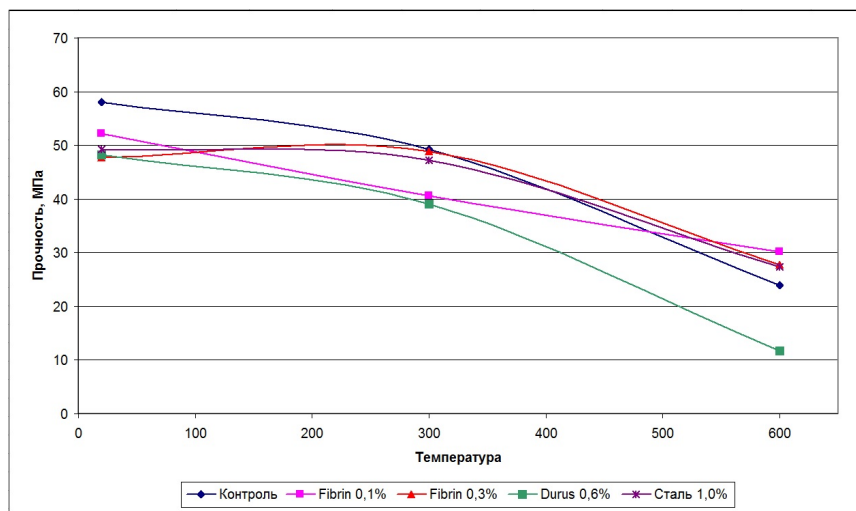


Рис. 3. Изменение прочности на сжатие в зависимости от температуры и вида фибры

Из анализа графиков следует, что наибольшую потерю прочности наряду с контрольным образцом показал состав, армированный макросинтетическими волокнами, причём разрушающая нагрузка составила всего 16 кг. Стальная фибра обеспечила наименьшую потерю прочности на изгиб при нагреве до 600° С – 37 %. Характерные результаты получились при использовании микросинтетических волокон. Прочности на сжатие и изгиб при 600° С оказались практически равными для составов с разным расходом волокон, но при 300° С состав 3 (0,3 % фибры) не изменил свою прочность, в то время как состав 2 (0,1 %) показал снижение прочности. Образцы составов 1–4 разрушались закономерно хрупко, в то время как образцы состава 5, армированные стальными волокнами, сохранили признаки вязкого разрушения, несмотря на значительное ослабление прочности матрицы. Полученные результаты позволяют судить о необходимости разработки составов фибробетонов для объектов, потенциально подверженных воздействию высоких температур, на основе стальных волокон, в комбинации с микросинтетической фиброй.

Необходимо отдельно отметить, что в последнее время происходит активное внедрение фибробетонов на основе макросинтетических волокон для создания тоннельных обделок методом пневмонабрызга (торкрет-бетонов). Результаты, полученные в данном исследовании, ставят под сомнение целесообразность таких решений с точки зрения пожарной безопасности подземных сооружений. Дальнейшие исследования необходимо осуществлять в направлении создания составов фибробетонов, учитывающих комплекс показателей прочности, долговечности и пожарной безопасности.

Литература

1. Пухаренко Ю. В. Применение сталефибробетона в транспортном и подземном строительстве // Инновационное направление учебно-методической и научной деятельности кафедр материаловедения и технологий конструкционных материалов: материалы Всероссийского совещания с международным участием зав. кафедрами материаловедения и технологий конструкционных материалов. Саранск, 2016. С. 285–287.
2. Кострикин М. П. Влияние дисперсного армирования на долговечность цементных бетонов для дорожного строительства // Актуальные проблемы строительства: материалы 70-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых; Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. СПб., 2017. С. 102–106.
3. Кострикин М. П. Повышение эффективности дисперсного армирования путём комбинирования высоко- и низкомодульных волокон // Актуальные проблемы строительства: материалы 69-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и докторантов; Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. СПб., 2016. С. 305–309.
4. Mitchell M. Using fibres in concrete for fire resistance. *Tunnels and tunneling*. Spring, 2007. P. 6–8.
5. Greenhalgh J. 20 years of fibre concrete linings in the UK. URL: <https://www.tunneltalk.com/Fibrecrete-Oct10-20-years-of-fibrecrete-in-the-UK.php> (accessed on: 15.04.2018).
6. Леонович С. Н., Литвиновский Д. А. Свойства конструкционного бетона после пожара // Судебная экспертиза Беларуси. 2017. № 2(5). С. 51–57.
7. Леонович С. Н., Литвиновский Д. А. Аналитические зависимости прочностных, деформативных, силовых и энергетических параметров высокопрочного бетона при нагреве // Вестник Белорусского национального технического университета. 2011. № 4. С. 30–34.
8. Ройтман В. М. Инженерные решения по оценке огнестойкости проектируемых и реконструируемых зданий. М.: Ассоциация «Пожнаука», 2001. 382 с.

УДК 678.664

Лариса Юрьевна Матвеева,
д-р техн. наук, профессор
Мария Александровна Ефремова,
аспирант

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
Наталья Сергеевна Шершнева, научный сотрудник
(ФГУП «НИИСК» имени академика С. В. Лебедева)
E-mail: lar.ma2011@yandex.ru,
masha-efremova@mail.ru, omella14@yandex.ru

Larisa Yurievna Matveeva,
Dr of Tech. Sci., Professor
Maria Aleksandrovna Efremova,
post-graduate student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
Natalia Sergeevna Shershneva, research associate
(S. V. Lebedev Research Institute for Synthetic Rubber)
E-mail: lar.ma2011@yandex.ru,
masha-efremova@mail.ru, omella14@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛИУРЕТАНОВЫХ ГЕРМЕТИКОВ

ANALYSIS OF POLYURETHANE SEALANTS CHARACTERISTICS

Исследованы физико-механические характеристики, термостойкость, и морфология структуры образцов герметика на основе изоцианатуретанового каучука и эпоксиаминного отвердителя. Герметики обладают хорошей устойчивостью к атмосферным факторам, повышенной морозостойкостью, долговечностью, имеют хорошую адгезию к большинству строительных материалов. К преимуществам герметиков также следует отнести отсутствие липкости после отверждения и усадки, экологическую безопасность в процессе эксплуатации, возможность окрашивания в различные цвета. Методами ТГА и ДТА определены температурные пределы эксплуатации герметиков различного состава. Методом оптической микроскопии высокого разрешения в режиме фазового контраста установлены неоднородность и гетерогенность макро- и микро-структуры пленки герметика и определены размеры дисперсных фаз.

Ключевые слова: полиуретановые герметики, применение, уретановый каучук, эпоксиаминный отвердитель, физико-механические характеристики, термостойкость, морфология структуры.

Physical and mechanical characteristics, thermal stability and morphology of the structure of sealant samples based on isocyanate urethane rubber and epoxy amine hardener are analyzed. Sealants have good resistance to atmospheric factors, improved freeze resistance, and durability, as well as good adhesion to the majority of construction materials. The advantages of sealants also include no adhesion after hardening and contraction, environmental safety in operation, and the possibility of coloration in various colors. Temperature operating limits for sealants of various composition have been determined through thermo-gravimetric analysis and differential thermal analysis. Heterogeneity of the sealant film macro- and microstructure and the size of dispersion phases have been determined through the method of high-resolution phase-contrast optical microscopy.

Keywords: polyurethane sealants, application, urethane rubber, epoxy amine hardener, physical and mechanical characteristics, thermal stability, structure morphology.

В строительной индустрии наиболее широкое применение получили эластичные полиуретаны в качестве герметиков. Полиуретановые герметики впервые были разработаны и применены в Германии. Впоследствии полиуретан стал достойной альтернативой герметикам на основе тиоколов и силиконов. Превосходные свойства уретановых герметиков прошли многократную проверку в ходе применения на практике, в том числе, в строительстве. Это послужило причиной широкого применения уретановых герметиков в настоящее время во всем мире [1].

На российском рынке отечественные полиуретановые герметики появились сравнительно недавно, потеснив более дешевые тиоколовые и силиконовые. Силиконовые герметики хуже склеивают материалы и довольно быстро отклеиваются от поверхностей при вибрациях. Хорошие адгезионные свойства уретановых герметиков, а также ряд других преимуществ, позволили им занять значительную нишу в общем объеме герметизирующих и гидроизолирующих материалов, не смотря на их более высокую стоимость. Конструкционным элементам и швам уретановые герметики обеспечивают прочное и надежное соединение [2–4]. Особенно эффективно применение полиуретановых герметиков для работ с материалами, склонными к деформациям, при строительстве зданий и сооружений с повышенной сейсмостойкостью [5].

К основным свойствам полиуретановых герметиков следует отнести хорошую устойчивость к атмосферным факторам, повышенную морозостойкость, высокую долговечность, высокую адгезию к большинству строительных материалов, отсутствие липкости после отверждения, отсутствие усадки и образования «вздутых» участков, экологическую безопасность эксплуатации, возможность окрашивания в разные цвета.

Кроме этого, полиуретановые герметики отличаются довольно экономным расходом: на герметизацию шва длиной 3 м, шириной и глубиной по 1 см достаточно всего 300 см³ герметика.

На сегодняшний день в строительстве чаще применяются однокомпонентные герметики, которые представляют собой готовые эластичные составы. Разработаны и существуют на рынке и двухкомпонентные составы, состоящие из отдельно расфасованных компонентов на основе уретановых олигомеров и отвердителя, которые необходимо смешать перед применением в определенных пропорциях. Технические характеристики однокомпонентных и двухкомпонентных герметиков почти идентичны, однако первые более удобны в применении, а вторые гораздо быстрее отверждаются.

Полимеризация уретановых герметиков происходит под воздействием влаги, содержащейся в воздухе, либо отвердителя (катализатора). Однокомпонентный герметик не рекомендуется наносить слишком объемно – он должен иметь достаточный доступ к влаге воздуха. Для двухкомпонентных составов это не имеет значения. После отверждения уретановые герметики сохраняют эластичность.

Модификация полиуретановых герметиков, в том числе химическая, и сополимеризация с другими функциональными группировками и мономерами позволяет повысить эксплуатационные характеристики и значительно расширить область применения [6; 7].

В качестве эффективных строительных герметиков нами предложены двухкомпонентные составы на основе уретанового каучука с концевыми изоцианатными группами, где в качестве отвердителя использован комплексный эпоксиаминный катализатор. В ходе работы экспериментальным путем была произведена подборка эффективного количества отвердителя, для чего были приготовлены образцы различным массовым соотношением уретановый форполимер (олигомер) – отвердитель.

Были получены и исследованы основные характеристики лабораторных образцов герметика (№№ 1–5), отличающиеся количеством эпоксиаминного отвердителя (табл. 1). Количество катализатора (инициатора химической реакции полимеризации) варьировали от 0,5 до 2,5 % масс. по отношению к уретановому олигомеру.

Таблица 1

Составы образцов полиуретанового герметика

№ п/п	Компоненты	Номера образцов				
		1	2	3	4	5
1	Синтетический уретановый каучук ФП-65), масс. ч.	100	100	100	100	100
2	Эпоксиаминный отвердитель, масс. ч. (соотношение ЭД-20 к УП-606/2 –1:1),.%	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5

Установлено, что количество отвердителя влияет на физико-механические характеристики материала. Наибольшее удлинение (920 %) и наибольшую прочность (2,8 МПа) показали образцы с наименьшим содержанием катализатора, при этом твердость по Шору была минимальной (табл. 2).

Физико-механические характеристики образцов № 1–6

№ образца	Значения характеристик образцов			
	Условное напряжение при 100 % удлинении, МПа	Прочность при разрыве, МПа	Относительное удлинение при разрыве, %	Твердость по Шору А., ед.
1	0,7	2,8	920	35
2	0,7	1,9	440	37
3	1,1	1,7	140	41
4	1,0	1,1	120	41
5	1,0	0,9	110	45

Для исследования макроструктуры и морфологии образцов герметика использовали оптический комплекс на базе микроскопа *LeicaDM-2500*, цифровую камеру высокого разрешения *Leica VAC-420* и соответствующее компьютерное приложение: съемку и обработку изображений осуществляли с помощью программы *LeicaLas*. Образцы были изготовлены в виде пленок. Наблюдения и съемку микрофотографий проводили в режиме фазового контраста. На рис. 1 представлена микрофотография отвердителя (катализатора) уретанового герметика – эпоксидной смолы ЭД-20 и аминного продукта УП-606/2 в соотношении 1:1.

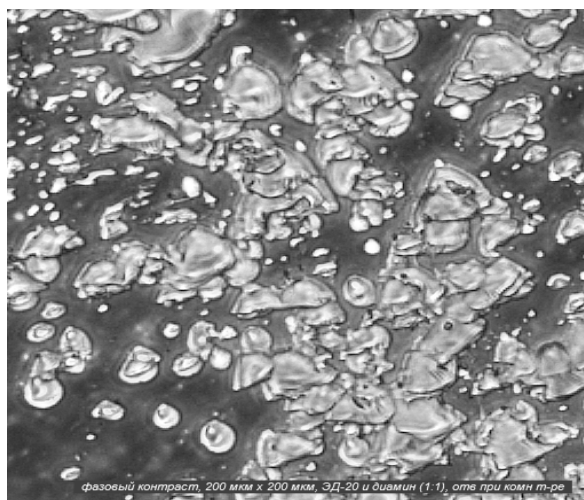


Рис. 1. Микрофотография смеси ЭД-20 и УП-606/2 (1:1), режим фазового контраста, 200×200 мкм

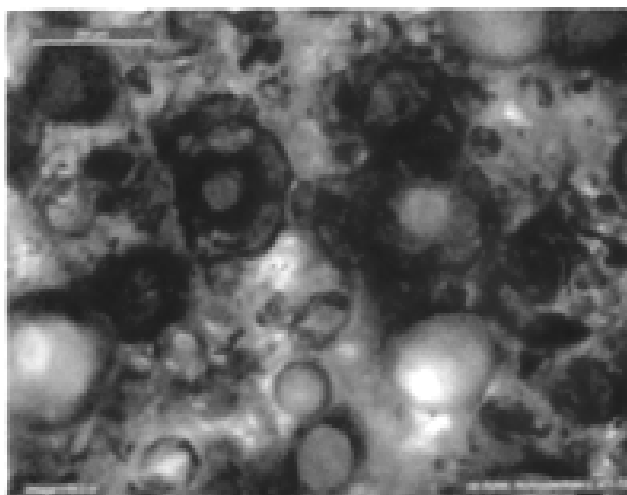


Рис. 2. Микрофотография (2053×1540 мкм) пленки уретанового герметика ФП-65, отвержденного эпоксиаминным отвердителем ЭД-20+УП-606/2

Как можно видеть из микрофотографии, эпоксиаминный отвердитель (смесь эпоксидной смолы ЭД-20 и аминного продукта УП-606/2), представляет собой гетерогенный материал с чередованием микрофаз эпоксидной смолы и аминного отвердителя. Исходный уретановый олигомер ФП-65 представляет собой однородную вязкую жидкость без видимых включений.

Получены микрофотографии образцов №№ 1–5, на которых отчетливо наблюдается гетерогенность структуры герметика. Для всех пяти составов ФП-65:(ЭД-20+УП-606/2) определены размеры оптически плотных структурных микрофаз преимущественно глобулярного характера (рис. 2, табл. 3).

Размеры оптически плотных фаз в образцах уретанового герметика

№ п/п	Состав образца герметика	№№ образцов и размеры оптически плотных (дисперсных) фаз, мкм/				
		1	2	3	4	5
1	Уретановый каучук ФП-65+отвердитель (ЭД-20+УП-606/2)	30–260	70–325	110–370	55–260	75–385

Микрофотографическое исследование пленок герметика выявило оптическую неоднородность композиций независимо от количественного содержания отвердителя. Все образцы содержат дисперсную оптически плотную фазу сферической (глобулярной) или близкой к сферической формы размерами от 30 до 385 мкм.

Одну из опасностей при термическом напряжении полимеров представляет процесс термоокислительной деструкции, поскольку деполимеризация может сопровождаться выделением газообразных соединений, оказывающих негативное влияние на человека [8]. В структуре полимера под действием высоких температур происходят физические переходы, сопровождаемые тепловыми эффектами. В процессе термической деструкции протекают химические реакции и другие процессы в результате которых происходит изменение массы образца (потеря влаги и летучих продуктов), что позволяет для исследования полимеров применять методы термического анализа, в том числе – термогравиметрию (ТГМ). Термогравиметрический анализ широко применяется для исследования относительно быстрых процессов деполимеризации и разложения [9]. Вместе с ним применяют и метод деривативной термогравиметрии (ДТГ), который фиксирует первую производную от кривой термогравиметрии (ТГ).

Были выполнены исследования термостойкости образцов герметиков №№ 1–5 с разным соотношением эпоксиаминного отвердителя к форполимеру. Испытания на термостойкость образцов проводили с помощью приборной системы синхронного термогравиметрического/дифференциального термического анализа – STA6000. Температуру исследований изменяли в диапазоне 20–500° С, нагрев производили со скоростью 10°/с. Результаты были получены в виде кривых графических зависимостей: потери массы от температуры (ТГ), скорости потери массы от температуры (ДТГ) и тепловых переходов (колориметрическая кривая ДСК) (рис. 3).

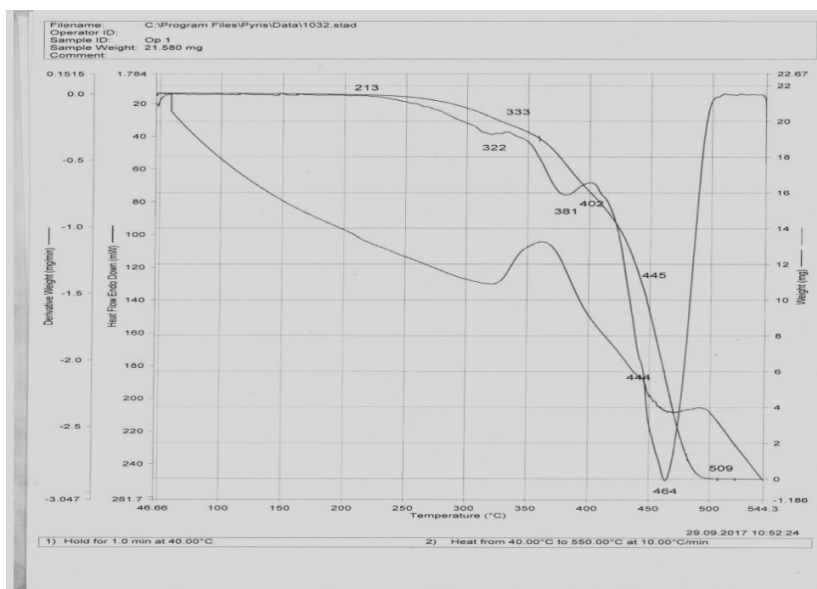


Рис. 3. Температурная зависимость потери массы (ТГ), скорости потери массы (ДТГ) и тепловые эффекты (ДСК) в образце №1

Кривая ТГ отражает зависимость потери массы образца от температуры. Дифференциальная кривая ДТГ является производной от первой и показывает, при какой температуре в образец подвержен наиболее быстрому разложению. Третья кривая – ДСК показывает эндо- или экзотермические эффекты, т. е. вероятные фазовые переходы и при каких температурах происходят данные изменения. Поскольку герметик гетерогенный, его составляющие компоненты могут обособленно проявляться при разных температурах, что подтверждается в нашем случае отдельными пиками на каждой кривой. Результаты термических исследований образцов герметика представлены в табл. 4.

Начальная температура разложения (определяется по кривой ТГ) – температура, при которой вещество или один из его компонентов начинает разлагаться, позволяет сделать вывод о максимально допустимой температуре эксплуатации материала.

Таблица 4

Результаты исследования образцов герметика методами ТГМ и ДТГ

Характеристика	№№ образцов				
	1	2	3	4	5
Начальная t разложения, °С	213	203	208	193	176
Конечная t разложения, °С	509	504	497	501	502
Основные ступени разложения, °С	333	339	318	293	291
	402	398	405	318	403
	445	406–456		401	448
5,00 %	310	306	314	312	309
10,00 %	348	349	354	352	352
50,00 %	443	443	442	441	442
Степень конверсии при 500° С, %	99,9	100	99	99,5	99,3
ДТГ (макс. скорость разложения), °С	322	322	282	276	275
	381	381	381	312	382
	444–464	455–462	461	376–416	446–462

Количественное содержание отвердителя от 0,5 до 2,5 % масс. в образцах герметика практически не сказывается на температурном поведении и термостойкости, а небольшое снижение начальной температуры разложения (потери массы) в образце № 5, скорее всего, связано с остатками отвердителя, не вступившими в реакцию.

Таким образом, в результате проведенных исследований нам было установлено, что количество отвердителя не влияет на структуру и термические свойства данного герметика, но сказывается на его физико-механических характеристиках.

Литература

1. Майер-Вестус У. Полиуретаны. Покрытия, клеи и герметики / пер. с англ. Л. Н. Машляковского, В. А. Бурмистрова. М.: Пейе-Медиа, 2009. 400 с.
2. Зарубина Л. П. Гидроизоляция конструкций, зданий и сооружений. СПб.: БХВ-Петербург, 2011. 272 с.
3. Петрова А. П., Донской А. Н., Чалых А. Е., Щербина А. А. Клеящие материалы. Герметики: справочник / под ред. А. П. Петровой. СПб.: Професионал, 2008. 589 с.
4. Матвеева Л. Ю., Синайский А. Г., Андреева Е. Е. и др. Демпферные гидроизолирующие покрытия и составы «Гидрофор» на основе полиизоцианатуретанов // Строительные материалы. 2016. № 7. С. 63–68.
5. Матвеева Л. Ю., Кукса П. Б., Ефремова М. А., Ястребинская А. В. Новые строительные герметики с демпферными свойствами на основе уретанового форполимера // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2016. № 12. С. 206–212.
6. Строганов В. Ф. Перспективы создания высокопрочных и эффективных модифицированных полимер-полимерных эпоксидных адгезивов // Современные достижения в области клеев и герметиков. Материалы, сырье, технологии: сб. тр. Междунар. конф., 17–19 сентября 2013 г. Дзержинск, 2013. С. 27–33.

7. Матвеева Л. Ю., Ефремова М. А., Шершнева Н. С. Демпферные гидроизоляционные композиты на основе модифицированных полиуретановых каучуков // Жизненный цикл конструкционных материалов (от получения до утилизации): мат-лы VII Всерос. науч.-техн. конф. с междунар. участием, Иркутск, 26–28 апреля 2017 г.; под ред. С. А. Зайдеса. Иркутск: Изд-во ИРНТУ, 2017. С. 178–185.

8. Горюнов В. А., Черников А. И., Чуйков А. М. Дифференциально-термический и термогравиметрический анализ термодеструкции полимерных материалов // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: сб. тр.; Воронежский институт ГПС МЧС России. Воронеж, 2015. С. 154–157.

9. Шаталова Т. Б., Шляхтин О. А., Веряева Е. Методы термического анализа: методическая разработка / МГУ им. М. В. Ломоносова, факультет наук о материалах. М., 2011. 72 с.

УДК 666.972:532.135

Георгий Михайлович Хренов, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: g.khrenov@mail.ru

Georgiy Mikhailovich Khrenov, post-graduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: g.khrenov@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ОБЪЕМНОЙ ДОЛИ ЦЕМЕНТНОГО ТЕСТА НА ПЛАСТИЧНОСТЬ БЕТОННОЙ СМЕСИ

IMPACT OF THE VOLUME FRACTION OF CEMENT PASTE ON CONCRETE MIX PLASTICITY

В работе рассматривается вопрос влияния объёмной доли цементного теста в бетонной смеси на её пластичность. Проведён эксперимент, в ходе которого было разработано 12 составов мелкозернистой бетонной смеси для непрерывного безопалубочного формования с различным водоцементным отношением и цементнопесчаным соотношением. Установлена квадратичная зависимость предельной растяжимости бетонной смеси от процентного содержания цементного теста в ней. При этом также выявлена зависимость пластичности от истинного водоцементного отношения, что уточняет предыдущие исследования. Дана рекомендация по учёту изменения истинного В/Ц с увеличением объёмной доли цементного теста.

Ключевые слова: бетонная смесь, реология, пластичность, безопалубочное формование, цемент.

The purpose of the study is to analyze impact of the volume fraction of cement paste in a concrete mix on its plasticity. An experiment was conducted, during which 12 compositions of a fine-grain concrete mix for continuous off-formwork molding with various water-to-cement ratio and cement-to-sand ratio were developed. A quadratic dependence of the limit concrete mix extensibility on the percentage content of cement paste is established. Besides, a dependence of plasticity on the true water-to-cement ratio is identified, which clarifies previous researches. A recommendation for consideration of the true water-to-cement ratio with an increase in the volume fraction of cement paste is given.

Keywords: concrete mix, rheology, plasticity, off-formwork molding, cement.

В настоящее время вопросы реологических свойств бетонных смесей, используемых при непрерывном безопалубочном формовании, вызывают всё больший интерес [1; 2; 3]. Одним из важнейших направлений является изучение пластичности малоподвижных смесей [4], что входит в предмет диссертационного исследования автора, в ходе которого уже разработан метод параметрической оценки пластических свойств бетонной смеси по её предельной растяжимости ($\epsilon^{пр}$) [5]. Полученные с использованием данного метода данные позволяют говорить о влиянии истинного водоцементного отношения (В/Ц^{ист}) и удельной поверхности цемента на предельную растяжимость мелкозернистой бетонной смеси. Однако роль объёма цементного теста в формировании пластических свойств бетонной смеси остаётся неизвестной, исходя из чего и формируется **цель данной работы:** установить степень и характер влияния объёмной доли цементного теста ($v^{цт}$) в бетонной смеси на её предельную растяжимость.

Для достижения поставленной цели был проведён эксперимент, в ходе которого было разработано 12 составов мелкозернистой бетонной смеси (фактические составы в табл.) при четырёх различных цементно-песчаных соотношениях ($Ц/П = 1/2; 1/2,5; 1/3; 1/3,5$) и трёх различных водоцементных отношениях ($В/Ц = 0,35; 0,4; 0,5$). При этом использовался строительный песок постоянного гранулометрического состава ($M_k = 2,56$) с водопотребностью 5,9 %. Для каждого состава определялась величина предельной растяжимости и погружения конуса СТРОЙЦНИЛа (ПК) для дополнительного контроля вязкости. Объёмная доля ЦТ в смеси определялась расчётным путём исходя из расхода песка, $В/Ц^{ист}$ определялось расчётным путём исходя из состава и водопотребности песка. Все полученные данные представлены в таблице и на рис. 1 и 2.

Результаты эксперимента

№ сост.	Расход на куб, кг			ρ , кг/м ³	В/Ц	В/Ц ^{ист}	$v_{цт}$, %	ПК, мм	$\varepsilon^{пр}$, мм/м
	Ц	П	В						
26	672	1343	235	2250	0,35	0,232	50,25	45	193
27	570	1400	200	2170	0,35	0,206	48,15	30	122
28	485	1454	170	2109	0,35	0,173	46,13	15	70
29	430	1505	150	2085	0,35	0,144	44,27	10	17
30	673	1346	269	2288	0,4	0,282	50,15	53	238
31	573	1395	229	2197	0,4	0,256	48,33	39	182
32	487	1462	195	2144	0,4	0,223	45,86	23	117,5
33	433	1514	173	2120	0,4	0,194	43,92	20	70
34	664	1329	332	2325	0,5	0,382	50,79	> 60	373
35	574	1390	287	2251	0,5	0,357	48,52	60	308
36	484	1453	242	2180	0,5	0,323	46,17	49	238
37	431	1509	216	2155	0,5	0,294	44,13	45	184

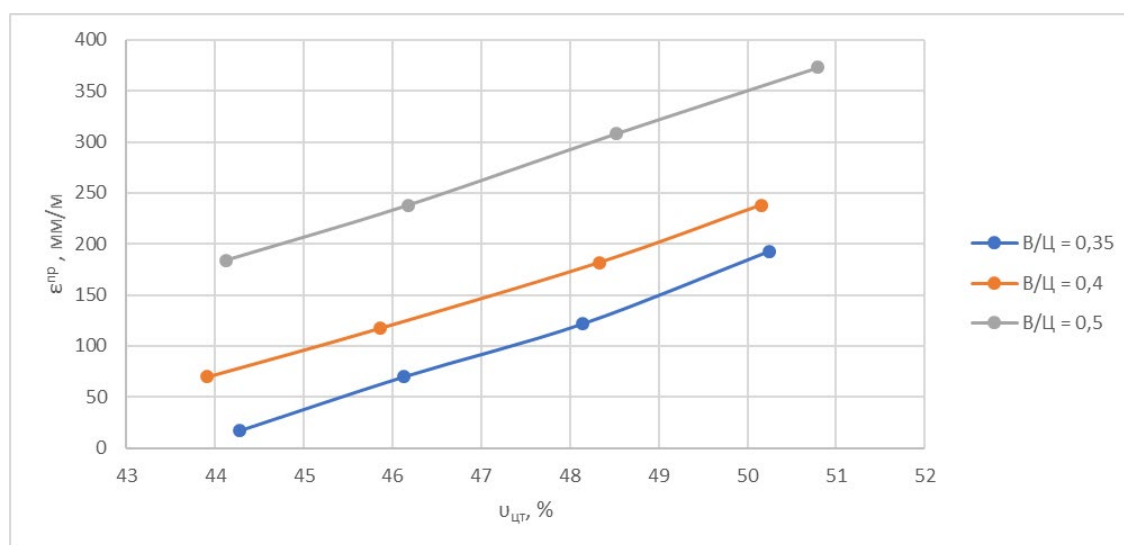


Рис. 1. Зависимость $\varepsilon^{пр}$ от $v_{цт}$

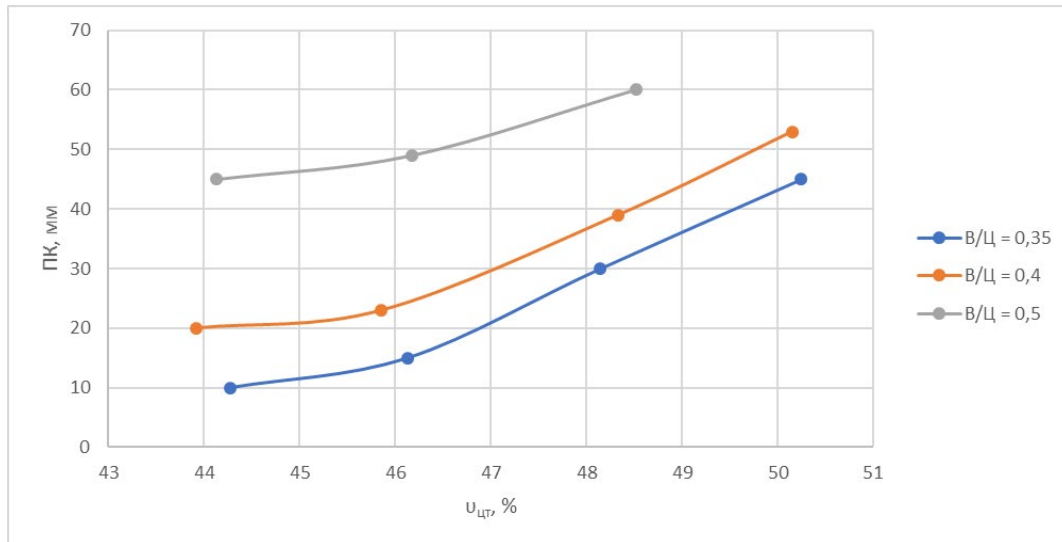


Рис. 2. Зависимость ПК от $v_{цт}$

Анализируя полученные данные, можно заключить, что предельная растяжимость бетонной смеси зависит линейно от объёма ЦТ, однако стоит отметить, что расстояние между линиями свидетельствует о нелинейном влиянии В/Ц, что противоречит полученным ранее данным. То же самое касается и зависимости вязкости от объёма ЦТ (рис. 2). Данное наблюдение говорит о некорректности представления данных.

