

## Учредитель журнала

ЦНИИЭП жилища

Журнал зарегистрирован  
Министерством РФ по делам  
печати, телерадиовещания  
и средств массовой информации  
№ 01038

## Главный редактор

Юмашева Е.И.

## Редакционный совет:

Николаев С.В.  
(председатель)

Баринова Л.С.

Гагарин В.Г.

Заиграев А.С.

Звездов А.И.

Ильичев В.А.

Колчунов В.И.

Маркелов В.С.

Франивский А.А.

## Авторы

опубликованных материалов  
**несут ответственность**  
за достоверность приведенных  
сведений, точность данных  
по цитируемой литературе  
и за использование в статьях  
данных, не подлежащих  
открытой публикации

## Редакция

может опубликовать статьи  
в порядке обсуждения,  
не разделяя точку зрения автора

## Перепечатка

и воспроизведение статей,  
рекламных  
и иллюстративных материалов  
возможны лишь с письменного  
разрешения главного редактора

## Редакция не несет

ответственности  
за содержание рекламы  
и объявлений

## Адрес редакции:

Россия, 127434, Москва,  
Дмитровское ш., д. 9, стр. 3

Тел./факс: (499) 976-22-08  
(499) 976-20-36

E-mail: mail@rifsm.ru  
gs-mag@mail.ru

http://www.rifsm.ru

## СОДЕРЖАНИЕ

### Информация

Модернизация крупнопанельного домостроения –  
локомотив строительства жилья экономического класса ..... 2

### Региональные лидеры отрасли

Модернизация производства – основа успеха предприятия ..... 7

П.А. НИКИТИН

Залог 50-летнего успеха в стремлении развиваться ..... 8

### Крупнопанельное домостроение

С.В. НИКОЛАЕВ

Локомотив строительства жилья экономического класса набирает скорость .... 10

И.Л. РОМАНОВ

Синергия производства и девелопмента в крупнопанельном домостроении.... 13

В.А. ШЕМБАКОВ

Выполнение задач современного строительства  
с помощью технологии сборно-монолитного каркасного домостроения ..... 17

В. ШКАТОВ, Г. ВИЛЬДЕРМУТ

Новый модуль Allplan Precast для конструирования многослойных панелей .... 20

Л.М. КОЛЧЕДАНЦЕВ, Н.П. РОЩУПКИН

Жилье экономического класса – сборное,  
монолитное или сборно-монолитное? ..... 24

### Расчет конструкций

Б.С. СОКОЛОВ

Совершенствование методики расчета и конструирования  
стеновых панелей крупнопанельных зданий ..... 26

А.В. ГРАНОВСКИЙ, А.И. ДОТТУЕВ, И.Н. ТИХОНОВ

Повышение прочности горизонтальных стыков крупнопанельных зданий ..... 31

С.Н. ПИЧУГИН

Нелинейное деформирование тонкостенных резервуаров при взрыве ..... 33

Г.Г. БОЛДЫРЕВ, А.А. ЖИВАЕВ

Статический и динамический мониторинг ледовой арены ..... 36

### Подземное строительство

А.Г. ШАШКИН

Основы расчета подземных сооружений в условиях городской застройки  
на слабых глинистых грунтах ..... 39

### Экологическое строительство

А.Л. БОЛЬШЕРОТОВ

Оценка опосредованного воздействия строительства на окружающую среду ... 47

### Страницы истории

А.В. ВАСИЛЬЕВА, И. А. ПРОКОФЬЕВА

История комфортного жилища на примере московских малоэтажных ансамблей  
Часть II ..... 52

**На первой странице обложки:** типовая серия полносборных крупнопанельных домов ГМС-2001 для строительства в Москве и Московской обл. (Москва, район Северный, микр. 9, 2007 г.). Авторский коллектив: руководитель авторского коллектива В.М. Острецов, руководитель творческого коллектива народный архитектор РФ Ю.П. Григорьев; руководитель проекта В.Е. Стрелков; архитекторы В.А. Чурилов, В.В. Дзедушинский, Б.Р. Есатия; конструкторы: Л.Б. Гендельман, А.С. Колотов, Д.Г. Кузнецов, Н.Н. Пальцева (ОАО «ЦНИИЭП жилых и общественных зданий», Москва).

## Модернизация крупнопанельного домостроения — локомотив строительства жилья экономического класса

19–20 апреля 2011 г. в Москве состоялась I Международная научно-практическая конференция «Модернизация крупнопанельного домостроения — локомотив строительства жилья экономического класса», организаторами которой выступили Центральный научно-исследовательский институт типового и экспериментального проектирования жилых и общественных зданий (ЦНИИЭП жилища) и объединенная редакция научно-технических и производственных журналов «Строительные материалы»® и «Жилищное строительство» при поддержке Комиссии Совета Федерации по жилищной политике и жилищно-коммунальному хозяйству, Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН), Союза архитекторов России, Министерства строительного комплекса Московской области, Министерства строительства, архитектуры и ЖКХ Республики Татарстан. Генеральным спонсором конференции выступил ДСК «БЛОК» (предприятие Группы ЛСР).

Мероприятие такого формата, где встречаются представители законодательной и исполнительной власти, архитекторы и проектировщики, ученые и производственники, не проводилось в России более двадцати лет. Эти годы были не самыми позитивными для крупнопанельного домостроения: оно подвергалось объективной критике, субъективным нападкам апологетов других развивающихся домостроительных систем, изгонялось из некоторых регионов административными методами и посредством недобросовестной конкуренции. Тем не менее, когда требовалось быстро построить дешевое жилье или объекты социальной инфраструктуры, инвесторы и застройщики обращались именно к этому методу строительства. Понеся большие потери, отрасль все-таки сохранила достаточно высокий производственный потенциал, чтобы принять вызов нового времени. Обсудить существующую ситуацию и наметить пути дальнейшего развития крупнопанельного строительства в Москву приехали более 250 руководителей и ведущих специалистов строительно-инвестиционных компаний, домостроительных комбинатов, заводов КПД, проектных институтов, предприятий машиностроения из 33 регионов России и 5 зарубежных стран. Благодаря поддержке региональных строительных министерств самыми представительными были делегации Московской области и Республики Татарстан.

Поскольку крупнопанельное домостроение изначально было инструментом выполнения государством обязательств перед гражданами по обеспечению жильем, а в настоящее время в жилье остро нуждаются почти 30 млн человек, большая часть которых малообеспеченные, в том числе «государевы» люди (военно-

служащие, сотрудники силовых структур, врачи, учителя), актуальность и своевременность проведения конференции стала очевидной. Известно, что средняя обеспеченность жильем в Российской Федерации составляет 20–21 м<sup>2</sup> на человека, однако доля аварийных и ветхих домов достаточно велика. Это отметил в своем выступлении председатель Комиссии Совета Федерации по жилищной политике и жилищно-коммунальному хозяйству **В.П. Парфенов**. Определенные положительные результаты достигнуты: в настоящее время в 12% ветхих домов проведен капитальный ремонт, 30% аварийного жилья расселено; 15 млн граждан улучшили свои жилищные условия. Дальнейшая реализация реконструкции аварийного и ветхого жилья требует наличия переселенческого фонда, которого в стране нет. Другая проблема — необходимость создания рынка арендного жилья, которое должно составлять 20–25% всего жилищного строительства. По словам Валерия Павловича, это объемы крупнопанельного домостроения, которое должно быть не только экономичным и быстровозводимым, но и комфортным, экологичным, энергоэффективным.

Заместитель министра регионального развития **К.Ю. Королевский** отметил представительный состав участников мероприятия и своевременность проведения конференции. Он напомнил, что если в 2010 г. сдано 58 млн 114 тыс. м<sup>2</sup>, то к 2015 г. надо будет сдавать по 90 млн м<sup>2</sup> жилья в год, а в 2020 г. — 140 млн м<sup>2</sup> в год. Вопрос в том, как стройиндустрии выполнить планы правительства? Простые расчеты показывают, что если в настоящее время доля КПД составляет порядка 20 млн м<sup>2</sup> в год, то к 2020 г. она должна



Президиум конференции (слева направо): первый вице-президент Национального объединения саморегулируемых организаций, основанных на членстве лиц, осуществляющих строительство (НОСТРОЙ), А.И. Вахмистров; председатель Комиссии Совета Федерации по жилищной политике и жилищно-коммунальному хозяйству В.П. Парфенов; главный редактор научно-технических и производственных журналов «Строительные материалы»® и «Жилищное строительство» Е.И. Юмашева; генеральный директор ЦНИИЭП жилища С.В. Николаев; президент Российской академии архитектуры и строительных наук академик А.П. Кудрявцев

составить около 70 млн м<sup>2</sup> в год. Именно поэтому необходимость модернизации базы КПД очевидна. В настоящее время в Российской Федерации действует около 200 предприятий КПД (в конце 1980-х гг. их было более 400). Часть из них уже модернизирована, остальные нуждаются в серьезной реконструкции. Константин Юрьевич отметил необходимость создания выгодных для инвесторов условий: выделение бесплатных земельных участков в регионах; обеспеченность площадок строительства инфраструктурой; компенсация банковской процентной ставки тем производителям, которые займутся реконструкцией за счет средств, предусмотренных для регионов в ФЦП «Жилище».

О работе Федерального фонда содействия развитию жилищного строительства рассказал заместитель генерального директора **А.Н. Старовойтов**, отметивший решающую роль ДСК в реализации планов по введению 1 м<sup>2</sup> жилья на человека в год. Основная задача фонда – вовлечение в коммерческий оборот неэффективно используемых федеральных земель. В настоящее время вовлечено более 30 земельных участков по всей территории РФ. Эти участки, имеющие площадь по 500 га, предназначены не только для строительства жилья, но и объектов стройиндустрии. К настоящему времени 9 участков реализовано для этих целей. В докладе отмечена ориентация фонда только на строительство социального жилья. Фонд совместно с профильными организациями создает библиотеку типовых проектов для строительства жилья. Пока в библиотеке только проекты малоэтажных домов, но возможно и проведение конкурсов для целевого использования панельного многоэтажного домостроения. На данный момент фонд не приобрел ни одного проекта панельного многоэтажного панельного дома, так как представленные проекты не удовлетворяют требованиям энергоэффективности и экологичности.

Президент Российской академии архитектуры и строительных наук академик **А.П. Кудрявцев**, не подвергая сомнению потенциал КПД для строительства жилья экономического класса, выразил опасения архитектурного сообщества в том, что если КПД будет определено как приоритетное направление обеспечения граждан социальным жильем, города опять станут похожими друг на друга. Он отметил, что преодолеть отношение к крупнопанельному домостроению трудно. Однако совместные усилия ученых, архитекторов, производителей помогут определить реальные параметры сегмента КПД в жилищном строительстве как гибкого технологичного инструмента архитектурно-градостроительных решений жилой среды XXI в.

Первый заместитель главного архитектора Москвы **Ю.П. Григорьев**, в частности, поднял вопросы, связанные с экономикой эксплуатации многоэтажных домов. Он напомнил, что увеличение этажности на каждые пять этажей увеличивает стоимость эксплуатации в разы. В современных условиях гонки за прибылью застройщика, стремления на одном фундаменте возвести как можно больше дешевого жилья, параметры качества жизни в таких домах снижаются. В зарубежных странах стоимость эксплуатации самый главный вопрос при рассмотрении проекта.

Генеральный директор ЦНИИЭП жилища **С.В. Николаев** показал, что современное крупнопанельное домостроение – это совершенно другой уровень архитектурно-планировочных решений, инженерного обеспечения, качества строительства. Квартиры в крупнопанельных домах продаются быстрее, так как они дешевле. Для быстрого прироста рынка жилья целесообразно модернизировать существующую базу КПД и использовать это дешевое жилье для социальных нужд. Ведь реальная ситуация в стране очень сложная: 1,2 млн человек не имеют жилья; 6 млн человек живут в аварийных и ветхих домах; 24% всего жилого фонда (720 млн м<sup>2</sup>) не имеет водопровода; 28% всего жилого фонда (840 млн м<sup>2</sup>) не имеет канализации; 37% всего жилого фонда (1110 млн м<sup>2</sup>) не оборудовано горячим водоснабжением; более 4 млн человек десятилетиями стоят в очереди на получение жилья.



Председатель Комиссии Совета Федерации по жилищной политике и жилищно-коммунальному хозяйству **В.П. Парфенов**



Директор ЦНИИЭП жилища **В.М. Острецов**



Директор Allbau Software GmbH (Германия) **В. Шкатов**



Руководитель строительного направления Группы ЛСР, управляющий ЗАО «ДСК «Блок» и ОАО «Гатчинский ДСК» **В.И. Черняев**



Жилой комплекс «Сакраменто» в г. Балашиха Московской обл., застраиваемый малоэтажными крупнопанельными домами



Управляющий директор Группы ЛСР в Москве **И.Л. Романов** (см. статью на с. 13)



У П.Г. Афанасьева (слева), генерального директора Конструкторского бюро по архитектурно-строительным системам и новым технологиям им. А.А. Якушева, и С.В. Николаева, генерального директора ЦНИИЭП жилища всегда много тем для обсуждения



Главный инженер французской фирмы «Аркомат» Ж.-М. Барберу (слева) и коммерческий директор ООО «Гален» (Чебоксары, Республика Чувашия) Е.В. Николаев



За годы работы в отрасли сделано немало: управляющий ГК «Рекон-СМК» В.А. Шембаков (Чебоксары, Республика Чувашия) и В.И. Сохряков (справа), в настоящее время доцент МТАКХиС



Дискуссия в зале. Исполнительный директор ООО «Инвестиционно-строительная компания» (Оренбург) А.Л. Тюков

Крупнопанельный дом дешевле на 15–20% монолитного дома, на 20–25% – кирпичного во всех диапазонах этажности (от 2–3-этажных до 25); крупнопанельный дом строится значительно быстрее, нежели монолитный или кирпичный; в малоэтажных зданиях (ниже 5 этажей) эксплуатационные затраты на содержание на 40–50% меньше, чем в многоэтажных; около 80% социального жилья следует строить в малоэтажном безлифтовом исполнении – 4-этажным, блокированным, с местом для хранения автомобиля и, было бы совсем хорошо, с участком земли в 2–4 сотки; при недостатке земли (в мегаполисах и больших городах) социальные дома строить в многоэтажном исполнении (приблизительно 20% жилья).

В докладе директора ЦНИИЭП жилища **В.М. Острецова** приведены основные принципы формирования гибкой системы панельного домостроения. Среди главных выделены: *архитектурные* – комплексное решение архитектуры, градостроительная маневренность, объемно-пространственное разнообразие, вариантность архитектурно-планировочных решений, архитектурно-художественная выразительность; *конструктивные* – унификация и типизация элементов системы, изменение габаритов изделий в заданных параметрах, применение разнообразных стеновых материалов, совместимость с разными конструктивными системами, применение сплошных и пустотных плит перекрытий; *технологические* – оперативное изменение выпускаемых изделий, переход на новые проекты без переналадки производства, изменение выпускаемой продукции без снижения объемов, наличие постов переоснастки форм, вариабельная декоративная отделка фасадов зданий; *инженерные* – интеллектуальные инженерные системы и оборудование, автономные инженерные системы и оборудование, альтернативные источники энергии. Освоение системы ГСПД на новых и действующих реконструируемых предприятиях КПД позволит: резко увеличить объемы жилищного строительства за счет КПД, возводить жилые дома, удовлетворяющие социально-экономические потребности современного общества; оперативно решать сложные градостроительные задачи; обеспечить разнообразие застройки за счет выпуска изделий различных блок-секций, компоновки из них жилых домов различной этажности, протяженности, с современными архитектурно-композиционными решениями.

Управляющий директор Группы ЛСР в Москве **И.Л. Романов** показал на опыте работы предприятий Группы ЛСР, что производство и реализация крупнопанельных домов – это единый взаимосвязанный процесс, рентабельность которого напрямую зависит от того, насколько грамотно выстроено взаимодействие между девелопером, производителем и проектной организацией (**см. статью на с. 13**).

Руководитель строительного направления Группы ЛСР, управляющий ЗАО «ДСК «Блок» и ОАО «Гатчинский ДСК» **В.И. Черняев** большой энтузиаст и пропагандист крупнопанельного домостроения. На ДСК «Блок» внедрены новейшие технологии производства железобетонных изделий и проектирования домов из сборного железобетона. Мы искренне благодарны Владимиру Ивановичу за поддержку проекта проведения конференции на самом начальном этапе его разработки.

Выступая на пленарном заседании, В.И. Черняев рассказал о бесшовной технологии отделки фасада – «теплый фасад», которая позволяет: повысить теплоизоляцию наружных стен; закрыть межпанельные стыки; исключить протечки и промерзания в стыках наружных стен; придавать различную индивидуальную пластику фасадам зданий.

Участники конференции с интересом встретили доклад **С.Е. Шмелева**, генерального директора ЗАО «Патриот-Инжиниринг», осуществившего самый крупный и амбициозный проект реконструкции действующего домостроительного предприятия – Ростовского комбината КПД. Станислав Евгеньевич является сторонником применения только импортного оборудования, аргументируя это высоким качеством, комплектностью, участием зарубежных фирм в отладке технологии и обеспечении сервисного обслуживания. Что же, трудно спорить с такими аргументами, особенно учитывая бюджет реализованного в Ростове проекта.

Как мы помним, основными претензиями к крупнопанельным домам являются низкая теплотехническая эффективность, однообразие проектных решений и абсолютная невыразительность фасадов.

Об основах информационного моделирования здания рассказал директор AllbauSoftwareGmbH (Германия) **В. Шкатов**. Он представил возможности системы AllplanPrecast, такие как объемное моделирование зданий, планирование поставок, производства и монтажа, позволяющие реализовать индивидуальную архитектуру промышленным способом (**см. статью на с. 20**).

Об особенностях производства архитектурного бетона для создания оригинальных и разнообразных фасадов рассказал известный французский специалист **Ж.-М. Барберу**. Он сделал акцент на том, что стоимость и качество архитектурного бетона зависят от используемых видов цемента и пигментов; качества опалубки с водонепроницаемыми покрытиями, например силиконовым; вида применяемой обработки поверхности: кислотная (химическая) или пескоструйная обработка, полировка бетона, имитация природного камня. Кроме того, при производстве архитектурного бетона необходимо быть готовыми к изменениям технологического цикла (корректировка работы бетоносмесительного узла, пропарочной камеры и т. д.) и соблюдению точности размеров элементов.

Заместитель директора по научной работе ГП «Институт НИПТИС им. С.С. Атаева» (Минск, Республика Беларусь) **Л.Н. Данилевский** рассказал о республиканской программе по строительству энергоэффективных зданий, предусматривающей техническое оснащение зданий, а не увеличение приведенного теплосопротивления ограждающих конструкций.

На секции «Архитектура и особенности проектных решений крупнопанельных зданий» большой интерес участников вызвали выступления: заместителя директора по науке ЗАО «Казанский Гипронииавиапром» (Казань, Республика Татарстан) **А.Н. Коршунова**, в котором обоснована возможность параллельного производства двух серий крупнопанельных домов (эконом-класса и комфортных) на базе типового завода, построенного в советское время, а при условии кооперации с производителями пустотных плит безопалубочного формования возможно также производство индивидуальных панельных жилых домов; исполнительного директора ООО «Объемпроект» (Краснодар) **В.И. Синотова** об опыте проектирования и строительства жилых многоэтажных домов из объемных элементов с формированием индивидуальных фасадов за счет консольных выносов плит пола объемных блоков; главного конструктора ЦНИИЭП жилища **А.Б. Вознюка**, уделившего внимание фасадам крупнопанельных зданий из мелкоштучных элементов с представлением разработанных специалистами института конструкций наружных стен и узлов для создания разнообразной пластики фасадов и цветовых решений. В докладе руководителя центра проектирования и экспертизы НИИЖБ им. А.А. Гвоздева **И.Н. Тихонова** особое внимание было уделено вопросам армирования железобетонных конструкций. На примере совершенствования проектов серии И-155 в результате сотрудничества проектировщиков, научных работников и производителей расход арматурной стали снизился в среднем на 15% при одновременном обеспечении устойчивости жилых домов от прогрессирующего обрушения (см. статью на с. 31).

На секции «Технология и оборудование предприятий ДСК и КПД» разгорелась дискуссия после выступления генерального директора ЗАО «НИИКерамзит» (Самара) **В.М. Горина**, в котором он показал, что увеличение теплозащиты ограждающих стен более 2,5–3 м<sup>2</sup>·°С/Вт нецелесообразно: применение новых разработок в материаловедении и технологии производства керамзита позволяют применять керамзитобетон в однослойных ограждающих конструкциях. Продолжил тему однослойных конструкций доклад помощника руководителя ОАО «Управляющая компания холдинга Забудова» (Республика Беларусь) **Н.П. Сажнева**, в котором показано, что однослойные ячеисто-бетонные стены по критерию приведенных затрат обладают существенными преимуществами в сравнении с трехслойными.

Всего в рамках пленарной и секционной программ было представлено к обсуждению более 30 докладов.

20 апреля состоялась выездная сессия конференции, включающая два технических тура. Участники конференции посетили строительные площадки крупнопанельных зданий нового поколения в г. Балашихе Московской области: **многоэтажных** многосекционных жилых домов серии «ЕвроПа» в микрорайоне для военнослужащих (застройщик ЗАО «Мосстройреконструкция», производство комплектов домов ЖБИ-6, Группа ЛСР) и **малоэтажных** домов типа «ЕВРО» в жилом комплексе «Сакраменто» (застройщик ГК «Мортон», производство комплектов домов ЖБИ-6, Группа ЛСР), а также домостроительный комбинат «БЕТИАР-22» (предприятие ГК СУ-155), полная реконструкция которого проведена российской проектной организацией с установкой основного технологического оборудования российского производства для выпуска панельных домов серии ИП-46С мощностью предприятия 330 тыс. м<sup>2</sup> в год.

Конференция стала местом встречи профессионалов высокого класса из разных регионов страны. Кто-то из них работает в крупнопанельном домостроении с советских времен, кто-то пришел в этот бизнес относительно недавно. В каждом регионе сложилось особое отношение к крупнопанельному домостроению, особые условия выживания в рынке. Поэтому и дискуссии о дальнейших направлениях развития этого вида строительства были жаркими и эмоциональными.

Обсудив итоги пленарной и выездной сессий, участники конференции приняли **Решение**, в котором отмечается, что использование устаревшего оборудования и отсутствие на предприятиях гибкой технологии, позволяющей оперативно изменять продукцию в заданных пределах, существенно испортили имидж крупнопанельного домостроения, усугубили негативное отношение к крупнопанельным зданиям и облику жилых районов, построенных из этих зданий.

Зарубежная практика и примеры отечественного опыта использования крупнопанельной системы на базе внедрения гибкой автоматизированной технологии производства показывают высокую эффективность модернизации предприятий КПД, позволяющей: обеспечить рост объемов жилищного строительства; создать в течение 2–3 лет устойчивый рынок дешевого и комфортного жилья экономического класса, а также рынок арендного жилья, увеличив объемы строительства жилья на 25–35 млн м<sup>2</sup>; оперативно изменять номенклатуру изделий для жилых и общественных зданий, создавать разнообразные архитектурно-пространственные и архитектурно-планировочные решения жилых застроек с разными фасадными решениями; опе-



Обсуждение решения конференции. Директор ООО «ЗКПД» Томской домостроительной компании Н.Б. Ефремов



Масалова В.В. и Пожидаев Р.Ю.: будет что рассказать и показать коллегам с опытного завода строительных материалов и конструкций (г. Тольятти, Самарская обл.)



Заведующий кафедрой организации строительства Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета Л.М. Колчеданцев (см. статью на с. 24)



Участники секции «Архитектура и особенности проектных решений крупнопанельных зданий»



Делегация участников конференции на выездной сессии при посещении строительных площадок крупнопанельных зданий в г. Балашиха Московской обл.

ративно реагировать на возникающие требования по пожарной безопасности, энергоэффективности, по увеличению высоты этажа, доступности для маломобильных групп населения и т. п.

#### Участники конференции решили:

- предложить создать при Министерстве регионального развития РФ центр по координации жилищного строительства в РФ, обеспечивающий координацию проектных, технологических, материальных и финансовых услуг на федеральном и субъектном уровнях. В качестве первоочередной работы центра предусмотреть: подготовку предложений по внесению в проект ФЦП «Жилище» на 2011–2015 гг. раздела по модернизации базы крупнопанельного домостроения, а также по корректировке соответствующих разделов программы развития базы промышленности строительных материалов; анкетирование и анализ существующей индустриальной базы домостроения, а также базы, действовавшей на конец 1990-х гг.; оценку и при необходимости организацию переработки архитектурно-планировочных и конструктивных решений проектной базы индустриальных жилых домов и объектов соцкультбыта с учетом современных требований по энергоэффективности, безопасности и др.; оценку и подготовку предложений по технологическому перевооружению и модернизации домостроительных предприятий на основе использования современного отечественного и зарубежного оборудования; анализ использования современных строительных материалов и изделий, в том числе новых видов арматуры, для улучшения экономических показателей крупнопанельных зданий;
- обратиться в Министерство экономического развития РФ с просьбой о создании определенных преференций участникам модернизации базы домостроения, в том числе при организации производства современного технологического оборудования для заводов КПД на региональных машиностроительных предприятиях; по снижению тарифных нормативов на закупку зарубежного технологического оборудования;
- предложить Федеральному фонду содействия развитию жилищного строительства (фонд «РЖС») рассмотреть возможность развития сегмента рынка жилья эконом-класса, а также



Экскурсию для участников конференции на выездной сессии по ОАО «Бетипар-22» ГК СУ-155 проводит гл. инженер В.К. Каранов

- просить Союз архитекторов России учредить премию в номинации «Жилище экономического класса на основе новых строительных технологий»;
- поручить оргкомитету конференции подготовить письма в органы государственной законодательной и исполнительной власти с просьбой оказывать содействие программам модернизации базы крупнопанельного домостроения, в том числе в виде: кредитования, дотирования или гарантирования кредитования финансовых средств на модернизацию базы КПД; установления определенных налоговых льгот или налоговых кредитов на развитие и модернизацию базы КПД; освобождение от налогов на прибыль предприятий и участников программы модернизации КПД и строительства социального жилья;
- считать полезным организацию ежегодных научно-практических конференций по модернизации базы крупнопанельного домостроения; организовать II Международную научно-практическую конференцию «Модернизация крупнопанельного домостроения России» в 2012 г. в Москве.  
За время, прошедшее после конференции, уже начата работа по выполнению ряда ее решений, в том числе подготовка к проведению следующей конференции.  
До встречи в Москве, друзья!