Для объяснения выявленного несоответствия выдвинута следующая гипотеза: пластичность и вязкость бетонной смеси зависит не от В/Ц, а от $V/C_{ист}$. Из таблицы видно, что для каждой четвёрки составов с равным В/Ц, истинное В/Ц существенно отличается. В проводимых ранее исследованиях два данных показателя чётко коррелировали между собой в силу особенностей проведения эксперимента (постоянный фактический расход заполнителя). На данный момент известно, что с увеличением $V/C_{ист}$ на 0,01 $\epsilon^{пр}$ возрастает примерно на 11,6 мм/м. Таким образом, можно ввести поправку и получить для всех составов значения $\epsilon^{пр}$ приведённые к одному $V/C_{ист}$ (рис. 3).

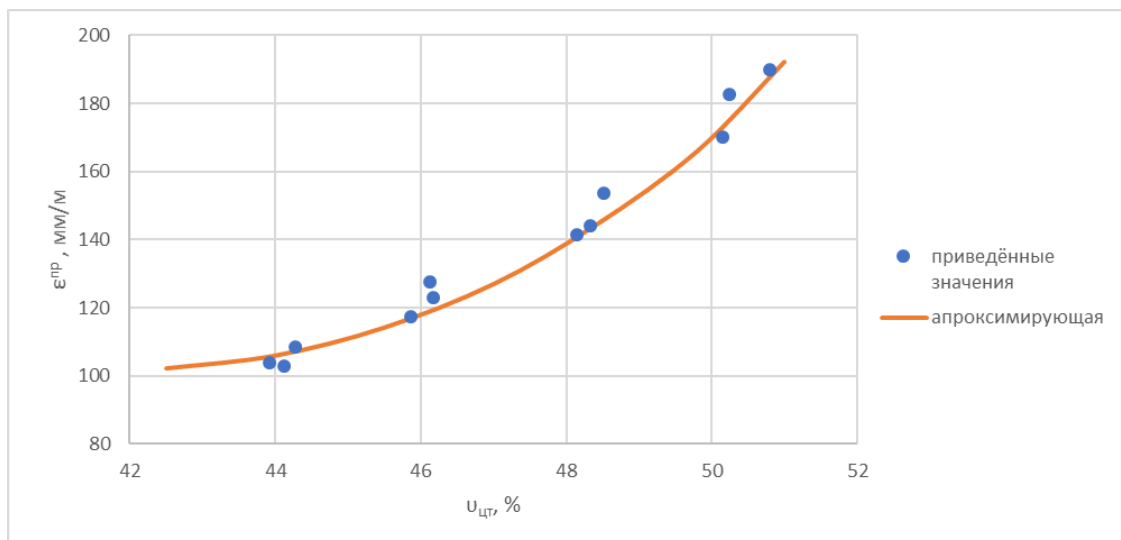


Рис. 3. Зависимость $\epsilon^{пр}$ от $v_{цт}$ приведённая к $V/C_{ист} = 0,223$

Полученные приведённые значения позволяют выявить чёткую квадратичную зависимость предельной растяжимости бетонной смеси от доли цементного теста в ней. При этом, как и ожидалось, с увеличением содержания ЦТ в смеси возрастает её пластичность,

что полностью согласуется с общепринятыми представлениями о структуре и свойствах цементных систем.

По аналогии были получены приведённые значения ПК (рис. 4).

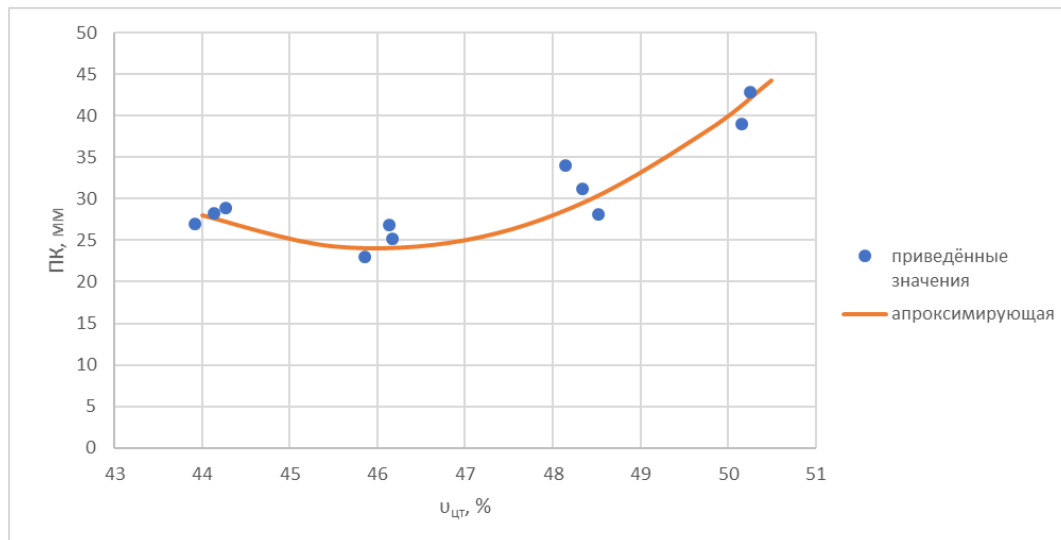


Рис. 4. Зависимость ПК от $v_{цт}$ приведенная к $V/C_{ист} = 0,223$

Как видно из рис. 4, величина ПК так же квадратично зависит от объёмной доли цементного теста в смеси. При этом стоит отметить, что нарушается имевшаяся ранее чёткая корреляция между ПК и $\epsilon^{пр}$, что видно по экстремуму, который в последнем случае находится в области экспериментирования, в отличие от рис. 3. Однако данный экстремум вызывает сомнения, связанные с возможностью снижения вязкости за счёт снижения объёма ЦТ, что противоречит общеизвестным принципам.

В заключение можно сказать, что в области экспериментирования при увеличении объёмной доли цементного теста в бетонной смеси её предельная растяжимость возрастает по параболе, однако в тоже время возрастает и истинное водоцементное отношение, что необходимо учитывать, так как оно оказывает заметное влияние на пластические свойства смеси. Помимо этого, требуется уточнение зависимости величины погружения конуса от объёма цементного теста, так как полученные данные вступают в противоречия с уже известными принципами и правилами.

Литература

1. Вагнер Е. С., Супруненко Е. Ю. Безопалубочное формование как перспективная технология производства ЖБИ // Достижения ВУЗовской науки. 2014. № 9. С. 108–113.
2. Селяев В. П., Уткина В. Н. Железобетонные конструкции, изготовленные методом безопалубочного формования // Технологии бетонов. 2011. № 5–6. С. 45–47.
3. Уткин В. В., Чумерин Ю. Н. Современная технология строительной индустрии. М.: Русский издательский дом, 2008. 100 с.
4. Пухаренко Ю. В., Хренов Г. М. Задачи технологической механики в развитии способов безопалубочного формования // Вестник Гражданских инженеров. 2017. № 6(65). С. 152–157.
5. Хренов Г. М. Методика определения пластических свойств бетонных смесей для безопалубочного формования // Актуальные проблемы строительства: материалы 70-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 3-х ч.; СПбГАСУ. СПб., 2017. Ч 1. С. 139–144.

СЕКЦИЯ АРХИТЕКТУРНОГО И ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО НАСЛЕДИЯ

УДК 711(72.03:725)

Ксения Викторовна Какунец, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: mkvin1403@mail.ru

Ksenia Viktorovna Kakunets, post-graduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: mkvin1403@mail.ru

**ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ
РАЙОННЫХ ЦЕНТРОВ В ЛЕНИНГРАДЕ 1930–1950-х гг.**

**PECULIARITIES OF SPATIAL ORGANIZATION
IN DISTRICT CENTERS OF LENINGRAD IN 1930–1950s**

В данной работе рассматриваются главные элементы районного значения административно-территориального деления Ленинграда – районные центры. В том числе 5 новых районных центра, спроектированных в период 1929–1939 гг. Новые районные центры Ленинграда, спроектированные в 1930-х гг. в соответствии с Генеральным планом города, имели ряд особенностей в пространственной организации, таких как: расположение районного центра, главные элементы, композиционные особенности, озеленение. На основании визуального исследования в данной работе проанализированы выявленные особенности. Сделан сравнительный анализ и сделаны выводы об общих чертах в пространственной организации районных центров.

Ключевые слова: районный центр, райсовет, пространственная организация, Кировский райсовет, Московский райсовет, Володарский райсовет.

The paper reviews main elements of district significance of the administrative-territorial division of Leningrad, i.e. district centers. Those includes five new district centers designed in 1929–1939. New district centers of Leningrad designed in the 1930s according to the City General Plan had a number of peculiarities in their spatial organization, such as: district center location, main elements, compositional peculiarities, urban beautification. The identified peculiarities are analyzed based on a visual study. A comparative analysis is conducted, and conclusions on common features in spatial organization of district centers are drawn.

Keywords: district center, district soviet, spatial organization, Kirovsky District Soviet, Moskovsky District Soviet, Volodarsky District Soviet.

Стремительное развитие Ленинграда в 1930–1950-х гг. шло в соответствии с генеральным планом города, созданным в 1935 г. под руководством Л. А. Ильина, а потом доработанным в 1938–1939 гг. под руководством Н. В. Баранова.

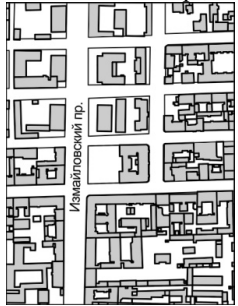

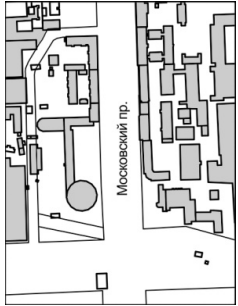

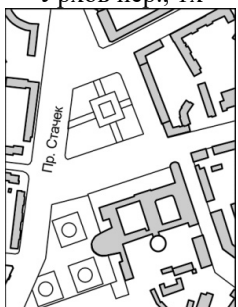

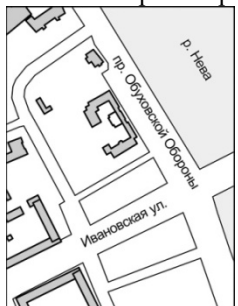

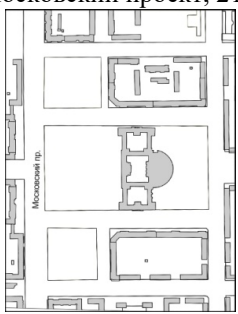

Пространственно-композиционная структура Ленинграда состояла из костяка города, затем его общего центра, постепенно развивающегося и идущего по магистралям – с помощью последних он приводил общий архитектурный тон города к районам, их фокус-центрам, а потом к массе их кварталов и улиц разного назначения и характера [1].

Административно-территориальной единицей городского управления были районы. Функция районных советов обозначалась так: «В каждом районе, действует Районный Совет рабочих и красноармейских депутатов. Районный совет является высшим органом советской власти в районе» [2].

Кроме политических функций, райсоветы выполняли административные и культурно-бытовые функции.

С 1929 г. по 1939 г. в Ленинграде было спроектировано 4 новых районных центра с центральными элементами – райсоветами и новый центр городского значения с центральным элементом – Домом Советов (табл. 1).

Новые районные центры в Ленинграде 1929–1939 гг.

Годы постройки, название.	Адрес, схема.	Архитектор, фото райсовета [3]
1929 г. Московско-Нарвский райисполком	Измайловский пр., 14 	Овчинников В. Ф. 
1930–1935 гг. Райсовет Московского района	Международный пр., 129 	Фомин И. И., Даугуль В. Г., Серебровский Б. М. 
1931–1934 гг. Здание Кировского райсовета	Стачек пр., 18 Швецова ул., 1 Урхов пер., 1х 	Троцкий Н. А. 
1936–1939 гг. Володарский райсовет – Здание администрации Невского района	Обуховской Обороны пр., 163 	Левинсон Е. А., Фомин И. И., Гедике Г. Е. 
1936–1941 гг. Дом Советов	Московский проект, 212. 	Троцкий Н. А., Тверской Л. М. Свирский Я. О. 

В данной работе рассмотрены некоторые особенности пространственной организации районных центров, спроектированных в 1929–1939 гг. и введённых в эксплуатацию в 1930–1950-х гг.

В основе изучения особенностей пространственной организации районных центров выступает графический анализ. С его помощью выявлены основные характеристики изучаемых районных центров (табл. 2).

Проведя сравнительный анализ районных центров, можно сделать вывод о схожих принципах в их проектировании.

Расположение всех районных центров было обусловлено близостью к главным магистральным улицам и ориентации к Неве. Это подтверждают и теоретические установки, описанные в журнале «Архитектура Ленинграда» 1936 г.: «Характер застраиваемых районов в известной мере определяется композицией, характером окружающих его магистралей. Ещё одним моментом, определяющим композицию и обеспечивающим архитектурное единство города, является трактовка общегородского и местных районных центров в общей системе планировки и в общем архитектурном облике города. Наконец, самым мощным естественным организующим Ленинград фактором являлась и остаётся всегда Нева» [4].

Таблица 2

Основные особенности пространственной организации районных центров, спроектированных в 1929–1939 гг.

Московско-Нарвский райисполком	Райсовет Московского района	Кировский райсовет	Володарский райсовет - Здание администрации Невского района	Дом Советов
Общественный центр располагался вдоль основных магистралей.				
Главным элементом общественного центра выступает здание райсовета (административное здание).				
В основу ансамбля общественного центра заложена осевая композиция, ориентированная на райсовет.				

Московско-Нарвский райисполком	Райсовет Московского района	Кировский райсовет	Володарский райсовет - Здание администрации Невского района	Дом Советов
Обязательным элементом градостроительного ансамбля общественного центра становилась площадь, регулярная в плане (в форме простой геометрической фигуры).				
Застройка площади велась вдоль красных линий, образуя единый архитектурный фронт.				
В центре осевой композиции на площади установлена скульптурная группа.				
Рядом с райсоветом располагался сквер.				

В основе каждого общественного центра районного значения было здание райсовета с разнообразными общественными функциями. Эти здания отличались уникальной архитектурой и выступали в качестве архитектурной доминанты района. Однако не все райсоветы были одинаково удачны в этом отношении. Так, в журнале «Архитектура Ленинграда» 1936 г. главный архитектор Ленинграда, профессор Л. А.Ильин отмечает: «Решительным образом следует избегать случайного невыразительного размещения этих доминант, ибо подобная случайность и самотёк в дальнейшем приводят к потере лица района. Любопытны примером в этом отношении является новое здание совета Московского рай-

она. Оно хотя и помещено у перекрёстка, но находится в общем фронте домов Международного (Московского) проспекта и поэтому не является архитектурной доминантой необходимой силы и значения. Напротив, в Кировском районе здание райсовета доминирует, организует центр района» [4].

Пространственно-композиционной особенностью районных центров была осевая композиция, где главным элементом служило здание райсовета. Перед ним располагалась регулярная в плане площадь. Также в непосредственной близости от райсовета был расположен сквер.

Несмотря на уникальность архитектурного и пространственно-композиционного решения районных центров, перечисленные в данной работе особенности объединяют их. Таким образом, ленинградские архитекторы сохранили принцип ансамблевой застройки общественных центров в масштабе всего города в 1930–1950 гг.

Литература

1. Планировка Ленинграда: материалы к докладу отдела планировки. Л.: Издательство Леноблсполкома и Ленсовета, 1933. 85 с.
2. Весь Петроград – Весь Ленинград. Справочное издание 1922–1935 гг. URL: http://nlr.ru/cont/v_1/ (дата обращения: 19.07.2018).
3. CityWalls. Архитектурный сайт Петербурга. URL: <http://www.citywalls.ru/> (дата обращения: 19.07.2018).
4. Ильин Л. А. План развития Ленинграда и его архитектура // Архитектура Ленинграда. 1936. № 1. С. 18–33.

УДК 721.012

Татьяна Сергеевна Фридман, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: tanya_fridman@mail.ru

Tatiana Sergeevna Fridman, post-graduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: tanya_fridman@mail.ru

СОЗДАНИЕ АДАПТИВНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ МАЛОМОБИЛЬНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ В ИСТОРИЧЕСКИХ ЗДАНИЯХ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

ADAPTIVE ENVIRONMENTS FOR PEOPLE WITH REDUCED MOBILITY IN HISTORICAL BUILDINGS OF HIGHER EDUCATION ESTABLISHMENTS

Адаптация зданий высших учебных заведений для маломобильных групп населения с годами становится все более актуальной. Если проанализировать зарубежный опыт в сфере адаптации зданий университетов для людей с ограниченными возможностями, то можно смело утверждать, что на данный момент существует множество примеров частичной адаптации. За последние годы в Санкт-Петербурге проведена масса работ по приспособлению зданий для людей с ограниченными возможностями, внедрение современных технологий, принципов универсального дизайна и конструктивных достижений в историческую среду с каждым годом улучшают их доступность для маломобильных групп населения.

Ключевые слова: адаптация, инвалидность, реконструкция, университеты, сохранение.

Over the years, adaptation of higher education establishment buildings for people with reduced mobility becomes more and more important. If we analyze foreign experience in adapting university buildings for people with reduced mobility, we can conclude that as of the present time, there are many examples of partial adaptation. During the recent years, many works to adapt buildings for people with reduced mobility have been conducted in Saint Petersburg, modern technologies, principles of universal design and design advancements have been implemented into the historical environment, improving access to such buildings for people with reduced mobility from year to year.

Keywords: adaptation, disability, conversion, universities, preservation.

Тема приспособления зданий для маломобильных групп населения с каждым годом становится все актуальнее. В последние годы в России ведется активная работа в этой сфере, разрабатывается и совершенствуется законодательная база, проводятся различные конференции и конгрессы, ведется активная работа государства, разработка таких программ, как, например, доступная среда [1].

В Европе и США над проблемой приспособления зданий для маломобильных групп населения стали задумываться и активно работать еще в начале 90-х годов. В США толчком для этого стало движение за права инвалидов ветеранов Вьетнамской войны, в Европе борьба с дискриминацией людей с ограниченными возможностями.

Адаптация исторических зданий для маломобильных групп населения сейчас является одной из важнейших и неотъемлемых проблем при реконструкции зданий. Подобная адаптация не только четко регламентирована со стороны законодательства, но и существенно улучшает качества среды исторических зданий и создает возможность людям с ограниченными возможностями почувствовать себя полноценной ячейкой общества [2].

За последние годы, когда в России стали активно решать проблему доступности высших учебных заведений для маломобильных групп населения, было выявлено, что для успешной работы над проблемой необходимо в первую очередь понимание проблемы инвалидности. Во-вторых, четкое исполнение требований, прописанных в нормативной документации и законодательной базе, а также четкий контроль над проведением работ по адаптации [3].

При создании безбарьерной среды в высших учебных заведениях для людей с ограниченными возможностями стоит учитывать следующие параметры:

- обеспечить беспрепятственное и безопасное передвижение внутри здания для всех маломобильных групп, при этом не создавать препятствия для других групп населения;
- снабдить здание подробной и легкодоступной для маломобильных групп населения информацией, необходимой как для перемещения по зданию, так и для полного участия в учебном процессе;
- разработать комфортную для людей с ограниченными возможностями среду для получения высшего образования, адаптировать аудитории, библиотеки, актовые залы, столовые и другие общественные и учебные помещения.

В 2011 г. был составлен рейтинг высших учебных заведений, в той или иной степени адаптированных для людей с ограниченными возможностями, эксперты проанализировали архитектурную доступность кампусов российских вузов, которые претендовали на оснащённость для маломобильных групп населения [4].

Каждый университет оценивался с точки зрения различных факторов, являющихся важными при использовании высшего учебного заведения маломобильными группами населения. По результатам обследования Сибирский федеральный университет вошел в топ-рейтинг высших учебных заведений по мониторингу оснащённости кампусов для маломобильных групп населения.

Отличным примером грамотной адаптации исторической среды может служить дом-музей в Вашингтоне, округ Колумбия, где был установлен первый подъёмник на заднем дворе для входа в здание, а второй непосредственно около главной лестницы, разработанный в соответствии с историческими интерьерами здания. Создание доступного маршрута было сделано практически без нарушения исторической ткани здания.

Одним из примеров частичной адаптации памятников архитектуры может служить здание Стэнфордского университета. Адаптация одного из старейших учебных заведений Америки на данный момент является частичной, но, несмотря на это, может служить хорошим примером при подобной адаптации. При поступлении в университет руководство Стэнфорда составляет списки людей с ограниченными возможностями здоровья и в зависимости от их учебной программы и предположительных путей передвижения создает для них максимально безбарьерную и комфортную среду.

Подобных примеров большое множество и с годами становится все больше. Они зачастую демонстрируют, как сильные, так и слабые стороны, и только анализируя и перерабатывая подобный опыт можно добиться новых достижений в области адаптации.

Так же стоит отметить, что в последние годы активно развиваются различные современные технологии, применяемые для разработки средств для адаптации среды для

маломобильных групп населения. Внедрение современных технологий не только существенно облегчает перемещение в пространстве людей с ограниченными возможностями, но также является отличной возможностью с их помощью снизить причиняемый в ходе адаптации ущерб исторической среде [5].

Ярким примером внедрения современных технологий в историческую среду является умный замок *August Smart Lock*, который был разработан дизайнером Ивом Бехаром. Доступ в здание осуществляется при помощи приложения на смартфоне, а также он обеспечивает информирование лиц с ограниченными возможностями для их безопасного перемещения в здании замка, автоматически открывает двери и прокладывает доступный для них маршрут.

Сейчас современные технологии являются неотъемлемой частью нашей жизни, и в сфере адаптации и внедрении их в дизайн среды они помогают улучшить доступность объектов для всех групп населения.

В заключение, стоит отметить, что, говоря о средствах для людей с ограниченными возможностями, которые могли бы активно внедряться в историческую среду, такие как предметы интерьера, специализированные двери, подъёмники, безопасное оснащение санитарных комнат и многое другое, стоит задуматься об их индивидуализации под адаптируемое пространство. Зачастую современные достижения в этой области диссонируют, как с внутренними интерьерами памятника, так и с его окружением [6].

Бесспорно, проектирование безбарьерной среды и дизайн доступных интерьеров, а также реконструкция объектов исторической среды требуют не только логичного использования современных конструкторских разработок, но и грамотного анализа исторической среды. Промышленный дизайн в области адаптации зданий для маломобильных групп населения зачастую диссонирует с историческими помещениями памятника и требует, на мой взгляд, индивидуальной разработки для каждого рассматриваемого интерьера в отдельности [7].

Если рассматривать степень доступности зданий высших учебных заведений в Санкт-Петербурге на данный момент, то можно смело утверждать, что ни одно из зданий не соответствует требованиям доступности для людей с ограниченными возможностями. Несмотря на это, за последние годы, в сфере адаптации зданий высших учебных заведений достигнуты существенные результаты.

Литература

1. Государственная программа «Доступная среда» на 2011–2015 гг. Доступ из СПС «Консультант плюс».
2. Крундышев Б. Л. Универсальная среда жизнедеятельности для маломобильных групп населения (пути формирования). СПб., 2009. 12 с.
3. Фридман Т. С. Влияние законодательства на создание доступной среды для маломобильных групп населения // Наука и бизнес: пути развития. 2017. № 11(77). С. 40–43.
4. Фридман Т. С. Современные тенденции адаптации памятников архитектуры для людей с ограниченными возможностями // Перспективы науки. 2017. № 5(92). С. 29–31.
5. Фридман Т. С. Проблема доступности исторических зданий для маломобильных групп населения. «Разумное приспособление», вопрос терминологии // Наука и бизнес: пути развития. 2018. № 4(82). С. 47–50.
6. Martin E. J. Access to Heritage Buildings for People with Disabilities. Canberra: ACROD Ltd, 1997. Clause 2.4.
7. Фридман Т. С. Приспособление для адаптации исторических зданий для маломобильных групп населения как архитектурная деталь // Перспективы науки. 2018. № 3(102). С. 55–58.

УДК 72.01:76

Елена Александровна Черная,
канд. пед. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: elena.chernaya@mail.ru

Elena Aleksandrovna Chernaya,
PhD of Pedagogic Sci., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: E-mail: elena.chernaya@mail.ru

К ВОПРОСУ О МОРФОЛОГИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ГРАФИКИ

REVISITING MORPHOLOGY OF ARCHITECTURAL GRAPHICS

Раскрыты позиции отечественных исследователей о сущности архитектурной графики, представленные в научных трудах с 1970-х гг. по настоящее время. Большинство авторов рассматривают графику в контексте методики стадийного архитектурного проектирования, в настоящее время актуальное исследование языка графики, т. е. ее формы, структуры и композиции и рассмотрение эволюции графики с позиции развития композиционных способов фиксации представлений архитектора о проектируемом объеме и пространстве на плоскости.

Рассмотрены два пути анализа морфологии архитектурной графики: практический (направленный на выявление общих закономерностей ее структуры и композиции, присущих также другим видам пластических искусств (позиция Готфрида Земпера, В. Я. Проппа)) и теоретический (формирование модели, охватывавшей все пластические искусства и помогающие уяснить общие в них закономерности (В. Г. Власов)). Автор статьи предлагает модернизировать схему «предметного поля графического искусства» предлагаемую В. Г. Власовым, включить в нее новые элементы, для получения модели – предметного поля архитектурной графики.

Ключевые слова: морфология, архитектурная графика, В. Я. Пропп, Готфрид Земпер, графика, композиция.

Viewpoints of national researchers on the essence of architectural graphics, presented in scientific papers of the period from the 1970s till present, are described. The majority of authors consider graphics in the context of the method of stage-by-stage architectural design. Research of graphic language, i.e. graphics form, structure and composition, as well as consideration of graphics evolution in terms of developing compositional methods to record the architect's perspective on the designed volume and space on a plane, are relevant at the present time.

Two methods to analyze morphology of architectural graphics are considered: practical (aimed at identification of general patterns in its structure and composition peculiar to other types of plastic art (viewpoint of Semper G., Propp V. Ya.) and theoretical ones (formation of a model applied to all types of plastic art, helping to get a clear picture of general patterns (Vlasov V. G.)). The author proposes to upgrade the diagram of “the subject matter of graphic art” suggested by Vlasov V.G. and include new elements in it to obtain a model of the subject matter of architectural graphics.

Keywords: morphology, architectural graphics, Propp V. Ya., Gottfried Semper, graphics, composition.

Возможно ли говорить о морфологии архитектурной графики, зная то, что понятие «архитектурная графика» имеет двойственное строение, есть два вида независимых и равноправных изображений – это «все типы изображения архитектуры» – «технические», необходимые в процессе архитектурного проектирования (чертеж, эскиз, демонстрационный чертеж с элементами рисунка) и «художественные изображения» (формирующие образные представления об архитектуре воссоздаваемой, существующей и будущей «натурные и архитектурные фантазии») [1, с. 36].

В 70–80-е гг. XX в. отечественные исследователи: К. Г. Зайцев, К. В. Кудряшев и А. Д. Куликов, А. А. Гавричков в своих трудах раскрыли разные аспекты архитектурной графики как средства профессиональной графической коммуникации, направленной на формирование, развитие и представление замысла архитектора. Классификация архитектурной графики, распределение ее по группам, было осуществлено на основании стадий архитектурного проектирования и по доминирующему в графике изобразительному средству (точка, линия, штрих, пятно и т. п.). Эти и другие авторы много внимания уделили описанию внешних качеств графики, технике исполнения и графическим материалам.

В 90-е гг. в связи с появлением у архитектора нового технического инструмента – компьютера и компьютерной графики – темы научных исследований изменяются и на

первый план выходят два направления – роль композиционного мышления архитектора (Л. Н. Зорин) и рисунок в архитектурном творчестве (О. Г. Максимов).

В настоящее время вновь растет интерес к ручной и компьютерной архитектурной графике, написаны пособия (О. В. Кефала, И. А. Максимова и др.) и статьи (Н. С. Акчурина, А. И. Артюхов и А. А. Павлова, А. М. Асташов, Л. В. Соловьев). В связи с развитием компьютерных технологий, оперирующих информацией, остается актуальным исследование композиционного мышления архитекторов в процессе изобразительной деятельности, познания и моделирования на плоскости объемно-пространственных представлений.

В этом контексте возможно говорить о существовании морфологии архитектурной графики и эволюции композиционных приемов фиксации изобразительных представлений архитектора о проектируемом объеме и пространстве.

Присоединимся к точке зрения Готфрида Земпера (1803–1879) – немецкого теоретика искусства, и архитектора XIX века и представителя архитектуры периода эклектики, считавшего, что существуют общие законы природы, возникновения и развития формы, которые учитываются как в изобразительном искусстве, так и архитектуре. Например, постулаты, выдвинутые Г. Земпером, были учтены в работе русского и советского учёного, филолога-фольклориста В. Я. Проппа (1895–1970) – «Морфологии Волшебной сказки» [3].

В. Я. Пропп основывался на том, что морфология – «наука о форме и строении чего-либо (организмов, геологических структур)» [2, с. 558]. Он рассмотрел одну из разновидностей народных сказок – Волшебные сказки. Ему было интересно, с одной стороны, ее «поразительное многообразие, пестрота и красочность», с другой – «однообразие и повторяемость» [3, с. 21]. Такие же качества присущи и архитектурной графике, в ней существует многообразие формируемых образов архитектуры на основе ограниченного набора изобразительных материалов и проекций изображения на плоскость (чертеж).

Владимир Яковлевич осуществил морфологический анализ Волшебной сказки, «изучил сказку по функции действующих лиц» и «описал сказки по составным частям и отношению частей друг к другу и к целому, в основании сказки выделил постоянные и переменные величины» [3, с. 20].

В границах нашего исследования интерес представляет его высказывания: «составные части одной сказки без всякого изменения могут быть перенесены в другую» [3, с. 9], считая, что постоянные величины – действие и функции, переменная – названия, а с ним и атрибуты действующих лиц [3, с. 20]. Исследовал степень повторности функций и выявление их количества в сказке. Термин функция в толковом словаре русского языка означает – «обязанности, круг деятельности», у Проппа – «поступок действующего лица, определенный с точки зрения его действий для хода действия» [3, с. 21–22], «действие, определяемое с точки зрения его значения для развития сюжета» [3, с. 198].

Итак, первый путь выполнить, морфологию архитектурной графики – учесть опыт Проппа, так как исходные условия похожи, он решал аналогичную проблему; в архитектурной графике состав проекта в течении времени был неодинаков, одни и те же части (ортогональные проекции, перспектива) повторяются из проекта в проект, но изменяется количество и связи частей, что влияет на точность формируемых объемно-пространственных представлений и архитектурных образов. Существуют общие закономерности композиции ортогональных проекций на листе. В архитектурной графике осуществлялся поиск оптимальной композиции, способствующей фиксации объемно-пространственных представлений архитектора.

Другой путь – формирование теоретической модели, охватывавшей все пластические искусства и помогающей уяснить общие закономерности, например, советский и российский искусствовед и художник-график, доктор искусствоведения, профессор В. Г. Власов (1947 г.) представил схему «предметного поля графического искусства»

(см. рис. 1, слева) [4, с. 287]. В ней отсутствует архитектура и ее категории «идея», «материя», «пространство», «задача», «действие». Если в данную схему включить эти части, получится модель – поле архитектурной графики при взаимодействии графических искусств и решении разных задач, графическое моделирование объема и пространства на плоскости и в объеме (см. рис. 1, справа).