Канд. техн. наук Л.В. Сапачева  
Фото Е. Свиридова

# Модернизация производства – основа успеха предприятия



Генеральный директор заслуженный и почетный строитель Российской Федерации Анатолий Викторович Косилов

В настоящее время – это предприятие с мощной производственной базой, большим потенциалом и коллективом 1500 человек.

Выбранный руководством курс на модернизацию производства, повышение производительности труда, качества продукции дает возможность строить быстро и качественно. За последние годы пущен автоматизированный бетонный завод на раздельных заполнителях, обеспечивающий стабильное качество производимого бетона; освоены новые прогрессивные технологии:

- возведения зданий промышленного и гражданского назначения свободной планировки в сборно-монолитном исполнении;
- изготовления железобетонных плит перекрытия методом безопалубочного формования;
- производства стеновых блоков из пенобетона;
- выпуска навесных самонесущих панелей для каркасного домостроения на итальянском оборудовании «поворотный стенд»;
- выпуска высококачественных сухих строительных смесей, масляно-клеевых шпаклевок, вододispersионных и фасадных красок.

Применение современных технологий, грамотный подход к их использованию дают возможность придать облику новостроек архитектурно-выразительный вид. Примером тому является строительство первого 10-этажного жилого дома в сборно-монолитном исполнении в квартале 14–14а Новоильинского района.

Железобетонные изделия и товарный бетон для строительства дома квартала 14а изготавливаются на новом заводе «Мини-ДСК XXI века». Это новое предприятие общей площадью 3,6 тыс. м<sup>2</sup>, в котором смонтированы три основные технологические линии: полностью автоматизированная линия «Тенсиланд» для выпуска плит пустотного настила и плит перекрытия; линия каркасов зданий для изготовления колонн, ригелей, диафрагм жесткости, свай в сейсмическом исполнении;

линия стеновых панелей. Мощность завода позволит строить более 100 тыс. м<sup>2</sup> в год жилья и объектов социальной сферы: детских садов и школ, что является необходимым при комплексной застройке микрорайонов. В квартале 14–14а также впервые начато строительство встроенно-пристроенного в первый этаж жилого дома детского сада-яслей на 110 мест, ввод в эксплуатацию которого планируется в начале 2012 г. Применение современных материалов, цветовой решение, детальная проработка элементов фасада, хорошо благоустроенная и озелененная территория придадут жилому дому со встроенно-пристроенным помещением индивидуальный современный вид.

ООО «Новокузнецкий ДСК» им. А.В. Косилова – дипломант региональных, всероссийских и международных конкурсов и выставок, имеющий награды за заслуги в области освоения новых технологий в строительстве, а также за значительный вклад в развитие города и области.



Административное здание ООО «Новокузнецкий ДСК» им. А.В. Косилова



Торжественное открытие «Мини-ДСК XXI века»



Торжественное заселение домов с детской площадкой и внутридомовым фонтаном по социальной программой губернатором Кемеровской области А.Г. Тулеевым



654005, Кемеровская обл., г. Новокузнецк, пр. Буркацкого, 30  
Тел.: (3843) 46-55-55. Факс: 46-81-80  
E-mail: NDSK@nvkz

УДК 728.1

*П.А. НИКИТИН, генеральный директор, С.В. КУЗНЕЦОВ, главный технолог,  
ООО «ЗСЖБ № 5 Треста Железобетон» (Омск)*

## Залог 50-летнего успеха в стремлении развиваться

*В настоящее время омские строители, производители стройматериалов и проектные организации объединяют усилия для нового качественного и количественного рывка в строительстве жилья и общественных зданий. В холдинг «Трест Железобетон» (Омск) вошли: проектный институт ООО «Горпроект», строительная компания ООО «ПМК-944 Треста Железобетон» и ООО «ЗСЖБ № 5 Треста Железобетон». Такое объединение позволяет полностью замкнуть цикл, от проекта до производства и строительства «под ключ», что заметно ускоряет процесс строительства, снижает себестоимость квадратного метра и увеличивает конкурентоспособность.*

**Ключевые слова:** *домостроительная серия, номенклатура железобетонных изделий, панель жесткости с вентканалами, жилье эконом-класса.*



*Жилой квартал по ул. Дианова – ул. Звездная*

В 2011 г. ООО «ЗСЖБ № 5 Треста Железобетон» отмечает 50-летие. История предприятия началась с разработки проекта завода 2-м Проектным институтом Минстроя РСФСР. В январе 1961 г. были введены в строй цех гипсопрокатных перегородок (400 тыс. м<sup>2</sup> в год), полигон по производству 10 тыс. м<sup>2</sup> железобетонных изделий, цех бетона, паросилового цех, ремонтно-механический и энергоцех. В ноябре 1962 г. введена в строй первая очередь цеха по выпуску деталей КПД серии 1-335.ПК, затем вторая и третья. Окончательно весь комплекс цеха жилья был принят госкомиссией в 1964 г. Введенный в строй в 1968 г. трубный цех позволил омским строителям при прокладке безнапорных канализационных коллекторов использовать железобетонные трубы диаметром 600, 800 и 1200 мм. К 1972 г. построен цех по производству газобетонных изделий для ограждающих конструкций стен в промышленном и гражданском строительстве. Наряду с этим был построен цех промышленных конструкций. Непрерывный инновационный путь ООО «ЗСЖБ № 5 Треста Железобетон» сделал предприятие лидером строительной индустрии Западной Сибири.

В настоящее время завод выпускает максимально возможную номенклатуру железобетонных изделий, поставляя свою продукцию ведущим застройщикам Омска. Давние партнерские отношения связывают завод и с Новосибирском, Томском, Тюменской областью, ХМАО-Югрой и Казахстаном. Предприятие успешно прошло аккредитацию на поставку ЖБИ для нефтегазовых гигантов России – компаний «Газпромнефть» и «Роснефть».

В настоящее время предприятие выпускает железобетонные изделия: плиты перекрытия многоспустотные ПБ, 1ИПК, ПК; плиты покрытия ПГ; плиты перекрытия 2П1; плиты перекрытия плоские ПТА; плиты ребристые сантехнические; плиты дорожные; фундаментные блоки; плиты ленточных фундаментов; сваи забивные; сваи фундаментов опор высоковольтных линий; ступени; лестничные марши; стойки железобетонные; приставки для деревянных опор; прогоны; перемычки ПБ; плиты подоконные; плиты балконные; лотки; плиты канальные; бордюры; тротуарную плитку; колодцы кабельной связи; утяжелители; детали забора; смеси бетонные.

В настоящее время производственные мощности завода работают в 1,5 смены. ООО «ПМК-944 Треста Железобетон» завершает в Омске строительство жилого квартала по ул. Дианова, ведет строительство жилых домов в мкр. «Космический», по ул. Мельничной и ул. Куйбышева – ул. Маяковского. Совместно с ООО «СК «Трест № 4» и ООО СК «Стройматериалы-99» приступает к строительству жилого квартала по ул. Степанца – ул. Комарова в Омске. Реализация этих проектов в полной мере обеспечивается железобетонными изделиями ООО «ЗСЖБ № 5 Треста Железобетон».



В 2010 г. завод выпустил более 100 тыс. м<sup>2</sup> железобетонных изделий. В целом предприятие способно обеспечить строительство более 200 тыс. м<sup>2</sup> жилья в год – пятую часть от планов областного правительства по ежегодному вводу жилья. Главное достижение коллектива предприятия – сохранение производства и профессионального коллектива.

Основное отличие ООО «ЗСЖБ № 5 Треста Железобетон» от других предприятий – набор домостроительных серий и постоянная работа над их модернизацией. Освоено производство колонн для белорусской серии Б1.020, промышленной серии 1.020-1/87 и серии «ЖУК» («Жилой Унифицированный Каркас»). На новый уровень развития вышло производство серии 1-335ОМИ.

Особенно показательным в этом смысле стал новый жилой микрорайон по ул. Дианова в Омске, заверченный в начале 2011 г., где введен первый пятиэтажный дом кардинально обновленной серии 1-335ОМИ (измененной).

На его строительство ушло меньше года. Себестоимость квадратного метра составила 10 тыс. р. Преимуществами данного дома являются простые конструктивные решения (полный железобетонный каркас, новая панель жесткости с вентканалами, отсутствие выступающего ригеля и пр.), вариативность планировок и архитектурных решений, отсутствие лифтов, теплые стены. В настоящее время у этого здания нет аналогов на рынке жилья эконом-класса. Это идеальный вариант для решения жилищного вопроса по государственному и муниципальным обязательствам, а также для молодых семей и пенсионеров. Серия становится популярной: в г. Калачинске Омской обл. строится трехэтажный дом и еще под два готовится свайное поле, начинается строительство второго дома по ул. Звездной в Омске.

В модернизации самого предприятия ориентиры совершенно очевидны — высокотехнологичное производство и энергоэффективность. К 2011 г. завод полностью обновил энергетическую инфраструктуру. Теперь производство оборудовано современными немецкими компрессорами и котельной с уникальными для Сибири вакуумными котлами корейского производства. В итоге затраты по этой статье снизились в разы.

Одна из последних новинок – запуск линии по производству высококачественного пенобетона с высокими прочностными характеристиками и абсолютной геометрией, которые достигаются с помощью особой технологии и оборудования, не имеющих аналогов в Сибири. В 2010 г. создан Инженерно-технический центр по обслуживанию кранового хозяйства (ремонт, сервис и эксплуатация кранов всех типов). Получена лицензия Министерства образования РФ на подготовку специалистов в этой специфической области.

Комплекс бетоносмесительного отделения переведен на автоматическое управление, что позволило выдавать более качественный товарный бетон с самыми современными модификаторами. Формовочный пролет оснащен новым оборудованием собственного изготовления. Переоснащен цех по производству арматуры. Построена новая эстакада для подачи сыпучих материалов. Установлены две новые высокопроизводительные бетономешалки немецкого производства. Ремонтно-механический цех получил новые станки по металлообработке.

Эти меры повышают качество продукции, снижают текущие затраты, улучшают культуру труда. Коллектив предприятия надеется, что наступит время, когда завод вновь будет работать в 2–3 смены и обеспечивать сибирских строителей качественной и разнообразной продукцией. Развитие сегмента рынка жилья эконом-класса, а также арендного жилья за счет использования продукции модернизированных предприятий позволит оправдать эти надежды.



Жилой дом серии 1-335ОМИ



Жилой дом по ул. Комарова



Линия по производству плит пустотного настила методом вибропрессования



Склад готовой продукции

**ООО «ЗСЖБ № 5 Треста Железобетон»**



644085, г. Омск, пр. Мира, 185  
Тел.: (3812) 26-74-43. Факс: 26-77-79  
Отдел сбыта: 26-76-47, 26-75-88  
Отдел недвижимости: 271-000, 26-65-02  
zsgb5@yandex.ru www.zsgb5.ru

УДК69.056.52

*С.В. НИКОЛАЕВ, д-р техн. наук, генеральный директор  
ОАО «Центральный научно-исследовательский и проектный институт  
жилых и общественных зданий (ЦНИИЭП жилища)» (Москва)*

## Локомотив строительства жилья экономического класса набирает скорость

*Обоснована более высокая эффективность реконструкции действующих домостроительных комбинатов по сравнению со строительством новых предприятий. Показано, что в результате модернизации существующей базы стройиндустрии можно в короткий срок увеличить ввод жилья экономического класса на 25–30 млн м<sup>2</sup> в год, при этом амортизация расходов на реконструкцию из расчета пятилетней окупаемости инвестиций составит около 1 тыс р. на 1 м<sup>2</sup>. Предложено увязать потенциальные возможности реконструированной базы стройиндустрии с государственной программой «Жилище», а также создать центр координации жилищного строительства.*

**Ключевые слова:** крупнопанельное домостроение, модернизация заводов, социальное жилье, программа «Жилище».

Крупнопанельное домостроение возрождается – это показала прошедшая в конце апреля 2011 г. в Москве I Международная научно-практическая конференция «Модернизация крупнопанельного домостроения – локомотив строительства жилья экономического класса». Организаторы мероприятия – ЦНИИЭП жилища и объединенная редакция журналов «Жилищное строительство» и «Строительные материалы»<sup>®</sup> – были приятно удивлены столь значительным проявлением интереса к теме конференции и широким участием руководителей и ведущих специалистов домостроительных предприятий, проектных институтов, инженеринговых и машиностроительных фирм из 33 регионов России и 5 зарубежных стран.

Общее мнение участников конференции – пришло время возрождения строительства жилья промышленными методами, в том числе крупнопанельного домостроения. Недаром КПД позволило в послевоенные годы в течение пяти лет реально удваивать ежегодные объемы строительства жилья. Переход на рыночные отношения в стране завершился для КПД сокращением вдвое числа домостроительных предприятий и почти в 6 раз сокращением объемов строительства жилья в крупнопанельном исполнении.

Между тем, потребность в жилье ежегодно растет, и лучшего инструмента для создания дешевого и ком-

фортного жилья, чем промышленный метод не создала ни отечественная, ни зарубежная наука и практика. Конечно, промышленное производство любого товара, как и производство сборных конструкций для строительства жилья, требует, кроме строительства непосредственно производственных цехов, создания инфраструктуры (от земли до вспомогательных производств и коммуникаций). Капвложения в инфраструктуру, как правило, превышают стоимость основного технологического оборудования. В этой связи 200 действующих домостроительных предприятий обладают неоспоримыми преимуществами при оценке возможности воссоздания базы жилищного строительства на промышленной основе. Без развития промышленной базы домостроения все попытки удвоения объемов жилищного строительства путем лоббирования ипотеки, низкоплотной, малоэтажной застройки и других предложений не привели за последние 25 лет и не приведут к созданию рынка дешевого жилья, тем более в короткие сроки.

Почему созданная база крупнопанельного домостроения пришла в упадок? Из бывшей производственной мощности домостроительных предприятий с годовым объемом строительства 60 млн м<sup>2</sup> в настоящее время в год строится примерно 10 млн м<sup>2</sup> панельного жилья. Объяснений мно-

го. Это и укоренившееся мнение, что панельный дом по качеству уступает кирпичному и монолитному, что это однотипные, невыразительные здания с некачественно выполненными швами между панелями. Сработал и административный ресурс, когда в конце 90-х гг. прошлого века Госстрой России создал программу перепрофилирования крупнопанельных домостроительных предприятий. Устарела сама идеология КПД, когда домостроительное предприятие должно было производить сборные железобетонные конструкции, полностью комплектующие здание. Ни монолитных или кирпичных вставок, ни использования сборных сантехкабин и разного рода перегородок, ни наружных панелей из мелкоштучных материалов – всего этого в советское время не допускалось. Кроме того, к концу XX в. физический износ технологического оборудования достиг 60–70%, что предопределило низкое качество железобетонных изделий, невозможность изменения ассортимента продукции.

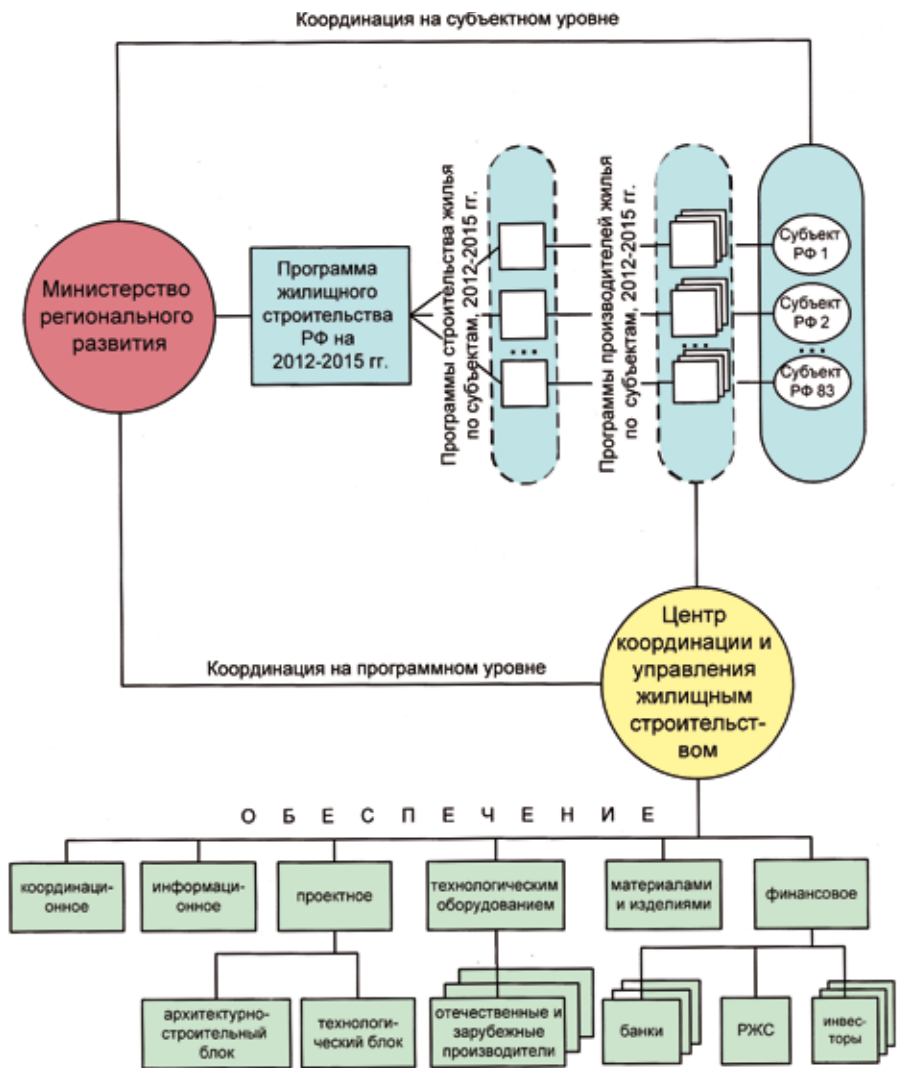
В то время, когда в нашей стране накапливалось негативное отношение к крупнопанельному домостроению, за рубежом активно шла работа по совершенствованию технологии производства сборного железобетона и крупнопанельного домостроения в частности. Созданы гибкие технологические линии, позволяющие в заданных ограничениях по размерам и мас-

се выпускать без переналадок производства железобетонные изделия для строительства жилых и общественных зданий. Примеров работы модернизированных предприятий много, география широка – от Германии, Франции, Финляндии до Литвы, Белоруссии и Малайзии. Да и в России работает несколько предприятий в Москве, Ростове-на-Дону, Екатеринбурге, Калининграде и ряде других городов частично или полностью оснащенные новым оборудованием и по современной технологии, позволяющей строить современное крупнопанельное жилье высокого качества и разнообразной архитектуры.

Важной информацией для участников упомянутой в начале статьи конференции стали сообщения иностранных фирм по стоимости и срокам поставки технологического оборудования для модернизации базы индустриального домостроения. Выступавшие представители фирм EBAWE (Германия), WECKENMANN (Германия), ARCOMAT (Франция), ELEMATIC (Финляндия) привели данные о стоимости модернизации производственного предприятия мощностью 100 тыс. м<sup>2</sup> жилья в год в пределах 10–11 млн евро. За эти деньги в течение 12–14 месяцев поставляется, монтируется и отлаживается технологическое оборудование для комплексного производства трехслойных панелей наружных стен, внутренних стен, плит перекрытий, вентиляционных шахт, лестниц и лестничных площадок, включая приготовление и транспортировку бетонной смеси. Если пересчитать указанные расходы на 1 м<sup>2</sup> производственной мощности, то получится 100 евро или примерно 4 тыс. р. Отнесение этих затрат на пятилетнюю окупаемость капитальных вложений означает ежегодную прибавку к себестоимости жилья в пределах 0,8–1 тыс. р. на 1 м<sup>2</sup>, что составляет 3% при стоимости жилья в 30 тыс. р. за 1 м<sup>2</sup>. Модуль производительности в 100 тыс. м<sup>2</sup> жилья был использован перечисленными иностранными фирмами для сопоставимости затрат. Стоимость проекта будет изменяться при увеличении мощности предприятия (стоимость снижается) и в зависимости от степени автоматизации и роботизации процессов (соответственно стоимость увеличивается).

Важным фактором снижения стоимости модернизации является

### Координация жилищного строительства РФ на 2012–2015 гг.



использование отечественного оборудования. Так немецко-российская фирма SIMMER предлагает проводить модернизацию домостроительных предприятий с использованием до 40–50% технологического оборудования, изготовленного на отечественных машиностроительных предприятиях. При этом предлагается снижение стоимости производства 100 тыс. м<sup>2</sup> жилья примерно на те же проценты. Проектирование современных технологических линий с использованием отечественного оборудования может взять на себя российская фирма СКТБ МПСМ, имеющая многолетний опыт проектирования и строительства заводов КПД и ЖБИ.

Приведенные сведения говорят о том, что модернизация домостроительных предприятий не является затратным мероприятием. Напротив, капитальные вложения весьма оперативно окупаются, а учитывая суще-

ственное различие рыночной стоимости жилья и себестоимости продукции – модернизация домостроительных предприятий является прибыльным делом.

Однако создание современного домостроительного предприятия с гибкой технологией производства не гарантирует получение дивидендов. К сожалению, уже есть примеры, когда наличие современного предприятия не означает автоматического получения заказа на продукцию. Приведем достаточно распространенную ситуацию. Заводу нужен заказ. Директору говорят: «...сейчас рыночные отношения, участвуйте в конкурсах – выигрывайте – получайте заказ...». Сам заказ на строительство жилья на местном уровне формируется весьма общим заданием: есть столько-то земли; надо построить столько-то квадратных метров; одно-, двух- и трехкомнатных квартир – столько-то; площадь

квартир в определенном диапазоне; все современные нормативы должны соблюдаться, а стоимость 1 м<sup>2</sup> не должна превышать столько-то. Производственники, как правило, не располагают базой современных проектов, типовых – тоже нет, а те что есть – не отвечают нормативам. Проекты, которые формально подходят под задание заказа, требуют их адаптации к технологии и возможностям крупнопанельного домостроительного предприятия. А это – дополнительная работа, как правило не заложенная в проект завода при его модернизации.

Поэтому возникает множество вопросов и недоразумений на стадии эксплуатации модернизированного предприятия, так как при формировании технического задания на его проектирование не была создана номенклатура изделий в виде предельных параметров и основных узлов, в том числе по видам как жилых, так и общественных зданий, что является своего рода гарантией последующей востребованности модернизированного производства.

Тем не менее процесс модернизации домостроительных предприятий пошел – быстро или медленно – это другой вопрос. Если на государственном уровне обеспокоены созданием рынка дешевого жилья, если есть механизм его создания – имеется ввиду за счет привлечения продукции модернизированных домостроительных предприятий – то напрашивается предложение о дополнении к четвертой редакции программы ФЦП «Жилище» на 2011–2015 гг. в части использования мощностей и резервов ДСК и ЗКПД для строительства социального экономичного жилья. Достигается двойной эффект: на 100% используется созданная ранее инфраструктура действующих ДСК и ЗКПД, и в значительных объемах возрастают объемы строительства жилья в индустриальном исполнении. Возможности модернизации домостроительных предприятий оцениваются десятками миллионов м<sup>2</sup> жилья. В стране продолжают действовать около 210 ДСК и ЗКПД, из продукции которых строится по разным оценкам 10–13 млн м<sup>2</sup> жилья. При этом производственная мощность этих предприятий используется на 28–32%, а могла бы составлять 35–40 млн м<sup>2</sup>. Что это означает? Это означает, что если будет прове-

дена модернизация этих предприятий и они будут нацелены на выпуск изделий для строительства социального жилья, то только использование существующих производственных мощностей ДСК и ЗКПД даст прибавку в 25–30 млн м<sup>2</sup> жилья – почти половину от объема, введенного в 2010 г.! Это резервы существующей базы индустриального домостроения. Использовать эти резервы можно только путем модернизации материальной базы, причем в очень короткие сроки. Такой прирост объемов жилищного строительства позволит в 2015 г. вместо планируемых объемов ввода жилья в 90 млн м<sup>2</sup> достичь 100 млн м<sup>2</sup>.

Модернизацию индустриальной домостроительной базы на ближайшие 3–5 лет предлагается увязать в программе «Жилище» с рынком социального жилья. Стоит внести ясность в понятие социального жилья. С переходом на рыночные отношения чиновники не хотят отдавать жилье населению бесплатно, в лучшем случае хотят сдавать жилье в аренду без права приватизации и продажи. Такой подход имеет право на существование, но нельзя забывать, что есть достаточно большая категория населения, кому государство обязательно предоставить жилье бесплатно с правом на собственность. Речь идет об 1,2 млн человек, которые не имеют жилья, и о 6 млн человек, проживающих в аварийном и ветхом жилье. Предоставление жилья в аренду может касаться населения, желающего улучшить жилищные условия. Это почти треть населения страны (более 40 млн человек), те, кто живет в неблагоустроенном жилье без водопровода, горячей воды, канализации. По меньшей мере у половины этой части населения нет средств для приобретения жилья даже по установленной минимальной цене 30 тыс. р. за м<sup>2</sup>.

Перечисленные выше вопросы и предложения по модернизации домостроительной базы, механизм создания и распределения жилья требуют отражения в программе «Жилище». Пока итоги начала выполнения утвержденной в декабре 2010 г. четвертой программы ФЦП «Жилище» на 2011–2015 гг. столь же плачевны, как предыдущих трех, которые были не выполнены. Согласно отчетным данным по итогам 1 квартала 2011 г.: введено в эксплуатацию жилье пло-

щадью 9,3 млн м<sup>2</sup>, что составило 97,8% к соответствующему периоду прошлого года, тогда как в 2010 г. было введено 9,5 млн м<sup>2</sup> или 91,1% к первому кварталу 2009 г. Тенденция говорит сам за себя.

Напрашивается вывод – нет системы управления программой «Жилище». Наличие в стране 83 регионов говорит о сложности координации исполнения планов по жилищному строительству. Нюансы по обеспеченности населения жильем, наличию производственных мощностей, обеспеченности материалами, финансовым возможностям регионов – все это далеко не полно отражает сложность управления программой жилищного строительства на федеральном уровне. Не претендуя на оригинальность, автор предлагает создать представленную на рисунке структуру управления жилищным строительством, включающую центр координации жилищного строительства.

Началом работы такого центра и проверкой результативности его деятельности могла бы стать информационно-консультационная работа в регионах и на местах, где возникают трудности с реализацией жилищных программ. Следует признать (и это подтвердила прошедшая конференция по модернизации КПД), что на местах возникает много вопросов, которые на профессиональном уровне решить довольно просто. В первую очередь, это вопросы по энергоэффективности проектов, по адаптации и соответствию планировочных решений квартир социальным нормативам, по совершенствованию технологии производства изделий, по разработке заданий на модернизацию производства и т. п. Все эти вопросы при создании предлагаемого центра могут решаться в блоках архитектурно-строительного и технологического обеспечения.

Многие из перечисленных в данной статье предложений вошли в решение Первой международной конференции по модернизации крупнопанельного домостроения. О полезности и результативности проведенного мероприятия свидетельствует решение о проведении в 2012 г. в Москве II Международной научно-практической конференции «Модернизация крупнопанельного домостроения России». Локомотив строительства жилья экономического класса набирает скорость.

УДК69.056.52

*И.Л. РОМАНОВ, управляющий директор Группы ЛСР в Москве*

## Синергия производства и девелопмента в крупнопанельном домостроении

*Доказано, что грамотно выстроенное взаимодействие между девелоперской организацией, проектной фирмой и производственным предприятием позволяет достигнуть оптимальных экономических показателей при строительстве и реализации жилых домов экономического класса. На примере производственной реконструкции ОАО «Завод ЖБИ-6», инициированной девелоперской организацией, и строительства крупнопанельных многоэтажных и малоэтажных домов в Московской области показано, что цепочка взаимодействия девелопер – проектная организация – производственное предприятие позволяет не только существенно снизить себестоимость создания объекта жилой недвижимости, но и представить на рынок востребованный даже в кризисный период продукт, задействовать категории покупателей с ограниченными финансовыми возможностями.*

**Ключевые слова:** девелопер, крупнопанельный жилой дом, бесшовный фасад.

Крупнопанельное домостроение десятилетиями используется во многих странах – эта технология не раз доказала свою эффективность, экономичность и востребованность. Резонно возникает вопрос: почему же тогда в последнее время эксперты столько говорят о необходимости его модернизации? Причина не только в физически устаревшем производственном оборудовании большинства отечественных ДСК, но и в ощутимом разрыве между возможностями производства и потребностями рынка.

Объективные причины этого разрыва сложились исторически. На протяжении многих лет практика работы домостроительных комбинатов с застройщиками и проектными организациями была в большей степени завязана на использование ограниченной номенклатуры продукции (изделий, блок-секций и т. д.). При этом ДСК в своих представлениях о предпочтениях потенциальных покупателей и тенденциях рынка ориентировались на мнение сторонних заказчиков и полагались на опыт специалистов проектных организаций. Это происходило в силу того, что ДСК создавали не конечный реализуемый на рынке продукт – квартиру, а лишь комплектующие для создания этого продукта. Проектные организации в ряде случаев могли подтолкнуть

ДСК к пересмотру производственной номенклатуры и созданию новых продуктов, а могли, идя по проторенному пути, многие годы использовать лишь тот набор изделий, который предлагает производство. Такая схема работы с одними и теми же проектными организациями, «заточенными» под конкретное производство и типы домов, с одной стороны, обеспечивала производителям стабильность, с другой – создавала определенный риск, что застройщик, вынужденный ориентироваться на рыночную конъюнктуру, в любой момент может выбрать более мобильного производителя для поставки железобетонных изделий.

Чтобы преодолеть сложившийся между производством и рынком разрыв, ДСК очень важно было наладить прямую связь с девелопером, которая позволяет выстраивать стратегию развития производства, отталкиваясь от требований рынка. Стремясь идти в ногу со временем и предугадывать перспективные потребности потребителей, многие московские ДСК стали брать на себя функции девелопера (застройщика) и инвестора одновременно с производством. Но так как главными функциями производственного предприятия все-таки же оставались сохранение производства, его загрузки и оптимизация затрат, а девелопмент требовал отдельных



*Современные полуроботизированные линии производства железобетонных изделий ОАО «Завод ЖБИ-6» позволяют быстро перенастроить оборудование под новый вид изделий и комплектовать нетиповые проекты без увеличения себестоимости*



*Первые 17-этажные дома серии «ЕвроПа» с применением бесшовной технологии отделки фасада построены в г. Балашихе Московской области по заказу Министерства обороны РФ*

инвестиций, сил и средств, приоритет в условиях ограниченности ресурсов отдавался производству. В итоге производство и девелопмент как разные бизнесы не реализовывались эффективно в одном предприятии, и ДСК были вынуждены отказаться от такой схемы организации работы, чтобы вновь сконцентрировать свои усилия только на производстве.

Группа ЛСР пошла другим путем. Осознав, что девелопер является тяговой силой, которая побуждает производство изыскивать возможности по созданию нового продукта, внутри Группы была выстроена вертикально интегрированная цепочка: девелопер – проектная организация – производитель. В этом цикле девелопер выступает заказчиком и определяет требования к продукту с учетом предпочтений покупателей; проектная организация создает новые проектные решения, учитывая существующие и потенциальные возможности производства, а производственное предприятие разрабатывает и поставляет необходимые комплектующие для нового проекта. В такой цепочке взаимодействия производство вынуждено реагировать на актуальные потребности рынка и в связи с этим комплексная модернизация становится необходимой. Модернизация домостроительных производственных предприятий Группы ЛСР стала очевидной и возможной благодаря поддержке девелопера ведь в конечном итоге вкладывать в производство может только тот, кто не уверен в сбыте. Опыт показал, что одной из важнейших функций девелопера в системе взаимодействия с производителем является обеспечение обратной связи с потенциальными покупателями жилья. Даже при наличии мощной производственной базы, одного из слагаемых успешного развития массового крупнопанельного строительства, конвейер не может работать в отрыве от рынка потребителя. Иначе его продукт просто не найдет спроса. Без обратной связи с покупателями жилья производственная технология рано или поздно начи-

нает устаревать и перестает соответствовать требованиям клиентов. Участие девелопера – это также активный маркетинг, внедрение различных схем приобретения жилья, в том числе ипотечных, изучение предпочтений целевой аудитории в целях совершенствования потребительских свойств домов, адаптация планировочных решений под тот или иной проект.

Массовое жилищное домостроение, а именно таким призвано быть крупнопанельное домостроение, – это тот сегмент, где логика строительства через потребление и спрос наиболее перспективна. Положительным примером синергетического эффекта связки девелопер – проектная организация – производитель стал опыт работы предприятий Группы ЛСР в Москве. Компания-девелопер «Мосстройреконструкция», имея большой опыт работы в регионе и чутко реагируя на формирующиеся тенденции, провела анализ существующего предложения на рынке крупнопанельного домостроения и потребностей целевой аудитории сегмента жилья эконом-класса в Московском регионе, и пришла к следующим выводам:

- с одной стороны, производство железобетонных изделий должно обладать способностью к оперативному изменению номенклатуры производимых изделий с учетом потребностей каждого конкретного проекта;
- с другой стороны, производство должно быть ориентировано на создание конечного продукта (дома) с минимальной себестоимостью при максимальной скорости строительства.

Для решения первой задачи была проведена комплексная модернизация «Завода ЖБИ-6» – производственной площадки Группы ЛСР в Москве. В 2009 г. на заводе была установлена первая полуроботизированная технологическая линия немецких производителей компаний Weckenmann и Vollert, позволяющая производить быструю переналадку оборудования под новый вид изделий. Целью установки современного импортного оборудования стало создание новой серии домов на базе проектных решений и технологий, разработанных петербургскими домостроительными комбинатами Группы ЛСР. В результате появилось новое гибкое решение крупнопанельного домостроения от альянса московских предприятий Группы ЛСР – серия домов из железобетонных изделий «ЕвроПа».

Технологическими преимуществами применяемого оборудования, а следовательно, и новой серии «ЕвроПа» стали:

- многообразие выпускаемых изделий любой сложности, и, как следствие, многообразие одновременно строящихся типов домов;



*Микрорайоны малоэтажных домов «ЕВРО» из железобетонных изделий серии «ЕвроПа» формируют новое представление о массовом домостроении и иное качество жизни*

- переналадка оборудования под новый вид изделия за 20 минут и поставка продукции завода в монтаж в режиме just-in-time, что позволяет задавать высокий темп строительства;
- возможность выпуска крупноразмерных изделий, что позволяет выполнять потолки в квартирах без межпанельных швов;
- возможность установки каналов для электропроводки и блоков розеток в железобетонные изделия стен и перекрытий на производстве.

Новая разработка московских предприятий Группы ЛСР быстро нашла заказчиков. Первым признанием качества новой серии стал выбор домов «Евро'Па» для строительства микрорайона по заказу Министерства обороны РФ в г. Балашихе Московской обл. Согласно контракту в 2010 г. построены первые три 17-этажных дома. Всего в микрорайоне будет построено шесть жилых домов серии «Евро'Па» общей площадью порядка 140 тыс. м<sup>2</sup>. Успех данного проекта стал весомым аргументом в пользу положительного решения о сотрудничестве с предприятиями Группы ЛСР еще шести крупных компаний Московского региона, которые стали инвестпартнерами или заказчиками.

По инициативе специалистов «Мосстройреконструкции» при строительстве домов серии «Евро'Па» при устройстве фасада была использована разработка ДСК «Блок» – технология «теплый фасад», позволяющая устранить столь нелюбимые потребителями межпанельные швы. Помимо внешней привлекательности домов серии «Евро'Па», бесшовная технология позволяет исключить протечку и промерзание межпанельных стыков и значительно улучшить шумо- и теплоизоляционные свойства зданий, а также использовать яркие цветовые решения и элементы декора.

Со времени выпуска первого железобетонного изделия серии «Евро'Па» прошло полтора года. За это время серия сумела изменить традиционные представления застройщиков Московского региона о качестве и внешних характеристиках жилья из железобетонных изделий. В настоящее время предприятия Группы ЛСР строят дома серии «Евро'Па» от 2 до 25 этажей в подмосковных городах Нахабино, Балашиха и Реутов.

После успешного решения задачи модернизации домостроительных комбинатов и получения возможности расширения номенклатуры производимых изделий руководство Группы ЛСР поставило перед предприятиями задачу по снижению себестоимости строительства за счет стандартизации применяемых проектных решений одновременно с разработкой новых типов домов и секций. Это было обусловлено тем, что сформировалась достаточно большая группа потенциальных покупателей, остро нуждающихся в улучшении жилищных условий, но не имеющих для этого необходимых средств при той ценовой конъюнктуре, которая сложилась на столичном рынке. Тем не менее эти люди готовы приобретать новое жилье, привлекая в том числе ипотечные кредиты, но цена объекта для них выходит на первый план.

Специалисты «Мосстройреконструкции» поставили задачу создания такого продукта, площадь и себестоимость которого позволила бы предложить покупателям наиболее привлекательную цену. Так появились дома типа «ЕВРО» и проекты микрорайонов мало- и среднеэтажной застройки в ближайшем Подмосковье.

Формат микрорайонов был выбран не случайно. Во-первых, малоэтажная застройка подходит для обширных



*Д.Н. Козак, заместитель Председателя Правительства РФ; И.Л. Романов, управляющий директор Группы ЛСР в Москве, В.В. Путин, Председатель Правительства РФ; А.Г. Сидоров, генеральный директор ОАО «Завод ЖБИ-6» (слева направо), во время экскурсии по заводу в рамках совещания «О мерах по развитию строительного комплекса в Российской Федерации», состоявшегося 25 апреля 2011 г.*

и недорогих (по сравнению со столичными) подмосковных земельных участков; во-вторых, проектная документация малоэтажных домов не требует прохождения государственной экспертизы, а типовый проект не требует никакой переработки при привязке на участок, что позволяет значительно сократить сроки реализации проекта; в-третьих, технологические преимущества серии «Евро'Па» позволяют возводить малоэтажные «ЕВРО» всего за три месяца; в-четвертых, малоэтажные дома позволяют экономить при строительстве за счет отсутствия лифтового оборудования, применения более простых систем пожаротушения, уменьшения площади мест общего пользования; в-пятых, такой формат жилищного строительства позволяет реализовать инженерное обеспечение домов за счет использования локальных источников (тепла, канализации, воды).

В конечном итоге удалось значительно снизить себестоимость строительства малоэтажных домов «ЕВРО», что позволило сделать жилье в них по-настоящему доступным для потребителей. Кроме относительно низкой стоимости квадратного метра жилья покупателям предложен еще ряд дополнительных преимуществ: для каждой квартиры предусмотрены лоджия, кладовое помещение на цокольном этаже, просторная прихожая, качественная отделка импортными материалами, для некоторых – собственный приусадебный участок и отдельный вход. Качество жизни в таких домах за счет «близости к земле», низкой плотности населения и ощущения спокойствия размеренной закрытой загородной жизни выше, чем в типовых экономичных панельных микрорайонах, и, самое главное, соответствует представлениям целевой аудитории об оптимальном доступном и комфортном жилье.

На примере малоэтажных домов «ЕВРО» также можно проследить работу цепочки девелопер – проектная организация – производство. Девелопер, «Мосстройреконструкция», сформулировал требования к новому продукту, который должен стать востребованным на рынке. Затем проектная организация, «МСП Перспектива», в сотрудничестве с производством, «Завод ЖБИ-6», разработала проект типовых домов «ЕВРО-8» и «ЕВРО-12», который потребовал от последнего налаживания выпуска новых изделий для комплектации этого продукта. «Мосстройреконструкция» приступила к строительству и продаже, поступающая при этом от покупателей и заказчиков информация потребовала кор-

ректировки изначальных планировочных решений. В результате для следующих очередей строительства малоэтажных микрорайонов было предусмотрено большее число наиболее востребованных квартир. Цепочка взаимодействия замкнулась.

Вертикально-интегрированная структура компаний, обеспечивающая гибкий подход к разработке концепций домов и их производству, позволяет альянсу московских компаний Группы ЛСР реализовывать проекты жилой застройки с двух позиций – генподрядчика и застройщика. При этом в первом случае партнеры-заказчики выбирают производственные и планировочные решения предприятий Группы ЛСР потому, что последние готовы предложить индивидуальный подход, высокую скорость строительства и оптимальные планировочные решения. А во втором – партнерами Группы выступают собственники земельных участков, для которых предприятия вертикально-интегрированной структуры готовы предложить весь комплекс работ «под ключ», от разработки концепции с учетом существующих обременений и ограничений по застройке земельного участка до получения разрешительной документации, адаптации под конкретную концепцию жилищного строительства производства и строительства в максимально сжатые сроки.

В любом случае именно синергия работы в едином цикле позволяет московским предприятиям Группы ЛСР предлагать эффективное решение для заказчиков и партнеров, подразумевающее эксклюзивное предложение на рынке, стабильность и оптимальное соотношение цены и качества.

Итак, опыт работы предприятий Группы ЛСР убедительно доказывает, что производство и реализация крупнопанельных домов – это единый взаимосвязанный процесс, рентабельность которого напрямую зависит от того, насколько грамотно выстроено взаимодействие между девелопером, проектной организацией и производителем. Синергия производственного и девелоперского опыта необходима прежде всего потому, что в ней скрыты большие резервы снижения себестоимости строительства. При этом функции девелопера на страже интересов своих и производителя заключаются в обеспечении обратной связи с потенциальными покупателями и улучшении потребительских качеств домов с целью активного привлечения клиентского потока. Успешное выполнение девелопером этих функций позволяет максимально загрузить мощности производства и тем самым добиться низких цен и оптимального качества жилья. Наиболее эффективными с точки зрения рентабельности бизнеса, становятся вертикально-интегрированные компании, где девелопер, проектная организация и производитель являются аффилированными структурами одной группы.

## ИНФОРМАЦИЯ

### Всемирный Совет по высотным зданиям и городской среде (СТВУН)

*приглашает студентов принять участие в международном архитектурном конкурсе*

### СТВУН 2011: Высотные здания? Да!

Главная задача Конкурса – показать непреходящее значение высотных зданий для современного общества с позиций экологичности, безопасности и комфортного обитания.

Участники Конкурса должны продемонстрировать: использование новых материалов, технологий, инновационной эстетики и новаторской организации пространства. Участники не регламентируются в выборе участка, программы проектирования и размеров проекта, но проект должен быть привязан к конкретному, реальному местоположению.

#### Правила участия

- Конкурс открыт для всех студентов университетов и других вузов. Многопрофильный состав команды настоятельно рекомендуется
- Официальный язык Конкурса – английский
- Конкурс проводится анонимно, средством идентификации участника является его регистрационный номер
- Контакты с жюри запрещаются
- При нарушении любого из правил участники Конкурса будут дисквалифицированы, их работы не будут рассматриваться
- Участие в Конкурсе предполагает принятие и соблюдение участниками всех его правил

#### Регламент конкурса

- 1 апреля 2011 – объявление конкурса
- 12 августа 2011 – крайний срок регистрации
- 31 августа 2011 – последний срок подачи проектов
- 30 сентября 2011 – объявление шортлиста финалистов
- 11 октября 2011 – объявление победителей Конкурса на Всемирной конференции СТВУН 2011 в Сеуле (Корея)

#### Награды

- Один первый приз: 5000 долларов США и сертификат
- Один второй приз: 2000 долларов США и сертификат
- Один третий приз: 1000 долларов США и сертификат
- Семь поощрительных премий: сертификаты
- Выставка: избранные работы будут экспонироваться на Всемирной конференции СТВУН 2011 в Сеуле (Корея)

#### Регистрация

- Участники должны зарегистрироваться бесплатно онлайн, для получения регистрационного номера по адресу: <http://competition.ctbuh.org>
- Все члены команды должны представить отправить отсканированную копию студенческого билета или другие подтверждения статуса студента на адрес: [competition@ctbuh.org](mailto:competition@ctbuh.org)
- По окончании регистрации и подтверждения статуса студента СТВУН присваивает участникам регистрационный номер, который закрепляется за ними на весь срок проведения Конкурса
- Численность участников команды не регламентируется, однако каждый ее член подлежит индивидуальной регистрации. Принимаются к рассмотрению и индивидуальные заявки

**Получить дополнительную информацию о работе СТВУН и регламенте Конкурса можно по тел.: (495) 952-11-98; +7(903)298-93-46, на сайте: [www.lobbyagency.ru](http://www.lobbyagency.ru)**



УДК69.056.55

*В.А. ШЕМБАКОВ, управляющий ГК «Рекон-СМК», заслуженный строитель России,  
ЗАО «Рекон», (г. Чебоксары, Республика Чувашия)*

## Выполнение задач современного строительства с помощью технологии сборно-монолитного каркасного домостроения

*Приведены возможности современной технологии сборно-монолитного каркасного строительства, позволяющей эффективно выполнять основные задачи современного строительства – строить быстро, красиво, надежно, доступно.*

**Ключевые слова:** сборно-монолитное каркасное домостроение, стендовая технология производства ЖБК, ригель, технологическая линия, пустотный настил, рамно-связевая система.

В посткризисный период одним из эффективных способов роста экономики является развитие строительной индустрии. Для этого приоритетным направлением развития строительного комплекса должно стать использование современных строительных технологий, обеспечивающих высокую скорость строительства, энерго- и материалоекономичность.

Одной из таких технологий является исключительно российская технология сборно-монолитного каркасного домостроения (технология СМК), адаптированная к климату и сейсмике Российской Федерации и находящая применение при строительстве практически всех без исключения объек-

тов. История создания этой технологии связана с оборудованием по выпуску сборных железобетонных конструкций, привезенным французской компанией Saret в начале 1990-х в г. Адлер (Краснодарский край) для строительства в Сочи спортивных объектов. Оборудование так и не было запущено. Позднее авторским коллективом под руководством автора оборудование и технология были доработаны и адаптированы под российские условия. На основании проведенных натурных испытаний каркаса здания, возведенного по технологии СМК, на соответствие требованиям СНиП получено положительное заключение экспертных органов Госстроя России, подтвердившее право использования технологии СМК в проектировании и строительстве зданий. В настоящее время по технологии СМК, постоянно совершенствуемой, запатентовано 66 изобретений, 8 полезных моделей.

В технологии СМК основным несущим стержнем жилого дома, как и любого другого гражданского и промышленного здания, является сборно-монолитный каркас, 97% элементов которого (колонна, ригель, плита перекрытия) выполняются в условиях завода, что обеспечивает высокое качество выпускаемой продукции, которая доставляется на стройплощадку и собирается по принципу конструктора, образуя каркас дома. Узлы и детали бетонятся без участия сварки. Эти преимущества технологии дают высокую скорость строительства, энерго- и мате-



*Технологические линии стендового производства элементов сборно-монолитного каркаса мощностью 90 тыс. м<sup>2</sup> каркаса в год. (г. Обнинск, Калужская обл.). Изготовлено ЗАО «Рекон»*

риалоекономичность, а главное, прочность, устойчивость и сейсмостойкость будущего здания на долгие годы.

Наличие в регионе завода, оснащенного под технологию СМК, позволяет с минимальными затратами доставлять элементы каркаса и стеновые конструкции на строительные объекты в любую его точку. Высокая степень заводской готовности строительных элементов позволяет использовать в регионе собственные трудовые ресурсы.

Технологическая линия по выпуску элементов каркаса производительностью от 45 до 200 тыс. м<sup>2</sup> в год изготавливается в заводских условиях и монтируется на производственной площадке в 3 тыс. м<sup>2</sup> (ДСК для этого требу-



*Технологические линии универсального стенда и ригеля по выпуску изделий сборно-монолитного каркаса и других сборных железобетонных конструкций преднапряженных и ненапряженных. ОАО «ЖБК-9», Чебоксары. 2011 г.*



Завершение монтажа технологической линии «под ключ» по выпуску конструкций сборно-монолитного каркаса, 3-слойных «НС» с пустотным настилом  $a = 3,6$  м мощностью 106 тыс. м<sup>2</sup> зданий в год. Калуга. ЗАО «Рекон». 2010 г.



Универсальный вибробетонукладчик с поворотным бункером на испытании по выпуску свай на универсальном стенде  $l = 108$  м. ОАО «Монолитстрой». ЗАО «Рекон». 2010 г.

ется 12–15 тыс. м<sup>2</sup>). Производство начинается через шесть месяцев в существующем цехе или через год в случае строительства нового цеха (ДСК для этого требуется не менее двух лет).

Первый завод по выпуску технологических линий (ЗАО «РЕКОН») создан в 1995 г. в Чебоксарах. В настоящее время в Российской Федерации действует более 70 технологических линий по производству конструкций СМК общей мощностью более 5 млн м<sup>2</sup> каркаса зданий в год. Доснащение указанных линий универсальными стендами, обеспечивающими помимо выпуска конструкций выпуск одно- и трехслойных стеновых панелей высокой заводской готовности и архитектурной выразительности, позволит увеличить общую мощность линий до 10 млн м<sup>2</sup> зданий в год. Переоснащая ДСК под выпуск сборных железобетонных конструкций с применением технологии СМК и выпуск наружных стен нового типа согласно СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», новое развитие ДСК происходит в течение двух лет. В настоящее время на территории СНГ работает 70 технологических линий.

Одновременно технология СМК предоставляет широкие возможности архитекторам, проектировщикам и заказчикам в принятии любого объемно-

планировочного решения. Технология СМК позволяет собирать каркасы с большими – до 18 м пролетами между колоннами, что дает свободно планировать расположение помещений на этажах как в ходе строительства, так и во время эксплуатации. Индивидуальный расчет сечений несущих элементов в зависимости от их месторасположения в каркасе обуславливает меньший расход металла при производстве конструкций. Сборно-монолитный каркас здания, работающий как рамно-связевая система, объединил в себе положительные свойства как полносборного каркаса, так и ряд преимуществ монолитных конструкций.

Жесткое сопряжение ригеля с колонной (уменьшение пролетного изгибающего момента за счет перераспределения его на опорный), а также включение в работу сборно-монолитного ригеля примыкающих участков перекрытия (расчетное тавровое сечение) позволяет значительно уменьшить расход железобетона на 1 м<sup>2</sup> общей площади здания по сравнению с другими расчетными схемами несущих каркасов. Расход сборного железобетона в СМК составляет 0,1–0,15 м<sup>2</sup> на 1 м<sup>2</sup> смонтированного каркаса. Высота этажа не имеет ограничений и зависит только от прочностных характеристик колонн. Та-

ким образом, работающие по технологии СМК получают большой спектр возможностей для строительства жилья, детских дошкольных учреждений, школ, общественных зданий, спортивных сооружений, промышленных и других объектов.

Технология СМК способна решать задачи обеспечения жильем не только в мегаполисах и городах, но и на селе, в поселках и малых городах, где строительная индустрия практически была остановлена в последнее время.

Решению задачи обеспечения доступным и комфортным жильем в полной мере соответствует технология СМК. В 2008–2010 гг., наиболее кризисный период для отрасли, процесс совершенствования технологии СМК в проектировании, строительстве и изготовлении технологического оборудования не только не замедлился, а напротив, получил новый импульс в развитии. Подтверждением этому являются проекты и строительство микрорайонов в городах Чебоксары, Новосибирск, Нижневартовск, Ярославль, Киров, Краснодар и др. А также новая разработка и внедрение универсального стенда 40×120, 108, 90 м, обеспечивавшего выпуск трехслойной наружной стены «НС» нового типа гражданских и промышленных зданий, выпуск пустотного настила А 3,6 м стен-



**РЕКОН - СМК**  
ГРУППА КОМПАНИЙ  
ПРОЕКТ-ЗАВОД-СТРОЙКА-ПАТЕНТ

428003, Республика Чувашия,  
г. Чебоксары, Дорожный проезд, д. 20а  
Тел./факс: (8352) 538627  
www.rekon-tech.ru rekon@cbx.ru

Р  
е  
к  
л  
а  
м  
а



*10-этажный жилой дом с 1–2-комнатными квартирами и автономной котельной на крыше, построенной с применением сборно-монокорпуса с пустотным настилом. г. Чебоксары. 2010 г.*

довым способом сплитформера и многое другое. На сегодняшний момент построено по технологии СМК более 600 объектов в 50 субъектах Российской Федерации.

Технологические линии уже изготовлены и поставлены в Белоруссию и Украину, проявлен интерес к ним со стороны специалистов строительной отрасли Туркменистана, Казахстана и Узбекистана.

Еще одним преимуществом технологии СМК является ее применение в сейсмически активных районах (до 10 баллов). Сейсмоустойчивость обеспечивается неразрывными сборно-монокорпусными дисками перекрытий и жесткостью соединительного узла колонна-ригель-плита. Поскольку наружные и внутренние стены здания не являются несущими, а только ограждающими, это позволяет применять для их изготовления любые облегченные строительные материалы, соответствующие требованиям СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий» и современным архитектурно-планировочным решениям.

Новым и одним из самых значимых для России направлением использования элементов технологии СМК может стать применение этой технологии в строительстве автодорог, мостов, эстакад, трамвайных путей с использованием технологии СМК, возможен выпуск преднапряженных балок мостов и путепроводов длиной до 32 м, а также пазогребневых дорожных плит с каналами для постнапряжения. На стенде могут изготавливаться до-



*Массовая застройка 15-этажными жилыми домами с применением сборно-монокорпуса. г. Чебоксары. 2011 г.*

рожные плиты с поперечными гранями паз-гребень и сквозными продольными каналами для размещения в них канатов, натяжение которых стягивает их в длинномерные пакеты после укладки на дорожное полотно. В 2011 г. и последующих годах предстоит выпуск и других элементов для масштабного дорожного строительства. При этом учитывается необходимость и неотвратимость перехода на жесткие дорожные одежды в конструкции дорог. Сде-

лать это позволит стендовая технология СМК, а также опыт скоростного индустриального строительства заводов, в том числе полигонного типа.