		ТЕНДЕНЦИИ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ			
		аналитическая	синтетическая		
РОД ТВОРЧЕСТВА	станковый - прикладной - архаический	набросок геоглифы античная вазопись эскиз (картон) грифоннаж эпиграфика книжная графика классическая афиша ксилография офорт пунктир рисунок пастелью соус тушь аквафорт цветная акватинта акварель		стенопись граффити гравировка суперграфика резцовая гравюра плакат офорт с акватинной карандашная манера меццо-тинто мягкий лак лавис	ТЕХНИКА
		рисунок - печатная графика литня - штрих - пятно			
		перспективно-живописные	аспективно-графичные		
		КАЧЕСТВА ФОРМЫ			

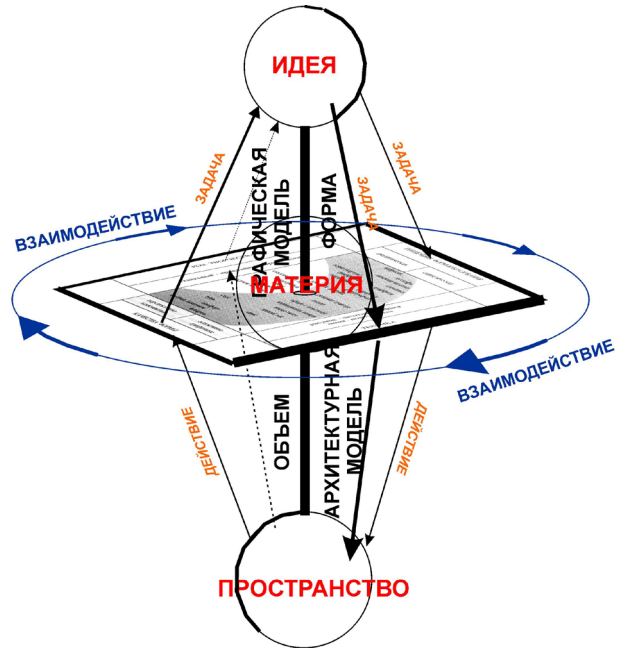


Рис. 1. Поля архитектурной графики при взаимодействии графических искусств: слева – «предметного поля графического искусства» (по В. Г. Власову); справа – поле архитектурной графики (модель выполнена автором статьи).

Считаем, что при выполнении морфологии архитектурной графики необходимо учитывать три фактора:

- 1) эволюцию композиции архитектурного чертежа (А. Д. Куликов);
- 2) решаемые задачи: наглядность, образ и точность;
- 3) заимствование выразительных средств архитектурной графики из разных пластических искусств (живописи, графики и сценографии и др.).

Литература

1. Архитектура и градостроительство. Энциклопедия / гл. ред. А. В. Иконников. М.: Стройиздат, 2001. 688 с.
2. Большой толковый словарь русского языка / гл. ред. С. А. Кузнецов. СПб.: «Норинт», 2006. 153 с.
3. Пропп В. Я. Морфология волшебной сказки. М.: Изд-во «Лабиринт», 2003. 144 с.
4. Власов В. Г. Новый энциклопедический словарь изобразительного искусства: в 10 т. Т. III: Г–З. СПб.: Азбука-классика, 2005. 753 с.

СЕКЦИЯ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

УДК 72.01

Юлия Александровна Девятова, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: julia956@mail.ru

Yuliya Aleksandrovna Devyatova, Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: julia956@mail.ru

**РОЛЬ АРХИТЕКТУРНОГО ФУТУРИЗМА
В ОБУЧЕНИИ БУДУЩИХ АРХИТЕКТОРОВ**

**THE ROLE OF ARCHITECTURAL FUTURISM
IN TRAINING OF FUTURE ARCHITECTS**

Прагматический подход к образованию является традиционно принятым на архитектурном факультете СПбГАСУ, где изучение конструкций, инженерных решений и других дисциплин, влияющих на архитектуру, является обязательным. Однако существуют и альтернативные взгляды на архитектурное образование. В статье рассматривается футуризм, как явление культуры и архитектуры, и его влияние на формирование творческой мысли в начале 20-го столетия. Наш город и университет в этом плане является удачным примером сосуществования различных стилевых направлений. В статье сделаны предложения по обогащению содержания учебного процесса творческими поисками футуристического характера.

Ключевые слова: архитектурно-художественное образование, архитектурный футуризм, утопии, архитектура будущего, творческий импульс, авангард.

A pragmatic approach to education is traditionally adopted at the Department of Architecture of the Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, where studying structures, engineering solutions and other disciplines affecting architecture is obligatory. However, there are alternative views on architectural education. The article reviews futurism as a phenomenon of culture and architecture, and its influence on creative thought in the early 20th century. In this regard, our city and university provide a good example of various co-existing styles. The article gives proposals on enriching the contents of educational process with creative search of futuristic nature.

Keywords: architectural and artistic education, architectural futurism, utopias, architecture of the future, creative impulse, avant-garde.

Спецификой универсальной школы «гражданских инженеров» всегда являлась подготовка будущих специалистов к работе в проектной организации. Главной задачей и сейчас считается отработка навыков, связанных с функциональными и конструктивно-планировочными аспектами профессии. Считается, что только овладев профессиональной грамотностью, архитектор может проявить талант композитора. Этих взглядов придерживается большинство преподавателей кафедры архитектурного проектирования. Задания для курсового проектирования на кафедре архитектурного проектирования выдаются с привязкой к конкретной градостроительной ситуации. Студентам предлагается осуществить предпроектный анализ территории, сделать историческую справку, выявить специфику площадки проектирования, изучить регламенты, стилевые особенности окружающей застройки и пр.

Большой плюс обучения будущих архитекторов в университете – его строительная направленность. Для студентов-архитекторов обязательными являются выполнение всех заданий, связанных с конструкциями, инженерными системами и пр.

Все это учит студента комплексному подходу к проектированию, учету всей совокупности данных, влияющих на выбор того или иного архитектурного решения. Плюсы такого подхода к образованию очевидны: подготовка кадров к проектной практике, отработка навыка работы с регламентами в ситуации, максимально приближенной к реальному проектированию.

Однако большое количество ограничений, запретов создает жесткие рамки, в которые мы загоняем студентов. Большое количество запретов сдерживает, ущемляет

творческую фантазию, делают студентов робкими, нерешительными. В последние годы преподаватели кафедры стали обращать внимание на зажатость, скованность студентов при поиске архитектурных решений, использование банальных или избитых, неоднократно использованных архитектурных приемов.

В истории вуза существовал и другой, менее прагматический подход к обучению будущих архитекторов. Л. М. Хидекель – представитель поколения архитекторов и художников начала XX в. – супрематистов-футуристов. Ученик М. Шагала и М. Добужинского, соратник и последователь Казимира Малевича, он выражал в архитектуре идеи супрематистов. По его мнению, авангардная архитектура была тесно связана с современной ей новой изобразительной системой. И мастер ввел супрематизм в архитектуру не утилитарной составляющей стиля, а революционно-новаторским видением. Л. М. Хидекель полагал, что в институте студента не надо чрезмерно сдерживать ограничениями прикладного характера. «В вузе должен господствовать свободный творческий полет, студенту надо дать возможность свободно творить». Профессор считал стратегической целью выявление и развитие творческого потенциала студентов, формирование образно-художественного мышления: «Здесь они должны ощутить свободу полета, радость поиска, а знание норм и технических правил придет на практике».

К подобному взгляду сегодня склоняются и некоторые преподаватели кафедры.

В футуризме отразился перелом, произошедший в сознании человечества в начале XX в. [1]. Футуризм существовал во всех сферах искусств: в музыке, литературе, архитектуре, живописи, дизайне, кинематографе. Его адепты искали новые художественные средства, соответствующие времени.

Первым опытом футуризма в архитектуре стал цикл рисунков «Нового города» Антонио Сант-Элиа [1]. Это был проект города с домами невероятных форм, с фантастическими дорогами, заводами, электростанциями. Сант-Элиа погиб на первой мировой войне, проект его не был реализован, но вошел в историю и был творчески воспринят архитекторами середины XX в.

В России «чистым» футуристом можно назвать Якова Чернихова, создавшего в 20–30-е гг. «Книгу архитектурных фантазий» и «Архитектуру будущего» [2].

Творческий взлет, связанный с расцветом авангарда, пережила русская и советская архитектура в первые десятилетия XX в. Историки искусства выделяют несколько типов футуристических проектов в архитектуре:

- Утопические, концептуальные произведения, в основном литературные (такие как манифест футуристической архитектуры), которые содержат базовые принципы и не имеют непосредственного визуального образа.
- Графические, пространственные («бумажные» проекты конструктивистов), создающие образы, предвосхищающие архитектурные направления будущего.
- Принципиальные («летающий город» Лавинского), создающие архитектуру, основанную на радикально новых положениях.
- Авангардистские проекты. Правда, степень авангардности была разной: некоторые проекты являются концептуальными наследниками идей футуристов, часть проектов имеют лишь внешние стилевые черты футуризма.

Но по мере укрепления тоталитарной власти в советской России авангардизм подвергался все более жесткой критике и с 30-х гг. сменился заповолившим все сталинским ампиром.

Увлечение футуризмом сыграло определенную роль в развитии архитектуры и градостроительства XX в. [3]. Наиболее авангардные архитекторы XX и XXI в. черпали идеи из творчества футуристов.

Московская школа управления «Сколково» построена в 2010 г. по проекту британского архитектора Дэвида Аджайе (*Adjaye/Associates*) [4]. В основе архитектурного проекта лежит картина «Супрематизм» знаменитого русского художника-авангардиста Казимира Малевича.

Современные архитекторы и строители проектируют и возводят горизонтальные небоскребы, которые придумал советский конструктивист футурист Эль Лисицкий (Лазарь Лисицкий) в 1920-х гг. Тогда казалось, что такие проекты невозможно воплотить. Большая часть проектов осуществлена на Западе, где предложения авангардистов стали популярны. Вдохновленные идеями Лисицкого немецкие архитекторы из *BRT Architekten* придумали комплекс из трех высотных зданий, который получил название *Kranhaus* («Кранхауз») за внешнее сходство с портовыми кранами. Проект реализовывался с 2006 г. по 2010 г.

Последняя по дате постройка (2014 г.) горизонтального небоскреба осуществлена в городе Кито в Эквадоре по проекту архитектора Диего Гуаясамина [4]. В нем расположена штаб-квартира Союза южноамериканских наций (*UNASUR, Unión de Naciones Suramericanas*).

Большинство творений Захи Хадид носят черты футуризма. Она не раз признавалась, что с юности вдохновлялась русским авангардом, в первую очередь Малевичем [4].

Архитекторы сегодня снова оперируют геометризированной стилистикой форм и используют узнаваемые прообразы. Обращение к авангарду, к его остросовременной манере особенно показательно при создании сверхмонументальных сооружений. Теперь новые возможности компьютерного моделирования позволяют реализовывать самые смелые архитектурные идеи. Мечта и творческая фантазия архитекторов начала века помогают сегодня радикально изменять облик городов планеты.

Футуристические и авангардные постройки «разбавляют» рядовые урбанистические пейзажи, добавляют городам индивидуальность. Футуристические здания со временем становятся «лицом», символом городов. Их знают во всем мире, к ним устремляются туристы, принося прибыль городам и странам. Суть футуризма – в неповторимости, а значит, каждое новое здание не будет похоже на предыдущее. «Красота в разнообразии. Вдохновение в движении».

Вклад архитекторов-футуристов в мировую культуру очевиден. Влияние футуризма на развитие архитектуры и градостроительства оценено по заслугам архитекторами и искусствоведами.

1. Теоретические и графические труды футуристов подготовили почву для нового формообразования.

2. Футуристы работали над созданием архитектурного пространства.

3. Футуризм повлиял на развитие и использование новых конструкций и материалов.

4. Теоретические и практические изыскания в области футуризма породили новый стиль – архитектуру авангарда. Авангардисты расширяют границы традиционного архитектурного мышления.

5. Идеи футуризма расширяли горизонты человеческой фантазии, реализовались в разных сферах культуры.

6. Идеи футуристов используются современными архитекторами. Некоторые идеи, возможно, еще ждут своего часа для практического применения.

7. Они во многом определили тенденции развития современной архитектуры.

8. Изучение современных футуристических и авангардистских идей, в свою очередь, помогает спрогнозировать дальнейшее развитие архитектуры.

Футуристы своим примером показывают, что фантазия человека – безгранична. Правда, фантазию необходимо развивать.

Для студентов, молодых архитекторов и строителей изучение и осмысление принципов архитектурного футуризма могут стать творческим стимулом, источником идей и приемов художественного формообразования и объёмно-пространственной композиции архитектурных объектов, толчком в развитии и использовании новых конструкций и строительных материалов, научном и художественном прогрессе.

В творчестве авангардизма большое значение имели архитектурные футуристические графические фантазии. Владение архитектурной графикой, признанными мастерами

которой были футуристы, позволяет более доходчиво выразить идеи архитектурного замысла и донести ее до зрителя. Архитектурная графика выступает как метод профессиональных коммуникаций, как креативная составляющая языка профессиональных зодчих.

Исследование графических приемов футуристов начала XX в. будет полезно студентам-архитекторам, также как изучение их наследия в качестве источника вдохновения, как подхода к организации среды, поиска архитектурного формообразования.

Наряду с проектами, входящими в учебный план, можно предложить создание комплекса мероприятий, включающего:

- изучение наследия футуристов и архитектуру авангарда;
- творческие семинары по темам истории футуризма, архитектурных утопий, авангарда в современной архитектуре;
- клаузуры;
- специальные творческие задания на темы архитектурного футуризма;
- занятия по архитектурной графике;
- выставки графического мастерства и пр.

Возможно, освоение наследия футуристов прошлого века будет полезно и поможет молодым архитекторам заглянуть в архитектурное будущее, найти свой творческий путь в архитектуре.

Литература

1. Иконников А. В. Архитектура XX века: утопия и реальность. В 2 т. М.: Прогресс-Традиция, 2001. Т 1. 656 с.
2. Хан-Магомедов С. О. Архитектура советского авангарда: в 2-х книгах. Книга первая. Проблемы формообразования. Мастера и течения. М.: Стройиздат, 1996. 709 с.; ил.
3. Шульц Б. Прошедшее будущее [Электронный ресурс] // Speech: для будущего. 2010. № 5. URL: https://archi.ru/press/announce_present.html?id=265 (дата обращения: 12.05.2018).
4. Шульга С. Мегаздания – будущее уже сегодня [Электронный ресурс] // Архитектура и архитекторы. URL: <http://www.archandarch.ru/2011/05/27/мега-здания-будущее-уже-сегодня/> (дата обращения: 10.05.2018).

УДК.72.378

Нина Михайловна Дрижаполова, доцент
Наталья Кирилловна Ясс, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: nikandr311@mail.ru, mkp4@mail.ru

Nina Mikhailovna Drizhapolova, Associate Professor
Nataliya Kirillovna Yass, Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: nikandr311@mail.ru, mkp4@mail.ru

АРХИТЕКТУРНАЯ ПРЕЗЕНТАЦИЯ КАК ЭЛЕМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ У СТУДЕНТОВ

ARCHITECTURAL PRESENTATION AS AN ELEMENT OF IMPROVING DESIGN QUALITY IN STUDENTS

В профессиональной архитектурной деятельности требуется проявление активной позиции автора, умение быстро и убедительно доказывать правильность своего творческого решения. Эти качества должны воспитываться в процессе обучения. Одна из проблем современного образования – отсутствие мотивации к обучению, замыкание студента в интерактивном пространстве, в то время как архитектурная специальность требует большой профессиональной эрудиции, междисциплинарного общения, воспитания вкуса, чувства масштабности, гармонии. Статья посвящена некоторым практическим приемам повышения мотивации студентов к обучению, апробированным на кафедре архитектурного проектирования Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета. Предложены приемы проведения архитектурной презентации, разрабатываемой студентами самостоятельно по отдельным разделам текущего проекта, с последующим формированием общей информационной базы для группы. В процессе дальнейшего обучения база информации добавляется и усложняется. Параллельно проводятся дискуссии и обмен мнениями, самостоятельные доклады по отдельным аспектам, в том числе, выступления на студенческих конференциях.

Ключевые слова: режим конференции, презентация, воспитательный коллектив, самостоятельность, самореализация, самоуправление, доброжелательность, творческая конкуренция, архитектурная среда.

In his professional activity, an architect should be able to show his proactive stance and defend his creative solution fast and persuasively. Those qualities should be raised as part of the education process. One of the issues of modern education is absence of learning motivation, dwelling of a student on an interactive space only. However, architecture requires extensive professional expertise, interdisciplinary communication, true taste, sense of immensity and harmony. The article describes several practical techniques to improve motivation of students. Those techniques were tried out at the Architectural Design Department of the Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering. The ways to hold an architectural presentation developed by students individually for separate sections of the project, with subsequent formation of a common information database for the entire group, are presented. The information database is extended and becomes more complex during further studies. Simultaneously, discussions and exchange of views are conducted, individual reports on separate aspects, including speeches at student conferences, are presented.

Keywords: conference mode, presentation, educational group, individual work, self-realization, self-management, amiability, creative competition, architectural environment.

Процесс обучения архитектурной профессии включает обязательные практические занятия (архитектурное проектирование – основной предмет). Интерактивные методы преподавания могут использоваться для получения, в основном, теоретических знаний, обязательных и необходимых.

Современный студент, «зависающий» в виртуальном пространстве, часто теряет интерес к реальной практической стороне профессии, требующей воспитания не только эрудиции, но и художественного вкуса, чувства стиля, гармонии, восприятия масштабности элементов, пространственного мышления и др. Это достигается кропотливым незаметным трудом с постепенным накоплением навыков.

«Самые узкие места методики образования – студент не мотивирован. Нужна ясная творческая атмосфера с пониманием необходимости знаний в будущей профессии и желанием самостоятельно их получить» [1, с. 382].

Один из главных отечественных теоретиков педагогики А. С. Макаренко считал, что развитие творческой личности связано с уровнем ее самостоятельности и творческой активности. При этом истинным стимулом человеческой жизни является «завтрашняя радость» – осознанная и воспринятая перспективная цель, превращающаяся в мобилизующую силу. В практике воспитательной работы А. С. Макаренко различал три вида перспектив: близкую, среднюю и далекую.

Близкая перспектива должна опираться на личную заинтересованность человека (например, приятное совместное времяпровождение).

Средняя перспектива – это проект коллективного события, планируемого в ближайшем будущем, для достижения которого нужно приложить усилия (например, подготовка студенческой конференции, спектакля).

Далекая перспектива – это отодвинутая во времени, наиболее социально значимая и требующая значительных усилий для достижения цель (например, успешное завершение образования и поступление на престижную работу).

Методика практического обучения архитектурному проектированию должна учитывать систему данных перспектив. На всех этапах выполнения проектов студент должен иметь перед собой яркую увлекательную цель и прилагать усилия для ее осуществления. В этих условиях развитие коллектива и каждого его члена ускоряется. Важным стимулом к достижению целей (перспектив) является предоставление студенту возможности самореализации, проявления собственной инициативы, осуществление самоорганизации и самоуправления в коллективе (группе студентов). А. С. Макаренко считал, что «коллектив является воспитателем личности» [2], понимая под этим взаимное обучение и духовное обогащение отдельных личностей с разным уровнем развития при совместном достижении значимой для всех цели путем совместной работы

На кафедре архитектурного проектирования Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета (авторами настоящей работы) был проведен эксперимент по апробированию методики, основанной на коллективном творчестве [3, с. 24], системе перспектив (целей) для повышения мотивации студентов к освоению практических знаний по архитектурному проектированию. Также приветствовалось максимальное проявление инициативы, творческого самовыражения, самостоятельности студентов и самоорганизации группы.

На каждом этапе проектирования конкретного объекта перед студентами ставилась очередная «увлекательная» цель. Примером может служить проект многозального кинотеатра (на 4 курсе обучения бакалавров).

Перед началом работы над проектом студентам выдается краткое «Задание на проектирование», разработанное преподавателем. Большинству студентов скучно вникать в подробности задания и, тем более, углублять свои знания по сопровождающим архитектуру смежным специальностям: технологии, пожарной безопасности, требованиям для маломобильных групп населения и др. Для постановки «ближней цели» студентам предлагается небольшое общее собрание, на котором под руководством преподавателей предлагается выявить крупные проблемы, связанные с выполнением задания. Преподаватель начинает список проблем – тем для будущих докладов (заранее заготовленных), студенты подключаются и дополняют по желанию.

Примерными темами для докладов могут быть:

- виды зрительных залов;
- подробности расчета видимости и расстановки зрительских мест;
- требования для маломобильных групп населения применительно к кинотеатрам;
- особенности эвакуации и пожарной безопасности;
- устройство и расчет автостоянок и парковочных мест;
- технология многозальных кинотеатров;
- устройство кафе с зоной загрузки продукции и подготовки пищи;
- лестнично-лифтовые узлы;
- вестибюли и зоны отдыха;
- аналоги подобных мультиплексов – отечественные и зарубежные;
- виды конструктивных систем, применимых для данных объектов;
- помещения для инженерного обслуживания объекта;
- фасадные решения и другие.

Студенты самостоятельно готовят доклады по выбранной теме с презентацией, аналогами решений и своими предложениями для подготовки «средней цели» – следующего занятия в виде конференции. Примеры презентаций показаны на рис. 1, 2, 3.

На следующем занятии идет самостоятельное общее мероприятие – заслушивание докладов с веселым обсуждением, спорами и предложениями.

Преподаватели непринужденно «направляют» ход собрания в нужное русло, поддерживая саморегулирование и самоорганизацию коллектива с выявлением неформальных лидеров – будущих «локомотивов» процесса обучения. Задача преподавателя поддерживать непринужденную атмосферу, спровоцировать творческую конкуренцию среди студентов.

Подобная методика позволяет студентам подробнее изучить объект, подойти творчески к выполнению проекта, повысить уровень знаний, в том числе, за счет обмена ими среди студентов.

Подобная методика позволяет студентам подробнее изучить объект, подойти творчески к выполнению проекта, повысить уровень знаний, в том числе, за счет обмена ими среди студентов.

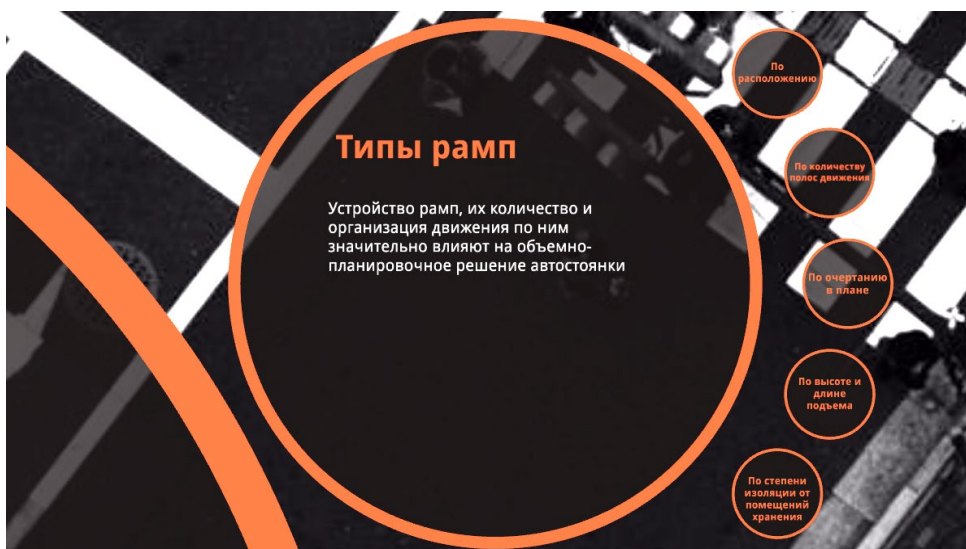


Рис. 1. Пример презентации

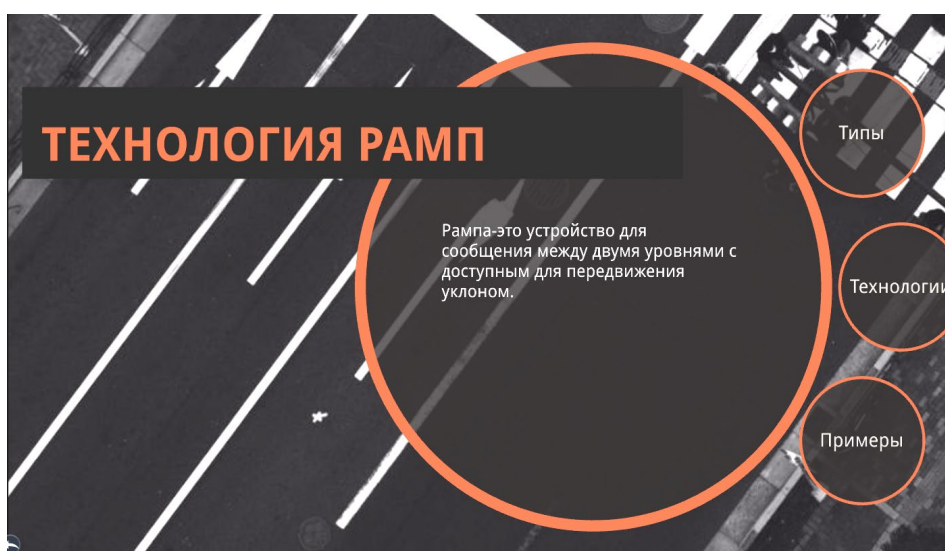


Рис. 2. Пример презентации



Рис. 3. Пример презентации.

После выполнения очередного промежуточного этапа работы (клаузура, фор-эскиз, эскиз) проводятся дополнительные «события средней перспективы» – обсуждения, доброжелательная совместная критика, предложения по совершенствованию проектов с целью достижения «дальней перспективы» – окончательной подачи проекта (и, в конечном счете, после выполнения всех заданных проектов – получения профессиональной компетенции с успешным выполнением дипломной работы и завершением образования).

Апробация и уточнение описанных методов стимулирования мотивации к обучению студентов архитектурной специальности позволяет достигать следующих результатов.

1) Студенты получают дополнительную компетенцию по подготовке докладов, учатся сами докладывать, завоевывать аудиторию, готовить презентацию.

2) Выявляются неформальные лидеры, способные интеллектуально и организационно влиять на коллектив.

3) Определяются студенты, имеющие способности к научной работе, которые должны быть соответственно ориентированы.

4) Студенты совершенствуют свои знания непрерывно в процессе общения.

5) Улучшается психологический климат в коллективе, что способствует более близкому общению, воспитанию и социализации высокообразованной личности.

Литература

1. Шадрин А. А. Учиться с удовольствием // Современные технологии и методики в архитектурно-художественном образовании: сборник материалов Международной научно-методической конференции. Новосибирск, 2016. С. 382–384.

2. Макаренко о коллективе // Воспитать человека. URL: <http://vp-ch.ru/node/34> (дата обращения 17.10.2018).

3. Дрижаполова Н. М. Комплексное преобразование территории, примыкающей к Обводному каналу, в Адмиралтейском районе Санкт-Петербурга // Сборник материалов межрегиональной научно-практической конференции «Магистерские слушания» в рамках VII Межрегионального творческого форума «Архитектурные сезоны в СПбГАСУ», 18–21 апреля 2017 г. СПб., 2017. С. 24–27.

УДК 728.5; 711.3

Ольга Геннадьевна Кокорина, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: olga.kokorina@gmail.com

Olga Gennad'evna Kokorina, Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: olga.kokorina@gmail.com

РЕГЕНЕРАЦИЯ ПОСЕЛЕНИЙ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ ПОСРЕДСТВОМ СОЗДАНИЯ ЗАГОРОДНЫХ РЕКРЕАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ

REGENERATION OF LENINGRAD REGION SETTLEMENTS THROUGH ESTABLISHING SUBURBAN RECREATIONAL COMPLEXES

На примере Ленинградской области в статье рассматриваются основные проблемы в формировании структуры размещения объектов внутреннего туризма, а также способы их решения посредством создания отправной точки для развития сельского поселения – загородного рекреационного комплекса. Данные решения позволят не только повысить финансирование, привлечь большее количество людей к русской культуре, обеспечить достаточное количество рабочих мест, но, и впоследствии создать условия для дальнейшего развития сельского поселения в целом. Также в статье представлена часть исследования в области классификации загородных рекреационных комплексов, основанного на анализе мирового опыта устройства подобных объектов и влияния различных факторов.

Ключевые слова: загородный рекреационный комплекс, регенерация поселений, средство размещения, гостиница, внутренний туризм, загородный (сельский) туризм.

The article deals with main problems in establishing a structure of domestic tourism facilities, as well as ways to solve them through creating a base point for development of village settlements, i.e. suburban recreational complexes, using the case study of the Leningrad Region. Those solutions will allow not only increasing funding,

attracting more people to the Russian culture, and ensuring the sufficient number of jobs, but also creating conditions for further development of village settlements in general. The article also partially presents a research on classification of suburban recreational complexes, based on an analysis of global experience in establishing such complexes and impact of various factors.

Keywords: suburban recreational complex, regeneration of settlements, place of accommodation, hotel, domestic tourism, rural tourism.

В последнее время в России с новой силой возобновляются активные формы внутреннего туризма. Это вызвано экономическими, политическими причинами, а также активной идеологической поддержкой со стороны государства. Процент отечественных туристов, желающих отдохнуть за границей, уменьшился по разным причинам, за счет чего внутренний и въездной туризм получил возможность дополнительного развития.

Россия огромная страна с великим многообразием культурно-исторического наследия проживающих народов, природно-климатических и географических явлений, нетронутых территорий. Эти и многие другие факторы являются привлекательными не только для иностранцев, но и для огромного населения наших крупных и крупнейших городов, которые в «трудовых буднях» забыли об отдыхе и о тех удовольствиях, которыми с ними может поделиться культура, история и природа окружающих их регионов.

Возросший интерес российских потребителей к внутреннему туризму заставляет игроков внутреннего туристского рынка совершенствовать сервис, находить и применять новые и более привлекательные виды услуг, чтобы стать более интересными потребителям [1]. Загородный рекреационный туризм становится все более перспективным и конкурентным видом внутреннего и въездного туризма.

На данный момент основная туристическая нагрузка приходится на Москву, Санкт-Петербург, Краснодарский, отчасти Ставропольский край и Калининград. Основная часть загородных отелей страны вне категорий и не обладает соответствующими удобствами. Тем не менее, спрос на туристические услуги непрерывно растет. Основной упор в России делается на пляжный туризм на южных морях, круизный по Волге, санаторный и горнолыжный, в то время как сельскому, экологическому, событийному туризму, охоте, рыбалке уделяется незначительная часть внимания [2].

В таких областях туризма как экологический, сельский, спортивный, а точнее в туризме, связанном с загородным отдыхом жителей крупных и крупнейших городов России, выявляется недостаток средств размещения (отелей). Учреждениями рекреационного загородного туризма являются туристический комплекс, база отдыха, турбаза, дачная рекреация. В настоящий момент появляются комплексы, носящие названия «загородный клуб», «эко-парк», «база отдыха», «гостиничный комплекс», «клуб отель», «гостевая деревня». Эти названия носят эмоциональный характер и не отражают четкой функциональной направленности и, часто обоснованности своего размещения на определенных территориях.

Европейские эксперты оценивают потенциал России в 40 миллионов туристов в год, в то время, как на деле количество поездок граждан стран дальнего зарубежья, въехавших в РФ с целью туризма за 9 месяцев 2017 г. было всего 6,6 миллионов человек [3]. Загородный туризм соединяет широкий спектр различных видов туризма, основанных на использовании природных, исторических и других особенностей ресурсов сельской местности. В США и странах Западной Европы загородный (сельский) туризм в последние двадцать лет стал самостоятельной высокодоходной отраслью туристской индустрии. В то время как вся Европа переживает агротуристский «бум», для России это явление новое. Мировой опыт показывает, что и в России развитие такого вида туризма может быть эффективным как с социальной, так и с экономической точки зрения [4]. Существуют примеры развития в области сельского туризма на территориях таких областей, как Белгородская, Воронежская и других в регионе центральной части РФ. В иностранном опыте такие территории сельского туризма обозначаются так же и как «этнокультурные парки» и имеют соответствующую инфраструктуру.