Группа компаний «Рекон-СМК», имея в своем составе проектные, строительные-монтажные и заводские коллективы, может самостоятельно обеспечить выполнение проектных работ и строительство каркасов зданий различного назначения до 1 млн м<sup>2</sup> в год. Группа компаний «Рекон-СМК» имеет огромный опыт в возведении современных зданий и крупных комплексов.

Отечественная технология сборно-монокорпуса, вобрав в себя лучшие решения сборного, монолитного, кирпичного и других технологий, позволяет обеспечить высокую заводскую готовность и архитектурную выразительность строительных конструкций (97% каркаса), положитель-

ный экономический эффект от экономии энергии и материалов, надежную сборку без сварки, высокую скорость строительства, сейсмоустойчивость (до 10 баллов), свободные планировочные решения. Технология СМК обеспечивает выполнение главных принципов современного строительства – проектировать и строить быстро, красиво, надежно, доступно, с обеспечением высоких эксплуатационных и эстетических требований.

УДК69.056.53

*В. ШКАТОВ, дипл. инженер, Allbau Software GmbH (Германия);  
Г. ВИЛЬДЕРМУТ, дипл. инженер, Nemetschek Engineering GmbH (Австрия)*

## Новый модуль Allplan Precast для конструирования многослойных панелей

*Новый модуль Allplan Precast для конструирования многослойных панелей с теплоизоляцией является новаторской разработкой, значительно сокращающей стоимость и трудоемкость проектирования, в том числе сложных панелей с теплоизоляцией. Показано, что параметризованный ввод, шаблоны стыков, различные толщины панели, теплоизоляция, функции размещения арматуры и закладных деталей объединяют множество этапов процесса проектирования и таким образом улучшают качество. Новая программа экономит время в повседневной деятельности конструктора. Кроме того, она обладает гибкостью и открытостью – необходимыми качествами для решения сложных задач.*

**Ключевые слова:** многослойная панель, программное обеспечение, 3D-проектирование, автоматическое формирование рабочих чертежей.

Разработка специализированных программ для проектирования стеновых панелей с широким набором функций потребовала значительного количества времени. Проектная задача становится сложнее при наличии наклонных стен, тепловой изоляции, торцевой облицовки или панелей с участками разной толщины. Пользователи желают получать согласованные друг с другом высококачественные планы, чертежи и спецификации материалов, что удлиняет сроки проектирования.

Благодаря применению специализированных компьютерных систем современные производства изделий из сборного железобетона ориентированы не на какую-то более новую серию или новый альбом более совершенных изделий, а на реализацию индивидуальной архитектуры из индивидуальных сборных элементов. При этом не возможности завода диктуют форму здания, а наоборот, завод производит комплект изделий индивидуальной формы под архитектурный проект клиента. Для этого завод не только должен производить изделия любой конфигурации, но и проектирование нестандартных изделий должно безошибочно успевать за роботизированным производством. Тогда завод сможет выйти на новую для него нишу проектов индивидуальной архитектуры, в которую ранее попадали только фирмы, работающие с большей долей ручного труда на стройплощадке.

В последние годы широкое распространение получили панели со встроенным уже на заводе утеплителем, как полностью готовые, так и с доливкой монолитного бетона на объекте – самонесущие, навесные и т. д. Это существенно более сложные изделия, чем ранее применявшиеся. Их проектирование требует существенно больших затрат времени либо применения специализированных программных систем, таких как Allplan Precast от фирмы Nemetschek Engineering, недавно получившей новый специализированный модуль «Термостена».

С тех пор как стал очевиден потенциал и быстрый прогресс технологии утепления панелей на производстве, компания Nemetschek Engineering начала фундаментальную модернизацию модуля панелей Allplan Precast. Специализированный модуль автоматизированного проектирования

многослойных панелей с теплоизолирующей сердцевинкой был представлен пользователям недавно.

Сложность панелей с теплоизолирующей сердцевинкой сразу бросается в глаза при знакомстве с рабочим чертежом или 3D-моделью мансарды (рис. 1). В таком случае опытный конструктор должен принять правильные конструктивные решения. С другой стороны, программа должна обеспечить их легкое воплощение (рис. 2).

**От замысла архитектора к модели конструкции.** Проект, созданный архитектором, воплощает требования клиента. На его основе максимально простым способом создаются чертежи или модель из сборного железобетона. На этот счет существует мнение, что упростить задачу может использование современных форматов для импорта объемной модели здания, созданной архитектором и отвечающей всем требованиям, например IFC (Industry Foundation Classes).

Термин IFC обозначает открытый стандарт передачи цифровой информации о модели здания. Очень часто также применяется аббревиатура BIM (Building Information Modeling – информационная модель здания). Этот тип представления включает логическую структуру здания, например окно – проем – этаж – здание, связанную атрибутивную информацию и произвольную геометрию. Например, интерфейс IFC применяют для передачи сложной 3D-геометрии из одной программы в другую. Разумеется, если архитектурная модель создается в Allplan Архитектура, необходимость передачи модели вообще отпадает.

**Контроль модели и изделий, в том числе и заказчиком и экспертом.** PDF становится все более популярным форматом обмена информацией. Его популярность связана с тем, что на любом компьютере есть программа просмотра файлов PDF и каждый человек умеет ею пользоваться. Без каких-либо проблем Allplan обеспечивает импорт, определяет структуру и экспортирует файлы формата PDF. Кроме того, Allplan с помощью «родной» технологии компании Adobe сохраняет 3D-модель в формате PDF таким образом, что любой пользователь, не имеющий отношения к проек-

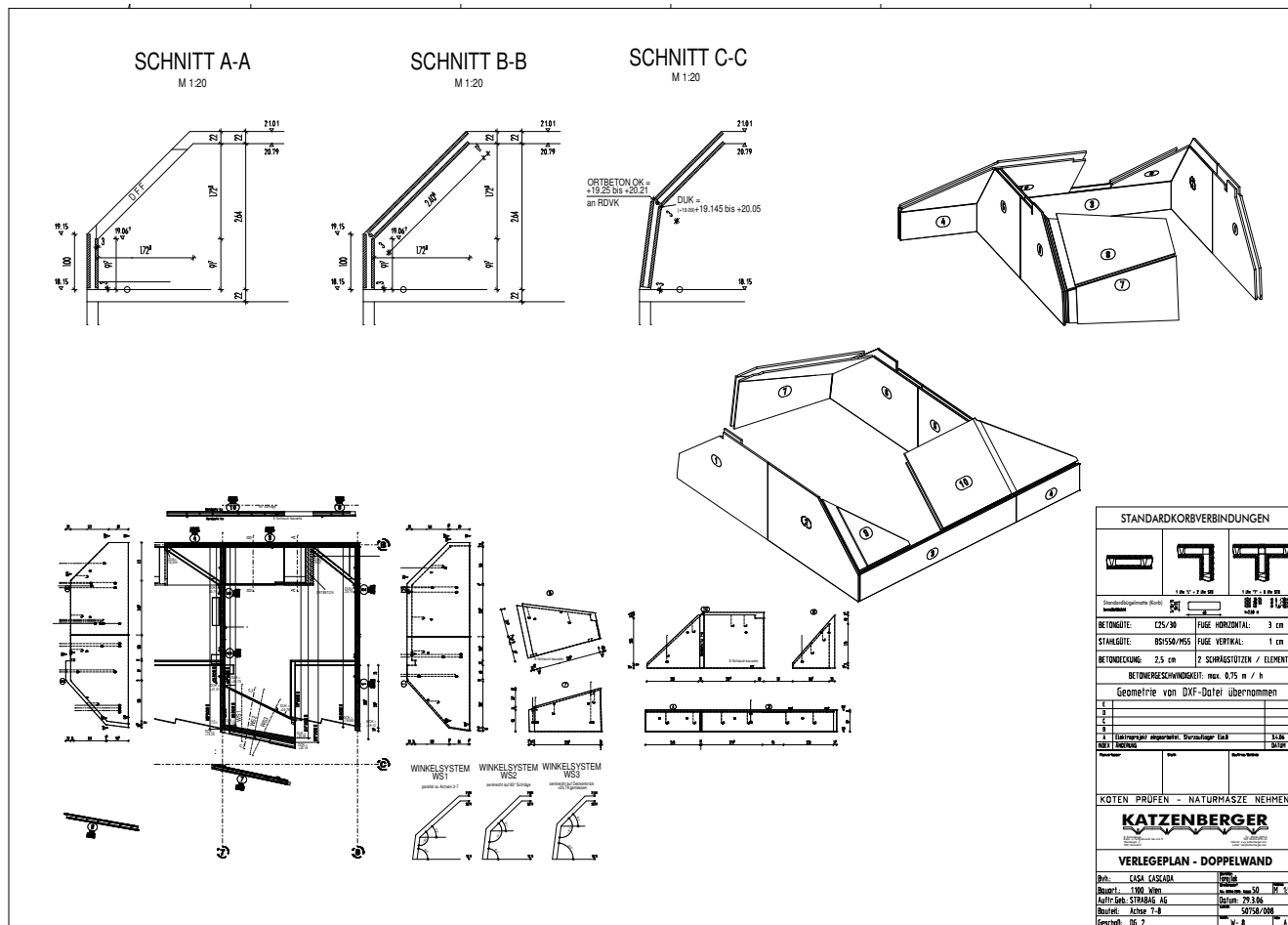


Рис. 1. Позиционный план для многослойных панелей (Casa Cascada. Katzenberger, Vienna)

тированию в CAD-системе, способен ее увидеть. Легко выполняется измерение объектов, добавление замечаний, определение положения сечений и даже перемещение через модель. Значительно облегчается выпуск версий конструкции благодаря наглядности 3D-модели, передаваемой для согласования заказчику либо эксперту согласующей инстанции дополнительно к чертежам.

**Новая технология разделения на элементы.** В простых конструкциях процесс разделения на элементы является стандартной процедурой. Преимущественно прямо-

угольные планы этажей с одинаковыми высотами давно не являются проблемой для автоматизированного проектирования с помощью компьютерных программ благодаря заложенной связи между стандартами и каталогами. Однако современные технические требования, например наличие не прямых углов, горизонтальных стыков, различных высот и толщин или проемов с четвертями, значительно усложняют конструкцию.

Именно поэтому повысилось значение автоматизации проектных процедур. Сечения, сохраненные в каталоге, прямо прикладываются к вертикальным и горизонтальным сты-

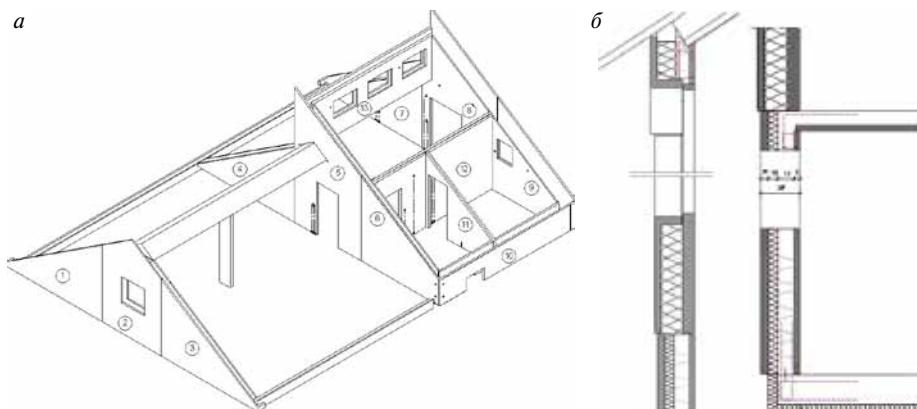


Рис. 2. Жилой дом из многослойных панелей: а – мансарда; б – выносные узлы сечения панелей

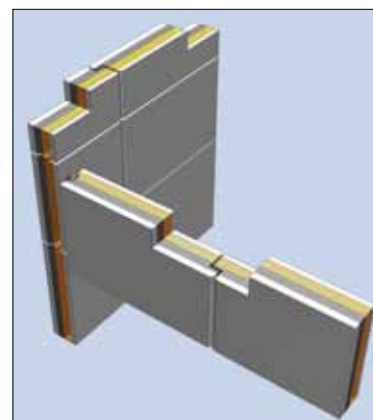


Рис. 3. Пример разделения конструкций на элементы

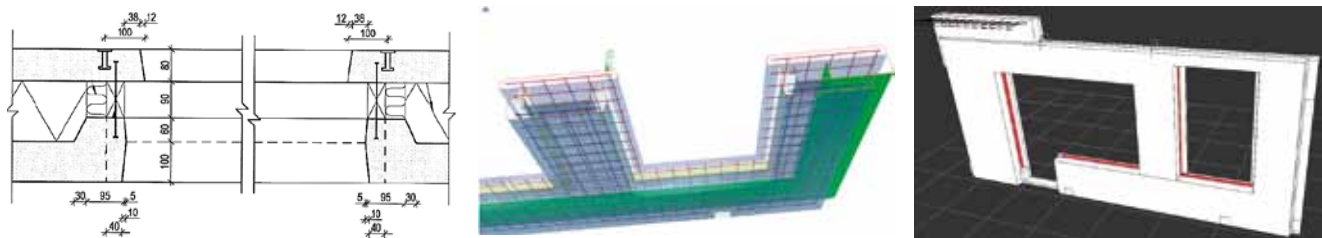


Рис. 4. Проектирование с помощью новых 3D-функций

кам. Различие высот или длин не является проблемой, поскольку стык автоматически расширяется на всю контактную область. Поскольку сечения стыков являются обычными 3D-объектами, их можно свободно редактировать.

Другое преимущество в том, что программа не только правильно считает объемы, но также связана с правилами формирования счетов. Таким образом, реализуется даже скошенный стык или разделение наклонных стен на элементы (рис. 3).

**3D-проектирование.** Преимущества 3D-моделирования уже хорошо известны. Недостатком по сравнению с 2D-проектированием все еще считается несколько более высокая стоимость и затраты труда. Взглянув, однако, на сложные элементы конструкций, наблюдатель придет к выводу, что все они не могут быть быстро отрисованы в 2D (рис. 4), особенно при условии постоянного внесения изменений.

Для исключения ошибок в процессе изготовления изделий из сборного железобетона потребуется создание различных видов выносных узлов. Надо иметь в виду, что в случае 2D-технологии их непротиворечивость и согласованность достигается большими усилиями, особенно если приходится выполнять изменение конструкции.

3D-моделирование обеспечивает вывод непротиворечивых рабочих чертежей. При необходимости 3D-модель используется для проектирования опалубки и лазерных систем, а также для расчета объемов изделий, которые в противном случае пришлось бы считать отдельно.

Новые функции 3D-моделирования, адаптированные к строительному проектированию, чрезвычайно ускоряют работу. В зависимости от конкретной ситуации отдельные слои панели могут быть укорочены сверху, снизу и с боков. Всего несколько параметров определяют ленточные зоны сплошного сечения по всем краям панели. Настройки, принятые по умолчанию, автоматически гарантируют приемлемость проектного решения, например в случае использования сложных шаблонов четвертей.

Естественно, конструкция соединения панелей определяется автоматически на основе принятых в отрасли стандартных вариантов, в том числе учитывающих наличие слоя теплоизоляции. Этот принцип применим как для конструкции панелей с тремя слоями безвоздушного зазора (традиционная сэндвич-панель), так и для панелей с четырьмя слоями, включающих воздушный зазор (сердцевина из бетона, доливаемая на объекте по принципу несъемной железобетонной опалубки, только с внутренним утеплителем).

**Армирование и закладные детали.** Программа включает средства для автоматического стандартного армирования многослойных стен. Любая особая дополнительная арматура может быть быстро добавлена с помощью параметризованного макроса. Включение в конструкцию панели арматуры, обычно применяемой для колонн или балок, спе-

циальное армирование для сейсмоопасных районов – вот только некоторые из возможных специальных вариантов армирования (рис. 5).

Армирование воздушного промежутка при формировании арматурного каркаса может также выполняться автоматически.

Металлические каркасы размещаются автоматизированно с учетом размещенной теплоизоляции. В свою очередь, анкеры теплоизоляции могут размещаться автоматически.

Данное программное обеспечение было создано на основе передового опыта и стандартов. Вот почему алгоритм размещения обеспечивает качество, надежность и безопасность изделий. Безусловно, закладные детали могут опционально вводиться для всех слоев.

**Автоматизированное формирование рабочих чертежей.** Технология автоматизированного формирования чертежей на основе модели является уникальной.

Сначала определяется общеприменимая компоновка чертежа, зависящая от типа изделия. На этом шаге определяется внешний вид и визуальная структура чертежа. Данная подготовительная стадия гарантирует автоматическое создание чертежей простых изделий.

Для более сложных изделий формируется предварительная схема с учетом стандарта конкретного предприятия, уточняемая на стадии проектирования. На этой стадии у пользователя есть возможность принять во внимание особенности конкретного проекта и отдельно определить геометрию, армирование и закладные детали (рис. 6).

Проектирование более сложных изделий из сборного железобетона обычно требует внесения изменений. Чертежи, созданные автоматизированным способом, далее редактируются интерактивно, причем любые дополнения вносятся из исправляемых чертежей в модель. Это гарантирует, что чертеж и модель после внесения изменений по-прежнему будут представлять одно непротиворечивое целое (рис. 6).

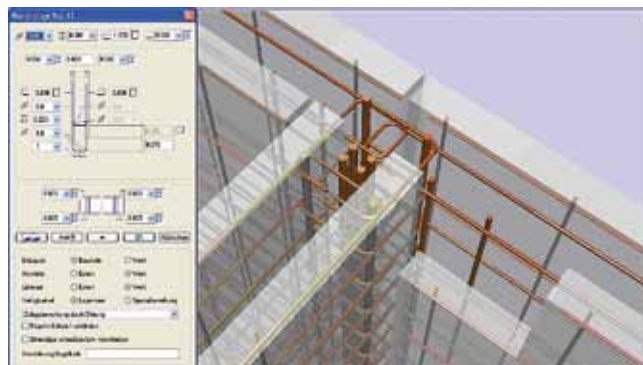


Рис. 5. Параметризованное размещение дополнительной арматуры. Автоматизированное размещение каркасов и анкеров теплоизоляции

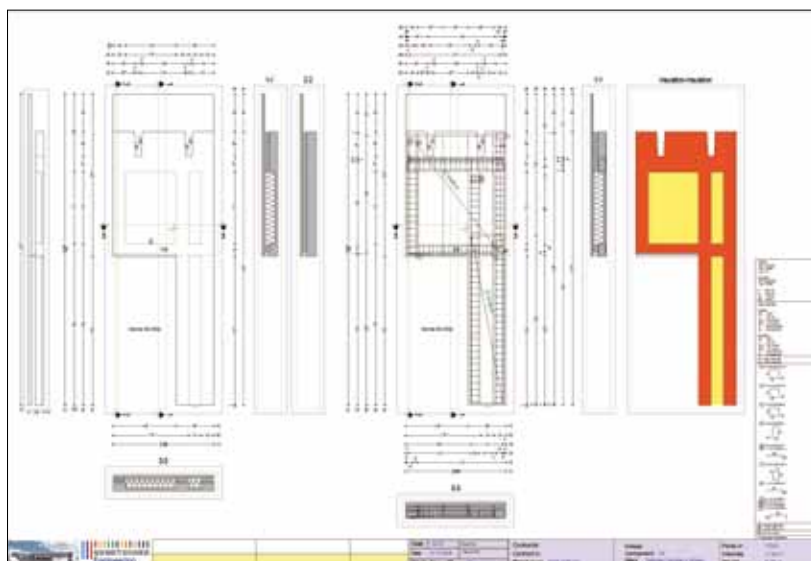


Рис. 6. Применение адаптируемых схем в качестве основы для автоматического формирования рабочих чертежей

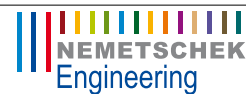
**Исчерпывающий анализ.** В конце процесса проектирования получается законченная модель изделия. Ее можно проанализировать с помощью многочисленных критериев. Поддерживаются все стандартные интерфейсы и спецификации. В новую разработку введены также интерфейсы IFC и 3D PDF. Таким образом, в недалеком будущем технология 3D будет играть ключевую роль в производстве.

В заключение необходимо отметить, что **современное программное обеспечение должно решать следующие задачи:**

- выдавать информацию, необходимую для производства изделий;
- включать систему управления материальными ресурсами;
- формировать счета на оплату в соответствии с правилами;
- формировать ясный и четкий план производства;
- обеспечивать распознавание элемента в модели.

Причем большинство этих функций выполняется одним щелчком мыши.

Allplan Precast поставляется на русском языке. Программный продукт согласован с местными нормативными документами (СНиП и ГОСТ) и имеет интерфейс к 16 сметным системам СНГ и распространенным системам расчета конструкций SCAD и ЛИРА. При этом арматуру в плитах перекрытия можно выбирать по результатам расчета конструкций в соответствии со строительными нормами СНГ. Конструктивные требования СНиП 1984 и 2003 Allplan Precast выполняет автоматически. Локализацию и поддержку выполняют офисы Allbau Software – генерального партнера Nemetschek Engineering в СНГ.



Р  
е  
к  
л  
а  
м  
а

## Allplan Precast

Программное решение для  
заводов сборных конструкций

- ▶ От архитектурного плана или даже идеи – к комплексу индивидуальных изделий с автоматическим получением рабочих чертежей
- ▶ Включая подготовку производства, управление машинами, логистику и учет
- ▶ При необходимости проектирование всех разделов, одновременно, на русском языке, по СНиПам и ГОСТам



Думать в новых измерениях

Nemetschek Engineering GmbH  
[www.nemetschek-engineering.com](http://www.nemetschek-engineering.com)

Генеральный партнер в СНГ:  
**Allbau Software GmbH**  
Список офисов и партнеров в СНГ:  
[www.allbau-software.de](http://www.allbau-software.de)  
Берлин / Алматы / Киев / Минск / Москва

УДК 624.012.35

*Л.М. КОЛЧЕДАНЦЕВ, д-р техн. наук,  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет;  
Н.П. РОЩУПКИН, ген. директор ЗАО «Роцинострой» (Ленинградская обл.)*

## Жилье экономического класса — сборное, монолитное или сборно-монолитное?

*Приведены исходные предпосылки и специфика природно-климатических условий России для обоснования приоритетности направлений строительства жилья экономического класса. Предложен новый технологический уровень строительства сборно-монолитных зданий с использованием термовиброобработанной бетонной смеси (ТВОБС) для заделки стыков между сборными элементами стен и перекрытий.*

**Ключевые слова:** *исходные предпосылки, рациональная область применения, сборно-монолитное домостроение, термовиброобработка бетонной смеси.*

На Международной научно-технической конференции «Модернизация крупнопанельного домостроения – локомотив строительства жилья экономического класса» (19–20 апреля 2011 г., Москва) и на VI Международном форуме «Стратегия развития жилищного строительства в России» (16–18 мая 2011 г., Москва) рассматривались различные аспекты строительства жилья социального класса: панельное домостроение, возведение домов из объемных блоков, строительство «зеленых» (экологических) и энерго-сберегающих домов и др.

Рассмотрим **исходные предпосылки** и специфику природно-климатических условий России, с учетом которых авторы обосновывают приоритетность направлений строительства жилья экономического класса:

1. Среди развитых и развивающихся стран обеспеченность населения жильем в России одна из самых низких. Например, на одного человека в России приходится 20 м<sup>2</sup> жилья, в Китае – 30 м<sup>2</sup>, в Японии – 40 м<sup>2</sup>, в Англии – 44 м<sup>2</sup>, в США – 65 м<sup>2</sup>, в Норвегии – 75 м<sup>2</sup>. Актуальность строительства жилья экономического класса очевидна.
2. Большая часть населения России, нуждающегося в улучшении жилищных условий, сосредоточена в крупных и средних городах. Это значит, что основные объемы ввода в эксплуатацию жилья будут обеспечиваться за счет строительства многоэтажных зданий.
3. Половина территории России относится к зонам с суровыми климатическими условиями. Низкие положительные и отрицательные температуры наружного воздуха оказывают негативное влияние на процессы бетонирования и выдерживания бетона. Бездумное увлечение монолитным домостроением неоправданно.
4. Значительная часть территории России (примерно 30%) относится к зонам с повышенной сейсмичностью. В таких зонах применение панельного домостроения в чистом виде недопустимо. Печальное подтверждение этому – разрушенный город на о. Сахалин.
5. Мощная база панельного домостроения, созданная в Советском Союзе, в настоящее время используется в лучшем случае на 30%.

В настоящее время на ряде предприятий панельного домостроения освоена гибкая технология изготовления сборных изделий, суть которой состоит в том, что на одном и том же стенде с помощью переналаживаемой бортовой оснастки можно изготавливать изделия различных размеров и форм в плане. Это обстоятельство позволяет разнообразить архитектурный облик зданий, возводимых с использованием сборных элементов.

Другим конструктивно-технологическим приемом, позволяющим исключить проблему протечек и продуваемости стыков панельных зданий, является устройство так называемых бесшовных фасадов. Наружные стены панельного здания, так же как и внутренние, делаются из тяжелого бетона с последующим утеплением минераловатным утеплителем и оштукатуриванием по сетке.

Применение минераловатного, а не полистирольного утеплителя позволяет повысить экологичность домов, а варьированием толщины утеплителя в зависимости от расчетной температуры наружного воздуха можно повысить эксплуатационную энергоэффективность жилых зданий.

Из изложенного следует, что **приоритетным направлением решения проблемы строительства жилья экономического класса является использование потенциала панельного домостроения. Однако панельное домостроение в чистом виде не всегда и не везде удовлетворяет требованиям надежности и долговечности.** Особую озабоченность авторов данной статьи вызывает тенденция увеличения этажности панельных зданий до 20–25 этажей.

История панельного домостроения в нашей стране начиналась с пятиэтажных зданий массовой застройки с постепенным увеличением этажности до 9, затем и до 16 этажей. С увеличением этажности погрешности заводских и монтажных отклонений от проектных значений накапливаются. Подтверждением является, например, разрушение 16-этажного панельного дома в Ленинграде в 1976 г. Понижается восприимчивость панельных зданий к нештатным внешним, в том числе динамическим, воздействиям природного или техногенного характера.



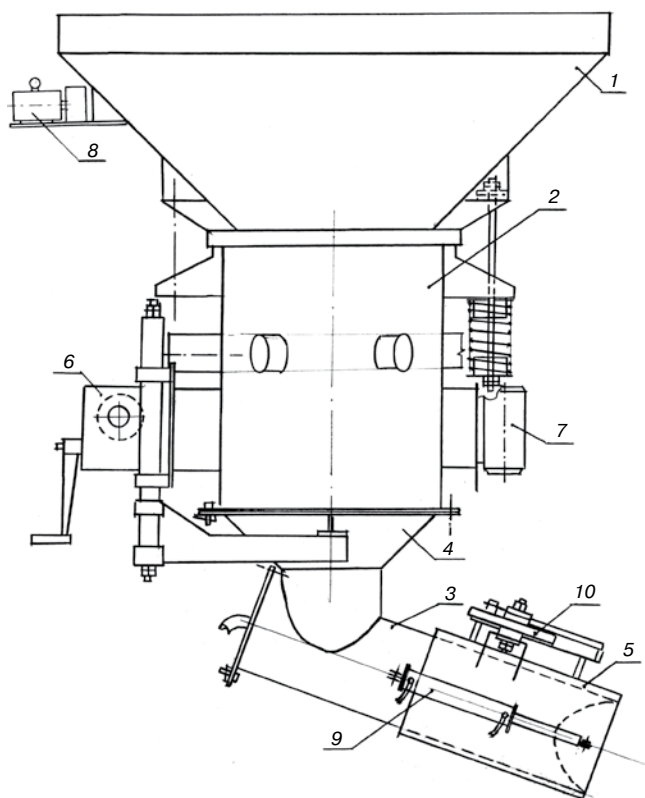


Рис. 1. Общий вид установки ТВОБС по проекту ТК-01: 1 – загрузочный бункер; 2 – труба греющая вертикальная; 3 – труба греющая наклонная; 4 – воронка с переходным патрубком; 5 – затвор; 6 – подъемник; 7 – вибратор; 8 – насосная станция; 9 – гидrocилиндр; 10 – синхронизирующий механизм

Повысить надежность зданий, возводимых с использованием сборных элементов, можно за счет перехода от полносборного строительства к сборно-монолитному домостроению [1].

Строительство сборно-монолитных зданий авторы предлагают осуществлять на новом технологическом уровне, а именно: стыки между сборными элементами стен и перекрытий, имеющих арматурные выпуски, заделывать термо-виброобработанной бетонной смесью.

Суть термо-виброобработки бетонных смесей (ТВОБС) заключается в том, что перед укладкой в опалубку, в данном случае в стык, бетонную смесь обрабатывают в специальной установке (установка ТВОБС) (рис. 1) комплексом воздействий, включающим разогрев электрическим током, виброактивацию, воздействие пара и избыточного давления. Активированная таким образом смесь позволяет обеспечить ускоренный набор прочности бетона: 40–45% через 8 часов и 70–100% через сутки при скорости остывания 1–2°С/ч (рис. 2). При этом удельный расход электроэнергии составляет ≈50 кВт·ч/м<sup>3</sup>, исключаются безвозвратная потеря греющих проводов и трудозатраты на их установку [2].

Технология ТВОБС защищена рядом патентов РФ и включена в Руководство по прогреву бетона в монолитных конструкциях, изданное в НИИЖБ в 2005 г. [3].

Для обеспечения скорости остывания бетона 1–2°С/ч опалубка стыка выполняется в виде термоактивных щитов (ТАЩ) с удельной мощностью 0,15–0,2 кВт/м<sup>2</sup>. Перед укладкой смеси стык с помощью ТАЩ прогревается.

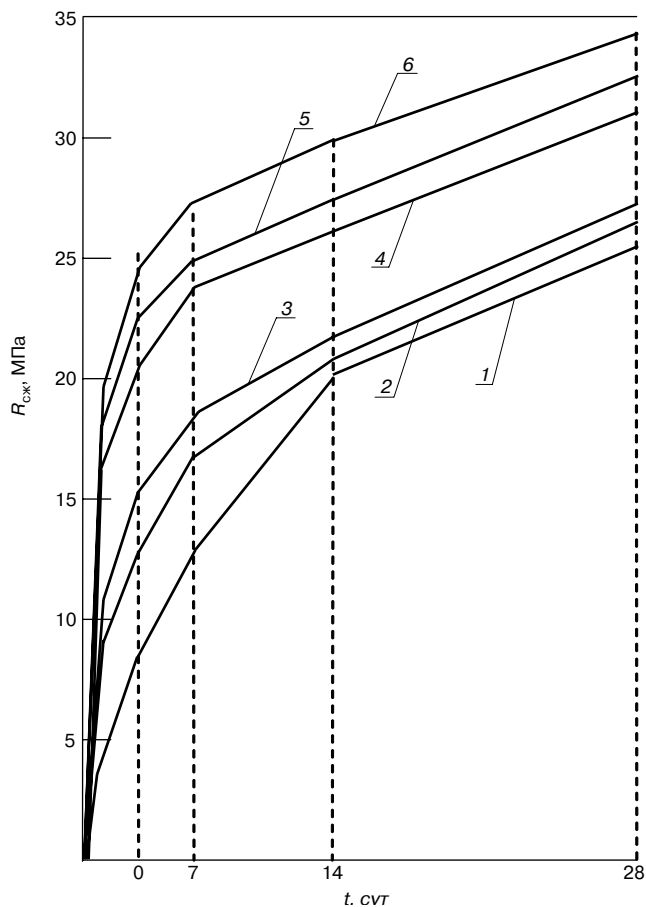


Рис. 2. Кинетика нарастания прочности бетона М250 при различных режимах обработки смеси ( $V/C=0,62$ ) с подвижностью 10 см: 1 – без обработки, стандартное выдерживание; 2 – предварительный разогрев до 55°С; 3 – то же, до 70°С; 4 – термо-виброобработка с температурой разогрева 55°С; 5 – то же, с температурой разогрева 70°С; 6 – то же, с температурой 90°С

Качество бетона из термо-виброобработанной смеси по прочности, плотности, сцеплению с арматурой не хуже, чем бетон нормального твердения. Сцепление вновь уложенного бетона с бетоном железобетонных панелей лучше, чем при обычной технологии замоноличивания стыков. Улучшение сцепления «старого» и «нового» бетонов обусловлено явлениями тепломассопереноса в направлении от бетонной смеси с более высокой температурой ( $\approx 70^\circ\text{C}$ ) к бетону с менее низкой температурой ( $\approx 10^\circ\text{C}$ ).

Таким образом, сборно-монолитное строительство, осуществляемое на современном технологическом уровне, позволяет обеспечить возведение жилых домов по темпам полносборного строительства, а по надежности и долговечности – монолитного.

#### Список литературы

1. Колчеданцев Л.М., Зубов Н.А., Рошупкин Н.П., Колчеданцев А.А. Конструктивно-технологические решения сборно-монолитного здания экономического класса // Строительные материалы. 2011. № 3. С. 37–39.
2. Колчеданцев Л.М. Интенсифицирование технологии бетонных работ на основе термо-виброобработки смесей. СПб.: СПбГАСУ, 2001. 230 с.
3. Руководство по прогреву бетона в монолитных конструкциях. М.: НИИЖБ, 2005. 275 с.

УДК69.056.52

Б.С. СОКОЛОВ, д-р техн. наук,  
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

## Совершенствование методики расчета и конструирования стеновых панелей крупнопанельных зданий

Представлены разработанные автором методики расчета по прочности и трещиностойкости панелей различных конструктивных решений на единой основе – теории сопротивления анизотропных материалов сжатию с использованием каркасно-стержневых аналоговых моделей. Рассмотрены различные типы горизонтальных стыков однопролетных панелей, панели с отверстиями и проемами, а также составные панели. Показано, что применение разработанных расчетных методик позволит оптимизировать армирование панелей, определять прочность сложных конструкций.

**Ключевые слова:** несущая способность, разрушение при сжатии, разрушение при изгибе, горизонтальные стыки, балки-стенки, каркасно-стержневая аналоговая модель (КА).

По характеру работы в несущей системе здания панели можно разделить на два класса:

- панели, воспринимающие сжимающие усилия;
- панели, испытывающие изгиб.

Их общей чертой является работа материала конструкций в условиях плоского напряженного состояния. Для оценки его прочности и трещиностойкости разработана физическая модель разрушения, на основе которой создана теория сопротивления бетона при сжатии [1, 2].

Геометрические, физические и статические характеристики модели в совокупности позволили получить условие прочности в общем виде, отражающее физическую суть процесса разрушения при сжатии, которое происходит от преодоления сопротивления материала отрыву, сдвигу и раздавливанию:

$$N \leq N_{сеч} = (N_{bt} \cos \alpha + N_{sh}) / \sin \alpha + N_{ef}, \quad (1)$$

где  $N$  – усилие от внешней нагрузки;

$N_{bt}$ ,  $N_{sh}$ ,  $N_{ef}$  – соответственно сопротивление материала отрыву, сдвигу и раздавливанию.

Значение угла наклона площадки скольжения определяется в зависимости от класса бетона по формуле:

$$\arctg \alpha = 0,25R_b / R_{bt} - 1,56.$$

Условие (1) используется для оценки несущей способности и трещиностойкости панелей обоих классов и их стыков независимо от схемы нагружения и конструктивного решения.

Сжимающие усилия на панели передаются в виде равномерно распределенной нагрузки через горизонтальные стыки; сосредоточенные силы – через конструктивные элементы здания, например перемычки, ригели, перекрытия, которые могут располагаться в средней части длины панели или у края (рис. 1).

При проектировании крупнопанельных зданий используют три типа горизонтальных стыков (рис. 2): контактные; платформенные; комбинированные (контактно-платформенные).

Выполненные исследования [2, 3] показали, что все типы стыков разрушаются одинаково – от преодоления сопротивления бетона отрыву, сдвигу и раздавливанию, о чем свидетельствуют приведенные на рис. 2 схемы развития трещин, но имеют индивидуальные особенности:

- несущая способность контактных стыков определяется прочностью опорных зон панелей;
- разрушение платформенных стыков происходит, как правило, по плитам перекрытий, имеющим разное поперечное сечение – сплошное, с отверстиями (круглыми, овальными), с заполнением бетоном и без заполнения;
- прочность комбинированных стыков определяется контактной и платформенными зонами.

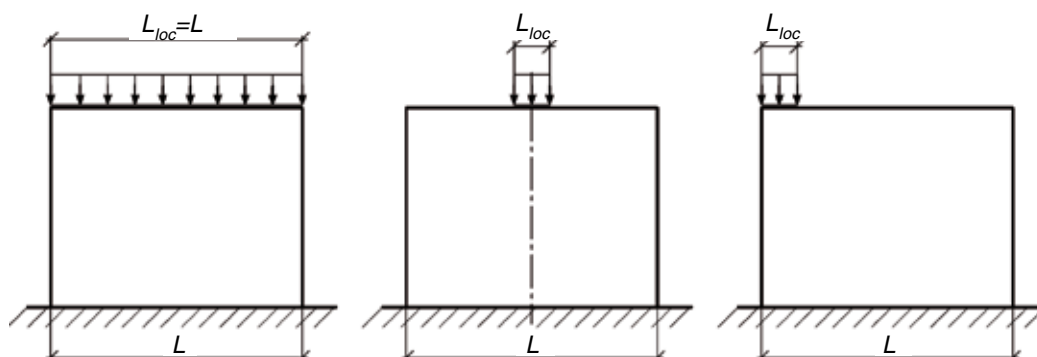


Рис. 1. Схемы приложения сжимающих нагрузок к плосконапряженным элементам и панелям

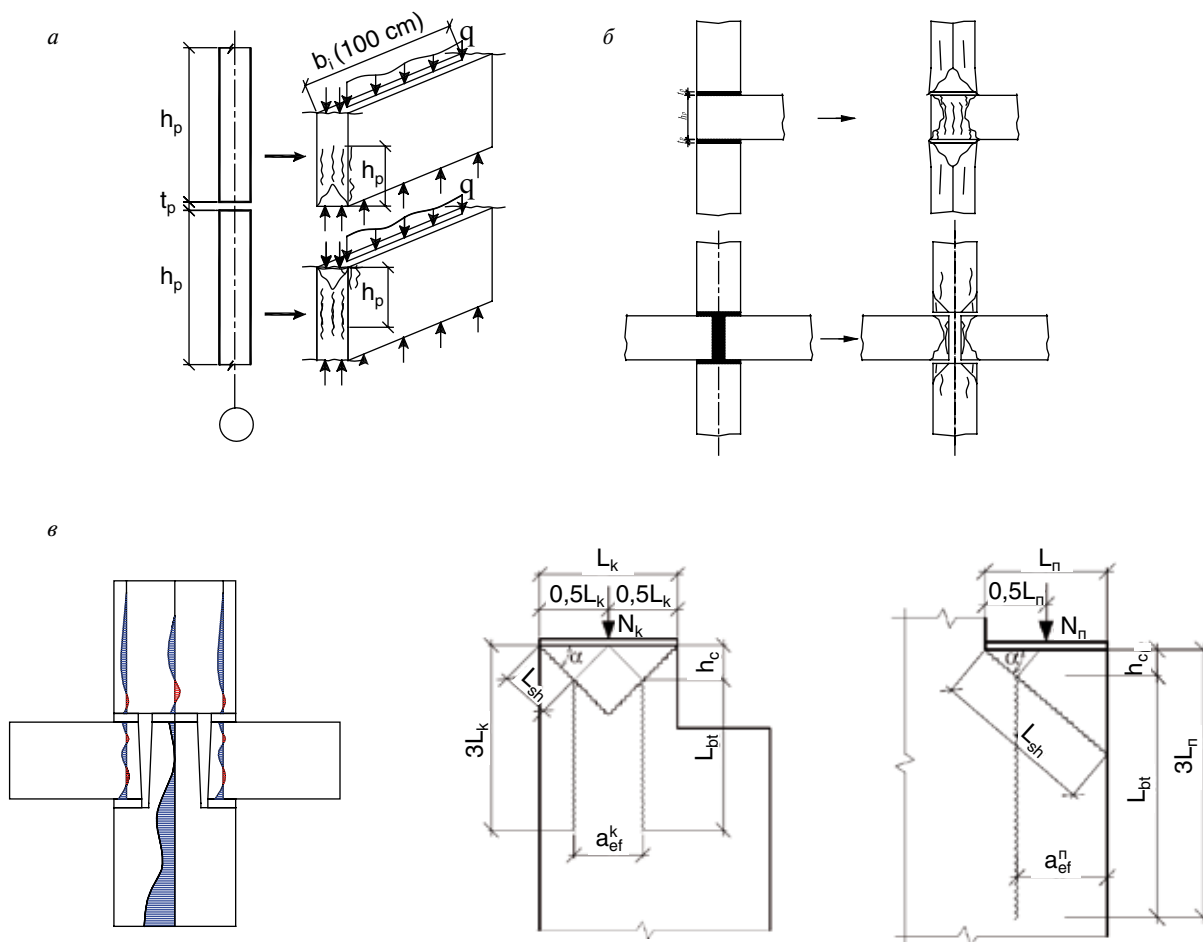


Рис. 2. Горизонтальные стыки панелей. а – контактные; б – платформенные; в – комбинированные (контактно-платформенные)

Перечисленные особенности учтены при создании методик расчета стыков на единой основе – условия (1).

В качестве примера на рис. 3 приведена схема для расчета по прочности комбинированных стыков с односторонним расположением плит перекрытий.

Соответствующее ей условие прочности записывается в виде:

$$N \leq N_{ult} = \frac{R_{bt} b_i L_k (6 - 0,5 \sin 2\alpha) \cos \alpha + 3R_{bt} b_i L_k \cos \alpha}{\sin \alpha} + R_{bt} b_i L_k \sin^2 \alpha . \quad (2)$$

Расчетные схемы стыков, базирующиеся на модели, раскрывающей механизм разрушения, позволяют рационально производить усиление расчетных зон стыков, отвечающих за несущую способность. В работе [3] показаны основные принципы усиления.

При действии на панели локальных нагрузок происходит два случая разрушения, отражающих напряженное состояние в пределах сжимающего силового потока, ограниченного размерами грузовой площадки:

- по сжато-растянутой области, расположенной на некотором расстоянии от грузовой площадки, преимущественно от преодоления сопротивления материала растяжению (отрыву);
- в области двухосного сжатия, расположенной непосредственно под грузовой площадкой, от «смятия» (компрессионного раздавливания) бетона.

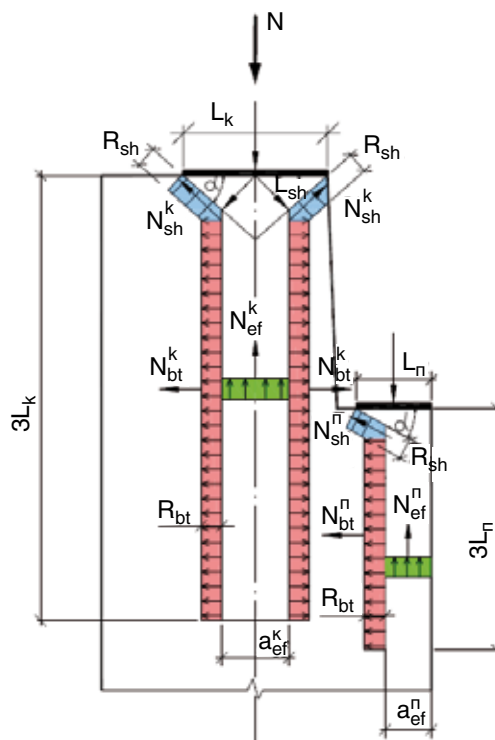


Рис. 3. Схема для расчета по прочности нижней панели комбинированного стыка

Первый случай разрушения описывается условием:

$$F \leq F_{ult} = \varphi_b R_b A_{loc}, \quad (3)$$

$$\text{где } \varphi_b = ctg\alpha(1/\delta - \cos\alpha \sin\alpha + 3)R_{bt} / R_b + \sin^2\alpha. \quad (4)$$

Из выражения (4) следует, что коэффициентом  $\varphi_b$  учитываются геометрические характеристики конструкции, их соотношения, соотношение прочностных характеристик бетона, угол  $\alpha$ , то есть основные параметры, которые влияют на прочность. Поэтому из него нетрудно получить частные решения – при приложении к элементу полосовой нагрузки на участке  $L_{loc}$  в средней части пролета или у края, ограничивая применение с учетом результатов численных и физических экспериментов. Например, при малых размерах грузовых площадок ( $\delta \leq 0,3$ ) и их расположении у края, как показали опыты, разрушение происходит преимущественно от сопротивления материала сдвигу, а сопротивление отрыву не реализуется. В этом случае выражение для  $\varphi_b$  упрощается:

$$\varphi_b = 3ctg\alpha R_{bt} / R_b + \sin^2\alpha. \quad (5)$$

Для оценки прочности панелей при разрушении по второму случаю использовано два подхода. Первый основан на известных критериях прочности и описан в работах [5, 6]. Второй подход заключается в модификации модели разрушения в многоклинчатую [7].

Совместное решение полученных уравнений позволяет установить граничные значения  $\varphi_{b,гр}$ , характеризующее два случая разрушения элемента в сжимающем силовом потоке: – при  $\varphi_b > \varphi_{b,гр}$ , когда разрушение бетона элемента происходит по сжато-растянутой области сжатой полосы; – при  $\varphi_b \leq \varphi_{b,гр}$ , когда разрушение происходит в области двухосного сжатия или под грузовой (опорной) площадкой.

Анализ расчетных выражений и многочисленных опытных данных позволил определить, что для бетонов класса В40  $\varphi_{b,гр} = 0,17$ , а для В20 –  $\varphi_{b,гр} = 0,3$ . Для других классов бетона  $\varphi_{b,гр}$  можно принять по интерполяции. Полученные результаты имеют практическое значение, так как способствуют эффективному размещению арматуры.

При работе на изгиб панели рассматривают как балки-стенки, т. е. плосконапряженные конструкции, в которых высота ( $h$ ) и длина ( $L$ ) соизмеримы ( $L/h \leq 2$ ), а толщина значительно меньше этих двух размеров (до 10 раз). К балкам-стенкам относится большой класс строительных конструкций и элементов, используемых при проектировании жилых, гражданских, промышленных зданий и сооружений специального назначения.

В зависимости от предъявляемых требований панели выполняют одно- и многослойными, из тяжелого и легкого бетонов, одно- и многопролетными, с отверстиями и проемами, составными.

Балками-стенками являются горизонтальные и вертикальные диафрагмы зданий и сооружений. Это несущие стены, диски перекрытий, выполненные в сборном, монолитном, сборно-монолитном железобетоне. Они могут иметь отверстия и проемы, воспринимать горизонтальные и вертикальные нагрузки, действие изгибающих и крутящих моментов.

К балкам-стенкам относятся стеновые панели, опирающиеся на рандбалки, а также несущие панели типа панель-

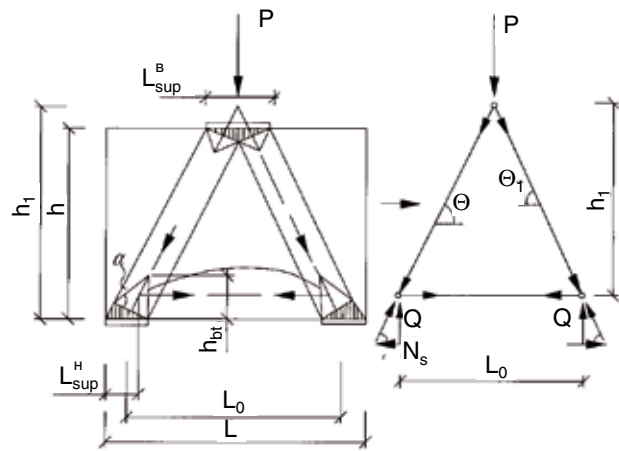


Рис. 4. КСА однопролетной панели

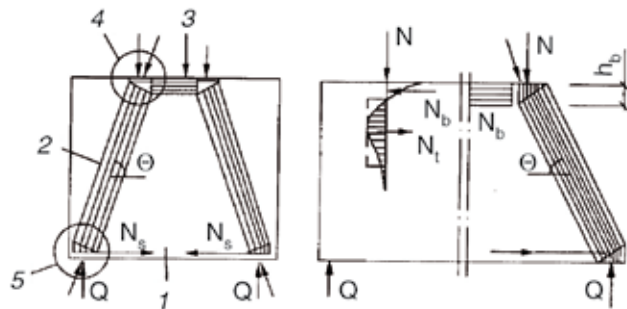


Рис. 5. Элементы КСА

ригель и стена-ригель, используемые в крупнопанельных жилых домах с нежилыми первыми этажами.

Многообразие решений используемых в строительстве панелей-балок-стенок затрудняет разработку единого подхода к их расчету по предельным состояниям.

Однако многочисленное многофакторное компьютерное моделирование напряженно-деформированного состояния конструкций, эксперименты на моделях с применением тензометрии и оптических методов (сквозного просвечивания и оптически чувствительных покрытий), на крупномасштабных и натуральных образцах показали, что характерной особенностью балок-стенок является их превращение перед разрушением в распорные системы, что позволяет представить их работу в виде каркасно-стержневого аналога (КСА).

КСА состоит из плосконапряженных элементов – полос, направленных вдоль преобладающих сжимающих и растягивающих силовых потоков. Для оценки их прочности, сопротивления образованию и раскрытия трещин использована разработанная автором теория. Это позволило создать новые методики расчета панелей различных конструктивных решений, предложить эффективные принципы их конструирования.

Надежность расчетного аппарата подтверждена сравнением результатов опытов более чем на 500 образцах, испытанных отечественными и зарубежными учеными.

Необходимо отметить, что расчеты сложных конструкций с использованием аналоговых моделей применяются в нашей стране [8 и др.] и за рубежом. В Еврокоде такой подход назван расчетом «распорок и тяжей». Однако разработанные автором предложения по расчету принципиально отличаются от перечисленных выше.

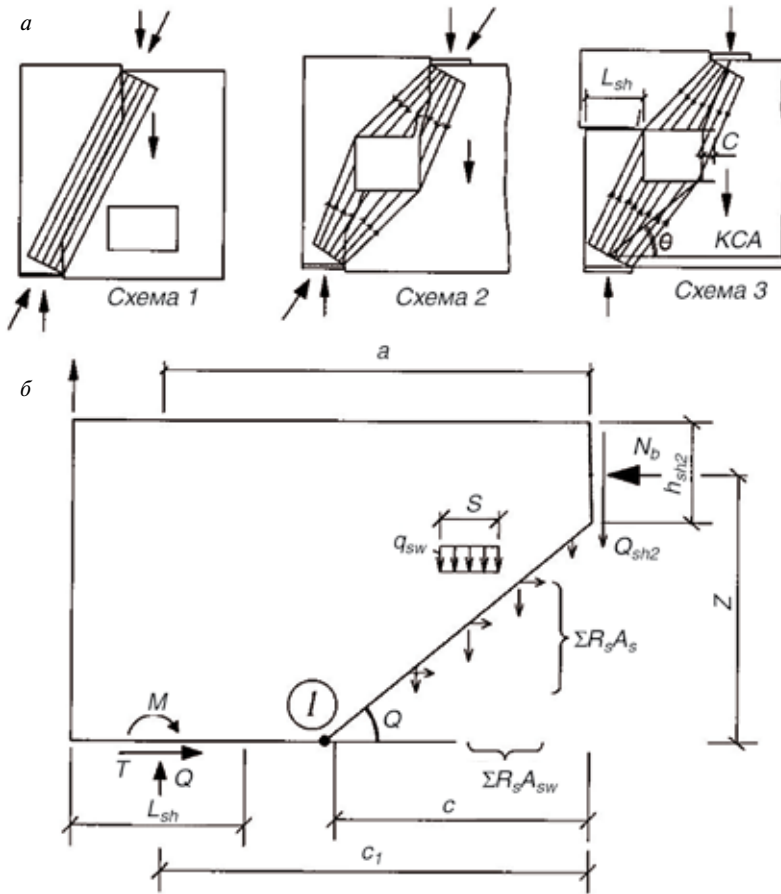


Рис. 6. Расчетные схемы балок-стенок с отверстиями

1. Формирование геометрических характеристик проводится с учетом образования в опорных и грузовых зонах клиньев, угол наклона граней которых определяется углом  $\alpha$ . Поэтому, например, при нагружении сосредоточенной нагрузкой в пролете расчетная высота КСА может быть больше фактической (рис. 4).
2. КСА состоит из пяти элементов: растянутого пояса 1, сжатых наклонных и горизонтальных полос 2, 3, пролетных грузовых 4 и опорных крайних узлов 5 (рис. 5).