В современной России и Ленинградской области, в частности, остро стоит проблема занятости местного населения в сельской местности. Связано это с упадком промышленных и сельскохозяйственных предприятий. Это послужило причиной оттока населения из регионов и, как следствие, возникновение большого количества «депрессивных» поселений. Решение этой проблемы лежит в развитии малых городов и поселений области посредством туризма на базе выявленных ресурсов территории, устройством современной инфраструктуры вокруг «якорных» объектов, созданием комфортабельных условий для проживания туристов, с учетом имеющегося отечественного и опыта европейских стран.

Исследование основано на возможностях Ленинградской области как региона, доступного для посещения жителей городов региона, способного конкурировать по природно-климатическим характеристикам со столь популярными у россиян Финляндией и Швецией, а также способного привлечь внимание иностранных гостей. Тематика туристического направления должна быть обусловлена расположенными на данной территории ресурсами [5]. На основании проведенного анализа градостроительной ситуации, а также по принципу выявления ресурсной базы территории было выявлено множество поселений Ленинградской области, концентрирующих различные туристические возможности. Существует целый ряд проблем, связанных с неудовлетворительным состоянием транспортно-дорожной сети, малоразвитой инфраструктурой поселений, благоустройством общественных зон, состоянием культурных объектов и братских захоронений. Основным сдерживающим фактором в развитии данных поселений является низкие экономические показатели и недостаточное финансовое обеспечение. Самым эффективным способом для выхода из социально-экономического кризиса может стать формирование туристско-рекреационных пространств, как основных точек притяжения, повышения дохода, притока финансирования, и впоследствии возможность дальнейшего развития территории.

Кроме необходимости разработки научно-обоснованных рекомендаций по созданию архитектурной типологии современных загородных рекреационных комплексов, отвечающих требованиям международных стандартов рационального размещения и использования, совершенствованию их архитектурно-планировочной организации в условиях Ленинградской области, актуальность избранной темы определяется оптимизацией размещения таких комплексов в территориальной структуре региона.

Загородный (сельский) туризм включает в себя любые виды туризма вне городских условий, которые не наносят ущерба природным комплексам, содействуют охране природы и улучшению благосостояния местного населения. Это сектор туристской индустрии, ориентированный на использование природных, культурно-исторических и других ресурсов сельской местности и её особенностей для создания комплексного туристского продукта. Как правило, туристы живут в специализированных лагерях, загородных домах или маленьких поселках, в которых им предлагаются дома, в которых проживают сами крестьяне в контакте с природой и местным бытом, наблюдают за сельскохозяйственными работами. Кроме того, к ней тяготеют дети и молодежь, для чего используются временные лагеря. В настоящее время данный вид отдыха пока не имеет среди россиян столь широкого распространения, как за рубежом, где сельский туризм очень популярен. Интерес к нему обусловлен небольшими затратами и близостью к природе по сравнению с другими видами отдыха.

В классификации загородных рекреационных комплексов решающую роль играет подразделение видов сельского туризма по функции, целям или потребностям приезжающего гостя: сельскохозяйственный туризм (агротуризм, подразумевающий сбор урожая); гостевой туризм («пожить в деревне»); туризм практического опыта, гастрономический туризм (ознакомление с традиционными блюдами и напитками посещаемого региона); спортивно-оздоровительный туризм (пешие, конные, велосипедные прогулки, водный спорт, зимние виды спорта, охота и рыболовство, сафари гольф и др.); общинный экотуризм («эко-поселения»); этно-туризм (знакомство с местной культурой и традициями). Сельский туризм и старение: поиск участия пожилых людей в формировании и реализа-

ции туристической деятельности в сельских районах, характеризующихся старением населения. Этот вид туризма развит в некоторых Европейских странах. Нельзя исключать также другие виды туризма, участвующие в определении загородного туризма: лечебно-оздоровительный туризм (бальнеологический, климатолечение, морелечение, грязелечение, талассотерапия и др.); приключенческий туризм (экстремальный спорт и приключенческие путешествия); деловой туризм (поездки с целью установления или поддержания контактов с деловыми партнерами); экологический туризм (под ним понимаются путешествия, предпринимаемые в не тронутые человеческой цивилизацией, экологически чистые уголки природы для поддержания экологического равновесия в природе). Экологический туризм подчинен следующим принципам: часть доходов, полученных от обслуживания туристов, остается на местах и направляется на охрану природы; соблюдение природоохранных требований возводится в ранг основного закона; туристская поездка совершается с исследовательскими целями. Развитие экотуризма в мире тесно связано с формированием системы особо охраняемых природных территорий – природных резерватов, национальных парков, памятников природы [6]; событийный туризм, вид туризма ориентированный на посещение местности в определенное время, связанный с каким-либо событием; религиозный и паломнический туризм.

Факторы, влияющие на классификацию и типологию центров размещения в загородном туризме, можно разделить по нескольким группам: градостроительные факторы, транспортная доступность, природно-климатические и экологические возможности региона, историко-культурный потенциал территории, архитектурно-планировочные факторы, экономические факторы, социально-демографические факторы и другие аспекты.

К исследованию принята классификация загородных рекреационных комплексов:

- по форме собственности такие комплексы делятся на государственные, муниципальные, ведомственные, акционерные, общественные объединения, частные предприятия, совместные предприятия и т. д.;
- по группам потребителей, которые, в свою очередь, делятся по возрастным группам: дети, подростки, пенсионеры, взрослые или семьи (смешенная группа) и по благосостоянию гостей: бюджетные, экономичные, средние, первоклассные, фешенебельные;
- по продолжительности пребывания: для длительного пребывания клиентов, для кратковременного пребывания клиентов;
- по сезонности: круглогодичные; работающие два сезона, односезонные;
- по функциональной направленности, определяющей цель поездки туриста, и соответствующей типологии загородного туризма: загородные рекреационные центры отдыха; эко-парки; загородные спортивные туристические лагеря и базы отдыха, предполагающие занятия зимними и летними видами спорта с развитой для этого инфраструктурой; гостевые деревни, лагеря и кемпинги, рассчитанные на сельский туризм, агротуризм, на охотников, рыболовов и собирателей; в составе горнолыжных курортов, в составе гольф-клубов, в составе многофункциональных загородных комплексов;
- по обладанию рекреационными ресурсами: прибрежные, связанные с пляжным отдыхом, рыболовством, водным спортом, водными прогулками; расположенные на рельефе или вблизи от рельефных возможностей для горнолыжного спорта; в лесу с ориентацией на охоту, собирательство, конные прогулки и др., расположенные не далеко от культурных или религиозных центров, обладающие ресурсами для СПА-индустрии;
- по уровню комфорта: в соответствии с Приказом от 11 июля 2014 года № 1215 Министерства Культуры РФ «Об утверждении порядка классификации объектов туристской индустрии, включающих гостиницы и иные средства размещения, горнолыжные трассы и пляжи, осуществляемой аккредитованными организациями» принята следующая классификация гостиниц, всего 6 категорий: «пять звезд», «четыре звезды», «три звезды», «две звезды», «одна звезда», «без звезд». Высшая категория – «пять звезд», низшая – «без звезд» [7]. Вышеуказанный документ регламентирует также и некоторые архитектурно-

планировочные показатели категоричности («звездности») средства размещения, такие как площади номеров, требования к сантехническому и инженерному оборудованию, наличие вспомогательных помещений обслуживания и отдыха (бары, рестораны, бассейны, сауны, тренажерные залы и др.), коммуникаций (лифт) и др.;

– по вместимости вышеуказанный документ разделяет средства размещения по вместимости на «до 50 номеров» и «свыше 50 номеров». Другие источники предлагают отличающиеся параметры, например, в общей классификации гостиниц: малой вместимости – до 100 мест; средней вместимости – от 100 до 500 мест; большой вместимости – от 500 до 2000 мест [8];

– по назначению: курортные отели, кемпинги, базы отдыха, туристические базы, рекреационные центры (центры отдыха), туристские деревни (деревни отдыха), детские оздоровительные лагеря;

– по удаленности от региональных центров;

– по наличию дополнительных функций;

– по финансовым возможностям организатора.

В силу того, что на загородный и сельский отдых в разных странах влияют различные факторы, то и типология предлагаемых к исследованию комплексов имеет свою специфику. Так, например, в странах северной Европы, в силу климатических факторов, делается упор на зимние виды спорта и отдыха, крытые аквапарки. В странах южной Европы, наоборот, открытые бассейны, пляжный отдых. Однако в загородной рекреации существует всеобщее стремление к сохранению экологического баланса регионов, культурно-исторических традиций.

Результатом исследования, в ключе изучения многочисленных отечественных и зарубежных аналогов выявлен характер мероприятий, которые наиболее часто инсталлируются в загородные рекреационные комплексы: индивидуальное размещение (коттеджи, избы), коллективное размещение (гостиница, отель), спортивно-развлекательное ядро (спортплощадки, тренажерные залы), общественно-образовательное ядро (лектории, музеи), досугово-развлекательные функции, оздоровительный комплекс (сауны, бассейны), деловой блок (конференц-помещения). Помимо этого, у большинства рассмотренных комплексов присутствуют уникальные мероприятия, обусловленные: географическим, климатическим, рельефным, историческим местоположением. Среди таких факторов: уникальные водные объекты, особенности рельефа, историко-архитектурные артефакты, факторы геотермального происхождения и т. д. Многофункциональность таких комплексов обеспечивает возможность краткосрочного и долгосрочного пребывания туристов, организацию многопрофильных сооружений и комплексов, создающих рабочие места для местного населения, привлечение туристов из разных возрастных и социальных групп, проведение различных мероприятий, таких как молодежные форумы, корпоративные встречи, организация конференций и др.

В процессе анализа мирового опыта наблюдается тенденция интеграции создаваемого рекреационного комплекса в среду самого поселения, благоустройства всей территории вокруг главного «якоря», например культурного объекта (архитектурного памятника). Создание инфраструктуры поселения под современные нужды потребителя, окружающее пространство которого выполняет современные функции для удобства туристов: подъезды, парковки, площадки для отдыха, кафе, туристические гостиницы и др. Неотъемлемой частью проектирования туристического комплекса является формирование внешних связей с инфраструктурой поселка. Создание перетекающего пространства, направленного не только на использование внутри самого себя, но и работающее на внешние факторы. Основополагающую роль в проектировании туристического комплекса играют транспортные и пешеходные связи, влияющие на доступность объекта.

Комплекс мер должен быть направлен на доступность данной территории и развитие ее потенциала. Все проводимые мероприятия по развитию туризма обязаны также

учитывать и интересы местного населения. Всеобщему доступу должны быть предоставлены части туристической инфраструктуры, такие как спортивные площадки, магазины, аллеи, парки, музеи, набережные, прокат и аренда рыболовного оборудования. В этом случае проектируемый туристический комплекс станет неотъемлемой частью поселений и будет способствовать ее активному развитию.

Малые города и поселения Ленинградской области – это своеобразные, исторически сложившиеся узлы с ценным историко-архитектурным наследием. Его сохранение – важнейшая задача архитекторов, градостроителей, историков, искусствоведов и всех, неравнодушных к российской культуре. При выполнении всех поставленных задач при проектировании загородных рекреационных комплексов и повышении экономических показателей возникает способность решения сопутствующих задач по регенерации всей структуры поселений.

Результат проводимой работы может повлиять на принятие решений в области размещения загородных рекреационных комплексов с точки зрения экономического, социального, экологического и др. подходов, эффект от которых может выразиться в выполнении основных принципов и задач загородного туризма: поступление доходов, полученных от обслуживания туристов, на развитие и сохранение исторического, культурного и природного наследия региона и создание дополнительных рабочих мест.

Литература

1. Аверьянова А. Туризм в России 2016. Как туроператоры переживают кризис и на что делают ставку? URL: https://www.beboss.ru/journal/franchise/articles/2829-tourism_in_russia_2016_statistics (дата обращения: 10.05.2018).
2. Руснак В. Виды туризма в России. URL: <http://sam-turizm.ru/types-tourism.html> (дата обращения: 10.05.2018).
3. Сайт Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации. URL: <http://council.gov.ru/activity/activities/roundtables/74000/> (дата обращения: 10.05.2018).
4. Польшина А. Развитие сельского туризма с учетом привлекательности дестинации (на примере Белгородской области) // Федеральная резервная система банков знаний. URL: <http://noosphere.ru/pubs/367111> (дата обращения: 10.05.2018).
5. Лобанов Ю. Н. Архитектура пространственной среды отдыха: Типология зданий, концепции: дисс. ... д. арх. Л., 1985. С. 235–272.
6. Артёмова Е. Н., Козлова В. А. Основы гостеприимства и туризма. Орёл: ОрёлГТУ, 2005. 104 с. URL: http://tourlib.net/books_tourism/artemova7.htm (дата обращения: 10.05.2018).
7. Об утверждении порядка классификации объектов туристской индустрии, включающих гостиницы и иные средства размещения, горнолыжные трассы и пляжи, осуществляемой аккредитованными организациями: Приказ Министерства Культуры РФ от 11 июля 2014 г. № 1215. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70743354/> (дата обращения: 10.05.2018).
8. Гельфонд А. Л. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений. Учебное пособие. М.: Архитектура-С, 2006. 280 с.

УДК 725.05

Юлия Александровна Талецкая, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: yuliasemenskaya@gmail.com

Yulia Aleksandrovna Taletskaia, post-graduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: yuliasemenskaya@gmail.com

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРЫ ДЕТСКИХ ДОСУГОВО-РАЗВЛЕКАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ

FUNCTIONAL PECULIARITIES OF ARCHITECTURE OF CHILDREN'S LEISURE AND ENTERTAINMENT CENTERS

Организация досуга школьников является одной из ключевых задач развития современного общества в России. Решение проблемы координации досугово-развлекательной деятельности детей и подростков тесно связано со снижением уровня преступности и асоциального образа жизни подростков. Существующие

на сегодняшний день центры детского и молодежного досуга расположены разрозненно и зачастую устарели как по своему внутреннему, так и по внешнему содержанию. В статье приводятся и анализируются статистические данные социологических опросов досуговых предпочтений детей и подростков школьного возраста по Санкт-Петербургу и Ленинградской области, а также выделяются основные особенности функционального наполнения детского досугово-развлекательного центра. Анализируется создание и применение системы функциональных модулей при создании современных проектов детских досугово-развлекательных центров. Рассматриваются примеры устройства коммуникационных пространств для организации общения школьников между собой в мировом опыте проектирования зданий такого назначения.

Ключевые слова: детский досугово-развлекательный центр (ДДРЦ), культурно-досуговая деятельность, досугово-развлекательная деятельность, детские учреждения, дополнительное образование, досуг школьников, коммуникационное пространство.

Organization of schoolchildren's leisure is one of the key tasks in development of the modern society in Russia. Solution to the problem of coordinating entertainment activities for children and teens is closely related to the reduced level of crime and asocial lifestyle of teens. The existing leisure and entertainment centers for children and teens are located separately and often obsolete both in their internal and external contents. The article presents an analysis of statistical data of surveys concerning recreational preferences of children and teens in Saint Petersburg and the Leningrad Region, and identifies key functions of children's leisure and entertainment centers. Establishment and application of a system of functional modules in creating modern projects of children's leisure and entertainment centers are analyzed. Case studies of organizing space for interpersonal communication among schoolchildren in terms of global experience in designing buildings of similar purpose are reviewed.

Keywords: children's leisure and entertainment center, cultural and leisure activity, leisure and entertainment activity, child care institutions, additional education, leisure of schoolchildren, communication space.

В связи с развитием и ростом населения крупных городов России, в частности Санкт-Петербурга и прилегающих к нему активно застраиваемых территорий Ленинградской области, одной из наиболее острых проблем современного общества становится организация досуга школьников. Для создания благоприятной среды для жизни необходимо учитывать все потребности жителей этих районов, в частности потребности детей школьного возраста в саморазвитии и организации своего свободного времени (рис. 1) [1].

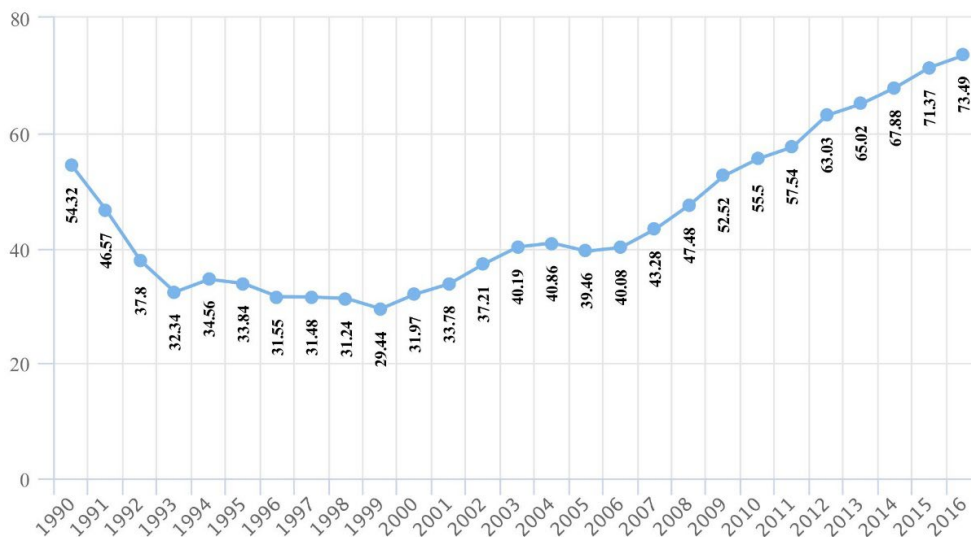


Рис. 1. Число рождений в Санкт-Петербурге, тыс.

Согласно статистическим данным, на сегодняшний день подавляющее большинство подростков в свободное от школьных занятий время ничем не заняты, чаще всего они предпочитают проводить время в торговых центрах и общаясь в социальных сетях в сети Интернет. При этом более половины из них нигде не подрабатывают и имеют до 6 часов свободного времени ежедневно [2]. Подростковый возраст называется «переходным» или «трудным» по причине того, что в этот период происходит становление личности человека и переход из детского состояния во взрослое. Для периода взросления характерно не-

стабильное эмоциональное и психологическое состояние, зачастую влекущее за собой отклонение от принятых норм социального поведения, протесты и другие характерные для этой возрастной группы психологические явления. Проблема девиантного поведения подростков является одной из наиболее актуальных в современной психологии. Кроме того, организация досуга школьников имеет прямое отношение к состоянию их здоровья [3]. Из этого следует, что в обществе по-прежнему остается неразрешенной проблема полноценной социализации подростков, что влечет за собой впоследствии асоциальный образ жизни взрослого человека. Для решения поставленной задачи необходим комплексный подход, включающей в себя как педагогические, психологические, так и архитектурные составляющие. Одной из них является создание современных проектов детских досугово-развлекательных центров, предназначенных для организации проведения свободного времени детей и подростков в возрасте от 6 до 18 лет.

При проектировании детских досугово-развлекательных центров необходимо учитывать различные факторы, оказывающие влияние на архитектуру и функциональное наполнение здания. К ним относятся психологические и социально-функциональные факторы. К психологическим факторам следует отнести влияние архитектурной формы и цветовых решений здания на эмоциональное состояние школьника. К социально-функциональным факторам относится в первую очередь потребность в общении и самореализации детей и подростков школьного возраста.

В современном мире преобладают огромные объемы постоянно обновляемой информации. В считанные месяцы и даже дни приобретают популярность новые идеи направления деятельности. Роль информации в обществе становится определяющей. Наиболее остро влиянию информации и моды подвержены подростки. На основании этого можно сделать вывод, что при создании проекта детского досугово-развлекательного центра необходимо учитывать, что интересы школьников не только являются очень разнообразными, но еще и имеют тенденцию к постоянным переменам и обновлению.

Для выявления и обоснования функциональных особенностей ДДРЦ необходимо подробно рассмотреть цели и задачи, которыми руководствуются подростки при выборе того или иного направления досугово-развлекательной деятельности [4].

Путем проведения социологических опросов 1000 школьников различных возрастных групп были собраны и проанализированы данные по их интересам. Одним из вопросов, которые задавались школьникам, был вопрос «С какой целью Вы посещаете дополнительные занятия в кружках и секциях?». В процессе изучения досуговых предпочтений подростков выделяются преобладающие мотивы для занятия в досугово-развлекательных центрах в свободное от школьных занятий время (рис. 2). На диаграмме показаны результаты опроса. Из них следует, что ключевыми являются три основных мотива: самореализация, проявление и раскрытие своих способностей и талантов в творчестве, получение новой полезной информации, новых знаний и навыков, а также потребность в расширении круга общения.

Кроме того, проведенный социологический опрос позволяет выделить основные приоритетные направления досуговой деятельности детей и подростков в возрасте от 6 до 18 лет (рис. 3).

На диаграмме видно, что приоритетными являются следующие функциональные направления:

- физкультурно-спортивное;
- театрально-хореографическое;
- эстрадно-музыкальное;
- декоративно-прикладное;
- художественное;
- научно-техническое;
- гуманитарное.

Выделенные функциональные направления целесообразно объединить в 3 основные группы досуговых предпочтений школьников: спортивная, научно-техническая и творческая.

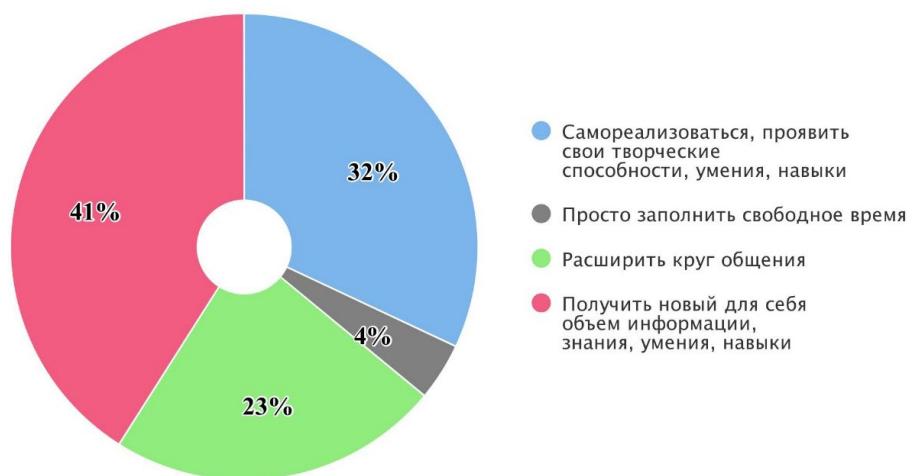


Рис. 2. Преобладающий мотив участников досугово-развлекательной деятельности

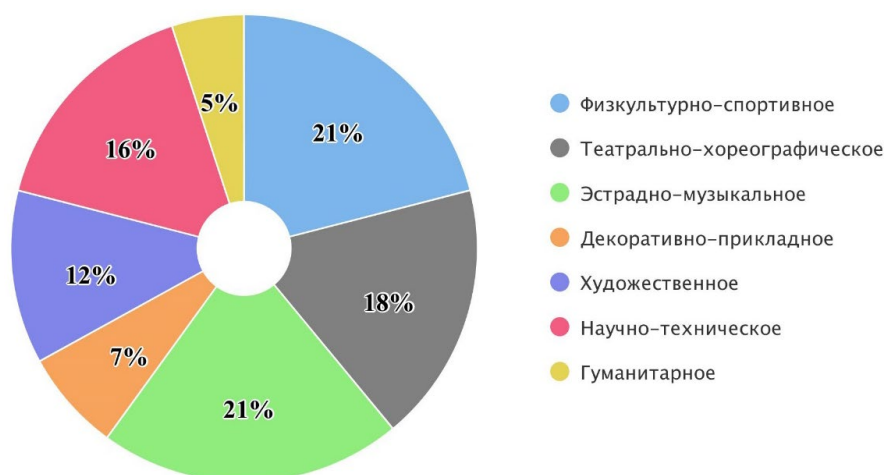


Рис. 3. Предпочтение в выборе вида досугово-развлекательной деятельности

По результатам исследования досуговых предпочтений детей и подростков школьного возраста можно сделать вывод, что детский досугово-развлекательный центр должен объединить в себе большое количество функциональных направлений из абсолютно разных сфер досуговой деятельности. Все эти направления необходимо разделить на 3 функциональные группы. С точки зрения архитектурного облика детского досугово-развлекательного центра целесообразно выделять в здании функциональные блоки: спортивный, творческий и технический. Спортивный блок может включать в себя залы спортивных игр, бассейн, а также различные спортивные секции, танцевальные студии, залы борьбы и студии настольных игр. К творческому блоку относятся студии рисунка и живописи, музыкальные и театральные направления, а также декоративно-прикладное искусство. В технический блок предполагается объединить студии, направленные на углубленное изучение предметов естественнонаучного цикла, технических дисциплин, студии авиамоделирования, автомоделирования, судомоделирования, студия картинга, студии компьютерных технологий и компьютерного дизайна, а также студии по углубленному изучению некоторых гуманитарных дисциплин (например, иностранные языки). Для точного определения функционального наполнения конкретного проектируемого детского

досугово-развлекательного центра необходимо изучить ситуацию района, на территории которого, предполагается размещение ДДРЦ, а также учитывать потребности населения в тех или иных функциях [5]. При наличии в радиусе доступности большого количества объектов из одной функциональной группы и недостатке объектов из других групп целесообразно увеличить долю дефицитных функций и сократить долю избыточных для конкретной ситуации в проекте нового детского досугово-развлекательного центра. Таким образом, целью проектирования и строительства нового ДДРЦ становится дополнение недостающего функционального наполнения для обеспечения полноценного и разнообразного дополнительного образования школьников и формирование позитивной среды для досуга и развлечений.

Для реализации идеи создания индивидуального функционального наполнения детского досугово-развлекательного центра оптимальным вариантом становится создание системы функциональных модулей. Каждый детский досугово-развлекательный центр должен включать в себя оригинальный набор типовых функциональных модулей, компоновать которые необходимо по конкретной ситуации. Такие модули позволят создать своего рода типовой проект, но в индивидуальном исполнении. Детские досугово-развлекательные центры будут иметь общие черты, однако каждый из них будет уникален. Модульная система может, с одной стороны, решить проблему массового охвата населения (детей и подростков школьного возраста), с другой – разнообразия архитектуры путем компоновки модулей в разных контекстуальных средах. Для создания интересного архитектурного образа предлагается использовать супрематический подход, который наиболее органично подходит к зданиям такого назначения, поскольку включает в себя интересные формы и яркость цветов. Таким образом, осуществляются основные принципы проектирования детского центра: архитектурно-художественное воздействие формы-образа и многофункциональность (рис. 4). На рисунке показан пример создания проекта детского досугово-развлекательного центра на основе системы функциональных модулей. Здание разделено на 3 функциональных блока, объединенных центральным ядром. Содержимое каждого блока объединяет в себе определенную функциональную группу, состоящую, в свою очередь, из функциональных модулей более узконаправленного содержания. Так, например, спортивный блок содержит в себе крупные модули с функциями бассейна и залов спортивных игр, а также более мелкие модули с функциями залов борьбы, хореографии и других направлений. Архитектурный облик здания основан на супрематической композиции. Каждый блок собран из кубиков «лего» и представляет собой самостоятельный конструктор. Он обладает своей характерной цветовой гаммой, выбранной на основе психологических исследований по влиянию цвета на психическое и эмоциональное состояние детей и подростков возрастной группы от 6 до 18 лет. В данном проекте спортивный блок – оранжевый, технический – синий, творческий – желтый. Единым для всех блоков является нейтральный белый цвет, объединяющий всю композицию.

Помимо наличия всех необходимых развлекательных и образовательных функций, выделение пространства для общения детей между собой является неотъемлемой важной задачей при создании проекта детского досугово-развлекательного центра. Потребность в общении подчеркивается психологами как одна из важнейших для человека, а в подростковом возрасте это становится особенно актуальным [6]. Стремление детей и подростков к общению в современных условиях все чаще реализуется через виртуальное общение в сети Интернет. Это влечет за собой проблему утраты полноценных навыков коммуникации в социуме. Такие архитектурные задачи успешно решены в некоторых реализованных проектах зданий такого назначения по всему миру.

Примеры организации мест для коммуникации в центрах досуга школьников можно увидеть в проекте молодежного досугового центра в Чикаго, США (рис. 5). Этот молодежный центр, расположенный в районе Гранд-Кроссинг на южной стороне Чикаго, создан для обеспечения досуга детей и подростков района от 8 до 18 лет в свободное от школьных занятий время. Программно адаптируемое пространство, охватывающее обра-

зовательные и рекреационные функции гармонично связано в единое здание, которое содержит образовательные и развлекательные молодежные программы, в том числе комнаты декоративно-прикладного искусства, компьютерные лаборатории, танцевальные залы, студию звукозаписи, магазин костюмов, учебные помещения, классные комнаты, офисные помещения и выставочные площадки. Остекление внутри здания обеспечивает визуальный доступ между различными программными пространствами для развития чувства сообщества между различными пользователями здания, а также создает ощущение безопасности для детей. В американском молодежном центре, построенном по проекту *John Ronan Architects* в 2006 г., большое внимание уделяется разнообразию пространств для общения. К ним относятся как помещения кафе, комнаты для общения, так и сад во внутреннем дворе центра. Также интересные решения представлены и в молодежном досуговом центре в Сен-Жермен-лез-Арпажон, Франция, построенном по проекту *Ateliers O-S architectes* в 2014 г. (рис. 6). Функциональными составляющими культурного центра являются библиотека, школа музыки и танца, централизованное лобби (включая анимационные помещения, зрительный зал, зал ожидания и выставочные площади). В проекте французского досугового центра создана комфортная среда для общения как старших школьников, так и младших. Кроме того, обеспечивается пространство для ожидания родителей и их общения как с детьми, так и между собой в комфортных коммуникационных зонах молодежного центра.



Рис. 4. Дипломный проект магистра 2016 г. «Детский досугово-развлекательный центр»



Рис. 5. Молодежный досуговый центр, *John Ronan Architects*, Чикаго, США, 2006 г.



Рис. 6. Молодежный досуговый центр, *Ateliers O-S architectes*, Сен-Жермен-лез-Арпажон, Франция, 2014 г.

В результате исследования можно сделать вывод, что интересы современных подростков носят разносторонний характер. Кроме того, для подросткового периода свойственна частая смена приоритетов и направлений деятельности. В качестве основных групп интересов школьников можно выделить спорт, различные виды творческой деятельности, а также углубленное изучение предметов образовательного цикла. Эти группы предлагается компоновать в функциональные блоки. Помимо основных функций, в каждом блоке необходимо выделять пространство для общения подростков между собой. Помимо этого, указанные выше существующие досуговые центры являются яркими примерами интересных архитектурных и дизайнерских решений. Обилие сложных форм дает детям возможность развивать воображение и пространственное мышление [7].

Анализ мирового опыта показывает, что существуют интересные пути развития предложенной темы. Кроме того, активное проектирование и строительство досуговых центров районного масштаба для школьников в крупных городах говорит о том, что проблема организации досуга детей и подростков школьного возраста является важной и актуальной по всему миру. Результаты анализа мирового опыта, а также отсутствие таких центров в современной России и их необходимость на фоне стабильного демографического роста с поддержкой его на государственном уровне дает возможность предполагать, что данное исследование актуально и применимо на практике. Система функциональных блоков предполагает не только возможность подбирать функции под потребности каждой конкретной территории, но и создавать интересный архитектурный образ здания-конструктора, который не только станет привлекательным сам по себе, но и обогатит архитектурный облик района проектирования. Помимо этого, детский досугово-развлекательный центр может стать значимой частью архитектурного облика города и одной из точек притяжения людей, что, безусловно, положительно скажется на развитии окружающей инфраструктуры.