КСА – шарнирно-стержневая модель, по которой определяются усилия в ее элементах. Подход к расчету по прочности (либо по подбору сечения) растянутого пояса во всех предложениях одинаков – по горизонтальному усилию, вычисляемому из равновесия усилий в опорном узле. В существующих предложениях оценивается только прочность сжатых элементов КСА сопротивлением бетона сжатию. Нами разработаны методики расчета по прочности, сопротивлению образованию и раскрытию трещин сжатых элементов и узлов на основе теории сопротивления анизотропных материалов сжатию и уравнения (1) с учетом характерных особенностей конструктивного решения панелей [6].

**Однопролетные панели со сплошной стенкой.**

Впервые созданы методики расчета при любых схемах нагружения, учитывающие все возможные случаи разрушения, зависящие от содержания продольной арматуры, кон-

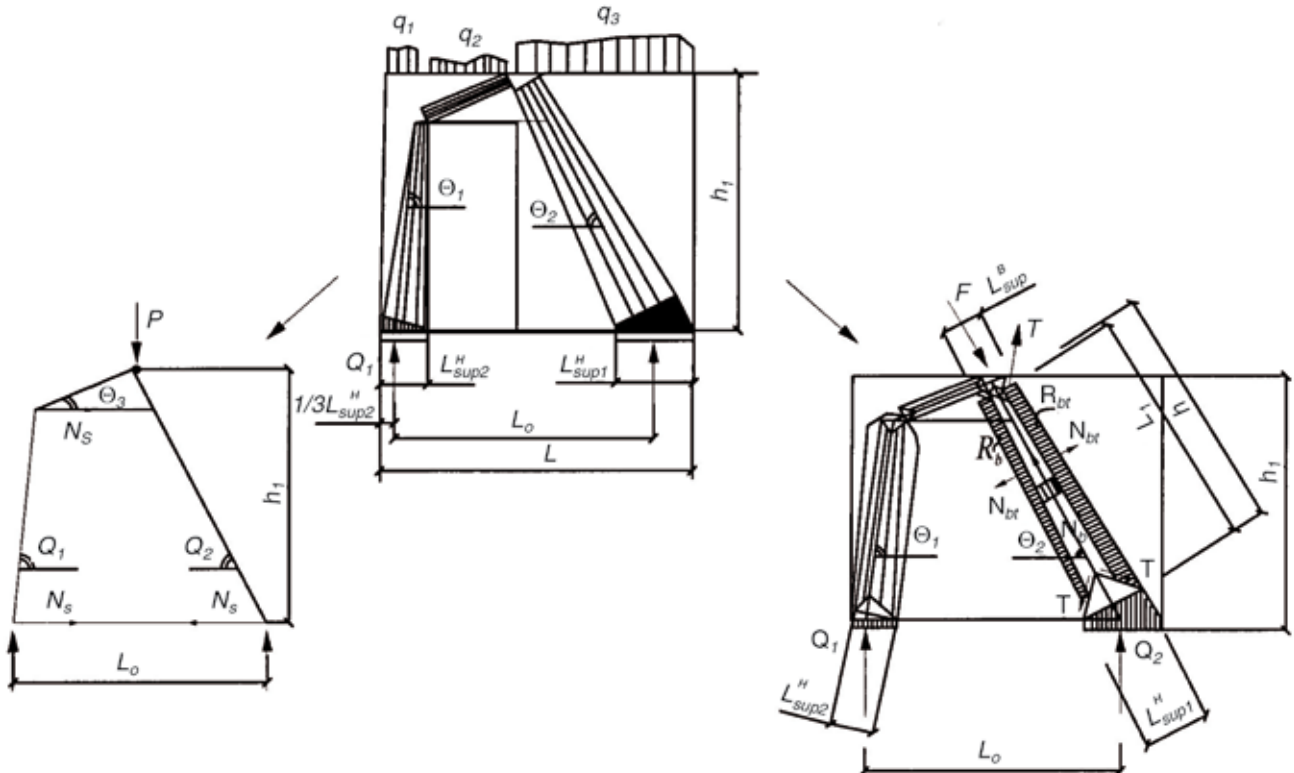


Рис. 7. Формирование КСА в панелях с дверными проемами

структивных решений опорных узлов и грузовых площадок. Определены минимальные и максимальные коэффициенты поперечного армирования стенки. Предложены новые конструктивные решения, защищенные авторскими свидетельствами.

### Панели с отверстиями, расположенными в наклонной сжатой полосе (рис. 6).

Расчет по схеме 1, т. е. когда отверстия не пересекают силовой поток, выполняется, так же как для сплошного сечения, используя решения, принятые для однопролетных балок-стенок.

Расчет по схеме 2, соответствующей разрушению от сдвига бетона по вертикальным плоскостям, осуществляется как для сплошного сечения, но геометрические характеристики, входящие в него, определяются для рассматриваемого случая.

Схема 3 предусматривает возможность разрушения бетона от сдвига и отрыва по горизонтальному сечению. В этом случае условия равновесия и прочности описываются системой уравнений (рис. 6, б):

$$\Sigma x = 0; N_b = T + \Sigma R_s A_s \quad (6)$$

$$\Sigma y = 0; Q \leq Q_{sh2} + q_{sw} c$$

$$\Sigma_A M = 0; Q c_1 \leq T z + q_{sw} \cdot c^2 / 2 + \Sigma R_s A_s Z_s + \Sigma R_s A_{sw} Z_{sw}$$

Величина сдвигающего усилия  $T$ , под действием которого может произойти разрушение от сдвига, определяется по формуле:

$$T \leq R_{sh} L_{sh} b, \quad (7)$$

где  $R_{sh}$  – сопротивление бетона сдвигу;

$$R_{sh} = 2,5(R_{bt} + 5\sigma_y / R_b) \leq 0,5R_b;$$

$\sigma_y = Q / b l_{sh}$  – вертикальные сжимающие напряжения в зоне сдвига;

$L_{sh}$  – длина горизонтальной плоскости сдвига.

### Панели с проемами.

Разработаны расчетные схемы и соответствующие им выражения по оценке прочности и трещиностойкости для панелей с проемами (рис. 7).

Несущая способность таких панелей определяется прочностью перемычек над проемами, выполняющими роль связей сдвига. Методика их расчета изложена в работе [9]. По ней можно оценить также прочность перемычек в лифтовых шахтах – вертикальных диафрагмах жесткости.

### Составные панели.

Выполнен анализ компьютерного моделирования и экспериментальных исследований составных панелей, позволяющий выделить наиболее опасные схемы их разрушения, которые оцениваются с использованием основного уравнения (1) и учетом специфики каждого конструктивного решения (рис. 8).

Изложенное выше позволяет сделать вывод: впервые для расчета панелей различных конструктивных решений разработаны методики расчета по прочности и трещиностойкости на единой основе – теории сопротивления анизотропных материалов сжатию, подготовленные к созданию нормативных документов по проектированию.

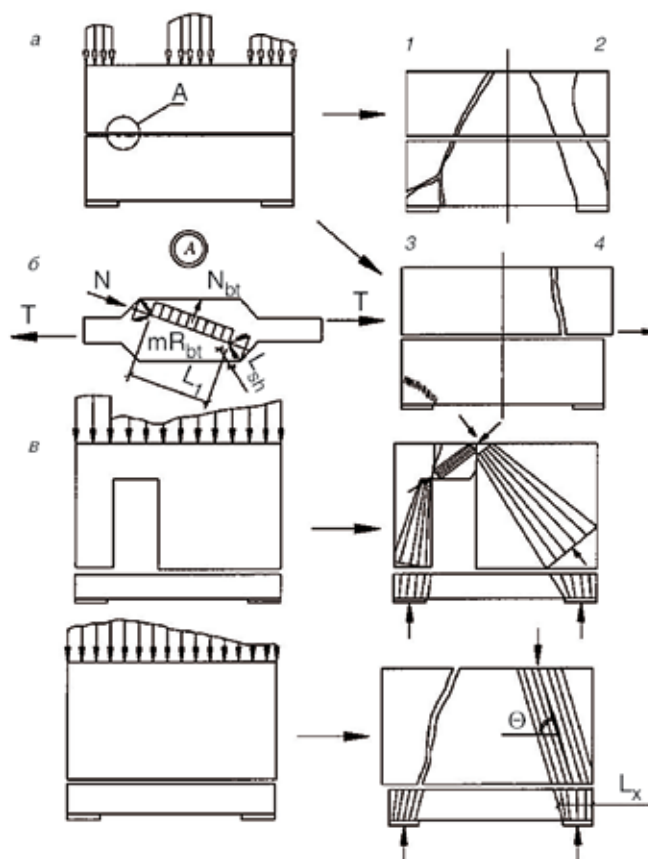


Рис. 8. Схемы разрушения составных панелей

В заключение отметим, что завершено исследование прочности и податливости вертикальных петлевидных стыков панелей. Их внедрение позволит значительно сократить трудоемкость производства работ по монтажу панелей, отказаться от сварочных работ, уменьшить металлоемкость стыков.

### Список литературы

1. Соколов Б.С. Теоретические основы сопротивления бетона и железобетона при сжатии // Известия вузов. Строительство. 1993. № 9. С. 39–43.
2. Соколов Б.С. Состояние и перспективы развития теории сопротивления анизотропных материалов сжатию // Известия КГАСУ. 2005. № 1(3). С. 20–23.
3. Соколов Б.С., Никитин Г.П. Прочность горизонтальных стыков железобетонных конструкций. М.: АСВ, 2010. 104 с.
4. Соколов Б.С., Седов А.Н. Теоретические основы усиления комбинированных стыков крупнопанельных зданий // Бетон и железобетон. 2009. № 6. С. 2–5.
5. Соколов Б.С. Новый подход к расчету бетонных элементов при действии местной нагрузки // Бетон и железобетон. 1992. № 10. С. 22–25.
6. Соколов Б.С. Прочность и трещиностойкость стеновых панелей зданий. М.: АСВ, 2010. 128 с.
7. Соколов Б.С., Антаков А.Б. Прочность бетона при смятии // Academia. 2010. № 4. С. 75–78.
8. Баранова Т.И., Залесов А.С. Каркасно-стержневые расчетные модели и инженерные методы расчета железобетонных конструкций. М.: АСВ, 2003. 240 с.
9. Соколов Б.С. Прочность и трещиностойкость наклонных сечений перемычек панелей и диафрагм жесткости // Бетон и железобетон. 1989. № 2. С. 36–37.

УДК 69.056.52

*А.В. ГРАНОВСКИЙ, канд. техн. наук, А.И. ДОТТУЕВ (arturo82@mail.ru), инженер, ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко; И.Н. ТИХОНОВ, канд. техн. наук, НИИЖБ им. А.А. Гвоздева (Москва)*

## Повышение прочности горизонтальных стыков крупнопанельных зданий

*Представлены результаты экспериментальных исследований прочности и деформативности опорных зон стеновых панелей крупнопанельных зданий серии И-155. Указаны особенности работы нового типа контактно-платформенного стыка и его преимущество перед типовым платформенным стыком. Отмечена эффективность нового типа армирования опорных зон панелей с использованием арматуры А500 Сп. Результаты исследований использованы при проектировании зданий серии И-155.*

**Ключевые слова:** опорная зона панелей, арматура класса А500 СП, контактный и платформенный стыки

Крупнопанельный метод строительства является одним из самых мобильных и недорогих способов возведения зданий, что делает его в настоящее время конкурентоспособным на строительном рынке жилья в нашей стране. По данным [1], массовое жилищное строительство будет и дальше базироваться на индустриальных методах как наиболее экономичных и позволяющих строить дома в два-три раза быстрее, чем при использовании опалубочных систем и развивающихся технологий монолитного домостроения.

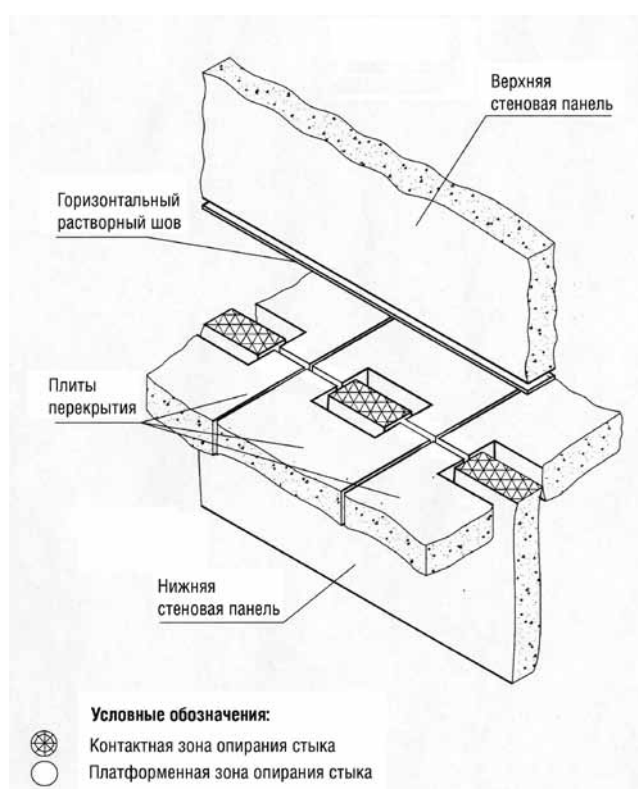
Увеличение объемов строительства и комфортности жилых помещений неразрывно связано с необходимостью повышения этажности крупнопанельных зданий и размеров архитектурно-планировочных ячеек. Все это ведет к росту уровня нагружения основных несущих конструкций: стеновых панелей, плит перекрытий и их узловых соединений – горизонтальных стыков. Специалистами институтов ГИПРОНИИ РАН и Моспроект разработана новая конструктивная система крупнопанельных зданий (серия И-155) с широким шагом (до 7,2 м) несущих поперечных стеновых панелей на основе применения нового типа контактно-платформенного горизонтального стыка.

Переход на принципиально новые типовые серии для массового строительства требует крупных капитальных вложений в разработку проектной документации и переоснастку предприятий стройиндустрии.

Некоторые крупные, в основном московские, строительные фирмы идут на значительные капитальные затраты по созданию и внедрению новых многоэтажных типовых серий домов, обеспечивающих возможность свободной планировки жилых помещений. Такой путь был выбран ОАО «Су-155». В сериях зданий И-155 внедрены передовые разработки НИИЖБ им. А.А. Гвоздева, что позволило сократить металлоемкость железобетонных конструкций на 15%. Авторы проекта серии И-155 выполнили корректировку конструкций опирания плит перекрытий на стеновые панели: плиты перекрытия опираются на стеновые панели не всей опорной поверхностью, а только через опорные «пальцы» (выступы) плит, которые заводятся в специальные вырезы в верхних опорных зонах стеновых панелей. Таким образом, каждый горизонтальный стык включает контактную и

платформенную зоны (рис. 1). Кроме того, при армировании панелей и их опорных зон были реализованы рекомендации лаборатории № 21 НИИЖБ в части использования нового класса арматуры А500 СП и А400 вместо АIII.

В ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко и НИИЖБ им. А.А. Гвоздева выполнены экспериментальные исследования прочности нового конструктивного решения горизонтального стыка. Необходимость проведения экспериментальных исследований новых типов стыков связана с тем, что существующие нормативные подходы к конструированию и расчету типовых горизонтальных стыков (контактных, плат-



**Рис. 1.** Конструктивный вариант нового типа контактно-платформенного стыка

Тип конструкции	Контактно-платформенный стык					Фрагмент стеновых панелей			Натурный образец панели
	Эталон (контактный стык)	0,351	0,406	0,531	0,667	0,477	0,63	1,89	
$\frac{L_{\text{платф.}}}{L_{\text{контак.}}}$									0,5

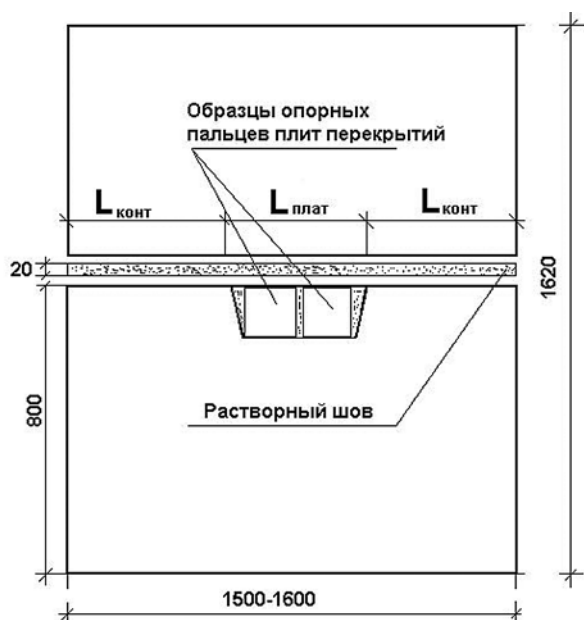


Рис. 2. Экспериментальные модели стыка.

форменных и комбинированных) неприемлемы для расчета контактно-платформенных стыков зданий серии И-155. Была разработана программа экспериментальных исследований прочности опорных зон стеновых панелей серии И-155 с различным соотношением контактных и платформенных участков. Были испытаны следующие типы конструкций:

- I тип: контактно-платформенные стыки (рис. 2) при различных соотношениях платформенной и контактной зон (см. таблицу). При этом для возможности сравнительной оценки влияния различного соотношения площадей платформенной и контактной зон стыка на его несущую способность в программу испытаний были включены эталонные образцы в виде чисто контактных и платформенных стыков;
- II тип: фрагменты стеновых панелей с различным соотношением контактного и платформенного участков опорной зоны (рис. 3, таблица). В данном типе образцов исследовались панели, армированные по проекту Моспроекта (арматура класса АIII и проволока ВрI) и методики НИИЖБ (арматура класса А500 СП и А400);
- III тип: натурные образцы стеновых панелей (рис. 4).

Анализ результатов экспериментальных исследований прочности и деформативности контактно-платформенных стыков крупнопанельных зданий серии И-155 позволяет отметить следующее.

1. Применение контактно-платформенного стыка вместо платформенного опирания плит перекрытия на стеновые панели позволяет не только увеличить прочность горизонтального стыка, но и исключить ряд дефектов, присутствующих только платформенным стыкам, т. е. эксплуатационная надежность конструкций здания серии И-155 выше, чем у других систем крупнопанельных зданий.



Рис. 3. Опытный образец фрагмента стеновой панели до испытаний

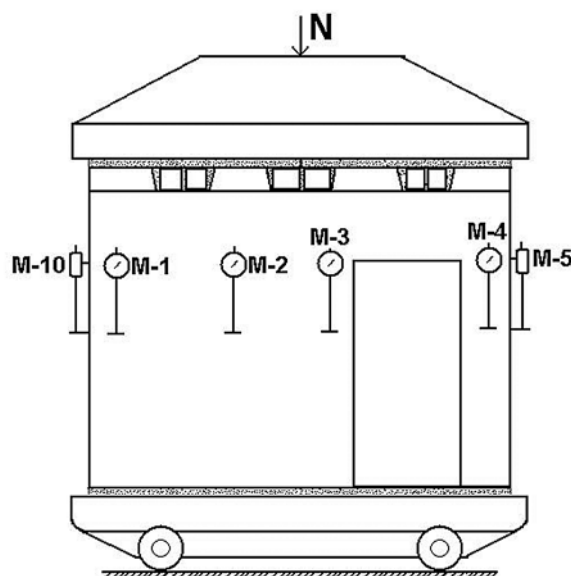


Рис. 4. Схема испытаний натурального образца стеновой панели

2. Армирование панелей с использованием арматуры класса А500 СП и А400 по схеме, предложенной НИИЖБ им. А.А Гвоздева, позволяет повысить уровень нагрузки, при которой в опорной зоне панели появляются трещины, и более чем на 15–20% увеличить несущую способность горизонтального стыка по сравнению с вариантом армирования панелей арматурой класса АIII.
3. Несущая способность контактно-платформенного стыка при  $\frac{L_{\text{платф.}}}{L_{\text{контак.}}} < 0,5$  на 10–15% выше несущей способности платформенного стыка.

#### Литература

1. Никитин Е.Е., Воробьев Г.А. Совершенствование индустриального домостроения – первоочередная задача проектных и строительных организаций Москвы // Промышленное и гражданское строительство. 2009. №12. С. 7–9.



УДК 69.04:69.07: 69.032

С.Н. ПИЧУГИН, канд. техн. наук,  
директор ЗАО «БЭСКИТ» (Санкт-Петербург)

## Нелинейное деформирование тонкостенных резервуаров при взрыве

*Исследовано напряженно-деформированное состояние конструкций резервуаров в виде тонкостенных цилиндрических оболочек при особых воздействиях избыточного давления – взрывах пыле- и газозвдушной смесей. Определено напряженно-деформированное состояние при избыточном давлении при взрыве, распространении волны по длинной цилиндрической оболочке с различными нерегулярностями в виде гасителей давления – взрыворазрядителей.*

**Ключевые слова:** оболочка, емкостные резервуары, силосы, напряженно-деформированное состояние, взрывопожаробезопасность, дискретная модель, линеаризация нелинейных уравнений, расчет динамических задач.

Широкое применение в практике строительства сооружений резервуаров для хранения жидких или сыпучих продуктов ставит перед конструкторами задачи по обеспечению их безопасной эксплуатации на всех стадиях, в том числе при техногенных авариях.

Под резервуарами большой высоты рассматриваются цилиндрические емкостные сооружения высотой более 40 м или имеющие отношение высоты к диаметру (стороне для прямоугольных в плане сооружений) более 10.

Тонкостенность конструкции определяется отношением толщины стенки резервуара к его диаметру. В данной работе исследуются сооружения с толщиной несущей части конструкций не менее 2 мм.

Под взрывом понимаются взрывы пыле-, газозвдушной смесей внутри сооружения, при воздействии которых от избыточного давления разрушаются сооружения и строительные конструкции в результате потери прочностных свойств.

Расчетная схема цилиндрических емкостных сооружений рассматривается как цилиндрическая длинная оболочка, как гладкая, так и с конструктивными особенностями в виде ребер и отверстий, при динамических нагрузках (пульсация ветра, избыточное давление при процессах загрузки-опорожнения и (или) взрывах).

Для снижения стоимости изготовления сооружений в практике строительства нашли широкое применение резервуары из стальных листов, изготовленные методом навивки с фальцевыми стыками кромок ленты или по схеме стойка+обшивка. Основной проблемой для данных конструкций является недостаточная жесткость пустопорожних резервуаров при пульсации ветра и обеспечение взрывобезопасности при их заполнении-опорожнении.

Рассматриваются тонкие цилиндрические оболочки, материал которых обладает малой физической нелинейностью. Геометрическая нелинейность учитывается в рамках теории Маргера. Физическая нелинейность учитывается в виде аппроксимации зависимости  $\sigma - \varepsilon$  в виде:

$$\sigma_i = E[\varepsilon_i - \sum_j \Delta \varepsilon_{ij} H(\varepsilon - \varepsilon_j)], \quad (1)$$

где  $E$  – начальный модуль упругости;  $\Delta \varepsilon_{ij}$  – изменение наклона зависимости  $\sigma_i - \varepsilon_i$  между участками  $\varepsilon_j$  и  $\varepsilon_{j+1}$ ;  $H(\varepsilon - \varepsilon_j)$  – функция Хевисайда. Алгоритм расчета, построенный на введении специальных разрывных функций, позволяет получить решение в виде рядов, обладающих практически одинаковой сходимостью в континуальной части и зонах концентрации.

При исследовании резервуаров большой высоты на избыточное давление при взрыве рассмотрены две комбинации загрузок: 1 – развитие избыточного давления как первой гармоники вдоль образующей цилиндрической оболочки, с амплитудным значением давления 2 МПа; 2 – момент взрыва в нижней части резервуара при его полной нагрузке. Составляющую интенсивности распределенных нагрузок представим как силу инерции, имеющую место при свободных колебаниях. Разрешающие уравнения оболочки в общем виде имеют вид:

$$\begin{aligned} D \Delta^2 w_m - \Delta_k F_m - \alpha^{m-1} \Delta^2 w_m - L(w_m, F_m) &= -\rho h \frac{\partial^2 w_m}{\partial t^2}; \\ \frac{1}{Eh} \Delta^2 F_m + \Delta_k w_m - \gamma^{m-1} \Delta^2 F_m + \frac{1}{2} L(w_m, w_m) &= 0, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $\rho h$  – масса объемного элемента с площадью, равной единице на уровне срединной поверхности;  $\frac{\partial^2 w_m}{\partial t^2}$  – ускорение. Здесь ускорениями  $\frac{\partial^2 u_{1m}}{\partial t^2}$  и  $\frac{\partial^2 u_{2m}}{\partial t^2}$ , имеющими место для замкнутых цилиндрических оболочек, можно пренебречь в связи с малостью перемещений  $u_{1m}$  и  $u_{2m}$  по сравнению с  $w_m$ .

При наличии затухающих колебаний (пульсация ветра, последствие удара) динамическую нагрузку в (2) можно представить как:

$$q_d = -\rho h \frac{\partial^2 w_m}{\partial t^2} - c \frac{\partial w_m}{\partial t}, \quad (3)$$

где  $c$  – коэффициент затухания колебаний.

Решение динамических задач получим в аналитическом виде и сравним с дискретными расчетными схемами в форме МКЭ на примере вертикальной цилиндрической замкнутой оболочки круглого плана с радиусами  $x_1 \times x_2$ , шарнирно опертой по контуру. Проведем комплексное преобразование:

$$L\varphi_m = -\frac{\rho h}{D} \frac{\partial^2}{\partial t^2} Re\varphi_m + in \left( \frac{Eh}{n} \gamma^{m-1} \Delta^2 Im\varphi_m - \frac{in}{Eh} \alpha^{m-1} \Delta^2 Re\varphi_m \right) + \frac{Eh}{Dn} L(Re\varphi_m, Im\varphi_m) - \frac{in}{2} L(Re\varphi_m, Re\varphi_m), \quad (4)$$

где  $Re\varphi_m = w_m$ ;  $Im\varphi_m = \frac{Eh}{n} F_m$  – действительная и мнимая части комплексной функции  $\varphi_m$  на  $m$ -м этапе нагружения.

Функцию колебаний представим в следующем виде:

$$\varphi_m = \varphi_0(x_1, x_2) \cdot \cos \omega_c t, \quad (5)$$

где  $\varphi_0$  – функция, характеризующая вид колебаний оболочки при наибольшем отклонении ее от первоначального, спокойного положения;  $\omega_c$  – частота колебаний. Функция (5) описывает колебания в форме стоячих волн.

Подставляя (5) в (4), получим основное частотное дифференциальное уравнение, распадающееся относительно функции  $\varphi_0$ :

$$L\varphi_0 = \omega_c^2 \frac{\rho h}{D} Re\varphi_0 + \left( iEh\gamma^{m-1}\Delta^2 Im\varphi_0 + \frac{n^2}{Eh} \alpha^{m-1} \Delta^2 Re\varphi_0 \right) + \frac{3}{h} L(Re\varphi_0, Im\varphi_0) - \frac{in}{2} L(Re\varphi_0, Re\varphi_0). \quad (6)$$

Для его решения проведем дискретизацию по расчетным сечениям в точках, обозначим выражение в круглых скобках как  $I^{m-1}$ , а два последних члена, отражающих геометрическую нелинейность, как  $l$ . Тогда получим фиксированное по методу предельного сечения частотное уравнение в виде:

$$L\varphi_0 = \omega_c^2 \frac{\rho h}{D} Re\varphi_0 + \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^l \left( I^{m-1} \varphi_0 + l\varphi_0 \right) H(i, j). \quad (7)$$

Решение уравнения (7) строим с использованием системы базисных функций, причем для удовлетворения граничных условий примем аппроксимирующие функции Власова. В результате придем к выражению:

$$\sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L \left[ w_{kl} \left( \alpha_l^4 + 2\alpha_l^2 \beta_k^2 + \beta_k^4 - \omega_{ckl}^2 \frac{\rho h}{D} \right) - \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^l \left( I^{m-1} \varphi_0 + l\varphi_0 \right) U_{2ij} \right] = 0, \quad (8)$$

из которого находится частота:

$$\omega_{ckl} = \sqrt{\frac{D}{\rho h} \left\{ \left( \alpha_l^2 + \beta_k^2 \right)^2 - in \left( k_2 \alpha_l^2 + k_1 \beta_k^2 \right) - \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^l \left[ \left( \frac{E^2 h^2}{n} \gamma^{m-1} + \frac{n^2}{Eh} \alpha^{m-1} \right) \left( \alpha_l^2 + \beta_k^2 \right)^2 + \frac{3}{w_{kl} h} \left( Re\varphi_{kl} \alpha_l Im\varphi_{kl} \beta_k - Im\varphi_{kl} \alpha_l Re\varphi_{kl} \beta_k \right)^2 - in Re \alpha_l^2 \beta_k^2 \right] U_{2ij} \right\}^{1/2}}, \quad (9)$$

где  $w_{kl}$  – амплитуда колебаний. Значение частоты в первую очередь зависит от комбинаций  $k$  и  $l$ , каждой из которых со-

## БЭСКИТ® Безопасная эксплуатация строительных конструкций и техники 18 лет экспертной деятельности

### Обследование технического состояния зданий и сооружений:

- строительных конструкций;
- инженерных сетей;
- фундаментов и грунтов основания.

### Экспертиза промышленной безопасности в соответствии с требованиями Ростехнадзора:

- зданий и сооружений, в том числе дымовых труб, резервуаров;
- проектной документации.

### Геотехнический мониторинг состояния зданий и сооружений при строительстве (реконструкции):

- геодезические измерения вертикальных осадок;
- измерение крена зданий (отклонений от вертикальности);
- измерение горизонтальных смещений (сдвигов).

### Экспертиза проектно-сметной документации и выполненных строительных-монтажных работ.

Технический надзор за качеством строительно-монтажных работ.

Разработка проектно-сметной документации, в том числе раздел ИТМ ГО ЧС.

Испытания строительных материалов неразрушающими методами.

Тепловизионное обследование ограждающих конструкций зданий и сооружений.

Вибродинамические исследования.

### Выполнение строительно-монтажных работ:

- усиление фундаментов и грунтов основания;
- гидроизоляция;
- усиление строительных конструкций щадящим методом углеволокном SIKA.

191123, г. Санкт-Петербург, ул. Кировная, д. 19, лит. А, оф. 25.

Тел.: (812) 272-44-15, 272-54-42, 579-83-77. Факс: 275-36-18.

E-mail: beskit@mail.ru

Реклама

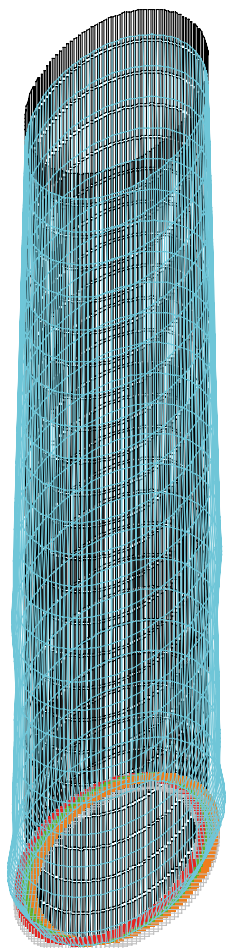


Рис. 1. Общий вид  
силосного резервуара

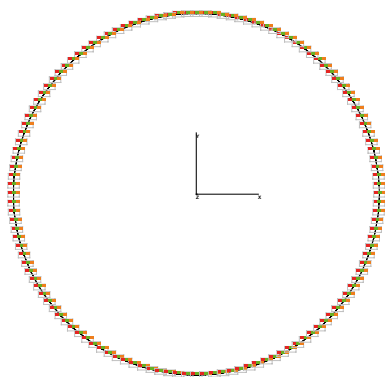


Рис. 2. Шарнирно-неподвижное закрепление опорной части

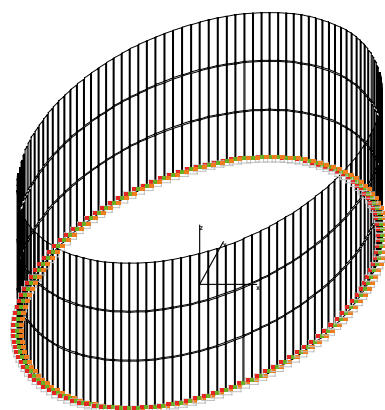


Рис. 3. Фрагмент нижней части силоса

ответствует форма собственных колебаний. Частотное выражение (9) зависит и от физико-механических характеристик материала оболочки.

На рис. 1 представлен общий вид силосного резервуара. Расчетная схема резервуара диаметром 3 м, высотой 36 м, изготовленного из стали марки 10ХНДП толщиной 4 мм представлена в виде цилиндрической оболочки, разбитой на кольцеобразные сечения высотой 2 м каждая. Нижний торец оболочки шарнирно-неподвижно закреплен (рис. 2, 3).

В результате расчета наблюдаем выпучивание резервуара в нижней части вследствие возрастания давления до 2 МПа при взрыве. В сечении по высоте приблизительно 2/5 от высоты силоса образуется также выпучивание стенки цилиндра вследствие динамической волны при взрыве. Следует отметить, что напряжение от комбинации нагрузок с учетом наполненного резервуара не превышает расчетного сопротивления стали. Этот на первый взгляд парадоксальный вывод лишь следствие данного примера. На самом деле, если и происходит «разрыхление» или облегчение веса хранимого продукта, то на практике это конструктивно обеспечивается взрыворазрядителями или легкосбрасываемыми конструкциями.

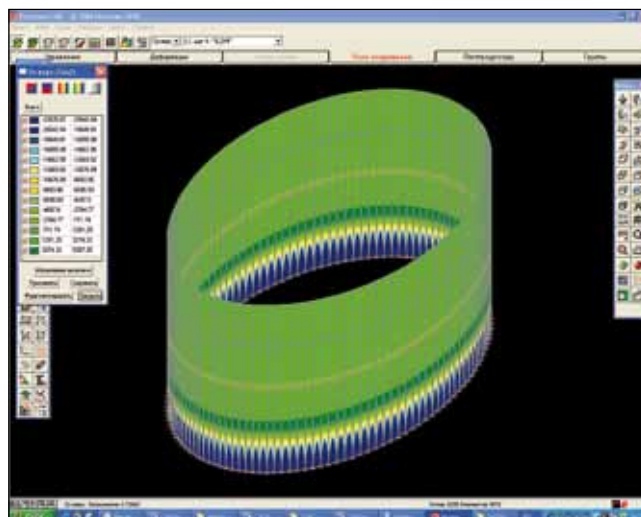


Рис. 4. Результаты расчета тангенциальных напряжений в нижней части резервуара в ПК SCAD

Для сравнения приведем расчет, выполненный в ПК SCAD. На рис. 4 представлены тангенциальные напряжения в нижней части резервуара. При этом видно достоверное согласование результатов при учете геометрической нелинейности:

- при расчете по МКЭ:  $\sigma = 236$  МПа; частота колебаний  $0,17$  с<sup>-1</sup>; амплитуда колебаний по горизонтали 9 мм;
- по предложенному методу: частота колебаний  $0,3$  с<sup>-1</sup>; радиальная амплитуда 8 мм.

Поскольку полученные формулы не содержат погрешности, присущей аппроксимирующим кривым, полученные расхождения можно считать удовлетворительными. Выполненные исследования позволяют применять разработанную точную с практической точки зрения методику к расчету физически и геометрически нелинейных оболочек, что может служить основой для рационального проектирования данных конструкций.

Анализируя полученные решения в виде (7) можно заметить, что в правой части второй член имеет смысловую составляющую и, соответственно, размерность нагрузки. Использование данного метода расчета приведет к упрочнению оболочки, что положительно скажется на долговечности в обычных условиях эксплуатации. На практике сечение силосных и других резервуаров в плане напоминает многогранную структуру. При конструировании оболочек вдоль образующей получаются изломы по линии контакта, следовательно, при большой высоте силосов изломы будут представляться концентраторами кольцевых напряжений. Снижение концентрации возможно при увеличении толщины резервуара.

Таким образом, найден способ учета физически и геометрически нелинейных деформаций при линеаризации исходных систем разрешающих уравнений в виде предельного сечения конструкций, что позволяет получать достоверную и практически точную картину напряженно-деформированного состояния конструкций тонкостенных резервуаров в виде длинных цилиндрических оболочек при динамическом воздействии внутреннего избыточного давления.

УДК 693.97

Г.Г. БОЛДЫРЕВ, д-р техн. наук, А.А. ЖИВАЕВ, инженер,  
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

## Статический и динамический мониторинг ледовой арены

Представлено описание системы мониторинга текущего поведения ледовой спортивной арены, перекрытой металлическими фермами пролетом до 78 м. Система мониторинга включает две независимые подсистемы для оценки статического и динамического поведения основных несущих конструкций здания. Определение начальных напряжений и деформаций в элементах конструкций выполнено с использованием программного комплекса ANSYS. Процесс сбора данных с датчиков выполнен при помощи программы Geotek SHM. Динамический анализ выполнен с использованием программы Artemis Extractor Pro.

**Ключевые слова:** статический и динамический мониторинг, датчики, расчет напряженно-деформированного состояния.

Программа SHM предназначена для оценки текущего технического состояния основных несущих конструкций здания в процессе его эксплуатации и позволяет оценить уровень деформаций (напряжений) в элементах ферм покрытия, прогиб ферм покрытия, отклонения колонн каркаса от вертикали и динамические характеристики железобетонных балок трибун для зрителей. В 2008 г. на конструкциях ледовой арены вместимостью 15 тыс. зрителей в Омске установлена эта программа.

Здание ледовой арены имеет в плане размеры 148,2×88,2 м (рис. 1). Отметка верха покрытия 19,35 м. Каркас здания состоит из железобетонных колонн, шарнирно опертых на них металлических ферм пролетом от 31 до 78 м, железобетонных балок подтрибунного пространства, плит перекрытий в монолитном и сборном исполнении. Пространственная жесткость каркаса обеспечивается вертикаль-

ными связями по колоннам, диафрагмами жесткости, вертикальными и горизонтальными связями по фермам и распорками.

В процессе работы программа Geotek SHM проводит два типа измерений – статические и динамические.

При статических измерениях определяются деформации, а по ним напряжения в элементах стальных ферм покрытия. Для измерения деформаций используются датчики деформации, которые были установлены в области наибольших предполагаемых деформаций, определенной расчетом методом конечных элементов с использованием программы ANSYS. Для наблюдения за отклонением колонн от вертикали используются датчики наклona, которые установлены в верхней части несущих колонн, имеющие наибольшие углы отклонения от вертикали. Прогиб ферм в центральной части пролета определяется при помощи измерения углов поворота их узлов.

При динамических измерениях выполняется определение частот колебаний несущих железобетонных балок трибун для зрителей. На одной из балок были установлены датчики перемещения для наблюдения за шириной раскрытия возникших на балке трещин. Динамические характеристики – собственные частоты колебаний, формы деформации и декремент затухания определялись с использованием программы Artemis Extractor Pro.

Общей задачей рассматриваемой программы Geotek SHM является непрерывная одновременная оценка возможности возникновения двух предельных состояний. Например, работоспособность большинства железобетонных конструкций определяется их прочностью и деформативностью (прогибы и повороты) и достижением предельных раскрытий трещин. В то же время для стальных конструкций раскрытия трещин не допускается, а коррозия может быть определяющей и привести к изменению их напряженно-деформированного состояния.

В ряде нормативных документов – ГОСТ 27751–88 (СТ СЭВ 384–87) «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету»; СТО 36554501-015–2008 «Нагрузки и воздействия»; СНиП 2.03.01–84\* «Бетонные и железобетонные конструкции»; СП 50-101–2004 «Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений»; РБ-045–08 «Динамический



Рис. 1. Ледовая арена в Омске: а – общий вид; б – стальные фермы конструкции покрытия

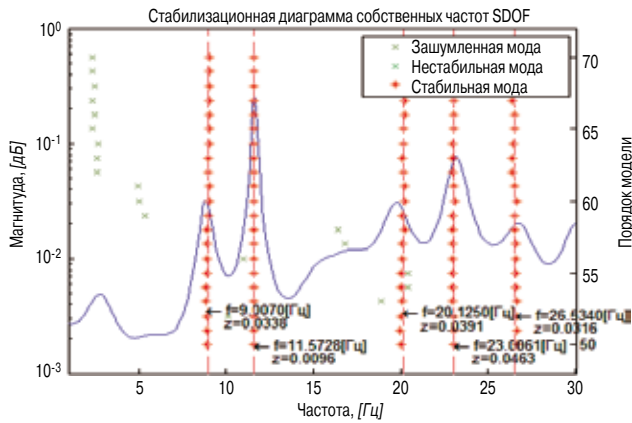


Рис. 2. Спектры отклика балок трибун от импульсного воздействия

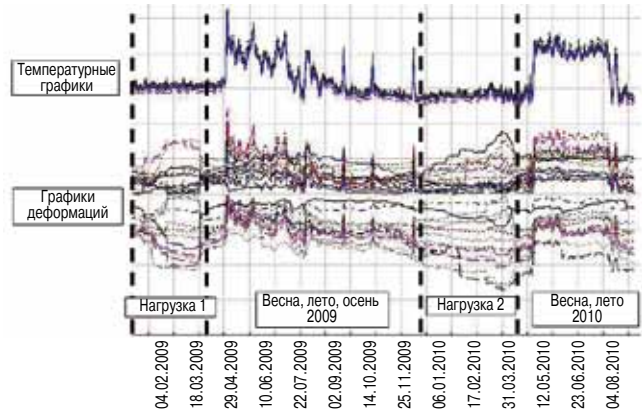


Рис. 4. Показания датчиков температуры и деформации

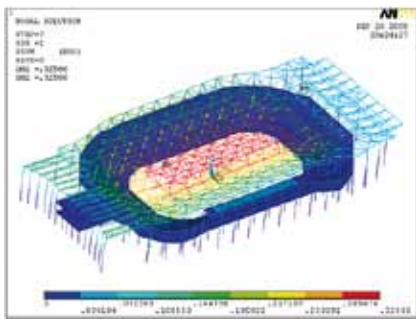


Рис. 3. Распределение перемещений в элементах несущих конструкций, м

ских средств: **система статического мониторинга; система динамического мониторинга; программное обеспечение.**

**Система статического мониторинга** включает следующие компоненты: персональный компьютер с установленной программой Geotek-SHM, работающей под управлением операционной системы MS Windows XP; блоки питания; блоки усиления сигналов с датчиков и преобразования их в цифровой вид, объединенные в магистраль; датчики деформации; датчики раскрытия трещин; датчики наклона; датчики температуры; кабельные линии.

Комплект технических средств SHM включает индустриальный персональный компьютер; преобразователи интерфейса 422/232; блоки питания ГТ6.0.9, питающие магистрали напряжением +24В; программное обеспечение – WCommScanCS5.06DB и базу данных MS SQL2005; блоки сбора данных ГТ6.0.8; датчики деформации и наклона. Датчики деформации и датчики наклона подключаются к блокам ГТ6.0.8, которые имеют АЦП и ЦАП. Питание этих блоков выполняется напряжением +24В от блоков питания ГТ6.0.9. Данные измерений с сенсорных узлов через информационную магистраль и интерфейс передаются на компьютер.

В данном проекте применены датчики деформации и датчики наклона. Датчики деформации установлены на нижнем и верхнем поясах стальных ферм, а датчики наклона размещены в верхней части железобетонных колонн и на нижних поясах ферм покрытия. Эти датчики сконструированы с использованием элементов Холла модели SS49E, Honeywell, США и на базе акселерометров iMEMS моде-

ли ADXL103, Analog Devices, США соответственно.

В качестве *датчика деформаций* в рассматриваемом проекте используется датчик перемещения, основанный на эффекте Холла. Элемент оснащен усилителем и средствами, снижающими влияние температурных изменений. Тем не менее в датчик деформации введен термокомпенсатор. Им служит дополнительный элемент SS49E, изолированный от магнитного поля. Сигналы с элементов SS49E поступают на дифференциальный усилитель, размещенный в блоке ГТ6.0.9. Дифференциальный усилитель программируется по коэффициенту усиления и смещению начального уровня. При минимальном коэффициенте усиления датчик обеспечивает отсчет величин деформаций в диапазоне  $\pm 75$  мкм с разрешением  $\pm 0,04$  мкм.

В *датчике наклона* используются акселерометры, изготавливаемые по технологии MEMS. В датчике наклона ГТ5.4.3 используется однокоординатный акселерометр модели ADXL103, Analog Devices, США. Элемент имеет чувствительность 1000 мV/g. Сигналы с элемента ADXL103 и дополнительного делителя напряжения поступают на дифференциальный усилитель. Дифференциальный усилитель программируется по коэффициенту усиления и смещению начального уровня. При минимальном коэффициенте усиления датчик обеспечивает отсчет углов наклона в окне  $\pm 3,5^\circ$  (нелинейность  $\pm 0,5\%$ ) с разрешением  $\pm 0,0018^\circ$  и допускает перемещение окна в диапазоне  $\pm 25^\circ$ .

В качестве *датчика температуры* используются полупроводниковые специализированные процессоры фирмы Analog Devices моделей AD592

(-25–105°C), TMP17 (-40–105°C), AD22103 (0–100°C) и др. В блоке ГТ6.0.8 используется процессор модели AD22103. Совмещение источника питания процессора и источника эталонного напряжения АЦП позволяет устранить влияние дрейфа питающего напряжения. Ошибка  $\pm 2,5^\circ\text{C}$ , линейность  $\pm 0,5^\circ\text{C}$ .

**Система динамического мониторинга.** Для наблюдения за колебаниями несущих железобетонных балок трибун в проекте применен вибросейсмоизмерительный комплекс ГеоСВК фирмы Геоакустика, состоящий из персонального компьютера с установленной программой GAZ4KAN, работающей под управлением операционной системы MS Windows98; контроллера связи, соединенного с компьютером и измерительными модулями; измерительного модуля с подсоединенными к ним акселерометрами; однокоординатных пьезоэлектрических акселерометров типа А16 с рабочим диапазоном частот от 0,1 до 100 Гц.

Система динамического мониторинга работает автономно, независимо от системы статического мониторинга. В обоих случаях информация поступает в одну базу данных.

Результаты динамических измерений (рис. 2) используются для определения динамических характеристик балок трибун и контроля изменения (стабильности) динамических характеристик во времени. Динамические характеристики – это частоты, формы и параметры затухания собственных колебаний. Вычисление этих характеристик выполняется с использованием программного комплекса Artemis Extractor Pro.

**Программное обеспечение.** Общее управление выполняется разработанной программой Geotek SHM, которая является программно-техническим средством, функционирующим непосредственно на объектах и осуществляющим мониторинг в рамках автоматизированного контроля изменения технического состояния элементов строительных конструкций [1]. Программа обеспечивает передачу информации о состоянии элементов конструкций по каналам проводной или беспроводной связи в дежурную диспетчерскую службу для последующей обработки с целью оценки, предупреждения и ликвидации последствий дестабилизирующих факторов в реальном времени.

Программа обеспечивает прогнозирование и предупреждение аварийных ситуаций путем контроля за параметрами состояния конструктивных элементов зданий и определения отклонений их текущих значений от нормативных с применением критерия использования.

**Расчет напряженно-деформированного состояния конструкций** при статическом и динамическом нагружении, собственных частот и форм колебания, коэффициента запаса устойчивости всего здания ледовой арены выполнен в программе ANSYS.

При создании конечно-элементной модели использовались следующие типы элементов: для моделирования балочных элементов конструкции использовались балочные элементы BEAM188; для моделирования покрытия и плит трибун использовались оболочечные элементы SHELL43; для моделирования связей в элементах конструкции использовались элементы связи MPC184; для приложения распределенных нагрузок на элементы конструкции использовались поверхностные элементы SURF154 и SURF156.

Распределение перемещений в элементах несущих конструкций спортивного комплекса для случая первой комбинации нагружения показано на рис. 3. Как видно на большей части покрытия здания, прогиб ферм в центре пролета равен 0,325 м, причем прогиб ферм уменьшается по направлению к торцам здания до 0,144 м.

**Анализ показаний датчиков** за период 2009–2010 гг. свидетельствует о влиянии некоторых факторов на показания измерительных каналов, которые включают датчики, блоки электроники, источники питания и кабельные линии. Наиболее существенное влияние оказывает температура окружающей среды и снеговая нагрузка.

Очевидным постоянно действующим фактором, оказывающим влияние на все измерительные каналы программы Geotek SHM, является не только внешняя нагрузка и собственный вес конструкций, но и *окружающая температура*. Суточные колебания температуры можно наблюдать на графиках показаний датчиков деформации, наклона и самой температуры. Поэтому оценку работы измерительных каналов можно связать с суточными колебаниями температуры: если канал исправен, то он реагирует

на суточные колебания температуры. Оценить наличие суточных колебаний можно при помощи спектрограмм.

У измерительных каналов деформации картина отличается несущественно: максимум колебаний показаний также приходится на период в одни сутки, что говорит о том, что их показания зависят от температуры.

*Влияние снеговой нагрузки.* Программа Geotek SHM выполняет измерения деформации элементов ферм покрытия непрерывно, включая все времена года. Выполненные наблюдения показали изменения в показаниях измерений в зимний период времени.

На рис. 4 в областях «Нагрузка 1» и «Нагрузка 2» зафиксировано явное изменение показаний всех датчиков деформации при относительно стабильных показаниях датчиков температуры. Эти области соответствуют зимним периодам. При этом в весенне-летне-осенние периоды датчики четко следуют за температурными дрейфами. Это свидетельствует о том, что зимой возникает столь существенный фактор воздействия на датчики, а значит, и на строительные конструкции, что температура перестает играть определяющую роль.

Таким образом, опыт эксплуатации разработанной системы мониторинга конструкций показывает на возможность использования автоматизированных систем для непрерывной оценки технического состояния строительных конструкций.

В результате анализа данных натурных измерений было выявлено несколько типичных температурных явлений. Все температурные явления оказывают влияние на показания датчиков деформации и наклона. Наибольшее влияние на изменение температуры оказывает воздушная система отопления–вентиляции ледовой арены.

В зимний период дополнительная снеговая нагрузка не превышает опасных значений, однако характер изменений показаний датчиков свидетельствует о сильном влиянии дополнительной нагрузки на покрытие здания.

#### Литература

1. Болдырев В.Г., Валеев Д.Н., Живаев А.А., Нестеров П.В. Системы мониторинга строительных конструкций зданий и сооружений // Жилищное строительство. 2010. № 10. С. 38–43.

УДК 624.1

*А.Г. ШАШКИН, канд. техн. наук, генеральный директор  
ГК «Геореконструкция» (Санкт-Петербург)*

## Основы расчета подземных сооружений в условиях городской застройки на слабых глинистых грунтах

*Приведена концепция геотехнического сопровождения строительства зданий и подземных сооружений в условиях городской застройки на слабых водонасыщенных глинистых грунтах. В основе концепции лежит критерий, ограничивающий всю сумму дополнительных осадок застройки от всевозможных воздействий, связанных с новым строительством, допустимым значением, безопасным для эксплуатационной пригодности существующих зданий. Расчеты подземных сооружений в условиях городской застройки предложено проводить по двум группам предельных состояний – как для самого проектируемого сооружения, так и для соседней застройки. В качестве расчетного инструмента применяется разработанная автором вязкоупругопластическая модель грунта, прошедшая верификацию на предмет соответствия результатам натурных исследований поведения слабых глинистых грунтов при нагружении весом зданий и сооружений и разгрузке в период экскавации глубоких котлованов.*

**Ключевые слова:** подземные сооружения, геотехническое сопровождение, геотехническое обоснование, вязкость, реологические свойства, натурные исследования грунтов.

При проектировании зданий и подземных сооружений в условиях плотной городской застройки на первый план выходит требование по обеспечению сохранности окружающих строений. Это требование является существенно более жестким, чем привычный критерий расчета объекта строительства по второй группе предельных состояний, поскольку приемлемые для соседней застройки деформации всегда ниже тех, что допустимы для нового строительства. Поэтому при проектировании объектов нового строительства или глубокой реконструкции следует принимать такие конструктивные решения фундаментов и ограждений подземных сооружений, выбирать такие технологии, режимы и последовательность ведения работ, которые обеспечивали бы не только надежность самого объекта, но и безопасность соседней застройки.