Литература

1. Буйлова Л. Н. Актуализация роли дополнительного образования детей в современной образовательной политике РФ // Актуальные задачи педагогики: материалы Междунар. науч. конф. (г. Чита, декабрь 2011 г.). Чита: Издательство «Молодой ученый», 2011. С. 138–141.
2. Свободное время подростков // Московский институт социально-культурных программ: официальный сайт. URL: <http://assets.miscp.ru/teens> (дата обращения: 04.04.2018).
3. Змановская Е. В. Девиантология (Психология отклоняющегося поведения). 2-е изд., испр. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 288 с.
4. Козлов М. Л. Детские образовательные учреждения: проблемы и ошибки проектирования // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2011. № 3 С.83–88.
5. Иваненко И. Н. Насущные проблемы развития системы дополнительного образования детей // Дополнительное образование. 2005. № 9. С. 21–23.

6. Голубева Е. П. Принципы формирования архитектуры рекреационно-досуговых комплексов: дисс. ... канд. архитектуры: 18.00.02. Н. Новгород, 2006. 195 с.

7. Щеглов А. В. Архитектура домов творчества молодежи (Формирование художественного образа): автореферат дис. кандидата архитектуры: 18.00.02 / Моск. архитектурный ин-т. М., 1992. 24 с.

УДК 72.012

Олег Павлович Федоров, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: oleg_proart@mail.ru

Oleg Pavlovich Fedorov, Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: oleg_proart@mail.ru

**ИЗМЕНЯЕМЫЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ФАСАДНЫЕ СИСТЕМЫ:
МАРКЕТИНГ И ТЕХНОЛОГИИ ИЛИ НОВАЯ АРХИТЕКТУРНАЯ ПАРАДИГМА?**

**CHANGING AND DYNAMIC FACADE SYSTEMS:
MARKETING AND TECHNOLOGIES OR A NEW ARCHITECTURAL PARADIGM?**

В статье рассматриваются перспективы использования технологии медиафасадов в архитектуре. Приводятся общие сведения о технологии, описываются основные виды и конструктивные особенности медиафасадов. При рассмотрении преимуществ и недостатков, делается вывод о высоком потенциале данной технологии. Опираясь на полученные выводы, дан прогноз развитию архитектуры будущего по пути исключительно технологических решений. Рассматривается такой вариант развития, когда искусство архитектуры может утратить своё глобальное культурологическое и идеологическое значение, художественные решения и характеристики эстетических качеств перейдут на уровень визуальных эффектов, видеоартов, клипов и т. п.

Ключевые слова: медиафасад, динамическая архитектура, искусство, технология, городская среда, фасад.

The article deals with prospects of using the media facade technology in architecture. General information on the technology is given, main types and engineering specifics of media facades are described. In consideration of the benefits and drawbacks, a conclusion is made on high potential of this technology. Based on the findings, a forecast for development of architecture in the future using only technological solutions is made. The article also reviews such option of development when the art of architecture loses its global cultural and ideological significance, when creative solutions and characteristics of aesthetic qualities pass to the level of visual effects, video art, video clips, etc.

Keywords: media facade, dynamic architecture, art, technology, urban environment, facade.

Жизнь в современном мегаполисе характеризуется быстрым ритмом, разнообразием и изменчивостью задач, возникающих перед среднестатистическим жителем города. Наиболее выражены эти характеристики для людей, формирующих основные направления развития современного общества – предпринимателей и бизнесменов. На современную архитектуру, в отличие от архитектуры других эпох, государство влияет в меньшей степени, поэтому, на первый план выходят пожелания заказчика (крупного бизнеса) и решения архитектора (архитектурного бюро), проектирующего здание.

В этом контексте крайне интересен потенциал современных, модных и специфических фасадных решений – технологии медиафасадов. Одновременно с этим данный потенциал вызывает и беспокойство за направление развития профессии в целом.

Медиафасад – органично встроенный в архитектурный облик здания дисплей произвольного размера и формы (с возможностью трансляции медиаданных – текстовых сообщений, графики, анимации и видео) на его поверхности, который устанавливается на наружной или внутренней (для прозрачных фасадов) части здания. Дисплей медиафасада, как правило, набирается из светодиодных модулей различных по форме и размерам [1].

Прообразами медиафасадов можно считать рекламные вывески. Наиболее характерный пример – Нью-Йорк с неоновой ночной рекламой (рис. 1). Рекламные вывески обеспечивали ту же функцию, которая возлагается и на современные медиафасады: функ-

цию визуального информирования. Разница проявляется в объеме информации, разнообразии её, динамичности, масштабах.



Рис. 1. Современные районы Нью-Йорка (Манхэттен) и Гонконга

Производители и специалисты выделяют различные параметры, по которым классифицируют медиафасады. Наиболее популярны классификации по размерам и по типу конструкции, на основе которых можно подобрать продукт с оптимальными параметрами под конкретные цели. По конструктивному признаку медиафасады можно разделить на реечные, кластерные (пиксельные), акриловые и рефлекторные [2].

Наибольшие размеры, как правило, имеют светодиодные анимированные биллборды, вывески или экраны, расположенные на витринах коммерческих зон зданий и преследующие не только рекламные функции, но и являющиеся элементом декоративно-дизайнерского оформления соответствующих зон или самого здания. На таких небольших экранах обычно отображаются рекламные ролики, графические изображения фирменных логотипов, специальные предложения, световые эффекты и т. д. [3].

Промежуточный вариант – светодиодный дисплей, занимающий часть фасада здания. Такая конструкция представляет собой внешний экран, встроенный в стену здания. Медиафасад такого формата дает уже больше возможностей по передаче информации.

Огромные медиафасады повторяют архитектуру зданий, полностью покрывают своей поверхностью внешние стены и представляют собой светодиодную конструкцию, интегрированную в фасад строения. Как правило, такие масштабные медиафасады планируются еще на этапе проектирования объекта, хотя могут быть установлены и на уже функционирующие здания. Такие поверхности становятся частью строения и открывают широкие возможности по изменению дизайна, показу рекламы и трансляции различной информации [4].

Вообще, видеоинформация, выводимая на экран медиафасада, может быть абсолютно любой. Управление медиафасадом осуществляется дистанционно. Как правило, все экраны внутри и снаружи здания управляются с одной платформы. Администратор медиафасада (специалист ИТ-службы) может настроить систему таким образом, чтобы управлять ею с любого удобного компьютера, в т. ч. по удалённому доступу из другой точки города. Безусловно, подобные интегративные решения позволяют как оптимизировать работу светодиодных экранов, с учётом потоков людей внутри и снаружи здания, оперативной актуализации выводимой информации, так и сэкономить эксплуатационные затраты. Различные производители медиафасадов предлагают собственные программные продукты по управлению системой, также существуют универсальные программные продукты. Большинство из них обладают простым и понятным пользовательским интерфейсом и обучение пользованию этими продуктами ИТ-специалистов, администрирующих медиаконтент, не занимает много времени. Интересно, что одна система управления может объединять несколько соседних зданий, в результате чего появляется возможность синхронизировать медиафасады этих зданий между собой, создавая городскую среду, объединенную транслируемым по общей концепции медиаконтентом.

В архитектурном отношении технология медиафасада представляет как большой потенциал, так и таит в себе определенное противоречие. Для того чтобы его выявить, необходимо обратиться к объективным преимуществам данной технологии:

- экономия на затратах на декор и финишную отделку;
- единая технология (каркас + светодиоды, типовое производство, развитие технологий);
- универсальность, изменяемость (разнообразие, эффект новизны, информационность, эстетика видеоизображений);
- интерактивность (взаимодействие, изменение и выбор видеоряда на фасадах посетителями и сотрудниками, прохожими в формате игры, арта, информационного обеспечения и т. п.);
- возможность дополнительного дохода (реклама, привлечение дополнительных посетителей благодаря интерактивности);
- экономия на подсветке.

В современной архитектурно-строительной практике, в связи со снижением участия государства в формировании эстетики архитектурной среды городов, на первый план выходят экономические и функциональные (объективные) параметры, которыми привык оперировать «большой бизнес». Уходят на второй план культурологические и идеологические аспекты. Основываясь на данном тезисе, проанализировав преимущества технологии медиафасадов, можно дать прогноз, о том, что рано или поздно начнется их массовое повсеместное использование. При этом медиафасады вытеснят традиционные фасадные решения и технологии – фактуру, материал, рельеф. Это может привести к печальному для искусства архитектуры развитию. Деятельность архитектора ограничится решением исключительно рациональных задач. Культурологические характеристики и искусство будут проявляться в архитектуре на уровне временных и постоянно изменяющихся видеоизображений, выводимых на плоские безликие коробки зданий. Постоянно обновляющиеся архитектурные образы, видеоряд, выводимый на фасады, будут создавать цифровые художники видеоарта, режиссеры и визуализаторы. Решение, какую «одежду» примерить на здание сегодня, будут принимать владельцы, маркетологи и PR-менеджеры. Благодаря такому направлению развития, городская среда приобретет новые качества и свойства. Одной из характеристик города, где каждый фасад является видеозэкраном, станет размытие визуально ограниченного пространства. Это можно будет охарактеризовать, как появление ещё одного визуального измерения (рис. 2).



Рис. 2. «Лидер-тауэр» в Санкт-Петербурге

Другим отличием формируемой такими зданиями среды станет отсутствие индивидуальности, узнаваемости зданий. Одновременно все здания будут разными (со своими видео-проекциями) и одинаковыми стеклянно-бетонными безликими остовами (в выключенном состоянии медиафасадов). Возможно, это единственный и главный критерий, который может помешать повсеместному применению медиафасадов, т. к. для бизнеса крайне важна индивидуальность компании, узнаваемость бренда.

В целом, технология медиафасадов обладает огромным потенциалом с точки зрения получения дополнительных доходов, интерактивности, привлечения пользователей и клиентов. Велика вероятность того, что через какое-то время в задачи архитектора перестанет входить прорисовка фасадов. Но, как следствие широкой популярности и повсеместного внедрения такого подхода, есть риск развития ситуации «замусоривания» городской среды, зрительного восприятия гигантских гипертрофированных масштабов рекламной информацией или видеоартом низкого художественного качества.

Литература

1. Медиафасад. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Медиафасад> (дата обращения: 05.04.2018).
2. Калининченко Д. И., Федоров О. П. Современные технологии медиафасадов в архитектуре // Актуальные проблемы архитектуры: материалы 70-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы современного строительства»: в 3-х ч.; СПбГАСУ. СПб., 2017. Ч. 2. 187 с.
3. Щепетков Н. И. Световой дизайн города: Учеб. пособие. М.: Архитектура-С, 2006. 320 с.: ил.
4. Светодиодные медиафасады – высокие технологии, объединяющие бизнес и архитектуру // Allfacades.com: интернет-журнал. URL: <http://allfacades.com/mediafasady/> (дата обращения: 05.04.2018).
5. Федоров О. П. Трансформация и динамика в архитектуре // Актуальные проблемы современного строительства: сборник материалов 62-й Международной научно-технической конференции молодых ученых. В 5 ч.; СПбГАСУ. СПб., 2009. Ч. II. С. 35–39.
6. Харламов М. В., Лавров Л. П. Формирование архитектурного образа с учетом подсветки // Актуальные проблемы современного строительства: сборник материалов 62-й Международной научно-технической конференции молодых ученых. В 5 ч.; СПбГАСУ. СПб., 2009. Ч. II. С. 40–43.
7. Ковзель О. Е., Конакова Л. Л., Юнусова А. И., Федоров О. П. Инновационные технологии в области архитектуры на примере организации лабораторного комплекса в СПбГАСУ // Актуальные проблемы архитектуры: материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и докторантов; СПбГАСУ. СПб., 2013. С. 59–61.

УДК 728.772: 72.01

Даниил Викторович Черетович, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: daniiltu154@gmail.com

Daniil Victorovich Cheretovich, post-graduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: daniiltu154@gmail.com

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ДОМАХ НА ВОДЕ

USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN HOUSEBOATS

В данной статье рассматриваются специфика использования возобновляемых источников энергии в домах, расположенных на воде (на понтонах, дебаркадерах). С июля 2018 г. белорусы выйдут на стопроцентный уровень возмещения затрат по всем услугам ЖКХ, кроме тепловой энергии. Всё это вынуждает радикальным образом пересматривать политику жилищного строительства в целом. Сегодня жилище на воде предлагает больше возможностей для экономии, чем традиционное жилище на земле. Наиболее популярными источниками возобновляемой энергии для плавающей архитектуры являются солнечная тепловая энергия, солнечная фотоэлектрическая энергия и гидротермальная энергия. Применение возобновляемых источников энергии в плавучей архитектуре может предложить людям достойную и не дорогую альтернативу жизни на земле.

Ключевые слова: энергоэффективность, возобновляемые источники энергии, плавучая архитектура, пассивный дом, солнечные панели, рекуперация, тепловой насос, гидротермальный, тепловой комфорт, комфортная среда.

Specifics of using renewable energy sources in houseboats (houses on pontoons and floating landings) is reviewed in the article. Starting from July 2018, the Belarusians will be able to reimburse 100 % of the cost of housing services and utilities, except for heat energy. Therefore, it is necessary to review the policy of housing construction in general. These days, houseboats offer more opportunities for saving than traditional houses on the ground. The most popular sources of renewable energy for floating architecture are solar heat energy, solar photovoltaic energy and hydrothermal energy. Using renewable energy sources in floating architecture can offer people a decent and inexpensive alternative to living on the ground.

Keywords: energy efficiency, renewable energy sources, floating architecture, passive house, solar panels, recuperation, heat pump, hydrothermal, heat comfort, comfortable environment.

Сегодня к архитектуре на воде, как и к архитектуре в целом, во всём мире предъявляются достаточно жесткие требования к области энергоэффективного строительства и использования возобновляемых источников энергии. Согласно постановлению министра жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь Александра Терехова, уже с июля 2018 г. белорусы выйдут на стопроцентный уровень возмещения затрат по всем услугам ЖКХ, кроме тепловой энергии. Плановмерно повышается стоимость жилищно-коммунальных услуг и в России. Всё это вынуждает радикальным образом пересматривать политику жилищного строительства в целом. Сегодня жилище на воде предлагает больше возможностей для экономии, чем традиционное жилище на земле. В то же время, люди не хотели бы отказываться от того уровня комфорта, к которому они привыкли, что требует изучения и анализа мирового опыта применения возобновляемых источников энергии в плавучей архитектуре и предложение собственных концепций. Данное исследование может быть положено в основу собственных разработок, адаптированных под локальные условия.

Сегодня технологии позволяют создавать быстрые и недорогие модульные конструкции, активно использовать вторсырьё, а также возобновляемые источники энергии. Наиболее популярными источниками возобновляемой энергии для плавающей архитектуры являются солнечная тепловая энергия, солнечная фотоэлектрическая энергия и гидротермальная энергия. Активно продолжаются работы по разработке компактной ветряной турбины с небольшим уровнем шума. Не вызывает сомнений, что ветроэнергетика будет активно использоваться в плавучей архитектуре, так как сила ветра на открытых территориях значительно сильнее, чем на суше.

Для человека очень важен тепловой комфорт. Солнечную энергию мы получаем прямым и диффузным излучением. Большим преимуществом плавучей архитектуры является её мобильность и возможность изменения положения относительно Солнца. Гидротермальное использование морской или речной воды под плавучим зданием может быть большим преимуществом, поскольку температура воды обычно ниже, чем температура наружного воздуха летом, и наоборот – зимой. Поэтому выгодней всего использовать гидротермальную энергию в северных или тропических странах, где особенно велики перепады температур между поверхностями. Тепловую трубу иногда используют в качестве защиты от льда в зимнее время. Положение теплообменника играет большую роль в отношении условий потока. Применяется и гибридная система солнечной энергии с энергией ветра. С помощью пассивного кондиционирования воздуха можно минимизировать и использование энергии.

В данной работе рассмотрены 10 примеров показательного использования возобновляемых источников энергии в плавучей архитектуре и взаимодействие с ней. Даны рекомендации по развитию данного направления в Беларуси.

1. Water house, выставка IBA, Гамбург, Германия, 2010.

Представляет собой пассивный дом с солнечными коллекторами на фасаде. Комбинированный теплоэнергетический блок, работающий на биометане, обеспечивает около трех четвертей теплоснабжения – остальное же обеспечивается двумя газовыми котлами с пиковой нагрузкой. Плавучие дома подключены к энергетической сети *Wilhelmsburg Mitte*, поэтому могут поставлять избыточную электроэнергию в сеть. Все данные по по-

треблению электроэнергии и тепла визуализируются в Интернете в режиме реального времени [1].

Здание основано на концепции «нулевого баланса», где основное внимание уделяется управлению солнечной энергией и системам, которые обеспечивают устойчивое отопление и охлаждение зданий в течение года.

Солнечная энергия, собранная с фотоэлектрических панелей на крыше, подается в электрический тепловой насос, который направляет свое тепло непосредственно из Эльбы с использованием теплообменника, встроенного в основание бетонного понтона. Это обеспечивает все необходимые требования как к отоплению, так и к охлаждению здания. Никакой дополнительной энергии не требуется. Также присутствует система рекуперации.

2. *Autark Home*, Роттердам, Нидерланды, 2012.

Autark Home является полностью автономным жилищем с европейским сертификатом пассивного дома.

Для горячей воды дом имеет 6 солнечных панелей на крыше и изолированный большой резервуар для воды на 4000 литров, нагревающийся в течение 4–5 дней. В каждом номере есть собственная система вентиляции, поступающий свежий воздух нагревается или охлаждается через систему рекуперации тепла. Электрическая энергия, создаваемая 24 солнечными фотогальваническими ячейками, хранится в аккумуляторных батареях. В плохих погодных условиях можно задействовать биодизельный генератор [1].

Такие дома с полностью автономной электроэнергетической системой и системой водоснабжения, могут автономно существовать на любом расстоянии от населённого пункта или от берега, без высоких начальных затрат на инфраструктуру и коммуникации.

3. Плавающий офис компании *Waternet*, Амстердам, Нидерланды, 2010.

Трёхэтажное здание плавающего офиса площадью 875 м² производит тепловую энергию непосредственно из окружающей воды. В нижней части бетонного понтона лежит теплообменник, работающий по принципу обратного теплового насоса. Электрическая энергия для него добывается солнечными фотоэлектрическими панелями, установленными на крыше. Здание имеет экологически чистый тростниковый фасад – прекрасный изолятор, обладающий низким коэффициентом теплопередачи, а при условии, что оно не обработано пропиточными жидкостями, еще и натуральный экологически чистый продукт, который подвержен биоразложению в случае замены фасада или сноса здания [2].

4. Плавающий квартал *Waterbuurt*, Амстердам, Нидерланды, 2009.

Новый район состоит из 93 трёхэтажных плавающих жилых домов, вилл и блоков, в которых одновременно могут проживать около тысячи человек.

Конструкция понтона выполнена из пенополистирола, покрытого специальным бетоном – плавающие дома спроектированы таким образом, что они потребляют на 15 % меньше энергии, чем обычные жилые комплексы на земле. Особенности конструкции дают возможность расширения полезной площади. Теплоснабжение для *Waterbuurt* происходит из экологически чистого природного газа, который подается в дома через трубы под алюминиевыми дорожками между корпусами. Панели тротуаров можно без проблем заменить, и их легко открыть, если ремонт станет необходимым. Там также проложены трубы для питьевой воды, сточных вод, кабели для Интернета, телевидения, телефона и электричества.

5. *Urban Rigger*, Копенгаген, Дания, 2016.

Urban Rigger – это 680 м² модульных общежитий в сгруппированных в треугольном порядке транспортных контейнерах, получивших шанс на новую жизнь. Такая конструкция использует принцип *Lego* и включает помимо общежития зелёные дворики, велопарковки, выход к байдаркам, автоматизированные прачечные и т. д. Конструкция понтона выполнена из бетона со встроенными рассольными шлангами, которые поглощают энергию из воды на внешней поверхности корпуса. Вода в шлангах достигает температуры 70 °С и затем прокачивается через систему. Энергия для тепловых насосов поставляется солнечными батареями на 60 м² крыши. Для изоляции применялся аэрогель и отража-

ющая изоляция *Aluthermo*, состоящая из тонкой алюминиевой фольги, изготовленной из переработанного алюминия, полученного из пива и содовых банок. Пленка монтируется с каждой стороны пенопласта, вследствие чего получается материал толщиной в несколько миллиметров, прекрасно отражающий температуру. Также устанавливаются энерго-сберегающие насосы для сточных вод, отопления, технической и питьевой воды [3].

6. Плавающая мечеть, Дубай, 2007.

Плавающая мечеть использует гидротермальную энергию, перекачивая морскую воду из Персидского залива через веноподобную систему стены и пола, снижая температуру на 15 градусов (от 45 °С до 30 °С), тем самым уменьшая стоимость охлаждения примерно на 40 процентов. Крыша и стены поглощают мало тепла из-за пористой наружной облицовки, состоящей из губчатого керамического материала с чрезвычайно низкой плотностью. Купол в верхней части собирает теплый воздух для поддержания оптимального микроклимата в помещении. Мечеть имеет хорошее соотношение объёма к внешней поверхности оболочки, что значительно экономит материалы и обеспечивает эффективность использования энергии. Её форма удобна и для установки под оптимальным углом солнечных фотогальванических элементов и ветровой турбины на крыше [4].

7. Плавающий дом *Bluefiend Houseboat*, Великобритания, 2016.

Модульная конструкция хаусбота активно вобрала в себя основные принципы энергоэффективного проектирования и технологии «умного» дома. Главной особенностью нового плавающего дома является его оснащённость множеством электрических приборов, подключённых к одной сети. Благодаря этому жильцы могут управлять всей электроникой в доме с помощью своих смартфонов или других мобильных устройств. Автоматизированная система включает в себя мультимедиа, светодиодное освещение, систему отопления и вентиляции, а также «умную» систему контроля температуры и влажности в доме. Интеллектуальная технология также контролирует подачу свежего воздуха и энергии и предоставляет жителям всю необходимую информацию об их потреблении.

8. Плавающий павильон, Роттердам, Нидерланды, 2012.

Конструкция используется для проведения выставок и различных мероприятий. Плавающие павильоны изготовлены из антикоррозийного материала *ETFE*, который значительно легче стекла и довольно прочный. Высота конструкций составляет 40 футов, а общая площадь приближена к площади четырех теннисных кортов. Работа систем отопления и кондиционирования будет обеспечиваться солнечной энергией и водой [5].

9. *PassivDom*, Рено, Невада, США.

Запущен в массовое производство. Большинство систем автономного Дома работают исключительно от солнечных панелей – это и кондиционирование воздуха, вентиляция, освещение и бытовые приборы, система солнечных батарей. В таком доме необходимость в электричестве в 10–20 раз меньше, чем в стандартном жилом доме, так как в *PassivDom* очень низкие теплопотери. Поэтому энергии для освещения и бытовых приборов вполне хватает даже зимой.

Дом функционирует автономно за счет энергии от солнечных модулей на крыше, теплового насоса и нескольких емкостей для воды – это 2 бака с питьевой и технической водой, емкостью около 1000 литров каждый. Благодаря тому, что вода после использования проходит процедуру фильтрации, её хватает на 4–5 месяцев для нужд среднестатистической семьи из трех человек [6].

10. Плавающий дом на озере *Millstätter*, Австрия, 2012.

Частный дом на озере *Millstätter*, спроектированный *MHM Architects* и построенный из лиственницы и меди, также включает в себя энергоэффективные технологии и использование возобновляемых источников, благодаря которым жильцы экономят на отоплении и воде. Здесь установлены тепловые насосы для обогрева и охлаждения, а также система сбора дождевой воды, которой поливается прилегающая территория. Дождевая вода лучше подходит для ландшафтных растений и садов, потому что она не хлорирована, она является экологически чистой, и её даже можно пить. Система сбора дождевой воды может

послужить отличным резервным источником воды для чрезвычайных ситуаций. Еще одна особенность – зеленый газон на крыше дома, а внизу вместо автомобильного находится лодочный эллинг [7].

Таким образом, следовало бы отметить, что каждый из 10 рассмотренных вариантов обладает интересной концепцией по использованию возобновляемых источников энергии и внёс значительный вклад в развитие этих технологий. В Беларуси сегодня тенденция строительства модульного жилья лишь зарождается и только начинает набирать обороты, по сути, представляет собой социальный эксперимент, не рассчитанный для большой публики, и не раскрывающий всех плюсов плавающей архитектуры. Сделан лишь первый шаг, важный шаг, последуют и следующие, и важно, чтобы лучшие мировые достижения плавучей архитектуры, применяемые в мире, нашли отражение и в нашей стране и послужили важной ступенью в формировании национальной плавучей архитектуры [8].

Литература

1. Chango Moon. Architectural characteristics of floating buildings // UIA 2017 Seoul World Architects Congress. Seoul, 2017. URL: http://www.uia2017seoul.org/P/papers/Full_paper/Paper/Oral/PS3-41/O-0627.pdf (accessed on: 28.05.2018).
2. В Беларуси начали собирать плавающие дома за \$16 тысяч. URL: <https://realt.onliner.by/2015/05/15/modul-4> (дата обращения 01.05.2018).
3. Grundfos Partner in a project – Transforming shipping containers into sustainable, floating student accommodation under the brand “Urban Rigger” // Urban Rigger: official website. URL: http://www.urbanrigger.com/wp-content/uploads/2016/08/GRUNDFOS_Urban_rigger_case_uk_web.pdf (accessed on: 20.05.2018).
4. H. Stopp & P. Strangfeld. Floating houses – an innovative idea for coastlines and river districts in times of global climate change // WIT Transactions on Ecology and The Environment. 2012. Vol. 155. P. 733–744.
5. Энергоэффективные и мобильные. В Роттердаме построены плавающие дома. URL: <http://ust.su/solar/news/energoeffektivnye-i-mobilnye-v-rotterdam-postroeny-plavayushchie-doma/> (accessed on: 03.05.2018).
6. Dom.ai: official web site of PassivDom. URL: <https://passivdom.com> (accessed on: 03.05.2018).
7. Boat’s House at Millstätter Lake / MHM architects // ArchDaily: architecture website. URL: <https://www.archdaily.com/298183/boats-house-at-millstatter-lake-mhm-architects> (accessed on: 04.05.2018).
8. Changho Moon. Renewable Energy Application in Floating Architecture // Proceedings of 30th International Plea Conference, 16–18 December 2014, CEPT University, Ahmedabad. URL: http://www.plea2014.in/wp-content/uploads/2014/12/Poster_PF_2623_PR.pdf (accessed on: 04.05.2018).

СЕКЦИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА

УДК 711.00

Даниил Игоревич Веретенников, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: dan.veretennikov@gmail.com

Daniil Igorevich Veretennikov, post-graduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: dan.veretennikov@gmail.com

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЛИЯНИЯ АРХИТЕКТУРНЫХ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ КОНКУРСОВ НА ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАЗВИТИЕ ГОРОДА

THEORETICAL ASPECTS OF INFLUENCE OF ARCHITECTURAL AND URBAN PLANNING COMPETITIONS ON SPATIAL DEVELOPMENT OF A CITY

В статье разбираются теоретические аспекты влияния архитектурных и градостроительных конкурсов на город. Во-первых, описываются группы эффектов, являющихся следствием проведения проектных конкурсов (пространственные, социальные, экономические, культурные). Во-вторых, выделяются масштабы влияния конкурсов на пространственное развитие городов (локальный, системный, общегородской, универсальный, абстрактный). В-третьих, выявляются различные степени творческой свободы, предлагаемой участникам техническим заданием и условиями конкурса. Приводятся примеры областей применения конкурсного метода, выходящие за рамки архитектурных и градостроительных конкурсов традиционного формата.

Ключевые слова: архитектурно-градостроительный конкурс, конкурсный метод, соревновательные практики, архитектура, градостроительство, Санкт-Петербург.

The article reviews theoretical aspects of the influence of architectural and urban planning competitions on a city. Firstly, groups of effects resulting from design competitions (spatial, social, economic, cultural) are described. Secondly, extents of competitions influence on spatial development of cities (local, systemic, citywide, universal, abstract) are determined. Thirdly, various degrees of artistic freedom offered to participants by the competition terms of reference and conditions are identified. Examples of areas for application of the competition method outside the boundaries of traditional architectural and urban planning competitions are given.

Keywords: architectural and urban planning competition, competition method, competitive practices, architecture, urban planning, Saint Petersburg.

Творческий конкурс в архитектуре – больше, чем просто инструмент поиска наилучшего проекта для последующей реализации: не менее важным ресурсом проектных конкурсов является тот факт, что отлаженная и урегулированная практика их проведения может быть успешным рычагом осуществления градостроительной политики [1]. Об успехе конкурсного метода в европейских странах свидетельствует тот факт, что ежегодно в странах Евросоюза проводится около трёх тысяч архитектурных конкурсов [2]. В некоторых странах (Швеция, Дания, Финляндия и др.) архитектурные конкурсы являются неотъемлемой частью так называемых Национальных архитектурных политик [3]. В постперестроечной России вплоть до недавнего времени не было ни одного заметного примера успешной реализации итогов публичных творческих конкурсов [4], и этот факт свидетельствует об актуальности задачи по поиску подходов к созданию работающей модели применения конкурсного метода.

Для того чтобы понять, как сделать конкурс эффективным методом принятия ответственных решений и инструментом реализации градостроительной политики, необходимо проанализировать теоретические аспекты влияния проектных конкурсов на пространственное развитие современного города. С этой целью в рамках настоящего исследования была составлена база данных, в которую вошла ключевая информация о большинстве архитектурных и градостроительных конкурсов, проведенных в Санкт-Петербурге в новейший этап его истории (1991–2018 гг.). К их числу относятся как те конкурсы, которые были организованы Правительством города главным образом посредством Комитета по градостроительству и архитектуре, так и те, которые были инициированы частными девелоперскими структурами, общественными организациями и культурными учреждениями. Основное условие отбора – объект конкурсного проектирования должен располагаться на территории Санкт-Петербурга.

Влияние конкурсов на развитие города широко и многосторонне. Можно выделить следующие группы *эффектов* от проведения архитектурных и градостроительных конкурсов:

- Пространственные (градостроительные): непосредственные результаты осуществления итогов конкурсов, ведущие к изменениям городской структуры, появлению новых средовых и функциональных доминант; как следствие – перераспределение транспортных и пешеходных потоков, образование новых точек притяжения.

- Социальные: изменения в общественной жизни, вызванные проведением конкурсов, обсуждением и реализацией их итогов; например, сплочение сообщества градозащитников с целью противодействовать реализации проекта-победителя, или увеличение уровня вовлеченности жителей в процессы городского развития; также к данной группе эффектов можно отнести изменения в социальном ландшафте города, произошедшие вследствие осуществления проекта (джентрификация, сдвиги в демографической структуре населения, вызванные изменением цен на недвижимость и т. д.).

- Экономические: отрицательные (финансовые убытки, долговые кризисы и т. д.) и положительные (привлечение инвестиций, увеличение налоговых поступлений в город-

скую казну и т. д.) следствия реализации проекта; в некоторых случаях заказчики устраивают конкурсы в целях саморекламы.

- **Культурные:** улучшение внешнего имиджа города, укрепление межгосударственных отношений через работу над совместными проектами, обмен культурным и технологическим опытом и т. д.

Что касается пространственных эффектов, то наблюдаются прямые и косвенные факторы влияния конкурсов на градостроительное развитие городов. К прямым можно отнести непосредственное изменение формы, структуры города или отдельных его частей и систем, к косвенным – изменения в архитектурной моде, смену актуальных трендов в сфере градостроительства и благоустройства городов, актуализацию или уход на второй план тех или иных вопросов жизни городов. История архитектуры знает случаи, когда проекты, не победившие в конкурсе, оказали даже большее влияние на актуальную архитектурную повестку, чем выигравшие [5].

На сегодняшний день не существует какой-либо универсальной модели проведения проектного конкурса; тип конкурсной процедуры выбирается в зависимости от особенностей конкретной задачи. «Порядок проведения архитектурных и градостроительных конкурсов в Российской Федерации» выделяет три основных типа конкурсов: открытые, закрытые и заказные, а также по широте охвата потенциальных участников подразделяет их на международные, всероссийские, региональные и местные [6]. Однако сфера применения соревновательных практик в области архитектуры и градостроительства не ограничивается только архитектурными конкурсами традиционного формата. Помимо них, можно выделить следующие области применения конкурсного метода поиска лучших проектов:

- **Рекламные конкурсы.** Благодаря своей публичности конкурсы могут служить эффективным средством рекламы для организации, взявшей за проведение конкурса.

- **Конкурсы идей и форсайты.** К этой группе относятся в основном молодежные конкурсы, не нацеленные на скорейшую реализацию каких-либо практических задач, а посвященные поиску свежих, зачастую идеалистических подходов к вопросам городского развития.

- **Тендеры, непубличные конкурсы.** В России сфера государственных закупок регламентируется действием двух федеральных законов [7; 8]: законом от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» и законом от 18.07.2011 № 223-ФЗ «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц».

- Премии, смотры-конкурсы.

- **Образовательные конкурсы.** Соревновательное начало присуще повседневной образовательной практике архитектурных вузов.

Анализ конкурсов, прошедших в Санкт-Петербурге после 1991 г., позволил выявить различные масштабы влияния конкурсов на пространственные характеристики города. В зависимости от предмета технического задания можно выделить следующие масштабы влияния:

1. **Локальный:** сфера влияния совпадает с предметом конкурса и его ближайшим окружением.

2. **Системный:** объект конкурса оказывает влияние на одну из градостроительных подсистем – транспортную, экологическую, систему общественных пространств, дизайн-код и т. д.

3. **Общегородской:** объект проектирования оказывает влияние на многие системы города.

4. **Универсальный:** предмет конкурса или одна из предложенных участниками идей напрямую или косвенно влияет на тенденции пространственного развития разных городов по всему миру.

5. Абстрактный: объект конкурсного задания не имеет конкретной топографической локации и разрабатывается участниками без учета возможного контекста; влияние объекта на городскую среду, в которую он будет помещен в случае реализации, носит непредсказуемый характер.

Один из важнейших факторов, по которым отличаются проектные конкурсы – это степень творческой свободы, предоставленная конкурсантам составителями технического задания. В самом деле, для любого конкурса критически важно, где проведена черта, отделяющая концептуальные и проектные решения, принятые организаторами конкурса на основании собственных убеждений, от тех вопросов, решение которых делегируются участникам конкурса. По широте и характеру доверенных конкурсантам решений конкурсы можно условно поделить на четыре категории (в скобках приведены примеры Санкт-Петербургских конкурсов):

1. Техническое задание регламентирует функциональную программу объекта, его принципиальные технические характеристики, а также содержит рекомендации по архитектурному образу. Задача участников – с наибольшей профессиональной грамотностью перевести требования ТЗ в вид архитектурного или планировочного проекта.

2. Условиями конкурса определен набор функций проектируемого архитектурного сооружения или развиваемой территории, но участникам оставлена большая доля творческой свободы.

3. Техническое задание посвящено общему формулированию той или иной градостроительной проблемы; от участников требуется предложить свое видение ее решения. К данной категории можно отнести конкурсы двух типов. В первом случае решается задача поиска места расположения какого-либо конкретного объекта (т. е. задана функциональная программа объекта, но не задана локация), во втором ищутся альтернативные пути развития конкретной городской территории (т. е. определены территория или объект, но не определена их функциональная программа и способы пространственных преобразований).

4. Целью конкурса является поиск наиболее удачной, яркой, актуальной или привлекательной с точки зрения потенциальных инвестиций идеи для городского развития без привязки к конкретным территориям и направлениям деятельности.

Конкурсы, относящиеся к каждой из четырех категорий, могут одинаково эффективно выполнять стоящие перед ними цели. Чем более ответственной представляется для городского развития конкретная задача, тем выше должна быть «степень свободы» конкурсного задания; только в таком случае конкурс способен максимально полно продемонстрировать диапазон возможных решений, минимизируя риск, что какая-то из потенциальных альтернатив останется не рассмотренной. В тех же случаях, когда проектируемый объект в силу невысокой градостроительной ценности занимаемого участка или по ряду других причин не претендует на то, чтобы оказывать сильное влияние на окружение, детальное техническое задание позволяет создать более предметно ориентированную, «прицельную» базу вариантов проекта, что оптимизирует процесс конкурсного отбора и также положительно сказывается на эффективности конкурсного метода.

Лучшее понимание различных аспектов проектных конкурсов в области градостроительства и архитектуры позволит повысить эффективность их проведения. Заказчик, занимаясь подготовкой к проведению конкурса, должен уметь прогнозировать возможные *эффекты*, которые способен вызвать как сам конкурс, так и реализация его итогов. Конкурсное техническое задание должно описывать не только ожидаемые градостроительные эффекты, но и возможные изменения в социальной, экономической, культурной сферах, которые может вызвать конкурс. Правильный выбор степени творческой свободы, четко обозначенный в условиях проведения конкурса, поможет избежать многих двусмысленностей при толковании технического задания, что нередко случается в практике архитектурных соревнований: участники конкурса зачастую неверно оценивают степень абстрактности заявки, на которую рассчитывает заказчик, даже если технические аспекты объекта проектирования в конкурсном задании освещены достаточно полно. И наконец, понима-

ние того, как именно проектные конкурсы могут влиять на пространственное развитие города, поможет сделать конкурсную практику действенным инструментом реализации градостроительной политики, способным приносить желаемые, предсказуемые и эффективные результаты.

Литература

1. Rönn M. Judgment in the Architectural Competition – Rules, Policies and Dilemmas // Nordic Journal of Architectural Research. 2009. Vol. 21. No. 2/3. P. 52–67.
2. Rönn M. Expertise and judgment in architectural competitions – A theory for assessing architecture quality // International Conference “Constructions Matters”, Copenhagen Business School, 5–7 May 2010. URL: <https://www.kth.se/abe/forskning/arcplan/arcplan-publications-1.50396> (accessed on: 20.06.2018).
3. Rönn M. Architectural quality in competitions // Form Akademisk. 2011. Vol. 4. No. 1. P. 100–115.
4. Леонтьев Д. Условия проведения архитектурных конкурсов (в России) // Проект Россия. 2012. № 1(63). С. 68.
5. Adamczyk G. Architectural competitions and new reflexive practices: Presentation for the joint ARCC-AEEA Conference, Dublin. 2004. URL: http://www.leap.umontreal.ca/pdf/adamczyk/2004_ADAMCZYK_architectural.PDF (accessed on: 20.06.2018).
6. Порядок проведения архитектурных и градостроительных конкурсов в Российской Федерации. Общественная часть, п. 1, 2. // Archi.ru: агентство архит. новостей. URL: https://www.archi.ru/files/files_uploaded/262.doc (дата обращения: 20.06.2018).
7. О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд: Федеральный закон от 05.04.2013 № 44-ФЗ (ред. от 29.07.2017)] // Российская газета. 2013. 12 апреля. № 80.
8. О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц: Федеральный закон от 18.07.2011 № 223-ФЗ (ред. от 07.06.2017)] // Российская газета. 2011. 22 июля. № 159.

УДК 711-1

Ксения Вадимовна Веретенникова, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: xenyaver@gmail.com

Kseniia Vadimovna Veretennikova, post-graduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: xenyaver@gmail.com

ПОЛИТИКА ПО РАЗВИТИЮ ПРИАЭРОПОРТОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ (ОПЫТ АЭРОПОРТА СХИПХОЛ, АМСТЕРДАМ)

AIRPORT-ADJACENT TERRITORY DEVELOPMENT POLICY (CASE STUDY OF SCHIPHOL AIRPORT, AMSTERDAM)

Статья посвящена важности плановой политики в отношении приаэропортовых территорий, наличие которой может позволить избежать многих градостроительных проблем при их освоении и максимально раскрыть экономический потенциал аэропорта. Рассматривается этапность развития приаэропортовой территории Схипхол в Нидерландах как пример осознанного, комплексного планирования территорий, окружающих аэропорт. Раскрываются причины ограничительной политики по застройке территорий вокруг аэропорта Схипхол. Обращается внимание на аналогию с градостроительным развитием приаэропортовой территории Пулково в Санкт-Петербурге, даются рекомендации по её преобразованию.

Ключевые слова: приаэропортовая территория, Схипхол, Пулково, аэрополис, аэропорт-сити, ограничительная политика, комплексное планирование.

The article looks at the importance of a planned policy with regard to airport-adjacent territories, that can help avoid many urban planning issues in their development and unlock the economic potential of the airport. Stage-by-stage development of the Schiphol airport-adjacent territory in the Netherlands as an example of deliberate integrated planning of territories surrounding the airport is considered. Reasons behind a restrictive policy concerning development of territories near the Schiphol Airport are identified. Attention is drawn to the analogy with urban development of the territory adjacent to the Pulkovo Airport in Saint Petersburg, and recommendations for its transformation are given.

Keywords: airport-adjacent territory, Schiphol, Pulkovo, aerotropolis, restricting policy, integrated planning.

Актуальность

Аэропорт перерастает свою функцию исключительно как объекта транспорта и последние два десятилетия проявляет себя также в качестве катализатора окружающей его застройки. На основе происходящих процессов зарубежными исследователями (Х. Конвей, М. Счаафсма, Дж. Касарда) сформулированы модели пространственного развития приаэропортовых территорий, наиболее известны из которых: аэропорт-сити, аэропорт-коридор и аэротрополис. Вопросы регулирования застройки вокруг аэропортов становятся актуальными и для России. Увеличение экономической активности вокруг аэропорта при отсутствии единой стратегии развития приаэропортовых территорий приводит к возникновению ряда проблем: несбалансированности застройки, нарушению транспортных связей, созданию помех для безопасности полетов. Происходящее нерегулируемое освоение приаэропортовых территорий показывает необходимость поиска инструментов для дальнейшего сбалансированного пространственного развития.



Рис. 1. Пять основных этапов развития аэропорта

В мировой практике прослеживаются пять основных этапов развития аэропорта: первый – аэропорт как базовая инфраструктура, второй – как главный порт, третий – аэропорт-сити, переключающийся с товаров на людей, от логистики к услугам, четвертый – аэропорт-коридор, способствующий интеграции аэропорта в городскую ткань [1] и пятый – аэротрополис (рис. 1). Развитие аэропорта Схипхол включает в себя все вышеперечисленные этапы, поэтому он представляет интерес для изучения. Нидерланды одними из первых осознали масштаб влияния авиационного хаба на экономику региона и страны, и уже порядка 60 лет работают над осмысленным развитием приаэропортовых территорий Схипхола.

Этапы развития приаэропортовых территорий Схипхол

Аэропорт Схипхол расположен в 9 км к юго-западу от центра Амстердама, в муниципалитете Харлеммермер. Он является главным аэропортом Нидерландов, четвертым по величине аэропортом Европы и одним из крупнейших мировых центров в области международного воздушного транспорта. История Схипхола начинается в 1920-х гг. в качестве военного аэродрома, но подробнее данная статья рассматривает период с 1960-х, когда пространственная структура Амстердама приобретает полицентрический характер, и начинается история развития приаэропортовых территорий Схипхола. В тот момент историческая часть города перестает отвечать возросшим экономическим требованиям. Как следствие этого, а также в результате новых требований транспортной доступности, компании начинают локализоваться на южной окраине Амстердама, поблизости от кольцевой автодороги и аэропорта. В этом контексте последний становится наиболее привлекательным деловым районом во всей области Амстердама.

В 1980-х происходит приватизация аэропортов в ЕС [2], Европейский Союз постепенно переходит к либерализованному рынку воздушного сообщения. Это способствует коммерциализации аэропортов, они начинают диверсифицировать доходы [3]. Тогда же,

в 1980-х, правительство Нидерландов для повышения авторитета в международной торговле начинает развитие аэропорта Схипхол как одного из «главных портов» страны. Возрастает бизнес-интерес к расположению вблизи аэропорта, что описывает модель аэропорт-сити, сформулированная в 1970–1980-х гг. Термин «аэропорт-сити» означает «более или менее плотное скопление эксплуатационных, ориентированных на аэропорт, а также других коммерческих и деловых видов деятельности на и вокруг территории аэропорта» [4]. Схипхол изначально обладал потенциалом для успешной реализации этой модели: наличие пространства для развития, расположение в центре густонаселенного района Рандстад (конурбация, включающая в себя Амстердам, Роттердам, Гаагу и Утрехт), хорошую связь с автомобильными и железнодорожными городскими сетями [1].

Недостаточное раскрытие потенциала аэропорта из-за отсутствия скоординированности действий беспокоило администрацию города Амстердам, муниципалитет Харлеммермер, провинцию Северную Голландию и оператора аэропорта «Схипхол груп». Решением стало создание в 1987 г. Правительственного совета Схипхола (*Bestuursforum Schiphol*) и компании по его территориальному развитию – САДК (*Schiphol Area Development Company*). Целью последней является использование синергетического экономического потенциала города и аэропорта. Деятельность компании – приобретение, развитие, эксплуатация и выделение земли для новых коммерческих объектов вблизи и вокруг аэропорта [5].

Близкое расположение аэропорта к городу способствовало созданию нового района Зейдас, в 6 км от аэропорта, в южной части Амстердама. Он представлял собой многофункциональную бизнес-площадку, состоящую из офисных комплексов, гостиниц и конференц-центров. Следующим шагом в развитии аэропорта становится его транспортная связь с районом Зейдас. Так в Амстердаме появляется коридор аэропорта. Концепция сформулирована в 1980-х и 1990-х гг. и представляет собой государственную и частную запланированную инфраструктуру в виде разнофункциональных районов, структурированных вдоль транспортной связи между аэропортом и, как правило, центром города.

По мере роста экономического влияния аэропорта в его окружении начинают разрабатываться и другие бизнес-парки. Некоторые исследователи, в свою очередь, относят последующее развитие территории вокруг аэропорта Схипхол к проявлению модели аэродрополиса, к примеру, Дж. Касарда, М. Пенедра. Также Схипхол является ярким примером аэродрополиса по версии «Евромонитор Интернешнл» (*Euromonitor International*), независимой компании, специализирующейся на стратегических исследованиях рынка. Модель аэродрополиса обладает гибридными характеристиками, представляя собой город, возникший вокруг аэропорта, состоящий из ядра (аэропорт-сити) и областей напрямую или косвенно связанных с аэропортом. Концепция сформулирована профессором университета Северной Каролины Джоном Касардой в 2000 году. Аэродрополис представляет собой развитие за пределами границ аэропорта и состоит из видов деятельности, которым важна близость с аэропортом, но необязательно находиться непосредственно в аэропорту.

Аэропорт Схипхол является наглядным примером всех стадий развития: от транспортного узла до аэродрополиса, со спланированным и осознанным планированием приаэропортовой территории, управляемой Правительственным советом и компанией по территориальному развитию Схипхола.

Политика застройки приаэропортовой территории Схипхол

Близкое расположение аэропорта к городу является несомненным плюсом для развития коммерческой деятельности на базе аэропорта, но также обладает большой степенью ограничений ввиду требований к безопасности полетов и соседства жилых районов с объектом экологического загрязнения. Трансформация транспортного узла в аэропорт-сити может наносить ущерб аэропорту как объекту транспорта. В Амстердаме это способствовало постановке вопроса перед региональными властями о поиске «баланса между

эксплуатацией экономического потенциала и защитой района аэропорта от перегрузки и урбанизации» [6]. До сих пор, с точки зрения пространственного планирования территорий, окружающих аэропорт, проблемой является столкновение интересов развития аэропорта в части реализации его экономических амбиций и уплотнение региона в качестве места, перспективного для жилой застройки [7].

С самого начала главной стратегией оператора аэропорта Схипхол было привлечь компании, связанные с аэропортом, либо ориентированные на авиационный бизнес, что придавало политике по застройке ограничительный характер. Проведенное голландскими исследователями (Мишель ван Вейк, Браттинга К., Марко Бонтье) исследование «Оценка ограничений землепользования в Амстердаме-Схипхол», доказывает, что реализованная политика достаточно эффективна и позволила избежать большей части нежелательных предприятий вблизи аэропорта. Подобные ограничения использования земли наиболее актуальны для аэропортов, расположенных в крупных городских районах. В то время как для удаленных международных аэропортов, расположенных за пределами города, подойдет более интенсивное использование приаэропортовой территории.

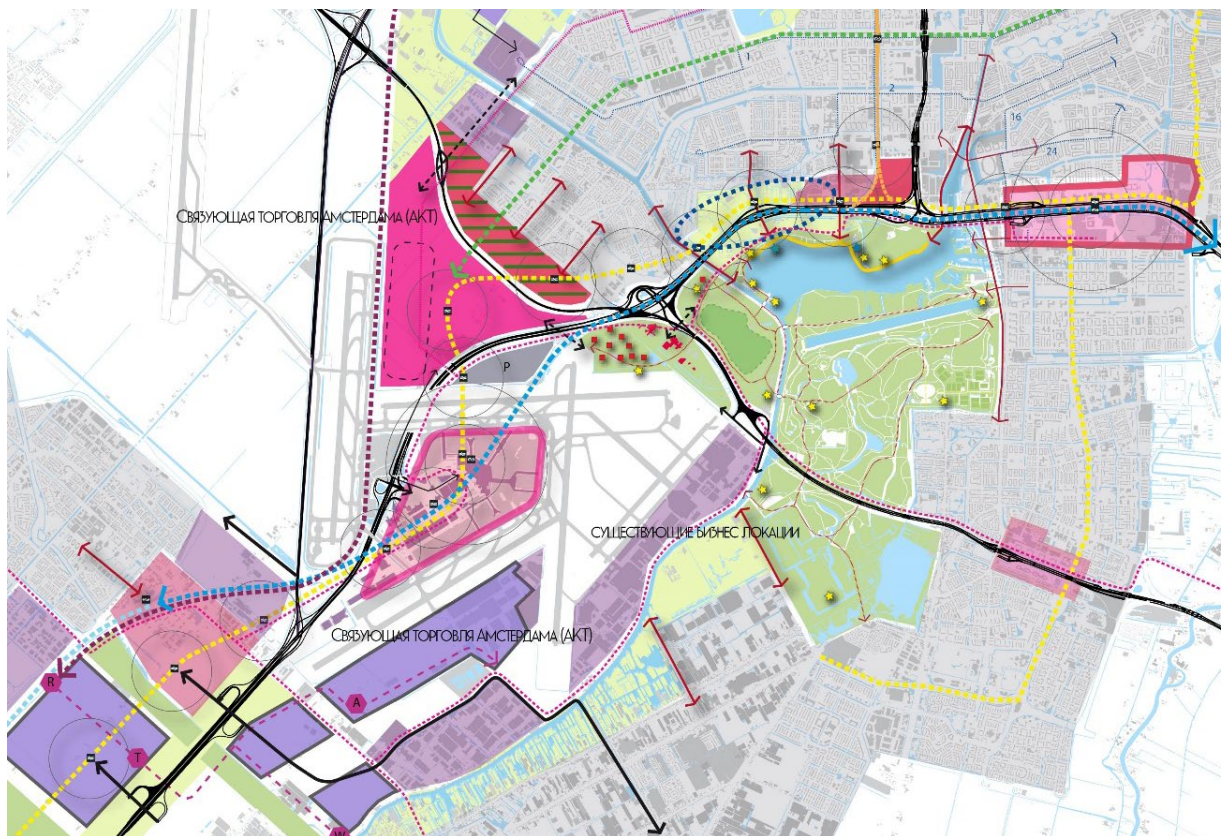


Рис. 2. Долгосрочное развитие региона Схипхол, карта зонирования (Правительственный совет Схипхол, 2009)

Свою первую пространственно-экономическую концепцию, направленную на обеспечение согласованных рамок развития на приаэропортовой территории Правительственный совет Схипхол разработал спустя более чем десять лет после своего создания, в 2001 г. Действующий документ пространственного экономического видения региона Схипхол разработан в 2009 г. и обеспечивает пространственную основу для экономического роста в регионе аэропорта на перспективу до 2030 г. (рис. 2). Хотя видение разработано и реализуется за пределами установленной законом системы планирования, она является значимой стратегией, восполняющей зазор между региональным структурным планом Северной Голландии Зюйд и местными планами землепользования Амстердама и Харлеммермера [8].

Стоит также отметить, что аэропорт Схипхол активно участвует в экономическом развитии региона вместе с властями, поддерживает инновационную деятельность на базе аэропорта для создания более устойчивой системы. Так, например, был разработан «эко-барьер» для снижения негативного воздействия шума, вызываемого самолетами во время взлета [9].

Развитие приаэропортовых территорий в России

Реформы по либерализации авиационной сферы, коснувшиеся Европы двадцать лет назад, послужили причиной коммерциализации аэропортов [3]. Подобные процессы постепенно затрагивают и Россию, в частности в связи с вступлением в ВТО. Операторы аэропортов, располагающихся вблизи крупнейших городов, начинают осознавать возрастающий экономический потенциал приаэропортовых территорий, как следствие, возрастает активность вокруг аэропортов. Но градостроительное осознание необходимости комплексного планирования приаэропортовых территорий пока что отсутствует. Чем раньше удастся учесть европейский опыт по созданию сбалансированного развития приаэропортовых территорий, тем с меньшим количеством проблем придется столкнуться при их дальнейшем освоении в России.

В развитии аэропорта Пулково в Санкт-Петербурге и аэропорта Схипхол в Амстердаме прослеживаются общие черты. Оба они располагаются в непосредственной близости от крупного города. Приаэропортовая территория Пулково лежит на стыке двух субъектов: Санкт-Петербурга и Ленинградской области. В её развитии также можно отметить стадийность: формирование модели аэропорт-сити, коридора аэропорта и аэродропа. К предпосылкам успешного развития приаэропортовой территории в Санкт-Петербурге относятся возможность создания хаба на базе аэропорта Пулково и наличие земель для дальнейшего освоения. Главное отличие развития территорий вокруг аэропорта в Амстердаме и Санкт-Петербурге заключается в том, что в последнем случае они носят стихийный характер в условиях отсутствия общего видения и скоординированности планирования. Необходимо как можно раньше учесть успешный зарубежный опыт по планированию приаэропортовых территорий и внести коррективы в их дальнейшее освоение. К примеру, создание скоростной транспортной связи аэропорта с центром города, действенных инструментов по регулированию застройки, по необходимости применение ограничительной политики для защиты района от чрезмерной урбанизации, создание системы, позволяющей привлечь к процессу освоения всех заинтересованных сторон.

Заключение

Успешный опыт развития аэропорта Схипхол показывает важность плановой политики в отношении приаэропортовых территорий, которая позволит избежать многих градостроительных проблем при дальнейшем освоении и максимально раскрыть экономический потенциал аэропорта. Отсутствие комплексного подхода к территориям вокруг аэропорта в России, обостряет необходимость адаптации зарубежной политики развития приаэропортовых территорий к российской системе планирования с разработкой механизмов его государственной поддержки, учитывающей отечественную законодательную базу, темпы экономического развития и существующие инструменты для возможности консолидированного развития.

Литература

1. Schaafsma M. Airports in Cities and Regions: Research and Practise; 1st International Colloquium on Airports and Spatial Development. Karlsruhe, 2010. P. 173–180.
2. A global industry: ACI position brief, MARCH 2008 / Airports council international. URL: http://www.aci.aero/Media/aci/file/Position%20Briefs/position%20brief_LIBERALISATION.pdf (accessed on: 15.05.2018).
3. Peneda M. J. A., Reis V. D., Rosário M. R. Macário M. Critical factors for the development of airport cities // Transportation Research Record. 2011. Vol. 2214. Issue 1. URL: <http://journals.sagepub.com/doi/10.3141/2214-01> (accessed on: 15.05.2018).

4. Güller M., Güller M. From airport to airport city. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2003. 107 p.
5. SADC – Schiphol Area Development Company. URL: www.sadc.nl (accessed on: 01.02.2018).
6. Van Wijk M., Brattinga K., and Bontje M.A. Exploit or Protect Airport regions from Urbanization? Assessment of land-use restrictions in Amsterdam-Schiphol // European Planning Studies. 2011. 19(2). P. 216–277.
7. Schiphol Action Programme / Ministry of Infrastructure and the Environment; Ministry of Economic Affairs. URL: <https://www.government.nl/documents/reports/2016/04/01/actie-agenda-schiphol> (accessed on: 15.05.2018).
8. Spatial-Economic vision for Schiphol Region, Holland. URL: <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20110118175516/> (accessed on: 01.02.18).
9. Cipriani L. Ecological airport urbanism. Airports and landscapes in the North East. Trento: Università degli Studi di Trento, 2012. 153 p.

УДК 711.455

Дарья Андреевна Репа, старший преподаватель
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: repkazubka@mail.ru

Daria Andreevna Repa, Senior Lecturer
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: repkazubka@mail.ru

**ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННАЯ СИСТЕМА КАЛИНИНГРАДСКОЙ
ОБЛАСТИ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

**TOURIST AND RECREATIONAL SYSTEM OF THE KALININGRAD
REGION: ISSUES AND PROSPECTS**

В статье рассматривается понятие «туристско-рекреационная система», ее структура, основные компоненты и границы (на примере Калининградской области). Дано определение понятия «туристско-рекреационный потенциал». Для наиболее полного раскрытия тематики статьи, приведены наиболее значимые направления развития туристской инфраструктуры. Представленные схемы экскурсионно-маршрутной базы, транспортной инфраструктуры и схемы расположения объектов культурного наследия позволяют более подробно проанализировать особенности и перспективы развития туристско-рекреационного ресурса Калининградской области и выявить основные проблемы: природно-климатические, историко-культурные и архитектурно-градостроительные.

Ключевые слова: туристско-рекреационная система, туристическая инфраструктура, архитектурно-градостроительный ресурс, Калининградская область, историко-культурное наследие.

The article deals with the notion of “tourist and recreational system”, its structure, main components and boundaries (using the case study of the Kaliningrad Region). The notion of the “tourist and recreational potential” is defined. For more complete coverage of the article topic, the most significant directions of tourist infrastructure development are described. The presented sightseeing routes, layouts of the transport infrastructure and cultural heritage sites allow analyzing the specifics and prospects of development of tourist and recreational resources in the Kaliningrad Region and identifying the following main problems: environmental and climatic, historical and cultural, architectural and urban planning.

Keywords: tourist and recreational system, tourism infrastructure, architecture and urban planning resource, Kaliningrad Region, historical and cultural heritage.

Принято считать, что Калининградская область является уникальной территорией Российской Федерации. Во-первых, этот субрегион отделен от основной территории страны другими государствами и имеет непосредственное сообщение только по морю [1]. Во-вторых, Калининградская область отличается богатым историко-культурным и природным ресурсом, нехарактерным для остальных территорий России. В-третьих, важной особенностью является туристическая привлекательность области как для внутреннего, так и для международного туризма. Однако областной туристско-рекреационный потенциал развит достаточно слабо из-за неэффективного использования имеющихся ресурсов.

Каждая территория представляет собой комплексный пространственно-распределенный ресурс, компоненты которого характеризуют ее туристско-рекреационный потенциал [2]. «Туристско-рекреационный потенциал территории» – это совокупность при-

родных, культурно-исторических и социально-экономических предпосылок для организации туристско-рекреационной деятельности, основу которого составляют как туристские, так и рекреационные ресурсы. Совокупностью таких компонентов определяется туристско-рекреационная система (ТРС), состоящая из следующих элементов:

- ареалы (регионы сосредоточения туристско-рекреационных и санаторно-курортных ресурсов);
- ядра (функционально-экономические и градостроительные центры районов и зон);
- оси (ландшафтно-маршрутные коридоры, связывающие между собой ареалы и ядра в единый территориальный каркас);
- локусы (точечные элементы функционально-планировочной структуры, связанные с отдельными памятниками, турбазами, домами отдыха, поселениями).

Следовательно, туристско-рекреационные потоки, прибывающие в региональное или районное ядро по оси областного уровня, далее имеют возможность рассредоточиваться радиально по районным трассам – осям для посещения местных туристских достопримечательностей [3]. Говоря о Калининградской области, можно отметить не только наличие большого числа подобных объектов посещения (уникальных природных заповедников, памятников архитектуры, крупных спортивных сооружений и объектов здравоохранения), но и их выгодное расположение на территории. Тем не менее, состояние и степень их сохранности заставляет пересмотреть существующую градостроительную организацию туристско-рекреационной инфраструктуры субрегиона.

Важнейшей составляющей любой ТРС является туристская инфраструктура. К наиболее значимым относятся следующие ее направления:

- транспортная инфраструктура (эффективность, перспективность, доступность);
- историко-культурный ресурс (расположение памятников истории и культуры);
- социальная инфраструктура (расположение объектов обслуживания туристического потока);
- экскурсионно-маршрутная база;
- сезонность туристического потока.

Средний ежегодный туристический поток Калининградской области составляет 500–700 тыс. человек. Среднее значение сезонной загрузки гостиниц в процентах составляет: в зимний период – 42,93 % (6271 чел.), в весенний – 49,53 % (7143 чел.), в летний – 85 % (24670 чел.), в осенний — 48,23 % (7962 чел.) [4], что позволяет сделать вывод о наиболее высокой востребованности популярных видов туризма в летний период, большую часть потока стабильно составляют российские туристы – 77 % и иностранцы – 23 % [5].

Зачастую границы ТРС совпадают с установленными административными районными и областными границами. Транзит туристических потоков осуществляется вдоль основных экскурсионно-маршрутных трасс, дорог, троп и водных артерий расположенных между ТРС, в которых предоставляется наибольший объем туристических услуг [6]. На пути основных туристских потоков возникают «транспортные оси» и «коридоры», способствующие формированию территориальных ТРС, определяющих туристскую привлекательность и специализацию региона.

Экскурсионно-маршрутная база Калининградской области представляет собой траекторию движения преимущественно по направлению главных областных транспортных и железнодорожных магистралей (рис. 1).

Данная траектория обусловлена эффективностью и доступностью всех видов передвижения в области. Экскурсионные маршруты варьируются по виду туризма: лечебно-оздоровительный, культурно-познавательный, водно-пассивный, событийный, сельский туризм, экологический туризм, спортивно-оздоровительный туризм.

Национальное рекреационное пространство России состоит из региональных рекреационных пространств с разной степенью освоенности их потенциала. Однако для формирования единого туристско-рекреационного пространства также необходимо учи-

тивать внешнюю туристическую специфику и историко-культурную связь с соседними регионами. Так, например, культурное наследие Калининградской области тесно связано с наследием Польши, Германии и Литвы [7], что определяет потребность сохранения наследия в контексте международного архитектурного единства.

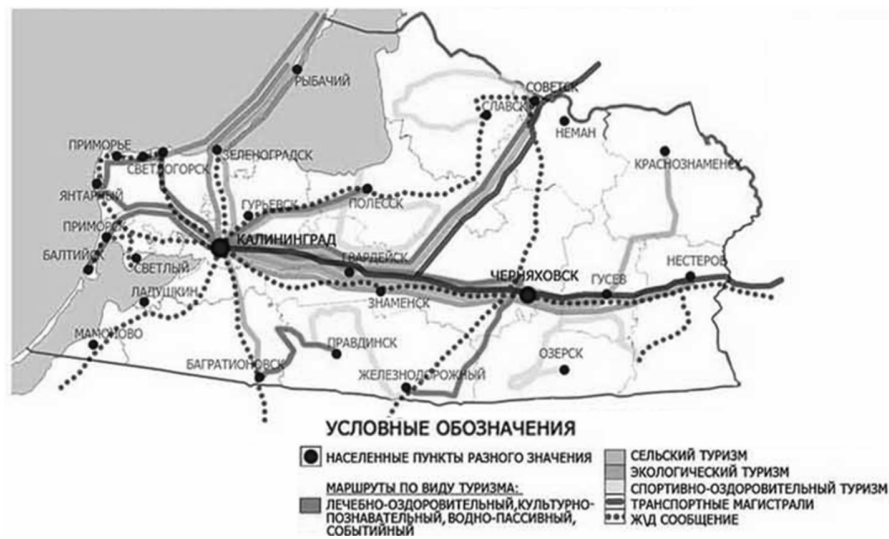


Рис. 1. Схема экскурсионно-маршрутной базы КО

Рассмотрим особенности, перспективы развития и основные проблемы ТРС Калининградской области (архитектурно-градостроительные, историко-культурные и природно-климатические).

Особенности и перспективы

Сектор рекреации и туризма отнесен в Стратегии социально-экономического развития Калининградской области на долгосрочную перспективу к числу приоритетных секторов развития региональной экономики [8], что подтверждает устойчиво положительная динамика увеличения туристского потока (7–10 % в год) до 2017 г. [4].

Богатый архитектурно-градостроительный ресурс данного региона представляет собой множество памятников культуры и искусства (памятники культовой архитектуры, памятники фортификации, музеи, сады и парки). В системе туристско-рекреационных компонентов их можно отнести к «локусам» территории. Наряду с памятниками следует также учесть и уникальное градостроительное пространство исторических центров крупных и малых городов, старинных сел и поселков, которые являются «ядрами» ТРС.

Приморское положение Калининградской области, ее расположение практически в центре Европейского континента, наличие одной из самых густых в России сетей железных дорог, шоссейных и речных путей сообщения предопределило то, что транспортная составляющая ТРС региона представлена почти всеми существующими видами транспорта: автомобильным, железнодорожным, водным (морским и речным), воздушным [9] (рис. 2).

К наиболее значимым историко-культурным ресурсам Калининградской области можно отнести: янтарь, имя Канта, исторические традиции и военная тематика. Так как крупнейшее в мире месторождение янтаря находится именно здесь (более 90 % мировых запасов), а добыча и обработка янтаря является уникальным достопримечательным объектом, Калининградская область приобрела статус «янтарной столицы». Такое развитие ювелирной промышленности позитивно влияет на рост въездного туризма.

Стоит отметить и наличие уникальных природно-ландшафтных условий: незамерзающее море, два залива, протяженность пляжной полосы, наличие национального парка Куршская коса и др. Данный ресурс позволяет не только развивать практически все виды туризма (рекреационный (в т. ч. пляжный), культурно-познавательный, деловой, медицин-

ский, экологический, сельский туризм, морские и речные круизы и др.), но и определить туристский потенциал области наряду с основными туристическими центрами России.

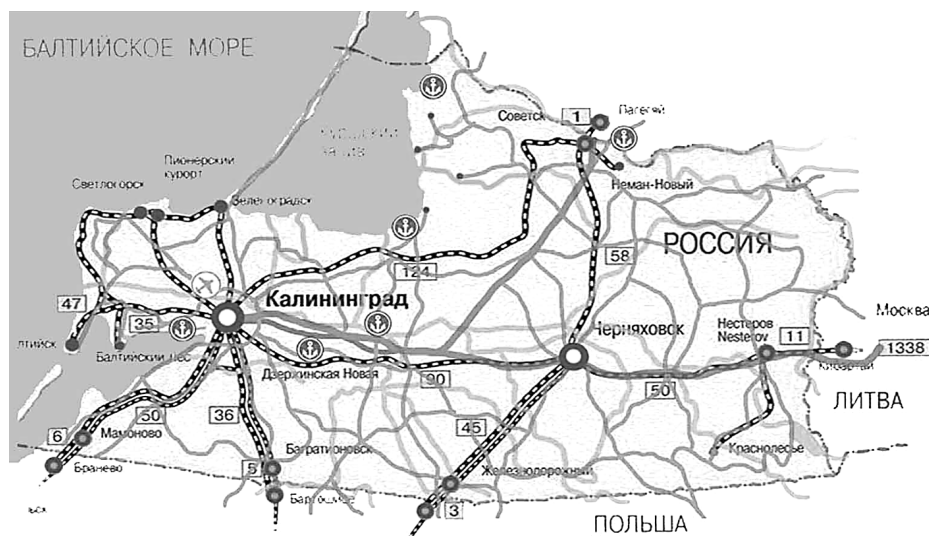


Рис. 2. Схема транспортной инфраструктуры КО

Проблемы

Недостаточная развитость градостроительной составляющей также выражена отсутствием центра притяжения восточной части области, который мог бы стать источником генерации базового туристского потока и создать условия для развития полноценного туристского кластера.

В настоящее время для экскурсионного показа возможно использовать только 260 объектов историко-культурного наследия (рис. 3), а фактически используется всего около 60, что объясняется плохим состоянием и отсутствием необходимой туристической инфраструктуры (оборудованных пешеходных маршрутов и подъездных путей к большинству из них).

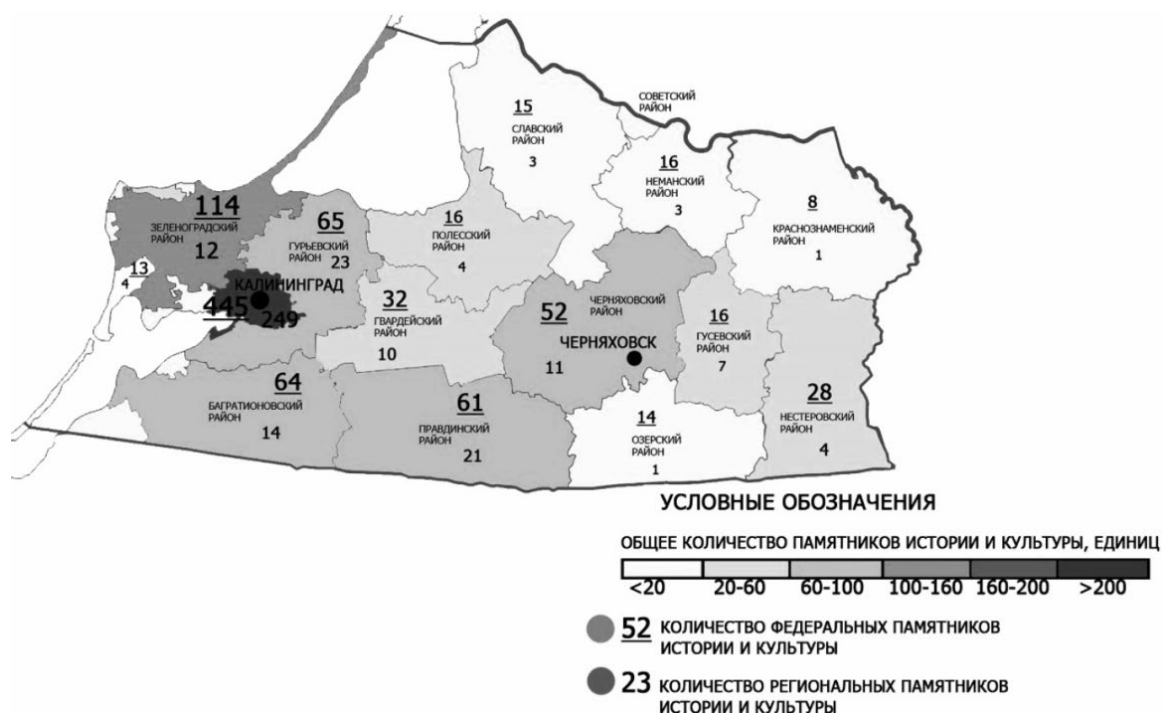


Рис. 3. Схема расположения памятников истории и культуры КО

Несмотря на большое количество природно-ландшафтных объектов, существует проблема отсутствия согласованных действий органов государственной власти региона и муниципалитетов в вопросах развития туристского пространства, следствием чего является полное отсутствие комплексного освоения и развития рекреационных территорий приморской и центральной зон. В результате такой неорганизованности происходит истощение уникальных природных ресурсов национального парка Куршская коса, Балтийской косы и других территорий естественного (природного) туристского пространства.

В отношении туризма Калининградская область освоена слабо и неравномерно. К популярным и посещаемым местам можно отнести: Калининград, Светлогорск и Зеленоградск (курортная зона), заповедник «Куршская коса», Советск и Черняховск. В сравнении с довоенным периодом, когда на территории Восточной Пруссии туристические маршруты связывали многочисленные памятники природы, истории и культуры, охватывая практически все города и районы [10], нынешняя обстановка заслуживает большого внимания по части пересмотра эффективности областной ТРС.

Определение основных направлений развития туристско-рекреационной системы Калининградской области напрямую связано с выявлением элементов природно-ландшафтного, историко-культурного и архитектурно-градостроительного наследия региона. Таким образом, для улучшения качества туристского обслуживания и обеспечения конкурентоспособности региона в составе европейских туристических центров, необходимо развивать областную ТРС с учетом особенностей вышеперечисленных составляющих.

Литература

1. Чистякова Т. Н. Серебряное кольцо России. СПб.: Сохраненная литература, 2015. С. 279.
2. Умывакин В. М., Жердев В. Н., Попело А. В. Мультипликативная оценка туристско-рекреационного потенциала территорий // Туризм и рекреация: фундаментальные и прикладные исследования: Труды III международной научно-практической конференции. МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва, 24–25 апреля 2008 г. М.: Советский спорт, 2008. С. 417.
3. Buzyakova I. V. Background of eco-tourism recreational system development in the Astrakhan region // European Journal of Economic Studies. 2013. № 1(3). P. 11–17.
4. Структура туристического потока Калининградской области // Статистические данные: Калининград, 2010–2017. URL: <http://protown.ru/russia/obl/articles/7880.html> (дата обращения: 02.04.2018).
5. Туризм в цифрах // Статистика за 2011–2017 гг.: Калининград, 2011–2017. URL: http://www.visit-kaliningrad.ru/info/turizm_v_tsifrakh.php (дата обращения: 02.05.2018).
6. Кружалин В. И. Научное обоснование создания единой туристско-рекреационной системы России // Туризм и рекреация: фундаментальные и прикладные исследования: Труды III международной научно-практической конференции. МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва, 24–25 апреля 2008 г. М.: Советский спорт, 2008. С. 13.
7. Mazurski K. R. Geographical perspectives on Polish tourism // GeoJournal. 2000. Vol. 50. № 2–3. P. 173–179.
8. Казанков И. С. Кольченко Ю. С. SWOT-анализ сектора туризма и рекреации Калининградской области с использованием экспертного метода ранжирования альтернатив // Молодой ученый: научный журнал. 2014. № 19.1. С. 79–82.
9. О государственной поддержке развития туристско-рекреационной сферы на территории Калининградской области: закон Калининградской области № 354 от 09.01.2004: принят Калининградской областной Думой третьего созыва 25.12.2003. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&prevDoc=126012093&backlink=1&&nd=126004998> (дата обращения: 02.04.2018).
10. Кретинин Г. В. Прусские маршруты Петра Первого. Калининград: Янтар. сказ, 1996. С. 34.

СЕКЦИЯ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ

УДК 72.01

Ольга Васильевна Мельникова,
старший преподаватель
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: melova19@yandex.ru

Olga Vasilievna Melnikova
Senior Lecturer,
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: melova19@yandex.ru

АРХИТЕКТУРА И ПОЛИТИКА

ARCHITECTURE AND POLITICS

В статье описываются особенности профессиональной деятельности архитектора на разных исторических этапах. Прослеживается несомненная связь архитектурной деятельности и существующего политического строя. Описываются факторы, влияющие на появление конкретных построек, среди которых исторические факторы, а так же культурные и религиозные. И если при первобытно-общинном строе требовались убежища для защиты от стихии и внешних врагов – реальных и вымышленных, а так же элементарные строения для исполнения сакральных обрядов, то по мере развития общества, по мере развития политической жизни и идеологии, возникали и все более сложные в эстетическом и конструктивном плане сооружения.

Ключевые слова: архитектура, общество, политика, исторический период, здание, форма сознания.

The article describes peculiarities of architect's professional activities in various historical periods. A clear link can be observed between architectural activities and the corresponding political regime. Factors affecting occurrence of specific buildings are described. Among them are historical factors, as well as cultural and religious ones. While in the primitive communal system, refuges to protect people against the elements and enemies (both real and imaginative), as well as simple structures for sacred rituals were required, as the society, political life and ideology developed, more complicated structures in terms of aesthetics and design were built.

Keywords: architecture, society, politics, historical period, building, form of cognition.

Деятельность архитектора всегда зависела от конкретной исторической эпохи. Сохранение профессиональной деятельности архитектора менялось в ходе общественного развития, а создаваемая им среда воспринимается и оценивается сквозь призму характерных для каждого конкретного случая политических, национальных и других особенностей и стереотипов поведения [1, с. 15, 17].

С развитием человеческого общества совершенствовались как орудия труда, так и технологии. На смену постройкам из дерева и глины пришли строения из прочнейшего природного камня, что привело к возможности строительства сооружений колоссальных размеров. Потребность в таких сооружениях обусловлена многими факторами: историческими, культурными, религиозными. Но, несомненно, одно – возводить постройки такого уровня сложности, как по технологии, так и по времени без сильной политической власти было бы невозможно. Более того, примеры строительства мегалитических сооружений, в частности, Великой пирамиды в Гизе, указывают на то, что власть эта должна быть постоянной и долговременной.

Во все времена существовала прочная связь между искусством, архитектурой, политикой, идеологией. Идеология, властвовавшая в каждый исторический период, оказывала влияние не только на обыденную жизнь человека, но и на культуру, искусство, науку. В некоторых случаях последствия такого влияния оказывались катастрофическими, а иногда приносили несомненную пользу. «Искусство останавливалось в своем развитии, когда государства подвергались сокрушительным потрясениям; искусство достигало полного расцвета, когда народы своими силами добивались могущества и почета и обретали, наконец, мир» [2].

Во времена первобытнообщинного строя, когда человечество было озабочено в основном выживанием, когда мифологическая форма сознания еще только приобретала свои начальные черты, основными постройками были простейшие сооружения для защиты

племени от различных угроз. Возникновение государства как формы правления привело к возникновению первых городов, централизация власти породила централизацию управления ремесленным производством, торговлей и другими видами деятельности. Возможность безграничного применения примитивного физического труда, вкупе с представлениями древнего человека о загробной жизни (культ мертвых в Древнем Египте), привела к возможности строительства культовых сооружений грандиозных размеров.

Древняя Греция подарила человечеству демократическую форму правления, заложила основы гуманистических идей, философского знания. Города-полисы становятся центром не только торговой, религиозной, но и общественной жизни. Появляются такие общественные сооружения, как амфитеатры, стадионы, пинакотеки. Выступивший наследником древнегреческих традиций, Древний Рим привнес много нового в развитие социума. Увеличение числа городских жителей привело к необходимости строительства первых многоэтажных «многоквартирных» домов – инсул. Богатые римляне много времени уделяли своему досугу, что нашло отражение в строительстве не только сооружений для общественной жизни, но и для частной – вилл. Рабовладельческий строй требовал подтверждения своего могущества, республика сменилась империей, амбиции которой потребовали ведения многочисленных войн за присоединение новых территорий. В то же время, масштабные задачи решались не только с помощью привлечения бесплатной рабочей силы, но и с помощью применения новых знаний и технологий. Эта эпоха подарила человечеству акведуки, мосты, дороги, некоторые из которых сохранились до наших дней.

В средние века все аспекты жизни человека находились под строгим контролем церкви. Многочисленные феодальные войны во славу церкви и за сферы влияния требовали усложнения фортификационных сооружений, что привело как к строительству крепостей, защищавших целые города, так и замков, защищавших непосредственно резиденции феодалов. Монументальность, специфическая красота, использование природных материалов повышенной прочности позволяют нам любоваться многими из произведений архитектурного искусства того времени и по сей день. Красота в ту эпоху была признаком «Божественного Света», а само понятие красоты было скорее этической, нравственной категорией. Именно поэтому готические соборы устремлены вверх, а пространство их нефов наполнено светом, проходящим через стрельчатые окна и великолепные витражи.

Возникновение эпохи Возрождения связано с процессом разложения феодальных и становления буржуазных отношений. На смену «темной» религиозной идеологии средневековья пришло наследие из античности – гуманизм, с акцентом на светской жизни и удовольствии. Некоторые мыслители разрабатывают модели идеальных городов с учетом многочисленных потребностей человека, наряду с этим формируются правила перспективных построений, теории света – тени и композиции. Искусство, литература, живопись, зодчество – все это было средством для решения не только нравственных, эстетических, но и психологических проблем человека и нашло свое отражение в архитектуре общественных зданий, дворцов, парков, загородных поместий. Наследие античности в Ренессансе выражается не только в репродукции некоторых идей – архитектурный ордер (стоечно-балочная система) находит новую трактовку и используется уже в более широком диапазоне при строительстве зданий. Основное назначение архитектуры «польза – прочность – красота» окончательно формируется и находит выражение в каждой выдающейся постройке той эпохи.

Время буржуазных и научно-технических революций породило новый принцип познания – механистический детерминизм. Век Просвещения вызвал у человека стремление к упорядочению и систематизации знания, положил начало к отделению и разделению наук. Капиталистический строй требовал экономии и рентабельности, что привело к поискам новых методов строительства. Достижения научно-технических революций позволили сократить как время производства работ, так и значительно экономить материалы и ресурсы. Усиление светского начала привело к расширению гражданского строительства. Возникают новые типы общественных и административных зданий, производственных

сооружений: театры, доходные дома, фабрики, порты, регулярные парки. С развитием промышленности параллельно получает толчок развитие города, в которых строятся здания, необходимые для людей, занятых в различных сферах жизнедеятельности. Возводятся заводы, фабрики, вокзалы, рынки, конторские здания, биржи, банки, магазины, а также новые производственные, торговые и транспортные сооружения,

20-й век внес множество противоречий во все аспекты жизни человека, в том числе и в архитектуру. На смену одной идеологии приходит другая, один политический строй сменяется другим, приходят и уходят элиты, рушатся вековые устои. Принцип гуманизма сменяется принципом рациональности, максимальной целесообразности. Структура и облик здания подчиняется задачам организации протекающих в нём производственных и бытовых процессов. Диктатура, находящаяся у власти в некоторых странах, породила реакционную идеологию. А это, в свою очередь, нашло отражение и в монументальном искусстве, привело к намеренным преувеличениям, искажениям в архитектурных формах, направленных на демонстрацию мощи и непобедимости правящего строя.

С развитием индустриального строительства во второй половине 20-го века связана типизация и стандартизация зданий. Социальный заказ, декларирующий всеобщее равенство, определяет облик и структуру сооружения. Возрастающее число городских жителей привело к увеличению строительства быстровозводимых жилых и общественных зданий, что в свою очередь не могло не отразиться на качестве возводимой архитектурной среды. Попытки сгладить некую монотонность и однообразие зданий и сооружений новыми приемами пространственной композиции к ожидаемому результату не привели, и в итоге в 21 век архитектура вошла с целым комплексом проблем, требующих современных, вдумчивых, а порой и незамедлительных, решений.

Литература

1. Степанов А. В., Иванова Г. И., Нечаев Н. Н. Архитектура и психология: учеб. пособие для вузов. М.: Стройиздат, 1993. 295 с.: ил.
2. Мастера архитектуры об архитектуре. М.: Искусство, 1972. С. 68.

СЕКЦИЯ РИСУНКА

УДК 728.1:72-051

Татьяна Алексеевна Денисова,
канд. архитектуры, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: *Tatden34@gmail.com*

Tatiana Alekseevna Denisova,
PhD of Architecture, Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: *Tatden34@gmail.com*

ВЛИЯНИЕ ИДЕЙ «ГЕШТАЛЬТА» НА ПОСЛЕВОЕННУЮ АРХИТЕКТУРУ СОВЕТСКОГО ПЕРИОДА

INFLUENCE OF “GESTALT” IDEAS ON POST-WAR ARCHITECTURE OF THE SOVIET PERIOD

В настоящий момент в проектировании наиболее актуальным является вопрос создания более комфортной среды обитания человека. В статье автор обращается к известному направлению «гештальт-психологии», как образу, единой конструкции. Тема здесь и сейчас, предмет – фон, человек и искусственная среда является особенно актуальной на ранних стадиях проектирования, когда идея только зарождается в виде клаузуры, архитектурных зарисовок. Дается историческая справка о возникновении и развитии этого направления первоначально в психологии, затем широко в архитектурном рисунке и самой архитектуре (основатель – Гропиус). Ключ к решению этой проблемы – в умении предвидеть последствия того или иного изменения подвижной природной и искусственной среды, комфортной для жизнедеятельности человека.

Ключевые слова: гештальт-установка, предмет – фон, тотальная архитектура, архитектурные зарисовки, типовая архитектура.

At the present time, creating more comfortable environment for people is the most important issue in design. The article draws upon well-known “Gestalt psychology” as an image, a single construct. The concepts of “here and now”, figure–ground, man and artificial environment are very important at the early stages of design when the idea is generated as a parti diagram, an architectural sketch. A historical reference on the rise and development of this area (initially in psychology, then in architectural drawing and the very architecture (the pioneer of architecture is Gropius W.)), is given. The key to solving this issue lies in the skill to anticipate the consequences of changes in dynamic natural and artificial environment comfortable for living.

Keywords: gestalt set, figure–ground, total architecture, architectural drawings, standard architecture.

Ф. С. Пёрлз, К. Гольштейн, М. Ветгеймеер, И. Келлер, К. Коффка – основатели гештальт-психологии, основного из ведущих направлений современной гуманистической психологии и медицины в Германии двадцатых – сороковых годов прошлого века. Считается, что гештальт-психология была реакцией на психологию подсознания Зигмунда Фрейда. Это крупное направление психологии оказало едва ли не самое значительное мировое влияние на формирование этических идей теорий цвета, графики и архитектурной формы в начале XX в. Представители этого направления считали, что только сознание (подсознание) является единственной психологической реальностью, существующей на основе целостных психологических структур, образов (в другом переводе – конструкций, структурных отношений) – гештальтов [1]. Применяя принципы естественных наук физического и чувственного мира, они разработали методику восприятия формы и цвета, основанную на самонаблюдении и самопознании (рис. 1).



Рис. 1. Здание высшей школы изобразительного искусства Баухаус в г. Дессау

Созданные теория и метод оказались плодотворными в применении к искусству и образованию, так как на первый план выдвигались аспекты, связанные с восприятием окружающего мира. Своего рода гештальт-установки широко применялись И. Иттенем и В. Кандинским в преподавании в знаменитом Баухаусе. Новая образовательная программа Баухауса строилась так, что все студенты, независимо от того, готовились ли они стать архитекторами, художниками-дизайнерами или иметь другие специальности в области текстиля, графики или архитектуры, должны были начинать свое обучение с дисциплины специального форкурса. Необходимо добавить, что с Баухаусом связаны такие имена как В. Гропиус, Л. Мис ван дер Роэ, В. Майнер, Л. Мохой-Надь, М. Б. Брейнер и других великих архитекторов, имеющих мировую известность.

Методу гештальт-психологии принадлежит особое место в самом существовании Баухауса – его специального форкурса, который принципиально изменил методику художественного образования в российском ВХУТЕМАСе [2].

На примере «Сенежской студии» при Союзе художников экспериментально апробировалась методика гештальт-установки в архитектурном рисунке в течение нескольких лет в послереволюционной России.

Однако с середины 30-х годов это методика была закрыта для большинства творческой интеллигенции, как неблагонадежной прослойки общества.

Основным критерием оценки действительности для гештальта является «фигура – фон». Так, лиловый цвет выглядит голубоватым на красном фоне и красным – на голубом. Контекст, в котором появляется элемент, называется гештальт-психологическим «фоном», на котором выступает – «фигура». Для художественного восприятия мира отношение между фигурой и фоном – это процесс постоянного и значимого появления и исчезновения, в зависимости от времени, законченности формы в данной ситуации. Такие термины как «здесь и сейчас», «фигура – фон», «поле субъекта», «поле среды», «незаконченная ситуация», широко применяемые в настоящем времени в художественном образовании, пришли именно из гештальт-психологии.

На основе «гештальт-установки», например, интересно раскрыта теория контрастов. Так, при сравнении между собой двух цветов, находят между ними чётко выраженные различия. Когда эти различия достигают своего предела, говорится о диаметрально или полярном контрасте. Так, противопоставления большой – маленький, белый – чёрный, холодный – тёплый в своих крайних проявлениях представляют собой полярные контрасты. Наши органы чувств функционируют только посредством сравнений. Глаз воспринимает линию как длинную только в том случае, если для сравнения перед ним имеется более короткая, но та же линия воспринимается короткой при сравнении с более длинной. Подобным же образом впечатления от цвета могут быть усилены или ослаблены с помощью других контрастных цветов. В природе более удаленные предметы, в силу отделяющего от нас воздушного слоя, всегда кажутся более холодными. Контраст холодного и теплого обладает так же свойством влиять на ощущения приближённости или удаленности изображения. И это качество делает его важным изобразительным средством в задаче перспективы и пластических ощущений.

Таким образом, применение данного метода в «архитектурном рисунке», широко применяемого в начале прошлого века в ведущих школах искусств, основанного на «гештальте», помогает более глубоко подходить к выполнению творческих работ, в особенности по данной специальности.

Труды В. Гропиуса отличаются глубокой и тщательной разработанностью и духовной напряженностью. Его основная методическая установка – «интегральное» (комплексное) решение проблем новой архитектуры, практическим выражением которого явился материально-художественный синтез. Идея художественного синтеза развивалась в науке и искусстве в течение XIX–XX вв. Истоком её надо считать эстетику философского романтизма Шиллера и Шеллинга. В Эстетике Шеллинга разработан принцип тотального художественного синтеза: «Конструировать искусство – значит определять его место универсуме. Определение этого места есть единственная дефиниция искусства» [3]. Идея получила развитие также в поэтическом романтизме Новалиса, братьев Шлегель, Ваккенродера и др.

Глубокое философское осмысление идей художественного синтеза дал в своих трудах композитор Р. Вагнер. «Свобода человеческих способностей есть универсальная способность. Лишь искусство, которое отвечает все способности человека, является свободным, но таковым не является вид искусства, основывающийся на отдельной человеческой способности» [3]. Эта идея развивалась также в трудах Рёскина, Морриса, ван де Вельде. Она нашла свое отражение и в русском символизме (Блок, Брюсов, Белый), и в русском конструктивизме 1910-х гг. Также в различных художественных течениях: «назарейцев», «прерафаэлитов», немецких «Нового движения» и «Югендштиль», голландского «Стиль» и др.

Чтобы понять, как эти обширные научные и художественные разработки отражались в творчестве Гропиуса, необходимо осветить ту историческую обстановку, в которой творил мастер и порождённые ей проблемы, которые должен был решать учёный, рисовальщик и архитектор.

Свою научную деятельность В. Гропиус начал в немецком Веркбунде, основанном в 1907 г., под руководством Петера Беренса. Уже тогда, до Первой мировой войны, обо-

значились те основные проблемы, от решения которых и зависело дальнейшее социальное развитие, и формирование концепции Новой, «современной» по понятиям того времени, архитектуры. Ими были:

- рост городов и острая потребность в дешёвом благоустроенном жилье;
- индустриализация и механизация производства предметов потребления, в том числе и жилья – вытекающее отсюда снижение его художественных качеств;
- индивидуализация творческой деятельности и её отрицательные последствия в условиях индустриализации, дезинтеграции искусства по видам и жанрам, манерам архитектуры и отрыв её от новых требований жизни.

В 1910-х гг. В. Гропиус и П. Беренс создали меморандум о типизации в индустриальном производстве массовых малоэтажных квартир. Это был шаг в теоретическом решении проблемы и начало разработки концепции тотальной архитектуры – основной идеи архитектуры той эпохи [3].

В 1919 г. В. Гропиус создал и возглавил собственную архитектурную школу и центр архитектурного творчества – Баухаус. Сначала она располагалась в Веймаре, затем – в Дессау. Именно там развивалась идея «Новой архитектуры» – первоначально как романтический шиллеровский принцип художественного стиля «истинного человека», его «формообразующей деятельности», а в дальнейшем конкретизировались в концепцию «тотальной архитектуры», отражавшей новый взгляд на архитектуру вообще.

Тотальная архитектура предполагает, с одной стороны, вовлечение в творческий процесс проектирования и строительства всех трех заинтересованных сторон – заказчика (потребителя), производителя и архитектора (проектировщика). С другой стороны, объектом творчества считается не просто дом, как сооружение, а вся жизненная материальная среда – от конструктивной основы до отделки и элементов быта. То есть, тотальная архитектура предполагает единство предметной среды. Эта сконструированная среда должна отвечать всем функциональным и эстетическим требованиям заказчика, которые изучаются архитектором и утверждаются в виде формализованных стандартов – нормативов. Это необходимо так же и потому, что в условиях массового индустриального производства, которое вошло в жизнь в начале века, неизбежна типизация строительных деталей, параметров жилья и даже его оборудования (мебели, сантехнических приборов и т. п.).

Условия реализации тотальной архитектуры предлагали участие в творческом процессе не отдельных талантливых мастеров архитектуры, а коллективов специалистов разных профилей, усилия которых объединены единством цели. Теоретически концепция тотальной архитектуры решала все упомянутые выше проблемы архитектуры нового времени. Тотальная архитектура не является особым новым стилем. Это только принцип органичного совмещения жизненного функционализма и художественных форм в условиях индустриального производства. Другими словами, это естественно формируемый способ единообразного мышления заказчика, производителя и архитектора, вытекающие отсюда формы их поведения. Главным практическим результатом тотальной архитектуры стал дом заводского изготовления *factory made house*, в американской практике названный *packed house*.

Концепция тотальной архитектуры глубоко и тщательно прорабатывалась архитектором на протяжении всей его жизни, также как экспериментирование и попытки внедрения в жизнь массового, экономичного и благоустроенного дома заводского изготовления. Но полной реализации эта идея не получила.

Наступает послевоенная полоса потепления и на смену сталинскому ампиру приходят малогабаритные «хрущёвки». В обстановке послевоенной разрухи партия и правительство ставят задачи скорейшего восстановления народного хозяйства страны. При этом максимально предоставить нуждающимся отдельные квартиры, переселяя людей из тесных коммуналок и из полуподвальных помещений. На этот исторический период это был большой шаг к человеку.

В Москве создаётся экспериментальный научно-исследовательский институт ЦНИИ типового проектирования. Изучаются и применяются строительные минимальные нормы для жизнедеятельности человека. Выпускаются новая нормативная документация, Госты, СНиПы, альбомы типового проектирования по всем видам функционального назначения зданий и сооружений и т. д. Основной акцент направлен на науку эргономика (от др.-греч. – работа + закон, в традиционном понимании наука о приспособлении должностных, рабочих мест, предметов и объектов труда, исходя из физических и психологических особенностей человеческого организма) [4; 5]. Другими словами, о необходимом (минимальном) соотношении человеческих форм и окружающей искусственной среды, как это показано на рис. 2, взятом из Краткого справочника архитектора [5].

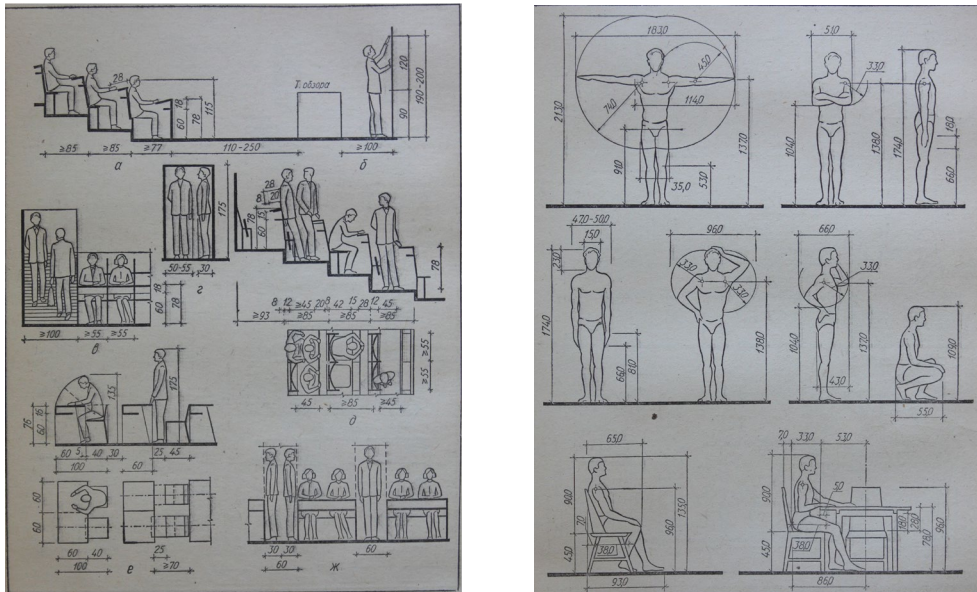


Рис. 2. Габариты учащихся в помещениях вузов

Сейчас этот период в архитектурной практике очень критикуется. Но нормы есть нормы. И только в рамках не менее, потому что физически человеку невозможно существовать, а больше нельзя – не позволяла экономика страны. Сейчас они тоже важны, но уже с другим определением – так или более. Создавались типовые альбомы по проектированию зданий различного функционального назначения, сооружений, малых архитектурных форм. И творческая задача архитектора сводилась к минимуму – правильно «поставить» здание, учитывая сетевые коммуникации, розы ветров т. д. Например, создавая детскую площадку, имея в наличии все типовые малые формы: детские горки, песочницы, посадку кустов и деревьев на расчет количества детей, сметы, заводы-изготовители, архитектору нужно было только обратиться к альбому типовой детской площадки и правильно её разместить на заданном месте, согласовывая с заказчиком.

Первые годы это воспринималось как достижение человеческой мысли, прогресс во многих областях культуры, науки, техники. Даже ставились пьесы на производственные темы, снимались художественные фильмы. Сейчас они стали классикой, по которой учат студентов.

Так, в 1970 г. выходит драматический фильм выдающегося советского режиссера Сергея Герасимова «Любить человека» о трудном творчестве архитекторов, пытающихся отойти от жестких типовых правил, строящих новый город в Сибири (предположительно г. Норильск). На фоне постоянных диалогов и споров выдающихся архитекторов того времени (таких как ленинградский зодчий Сергей Борисович Сперанский) показывается передовая архитектура, нестандартные отделки фасадов и планировки квартир. В фильме представлены пилотные проекты квартир, напоминающие современные квартиры-студии.

Необходимо подчеркнуть, что прошло более 60 лет от «хрущёвок» и 100 лет от идей теории Гропиуса о тотальной архитектуре (рис. 3).



Рис. 3. Студенческие работы

Несмотря на скучную депрессивную застройку, малоинтересную с позиции творчества для архитектора, в эту эпоху были заложены полезные задачи и ответы на них – изучать взаимодействие человека с искусственной средой. Возвращаясь к гештальту, как образу, конструкции, мы можем сказать, что эпоха типового проектирования заложила системный базовый пласт к образу современного архитектора. Не только опытный специалист, творческий рисовальщик, знающий историю, владеющий компьютерной техникой. Самое главное в специальности архитектора – любить человека, именно об этом фильм Сергея Герасимова.

Литература

1. Шоттенлоэр Г. Рисунок и образ в гештальттерапии. М.: ЦНТИ по гражд. стр-ву и арх-ре, 1987. Вып. 5. 51 с.
2. Иттен И. Искусство цвета. М.: Д. Аронов, 2000. 95 с.
3. Шеллинг Ф. В. Философия искусства. М.: Мысль, 1996. 72 с.
4. Эргономика [Электронный ресурс] // Википедия – свободная энциклопедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Эргономика> (дата обращения: 08.05.2018).
5. Коваленко Ю. Н., Шевченко В. П., Михайленко И. Д. Краткий справочник архитектора (гражданские здания и сооружения). Киев: Будівельник, 1975. 701 с.

УДК 72.021.22:741

Елена Геннадьевна Молоткова,
канд. архитектуры, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: elena-molotkova@yandex.ru

Elena Gennadijevna Molotkova,
PhD of Architecture, Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: elena-molotkova@yandex.ru

РИТМИЧЕСКИЕ ПОВТОРЕНИЯ КАК ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОЕ СРЕДСТВО ОРГАНИЗАЦИИ ПРОСТРАНСТВА В КАРТИНЕ

RHYTHMIC REPETITIONS AS AN ARTISTIC TOOL TO ARRANGE OBJECTS IN THE SPACE OF A DRAWING

В изобразительном творчестве для архитектора особенно важно умение четко организовать пространство в картине. С этими проблемами приходится сталкиваться в любом задании, учитывая специфику профессии архитектора, особенно отчетливо они выявляются в изображении интерьера или пейзажа (как правило, включающего архитектурные объекты). Важно также направить взгляд зрителя, привлечь его к тому, что является в картине главным в соответствии с замыслом. В статье рассматриваются вопросы использования ритмических повторений для организации композиции художественного произведения. В ху-

дожественных произведениях или архитектурных сооружениях часто можно проследить несколько существующих одновременно ритмических закономерностей. Отмечается, что иллюзия пространства создается на изобразительной плоскости за счет использования ритмических повторений, и характер формата тесно связан со всей внутренней структурой художественного произведения.

Ключевые слова: ритм, ритмические ряды, картина, формат, композиция.

In art, it is very important for an architect to arrange objects in the space of a drawing accurately. Considering the specifics of architect's work, these problems are rather frequent and can arise in any task. They are most pronounced in drawings of the interior or scenery (commonly including architectural objects). It is also important to direct spectator's attention to an item that is the most important in the drawing according to the conception. Ways to use rhythmic repetitions to create the artwork composition are considered in the article. Several co-existing rhythmic patterns can often be observed in pieces of art and architectural structures. It is noted that the illusion of space is created on the picture plane due to the use of rhythmic repetitions, and the format is closely related to the whole internal structure of a piece of art.

Keywords: rhythm, rhythmic pattern, drawing, format, composition.

В изобразительном творчестве для архитектора особенно важно умение четко организовать пространство в картине. С этими проблемами приходится сталкиваться в любом задании, учитывая специфику профессии архитектора, особенно отчетливо они выявляются в изображении интерьера или пейзажа (как правило, включающего архитектурные объекты). Важно также направить взгляд зрителя, привлечь его к тому, что является в картине главным в соответствии с замыслом.

Архитектурный образ – совокупность черт в архитектурном произведении, задающих определенную форму его восприятия общественным сознанием и сознанием отдельных людей в соответствии с замыслом автора.

Художественный образ – отображение действительности, предметной среды на изобразительной плоскости, осуществленное через призму рационального и эмоционального восприятия художника.

И художественный, и архитектурный образы несут в себе эмоциональную и смысловую нагрузку. При этом не может быть идентичности в восприятии этих образов в сознании каждого из зрителей и автора.

Одним из средств создания архитектурного или художественного образа служит ритм.

Говоря о каком-либо изображении, мы используем понятия: линия, пятно, контраст. Но организация пространства в картине происходит за счет не отдельных элементов, а их повторений, чередований.

Причем можно говорить о ритмических повторах горизонталей, вертикалей, диагоналей, цветовых и тональных пятен, контрастов, отдельных элементов изображения.

Иногда художники доводят такие чередования до состояния регулярности, повторяемости, симметрии. Это можно рассмотреть на примере двух произведений – «Гости оленьей свадьбы» Ивана Генералича (рис.1) и «Предназначение» Фердинанда Ходлера (рис. 2). Хотя в каждом случае художники прибегают к подчеркнутым ритмическим повторениям, они достигают различных результатов.

На картине «Гости оленьей свадьбы» мы видим повторяющиеся ряды деревьев, на переднем плане – вереницу оленей. И трудно сказать, какая фигура является главной. Возможно, чуть-чуть обособлена фигура последнего оленя. Таким образом, в этом произведении взгляд зрителя не направляется к какому-то смысловому центру, и его композиция не является замкнутой, она могла бы быть продолжена влево или вправо.

Ф. Ходлер в своей картине «Предназначение» изображает повторяющиеся по размерам, массе цветовых пятен и т. д. практически одинаковые фигуры, но все же направляет взгляд зрителя на расположенную в центре фигуру ребенка как символа новой жизни. Это достигается за счет поворотов фигур, зритель также следует за направлением их взглядов, расположение фигур полукругом также привлекает внимание зрителя к образованному на переднем плане пространству.



Рис. 1. И. Генералич. Гости оленьей свадьбы



Рис. 2. Ф. Ходлер. Предназначение

В картине художник может использовать огромное количество ритмических рядов, которые будут присутствовать одновременно. Это может быть использование повторяющихся:

- элементов с одинаковыми параметрами;
- элементов, у которых изменяется размер и (или) расстояние между ними с использованием определенной закономерности;
- цветowych пятен;
- тональных контрастов.

В картине или в архитектурном произведении возможно построение сложных ритмических рядов, включающих в себя более простые.

Может происходить равномерное и неравномерное изменение свойств ритмических рядов, ослабление или усиление изменяющегося признака.

Пример – создание в картине иллюзии воздушной перспективы – изменяются размеры элементов, расстояние между ними и их тональная насыщенность.

В присутствующих в картине ритмических рядах свойства могут нарастать в одном направлении, тогда происходит их взаимное усиление. Если свойства одного ряда нарастают, другого — ослабевают в этом же направлении, ряды могут ослаблять свойства друг друга.

В зависимости от скорости изменения признака ряды могут быть более или менее динамичными.

При этом нужно понимать, что чаще всего появление ритмических рядов в картине обусловлено интуитивными ощущениями автора, а не предварительными сложными расчетами.

В архитектуре и скульптуре мы постоянно сталкиваемся с ритмическими чередованиями – это и фризy, и скульптурное убранство произведений архитектуры, и складки одежды в самих скульптурах, ряды колонн и пилястр, окон, ярусы колоколен и небоскребов, и многое другое.

Присутствие ритмических рядов помогает добиваться единства художественного произведения, часто играет обобщающую роль.

При этом большое количество ритмически изменяющихся элементов или форм при большой их протяженности может аналогично метрическому ряду утомлять своим однообразием и монотонностью.

Прежде всего, к ритмически построенным изображениям относят те, в которых четко видна структура, отчетливое деление пространства на равные, подобные или похожие сюжетные, линейные или тональные элементы. Зачастую признаки ритма в композиции трудноуловимы.

В результате научных исследований [1] выяснилось, что при восприятии ритмического ряда перемещение взгляда действительно соответствует направлению движения

ритма, и среди ритмообразующих признаков самым действенным оказался размер, затем – интервал, затем – тональность.

Таким образом, художник может добиваться необходимой ему иллюзии, усиливая все изменения ритмических рядов в одном направлении, усиливая одни ряды и ослабляя другие, добиваясь их взаимной нейтрализации или даже вводя цикличность в ритмические построения. Как правило, при первом же взгляде на картину элементы ряда подсознательно вычлениваются и группируются зрителем.

В. А. Фаворский писал, что «прямая линия выражает движение равномерное и довольно быстрое, а неравномерно кривая – моделирует движение, которое будет то ускоряться, то замедляться. На выпрямленных местах движение будет ускоряться, на закругленных – замедляться» [2].

Работая над картиной, выявляя существующие в изображаемом объекте ритмы, привлекая внимание к каким-то из них, художник может связать композицию в единое целое.

В художественных произведениях или архитектурных сооружениях часто можно проследить несколько существующих одновременно ритмических закономерностей.

При помощи присутствующих в картине ритмических рядов художник может:

- создать иллюзию глубины пространства;
- направить взгляд зрителя;
- внести в картину иллюзию динамичности или статичности;
- внести элемент обобщения в картину;
- обеспечить целостность восприятия картины.

Нельзя забывать, что иллюзия пространства создается на изобразительной плоскости в значительной степени за счет использования ритмических повторений, и характер формата тесно связан со всей внутренней структурой художественного произведения и часто даже задает ее.

Литература

1. Семирамидский А. Дизайн – Зачем и как? Беседа 6-я // Comprice.ru: сайт. URL: <http://www.comprice.ru/articles/detail.php?ID=42647> (дата обращения: 25.04.2018).
2. Фаворский В. А. Литературно-теоретическое наследие. М.: Советский художник, 1988. 588 с.

УДК 72.021.22:741

Константин Валентинович Тарасов, преподаватель
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: tarasov.eremina@mail.ru

Konstantin Valentinovich Tarasov, Lecturer
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: tarasov.eremina@mail.ru

ПРОПОРЦИИ АРХИТЕКТУРНЫХ ДЕТАЛЕЙ

PROPORTIONS OF ARCHITECTURAL DETAILS

Изучение больших пропорций в архитектуре начинается с малого – с изучения простейших, базовых форм и архитектурных деталей. Конечно, в рамках учебного процесса невозможно охватить всё разнообразие архитектурных элементов, но подробное изучение нескольких деталей может дать представление о соразмерностях больших архитектурных форм. Органичность и легкость присущая архитектуре, основанной на греческом наследии, может быть воспринята и осмыслена в процессе изображения предмета на плоскости. Статья посвящена изучению малых архитектурных форм для творческого экзамена по рисунку интерьера залов. Что особенно важно для поступающих абитуриентов на архитектурный факультет.

Ключевые слова: пропорции, архитектурные детали, рисунок, построение профиля, греческая архитектурная ваза.

Studying large proportions in architecture starts with small things, with studying the simplest, the most basic forms and architectural details. Obviously, during the educational process it is impossible to cover all varia-

tions of architectural elements, but a detailed study of several items can shed some light on proportionality of large architectural forms. Harmony and simplicity inherent in architecture based on the Greek heritage can be perceived and comprehended during the process of depicting an image on a surface. The purpose of the article is to study small architectural forms for a creative exam in hall interior drawing, which is especially important for applicants to architecture programs.

Keywords: proportions, architectural details, drawing, building a profile, Greek architectural vase.

Еще совсем недавно рисунок в архитектуре выполнял весьма утилитарную функцию, с помощью него архитектор создавал визуализацию своего проекта. Сегодня рисунок освободился от этих задач и снова стал инструментом познания окружающего мира, методом осмысления взаимосвязи элементов композиции [1]. Механическое копирование природы становится все более бессмысленным, так как современные технологии элементарно выполняют эту задачу за нас. В рисунке раскрывается мышление будущего архитектора, его способность к объемному видению. Искусство рисунка – это, прежде всего, умение видеть пропорции предметов, умение обобщить разрозненную визуальную информацию и собрать её в виде некой структурированной системы [2].

Итак, давайте перечислим некоторые формы и архитектурные детали, с которыми предстоит познакомиться абитуриенту и которые должны быть уже хорошо известны студенту-архитектору. Начнем с простейших, но абсолютно незаменимых, геометрических форм: шар, конус, цилиндр и куб. Не будет лишним напомнить, что все природные, а тем более искусственные формы являются комбинациями этих четырех базовых форм. С этого начинается обучение рисунку, от частного к общему, от малого к большому.

Неким переходом к изображению более сложных, комбинированных предметов, служит рисование шестигранной призмы и пирамиды. Эти более сложные формы также обязательны для изучения будущему архитектору. Кроме вышеперечисленных геометрических форм, мы рассмотрим пропорции архитектурных деталей: капитель, греческая архитектурная ваза, большая ваза и балясины (рис. 1).



Рис. 1. Пропорции архитектурных деталей

Это уже сложные предметы, состоящие из более простых форм. Они имеют четко определенные пропорции, как в соотношении внутренних размеров самого предмета, так и в соразмерности другим архитектурным деталям.

Несмотря на то что этот набор предметов довольно ограничен, из него можно составить множество разнообразных конструкций. И, конечно же, при попытке изображения постановки с архитектурными деталями возникает проблема нахождения пропорций этих предметов. Найти соразмерности элементов композиции возможно только методом сравнения габаритных размеров этих предметов. Для этого будущий архитектор должен провести настоящее исследование. В котором он найдет все пропорциональные соотношения между предметами и соотнесет их с окружающей средой, в нашем случае с интерьером. На рис. 1 приводится пример такого исследования, пропорции всех предметов для наглядности сведены в одну таблицу.

Рассмотрим более подробно греческую архитектурную и большую вазы (рис. 2). Эти архитектурные детали представляют собой комбинацию простых геометрических форм. Цилиндров, конусов и шаров. Выразительность и узнаваемость вазы заключается именно в гармоническом соотношении всех малых форм из которых она состоит. Как и у других тел вращения, объем вазы строится вокруг осевой линии, без оси построение профиля вазы невозможно. С её помощью может быть легко создана строгая симметрия формы. Осевая линия показывает также высоту предмета. Рекомендуется сохранять эту важнейшую составляющую построения до самого окончания рисунка.

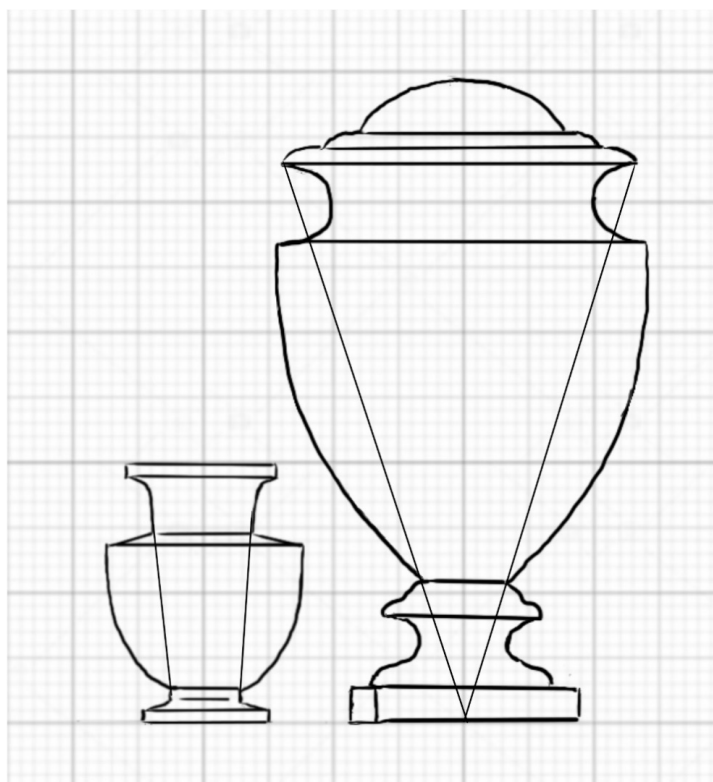
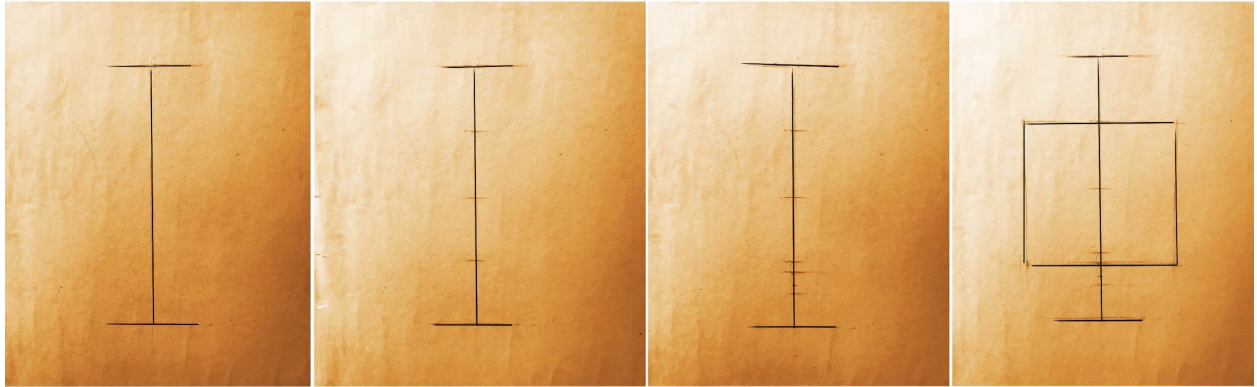


Рис. 2. Греческая архитектурная и большая вазы

Итак, давайте разберем элементы этих архитектурных деталей сверху вниз. В верхней части любой вазы находится горловина. Как у малой, так и у большой вазы горловина занимает четверть общей высоты. Это придает известное изящество обеим конструкциям, верхняя часть не кажется перегруженной. То есть построение профиля в обоих случаях начинается с деления высоты вазы на четыре части (рис. 3, 4).

В малой архитектурной вазе все элементы ниже горловины вписываются в квадрат, а в «большой» вазе в квадрат вписывается средняя часть без подножия, что сообщает

устойчивость пропорциям этих архитектурных деталей. Средняя часть, так называемое «туловище» большой вазы, занимает две четверти общей высоты, в отличие от архитектурной вазы, где средняя часть несколько больше. И наконец, в нижней части каждого сосуда находится подножие. Размер подножия малой архитектурной вазы в два раза меньше горловины, то есть всего лишь одна восьмая всей высоты, а у большой вазы высота подножия равна немногим менее четверти всей высоты.

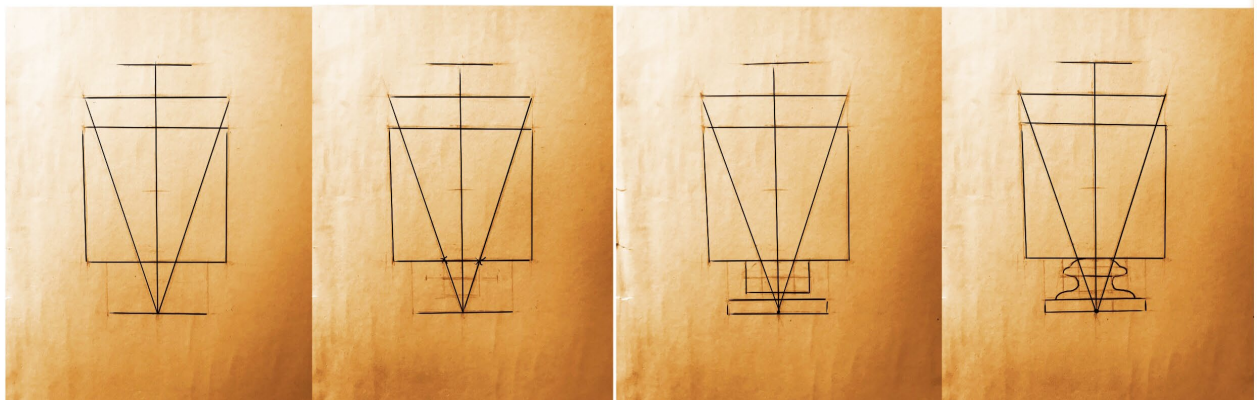


1. определяем высоту вазы.

2. разделим высоту вазы на 4 части.

3. находим $1/6$ от нижней четверти высоты.

4. средняя часть вазы вписывается в квадрат.

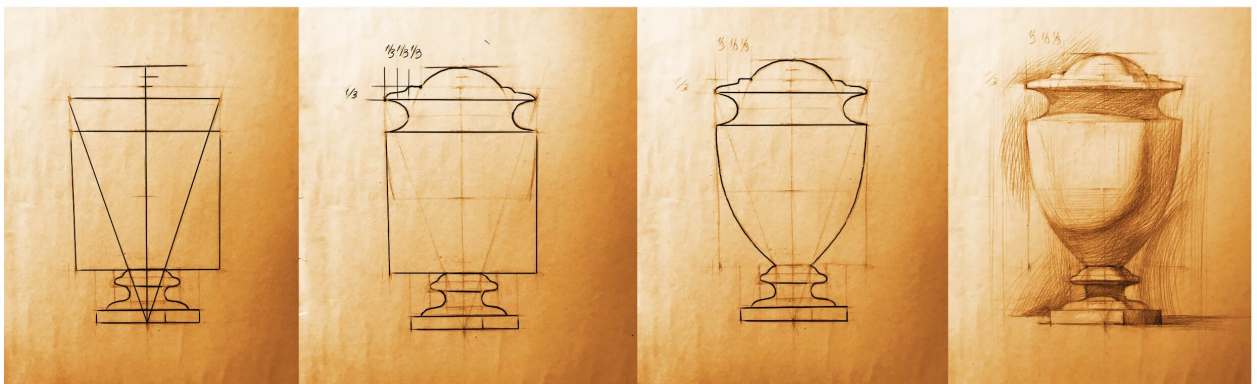


5. делим верхнюю четверть (горловину) на 2 равные части.

6. соединим найденные точки с центром основания так мы найдем самое узкое место вазы.

7. «ножка» основания вписывается в два квадрата (сторона квадрата см. 6).

8. уточняем основание. высота «подножия» равна $1/2$ отрезка найденного в пункте 6.



9. делим верхнюю половину горловины на три равные части.

10. уточняем горловину пользуясь найденной $1/3$ так как показано на схеме.

11. находим образующие средней части вазы.

12. моделируем форму вазы.

Рис. 3. Построение профиля вазы

Несмотря на различие в пропорциях подножий, есть между этими двумя формами одно очень важное сходство. Переход между средней частью и подножием в каждом из случаев является самым узким местом вазы. И что наиболее интересно, этот участок пластически связывает горловину каждой из ваз и подножие. Эта связь пронизывает насквозь форму сверху вниз, рождает ощущение гармонии, соразмерности всех составляющих частей.

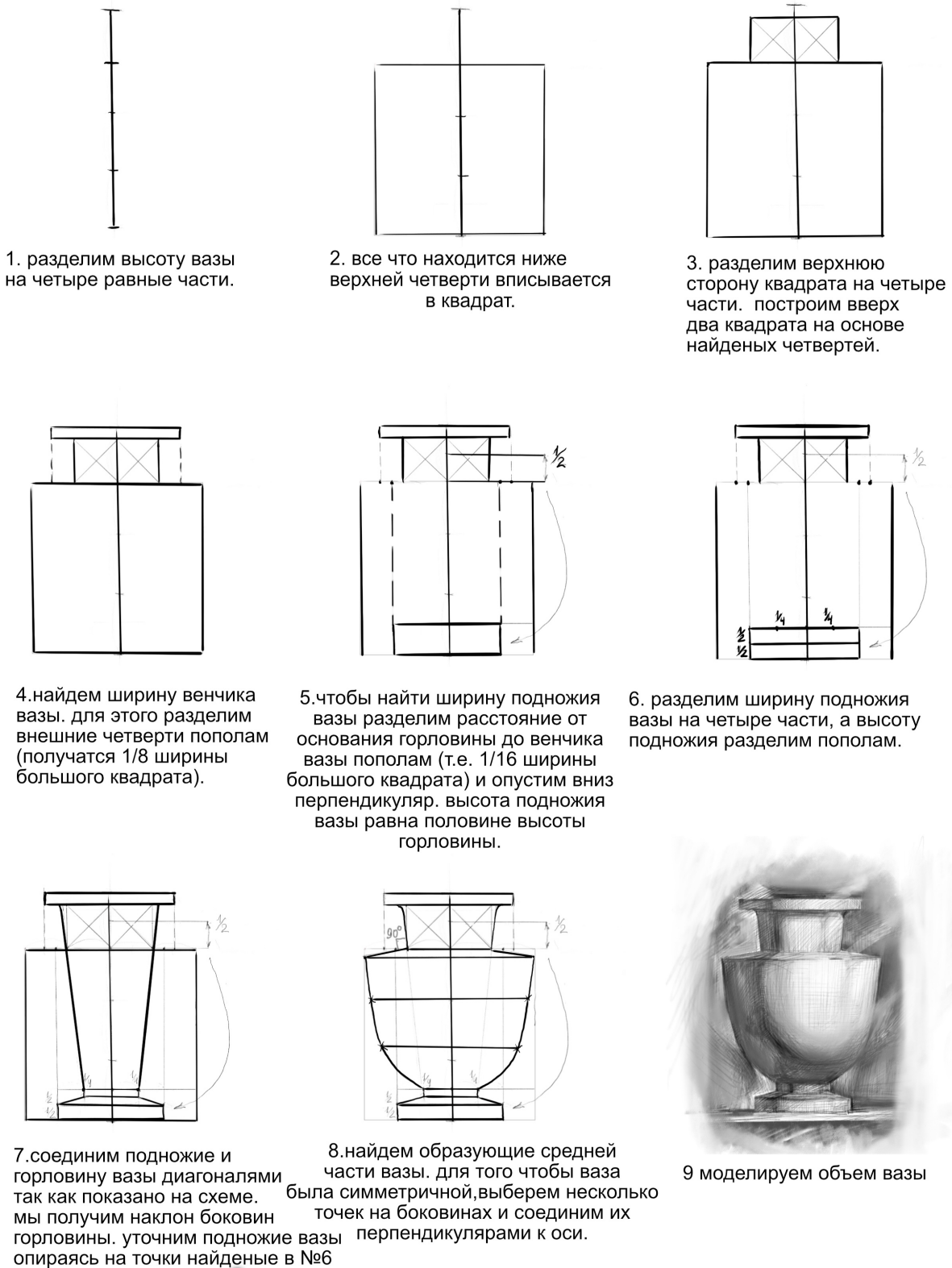


Рис. 4. Построение греческой вазы

Таким образом, рассмотрев профиль всего лишь двух архитектурных деталей, мы можем выявить множество закономерностей, приемов построения объема. Чередование различных по размеру и форме масс создает силуэт, который передает наблюдателю информацию о конструкции предмета, эта информация также способна вызвать эстетическое чувство. В больших соразмерностях масс скрывается истинная красота архитектуры. И первые шаги к пониманию этой гармонии необходимо делать с помощью рисунка. Именно с помощью рисунка человек начал постигать пропорции, наблюдаемые им в природе. Процесс изображения – это непрерывное собирание и обобщение сведений об изображаемом предмете, отбор наиболее характерного и важного. Художественный отбор также необходим, так как передача натуры во всем богатстве деталей невозможна в силу ограниченности доступных формальных средств. Трансформация всех сведений о предмете в изображение на плоскости требует гораздо большей глубины понимания, сосредоточенности и внимания, чем простое перечислений свойств предмета. В настоящее время рисунок остается незаменимым инструментом познания видимого мира.

Литература

1. Возняк Е. Р. Архитектурные обломы и профили раннего классицизма в Санкт-Петербурге // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1–1. URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=17680> (дата обращения: 14.05.2018).
2. Мусатов А. А. Проблемы наследования и влияния культур в генезисе архитектурной формы // Архитектура и современные технологии: международный электронный научно-образовательный журнал. 2011. № 3(16). URL: <http://www.marhi.ru/AMIT/2011/3kvart11/musatov/abstract.php> (дата обращения: 28.04.2018).

Научное издание

АРХИТЕКТУРА – СТРОИТЕЛЬСТВО – ТРАНСПОРТ

Материалы 74-й научной конференции профессорско-преподавательского
состава и аспирантов университета

3–5 октября 2018 года

АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО

Часть I

Компьютерная верстка В. С. Весниной

Подписано к печати 26.12.2018. Формат 60×84 1/8. Бум. офсетная.

Усл. печ. л. 26,0. Тираж 500 экз. Заказ 210. «С» 145.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.

190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4.

Отпечатано на ризографе. 198095, Санкт-Петербург, ул. Розенштейна, д. 32, лит. А.