**Концепция геотехнического сопровождения строительства в условиях городской застройки.** В качестве количественного выражения меры риска для существующей застройки при строительстве в примыкании к ней новых зданий и сооружений используется критерий, ограничивающий дополнительные осадки городской застройки некоторым допустимым уровнем [1]: сумма дополнительных деформаций (осадки, относительной разницы осадок или крена) сохраняемых конструкций объекта реконструкции и/или соседних зданий (сооружений) не должна превышать предельно допустимого значения:

$$\sum_{i=0}^6 S_{ad}^i \leq S_{adu}, \quad (1)$$

где  $S_{adu}$  – величина предельно допустимой дополнительной деформации (абсолютной осадки, относительной разности осадки, крена) сохраняемых конструкций объекта реконструкции и/или соседних зданий (сооружений), определяемая

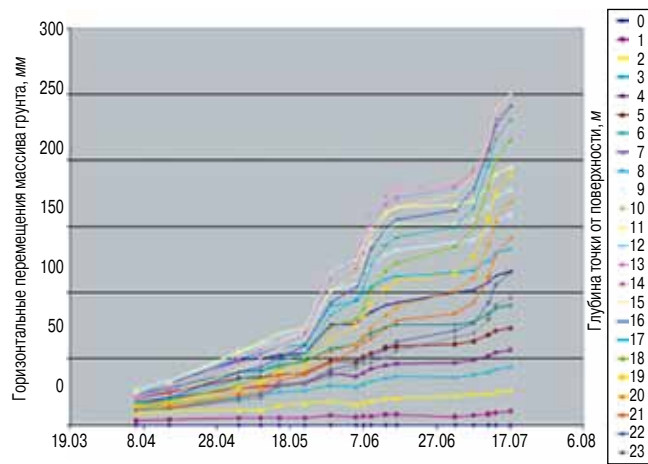
совместным расчетом здания (сооружения) и основания (расчет осуществляется с учетом фактического деформированного состояния здания, определяемого при его обследовании; значения  $S_{adu}$  соответствуют таким дополнительным деформациям, реализация которых не приведет к дальнейшему повреждению конструкций, в том числе к образованию и раскрытию трещин);  $S_{ad}^0$  – прогнозируемый прирост незавершенных деформаций от воздействий, имевших место в прошлом (для случая нестабилизированного состояния основания);  $S_{ad}^i$  – величина дополнительной деформации сохраняемых конструкций объекта реконструкции и/или соседних зданий вследствие воздействия  $i$ -й группы факторов, связанных со статическим нагружением (разгрузкой) основания, изменением режима подземных вод, с технологией ведения работ, которые могут быть постоянными и временными.

Статические воздействия могут приводить к уплотнению и разуплотнению, упрочнению и разупрочнению грунта, к деформациям формоизменения, вплоть до потери несущей способности основания (выпора из-под подошвы фундамента, обрушения подпорной стенки и т. д.). Воздействия, связанные с изменением режима подземных вод, приводят к изменению эффективных напряжений в грунте, что может послужить причиной уплотнения или разуплотнения массива, к образованию плывунов, развитию механической суффозии и появлению карстов.

Помимо основного критерия (1) для оперативного отслеживания геотехнической ситуации в рамках мониторинга применяется ряд производных критериев, наиболее распространенными из которых является ограничение понижения уровня грунтовых вод, а также ограничение параметров колебаний грунта при производстве строительных работ такой величиной, при которой не происходит развития негативных процессов в основании окружающей застройки.



Рис. 1. Развитие во времени горизонтальных перемещений массива грунта на Комендантской пл. для разных уровней одного инклинометра. Нумерация кривых обозначает глубину точки от поверхности



С введением в действие ТСН 50-302-2004 «Проектирование фундаментов зданий и сооружений в Санкт-Петербурге» критерий (1) стал применяться для количественной оценки риска при проектировании в условиях плотной городской застройки в Санкт-Петербурге. Эффективность этого критерия в аспекте обеспечения безопасности соседней застройки при новом строительстве или реконструкции способствовала включению его в текст новых СП «Основания зданий и сооружений».

Удовлетворение условию (1) является гарантией безопасного строительства и реконструкции, поскольку этот критерий распространяется на весь спектр возможных неблагоприятных воздействий на здание и грунты в его основании. Он в «свернутом» виде содержит всю структуру геотехнического сопровождения строительства, основными составляющими которого являются:

- ретроспективный анализ геотехнической ситуации: в основе этого анализа лежит информация о деформациях, накопленных зданием от предыдущих техногенных воздействий, получаемая в ходе инженерно-геодезических изысканий и обследований, а также оценка завершенности осадки, выполняемая по результатам длительных наблюдений за осадками территории по геодезическим реперам, с учетом данных начального этапа мониторинга и оценочных геотехнических расчетов;

- геотехническое обоснование проекта: прогнозируемое значение дополнительной осадки определяется на основании данных инженерно-геологических, гидрогеологических изысканий и обследований суммой составляющих осадки, оценка которых в большинстве случаев возможна только с привлечением современных физически и геометрически нелинейных моделей и их численных реализаций;

- технологический регламент реализации проектного решения: основы регламента закладываются в проектном решении исходя из минимизации суммарного воздействия временных факторов; при необходимости проверяются в ходе технологических испытаний на опытной площадке и конкретизируются в проекте производства работ;

- геотехнический мониторинг, направленный на соблюдение критерия (1). Цель мониторинга – оперативное предупреждение возникновения негативных воздействий на окружающую застройку и оперативное вмешательство (корректировка проектных или технологических решений).

При проектировании зданий и подземных сооружений в условиях плотной городской застройки следует учитывать, что кроме деформаций основания, обусловленных возведением здания или откопкой котлована (т. е. изменением статической схемы работы основания), на практике проявляются также деформации, обусловленные технологией производства работ по устройству свайных фундаментов, ограждений котлована. Причем последние с трудом поддаются расчетному прогнозированию, поскольку зависят от многочисленных деталей технологии устройства свай или ограждающих конструкций. При выборе технологии, не учитывающей конкретной геотехнической ситуации при устройстве ограждения подземного сооружения или свайного поля, одни только технологические осадки могут привести к недопустимым деформациям окружающей застройки.

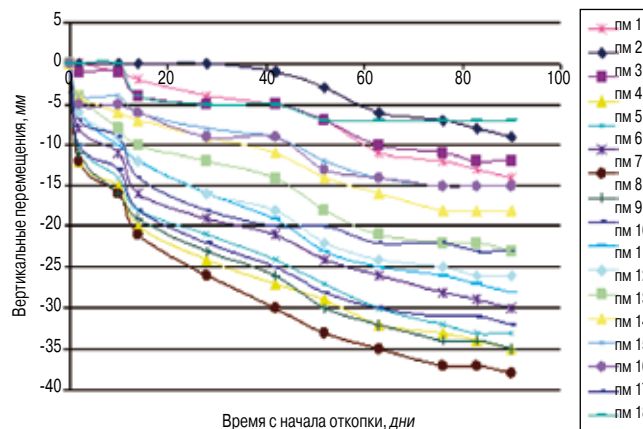
Субъективной причиной многих аварийных ситуаций часто является перенос на строительство в условиях плотной городской застройки опыта устройства котлованов и свайных полей в отсутствие примыкающих зданий и сооружений. При устройстве глубоких котлованов вне зоны существующих строений критичной является только прочность и устойчивость ограждения, а при устройстве свайного поля – только несущая способность свай по грунту и материалу. При этом деформации даже в десятки сантиметров в отсутствие инструментальных наблюдений остаются незаметными. При наличии в непосредственной близости существующего здания исторической застройки допустимые деформации в виде осадок фундаментов по действующим в Санкт-Петербурге территориальным нормам ТСН 50-302-2004 ограничиваются, как правило, величиной 2–3 см. При этом следует также учитывать, что устройство котлованов вблизи существующей застройки связано со значительным увеличением нагрузки на ограждение.

Для того чтобы оценить и минимизировать риск от этих факторов, технологическим регламентом должны быть предусмотрены работы по реализации принятой в проекте технологии на опытной площадке (технологические испытания), которая должна пройти апробацию в конкретных инженерно-геологических условиях, что позволит выявить те режимы и операции, которые являются факторами риска для обеспечения безопасности существующей застройки. Апробация осуществляется в виде инструментального мониторинга, в ходе которого определяются зоны риска от





Рис. 2. Развитие во времени вертикальных перемещений поверхностных марок на опытной площадке на Лиговском пр. с момента начала откопки котлована с отметки -4



каждого технологического фактора. По результатам апробации при необходимости проводится адаптация технологии к данным инженерно-геологическим условиям, заключающаяся в поиске коррективов, которые можно внести в технологические режимы и операции, с тем чтобы снизить размер связанной с ними зоны риска.

**Учет вязкопластического поведения грунта при геотехническом обосновании строительства.** Как показывает многолетний опыт реального проектирования, в рамках геотехнического обоснования объекта нового строительства или реконструкции, возводимого в условиях плотной городской застройки на слабых глинистых грунтах, эффективным инструментом расчета является предложенная автором вязкоупругопластическая модель, позволяющая реализовать в практическом проектировании требования о совместном расчете системы здание (сооружение) – основание – соседняя застройка, которые содержатся в петербургских геотехнических нормах, новой редакции СП «Основания зданий и сооружений», а также в Федеральном законе от 23.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». Предложенная вязкоупругопластическая модель позволяет решить еще одну важную проблему, прямо предписанную тем же Федеральным законом: выполнять расчеты основания с учетом реологических свойств грунтов. Особенно необходимы такие расчеты для проектирования подземных сооружений в условиях распространения слабых глинистых грунтов в среде плотной городской застройки. При решении таких задач важно знать не «конечные» деформации от каждого этапа откопки котлована, а те деформации, которые могут реализоваться на этих этапах при их конкретной продолжительности.

Основной идеей построения этой модели является независимое описание упрочнения при деформациях уплотнения и формоизменения [2]. Набор зависимостей объемных деформаций и деформаций формоизменения от объемного тензора и девиатора напряжений полностью определяет вектор пластической деформации при заданном приращении напряжений. Построение модели при таком подходе свободно от каких-либо волюнтаристских представлений о форме «шатра», с которыми связано большинство моделей поведения грунта, и т. п. и поэтому позволяет максимально приблизить работу модели к результатам эксперимента. Фактически отличия от эксперимента определяются только точностью аппроксимации.

Параметры объемного сжатия определяются по аппроксимации кривой трехосных консолидированно-дренированных испытаний или из компрессионных опытов. Параметры поведения грунта при сдвиге назначаются из стандартных трехосных испытаний по неконсолидированно-недренированной схеме, в которых для полностью водонасыщенного грунта объемная деформация практически отсутствует и имеют место деформации формоизменения.

Для описания поведения модели во времени также вводятся две независимые характеристики поведения грунта при объемных и сдвиговых деформациях. Объемные деформации определяются соотношениями фильтрационной консолидации, а скорость развития деформаций формоизменения описывается с помощью переменного коэффициента вязкости.

При вычислении объемных деформаций учитывается зависимость коэффициента фильтрации от градиента напора в соответствии с эмпирической формулой, предложенной С. Хансбо [3]. По данным С. Хансбо (1960), начальный участок зависимости скорости фильтрации  $v_f$  от градиента напора  $i$  при  $0 < i < i_0$  не является нулевым ( $v_f \neq 0$ ), а описывается уравнением:

$$v_f = \lambda_i^m, \quad (2)$$

где  $\lambda$  – некоторый коэффициент;  $m$  – показатель степени.

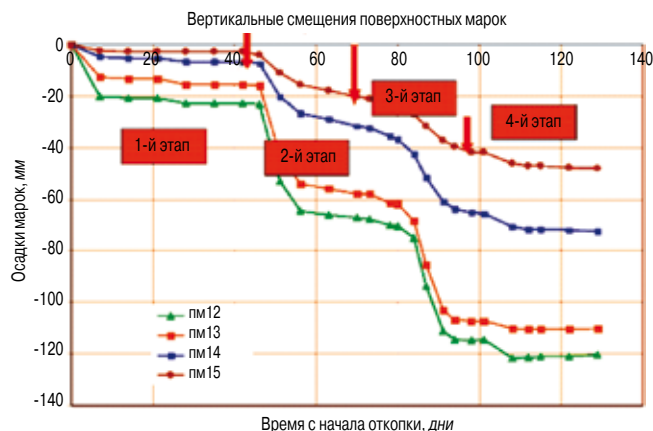
Для описания развития деформаций формоизменения во времени использована линейная зависимость, описывающая уменьшение вязкости  $\eta$  с увеличением сдвигового напряжения от начального значения  $\eta_0$  до нуля при достижении предела прочности  $\tau_{lim}$ :

$$\eta(\tau) = \eta_0 \frac{\tau_{lim} - \tau}{\tau_{lim}}. \quad (3)$$

При этом скорость развития деформаций сдвига находится в нелинейной зависимости от действующих напряжений, что вполне соответствует имеющимся исследованиям [4]. Этот прием позволяет объединить в рамках одной модели проявление эффектов медленного развития деформаций при небольших сдвигающих напряжениях, что характерно для зданий, претерпевающих осадки в течение десятилетий, и быстрого разрушения при напряжениях на пределе прочности, что свойственно таким относительно быстрым процессам, как осадки при испытании свай, потеря устойчивости откосов, технологическим процессам при изготовлении свай.



Рис. 3. Развитие во времени осадок поверхностных марок пм 12–15 на опытной площадке у Мариинского театра (1-й этап откопки на глубину 3 м; 2-й – на 6 м; 3-й – на 9 м; 4-й – на 11,5 м)



Модель работы грунта при девиаторном нагружении близка к модели Бингама–Шведова, за исключением учета переменности коэффициента вязкости.

Все параметры модели, за исключением вязкости, определяются из стандартных лабораторных испытаний. В настоящей публикации рассмотрено определение параметра вязкости путем обратного анализа данных натурных наблюдений.

Установлено, что скорость развития деформаций формоизменения образцов, отобранных вручную со дна глубоких котлованов и традиционным способом из скважин, различается на несколько порядков [5]. При этом даже в случае принятия всех возможных мер сохранить природную структуру грунта оказывается практически невозможным вследствие неизбежных нарушений при отборе, транспортировке и установке образца в прибор. Поэтому для оценки реальной величины вязкости грунта особый интерес представляет анализ данных длительных натурных наблюдений за напряженно-деформированным состоянием массива грунта при квазистатическом нагружении и разгрузке, обусловленной устройством глубоких котлованов.

Первая оценка величины вязкости слабых глинистых грунтов путем обратного анализа данных натурных наблюдений была выполнена по результатам наблюдений за опытными полигонами на площадке строительства сооружений защиты Ленинграда от наводнений [6]. На основе этих расчетов для озерно-морских и озерно-ледниковых глинистых отложений была получена эмпирическая зависимость величины начальной вязкости ( $\eta_0 \cdot \text{год}$ ) от величины недренированной прочности грунта на сдвиг:

$$\eta_0 \approx 100 c_u. \quad (4)$$

Данная зависимость является приближенной, однако, как показывает практика, на результаты расчетов наибольшее влияние оказывает именно порядок величины вязкости, а различие в десятки процентов не имеет существенного значения.

Соотношение (4) было затем подвергнуто проверке при расчете деформаций во времени для 14 зданий, построенных в Санкт-Петербурге, за осадками которых велись длительные геодезические наблюдения [6]. Установлено, что развитие осадок зданий во времени происходит с начальной вязкостью, определяемой зависимостью  $\eta_0 \approx 100 c_u$ .

При испытании образцов, отобранных из котлованов, предприняты попытки прямого получения реологических характеристик вязкоупругопластической модели [5]. Значения вязкости оказались на несколько порядков выше величин ( $\eta_0 \approx 1 c_u$ ), которые можно получить по результатам испытаний обычных образцов из скважин ( $\eta_0 \approx 0,01 c_u$ ). В то же время они во всех случаях были существенно ниже значений, получаемых путем обратного анализа данных натурных наблюдений. В результате приходится признать, что даже образцы, отобранные вручную из котлованов, характеризуются частично нарушенной структурой, что приводит к существенному увеличению скорости развития деформаций сдвига. Поэтому на настоящем этапе исследований реологические характеристики следует определять на основе обратного анализа данных натурных наблюдений.

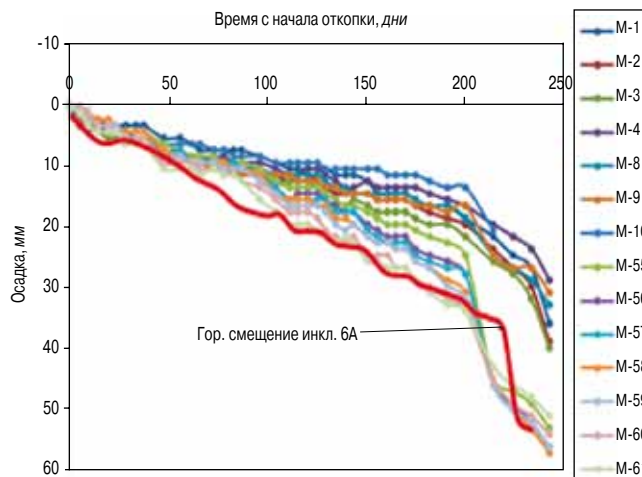
В Санкт-Петербурге при непосредственном участии автора в 2006–2010 гг. проведены широкомасштабные комплексные натурные исследования поведения массива слабых водонасыщенных глинистых грунтов при устройстве глубоких котлованов в условиях плотной городской застройки [7]. Натурные исследования подтвердили, что скорость развития деформаций основания существенным образом зависит от степени нарушения природных структурных связей в грунте. На площадках, где одновременно с откопкой котлована не производились какие-либо другие работы, способные привести к нарушению природной структуры грунта, скорость развития деформаций массива грунта была минимальной (рис. 1, 4). В том же случае, когда на площадке одновременно с откопкой опытных котлованов осуществлялось вибропогружение шпунта, устройство свай, сопровождающееся избыточным извлечением грунта или, напротив, вытеснением грунта, скорость развития деформаций массива грунта резко увеличивалась (рис. 2, 3).

Явление нарушения структурных связей в слабых глинистых грунтах хорошо известно и описано в многочисленных публикациях. В рамках рассматриваемой вязкоупругопластической модели оно вполне адекватно описывается снижением параметра начальной вязкости. Например, при нарушении структуры, спровоцированном техногенным воздействием, для озерно-морских и озерно-ледниковых глинистых отложений вместо зависимости (4):  $\eta_0 \approx 100 c_u$  порядок величины вязкости приближается к  $\eta_0 \approx 1 c_u$ .

**Методология проектирования подземных сооружений.** В связи с изложенным возникает весьма существен-



Рис. 4. Развитие осадок дома № 114 по Невскому пр., примыкающего к строящемуся торговому зданию, совмещенное с графиком развития горизонтальных смещений ограждения котлована на глубине 14 м



ный, на наш взгляд, вопрос, каким путем следует идти при проектировании подземного сооружения. Первый путь заключается в максимальной «эксплуатации» свойств грунтов ненарушенной структуры. В этом случае затраты на распорные и ограждающие конструкции оказываются минимальными. При этом высок риск утраты природной структуры грунта вследствие нарушения технологии, техногенных воздействий на площадке и вокруг нее. Могут быть нарушены и установленные проектом сроки производства работ. Все эти риски вполне реальны и могут привести к негативным последствиям вплоть до разрушения соседней застройки.

Второй путь заключается в том, что изначально предполагается неизбежность нарушений природной структуры грунта либо возможность неопределенной задержки сроков производства работ по устройству котлована. В этом случае грунт работает как «тяжелая жидкость», и мероприятия, обеспечивающие допустимые деформации соседней застройки, оказываются за гранью экономической целесообразности. Очевидно, что и первый, и второй пути сами по себе ведут в тупик: первый не обеспечивает надежности соседней застройки, второй закрывает всякие перспективы подземного строительства. Возможен ли выход из этого тупика?

На наш взгляд, поиска третьего пути здесь не требуется, достаточно увязать между собой первый и второй пути решения проблемы.

Очевидной причиной противоречия является то, что к «оптимистическим» расчетам (в предположении сохранения природной структуры грунта) и «пессимистическим» расчетам (в предположении полного нарушения структуры) методологически некорректно применять один и тот же критерий допустимых деформаций соседней застройки.

Как мы уже отмечали, устройство подземных сооружений в условиях городской застройки на слабых грунтах относится к повышенному уровню риска. А следовательно, к конструированию ограждений глубоких котлованов надо подходить как к устройству сооружений повышенного уровня ответственности, поскольку аварии котлованов могут привести к человеческим жертвам. Для сооружений повышенного уровня ответственности требуется выполнять расчеты на противодействие так называемому прогрессирующему обрушению. Для случая глубокого котлована это означает не только рассмотрение отказа элемента конструкции, но главным образом изучение возможных нештатных технологиче-

ских ситуаций. Самой очевидной и реалистичной является задержка во времени процесса устройства подземного сооружения, в том числе установки очередного яруса распорных креплений. Также вполне реальной является угроза нарушения структуры слабых глинистых грунтов.

Представляется целесообразным ввести следующее требование к проектированию глубоких котлованов: *расчеты подземных сооружений в условиях городской застройки необходимо проводить по двум группам предельных состояний, как для самого проектируемого сооружения, так и для соседней застройки.*

Расчет по второй группе предельных состояний (по деформациям) должен выполняться исходя из требований (1) по допустимым дополнительным деформациям соседней застройки от всей суммы воздействий, связанной со строительством объекта. На основании этого расчета выбирается конструкция ограждения котлована и система его крепления, обеспечивающие допустимые деформации соседней застройки при принятой последовательности и скорости производства работ с соблюдением штатных технологических режимов. В этом случае очень важно точно прогнозировать скорость развития деформаций основания во времени, принимая адекватные реологические модели. Здесь возникает необходимость четкой увязки решений, полученных расчетчиком-геотехником, с графиком подрядчика по предельно допустимым срокам производства каждого этапа работ, значимого для безопасности соседней застройки. Эти сроки должны быть согласованы еще на стадии формирования геотехнической концепции. Очевидно, что наиболее экономичное решение ограждающих и распорных конструкций можно получить, если обеспечить сохранность природной структуры грунта. В этом случае в геотехнических расчетах развитие деформаций во времени можно описывать вязкоупругопластической моделью, а параметр начальной вязкости может определяться по (4). Для реализации проектных решений, в основу которых положен принцип сохранения природной структуры грунта, необходимо:

– ограничить техногенные воздействия в период устройства котлована (не допускать динамических воздействий как внутри котлована, так и вокруг него, исключить работы по устройству свай, погружению шпунта и т. п., ограничить движение транспорта вокруг котлована);

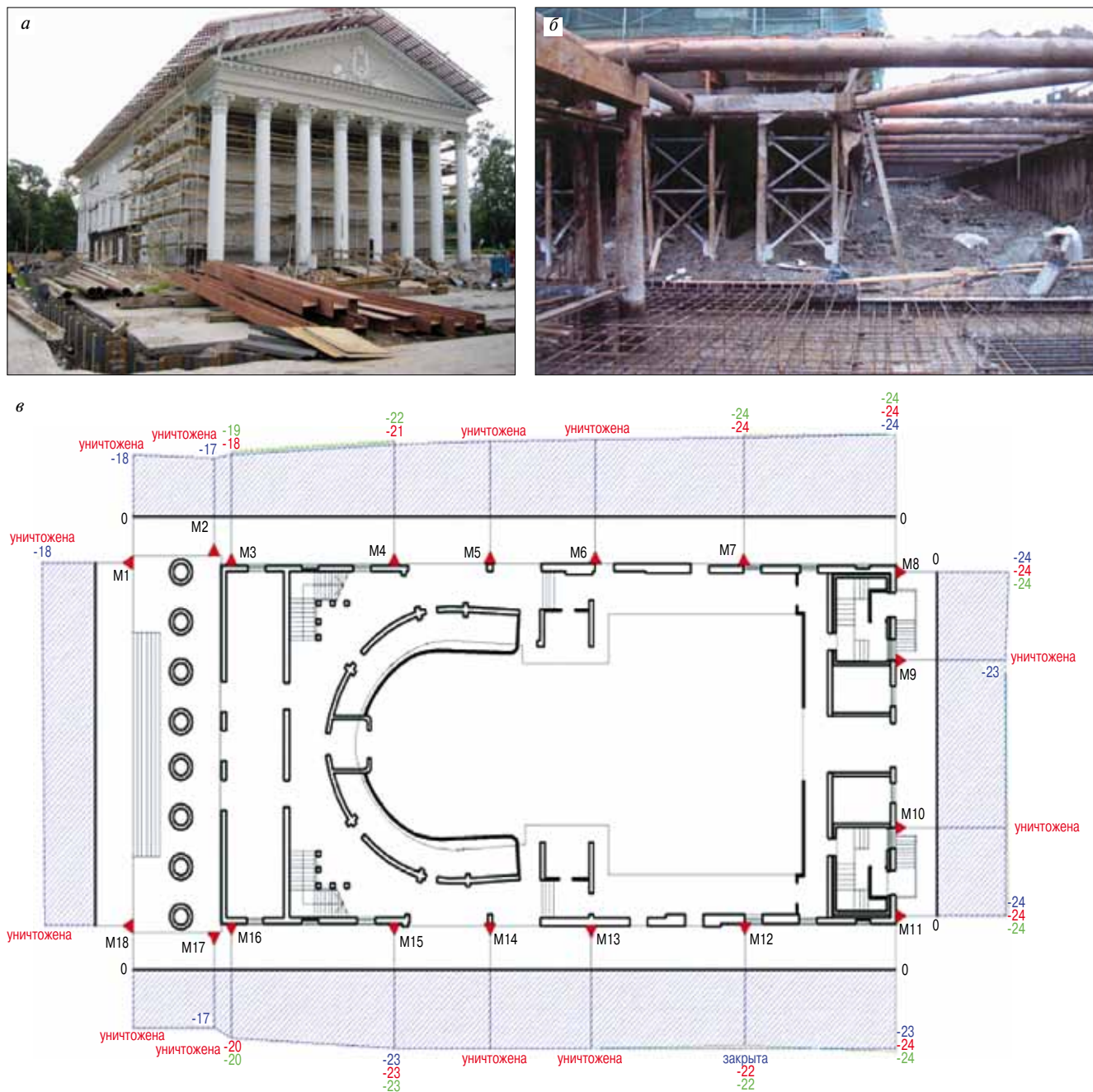


Рис. 5. Реконструкция Каменноостровского театра: а – начало работ; б – устройство подземного объема; в – эпюры осадок здания

– не допускать нарушений последовательности ведения работ и щадящих технологических режимов;  
– строго соблюдать проектные сроки каждого этапа работ по устройству котлована.

Очевидно, существуют высокие риски нарушения этих условий по объективным и субъективным причинам (задержка финансирования объекта, ошибки строителей и пр.). Проект, основанный исключительно на предположении о сохранности природной структуры грунта и не имеющий инструментов по противодействию аварийному сценарию развития событий, не имеет права на существование. В данном случае уместна аналогия с общепринятым сегодня подходом по противодействию прогрессирующему обрушению: ошибка в производстве работ или задержка сроков их выполнения не должны приводить к катастрофическому разру-

шению соседней застройки. Представляется целесообразным ввести в практику геотехнических расчетов понятие *расчета соседней застройки по первой группе предельных состояний*. Соседняя застройка должна быть рассчитана по прочности и устойчивости при воздействиях со стороны строительства подземного сооружения, связанных с неопределенными задержками во времени строительства и нарушением щадящих технологических режимов и сроков производства работ не должно приводить к разрушению соседней застройки. Расчеты по первой группе предельных состояний для соседней застройки следует выполнять из условий обеспечения прочности и устойчивости основных несущих конструкций на основе их совместного расчета с основанием. Усилия в конструкциях порождаются деформация-

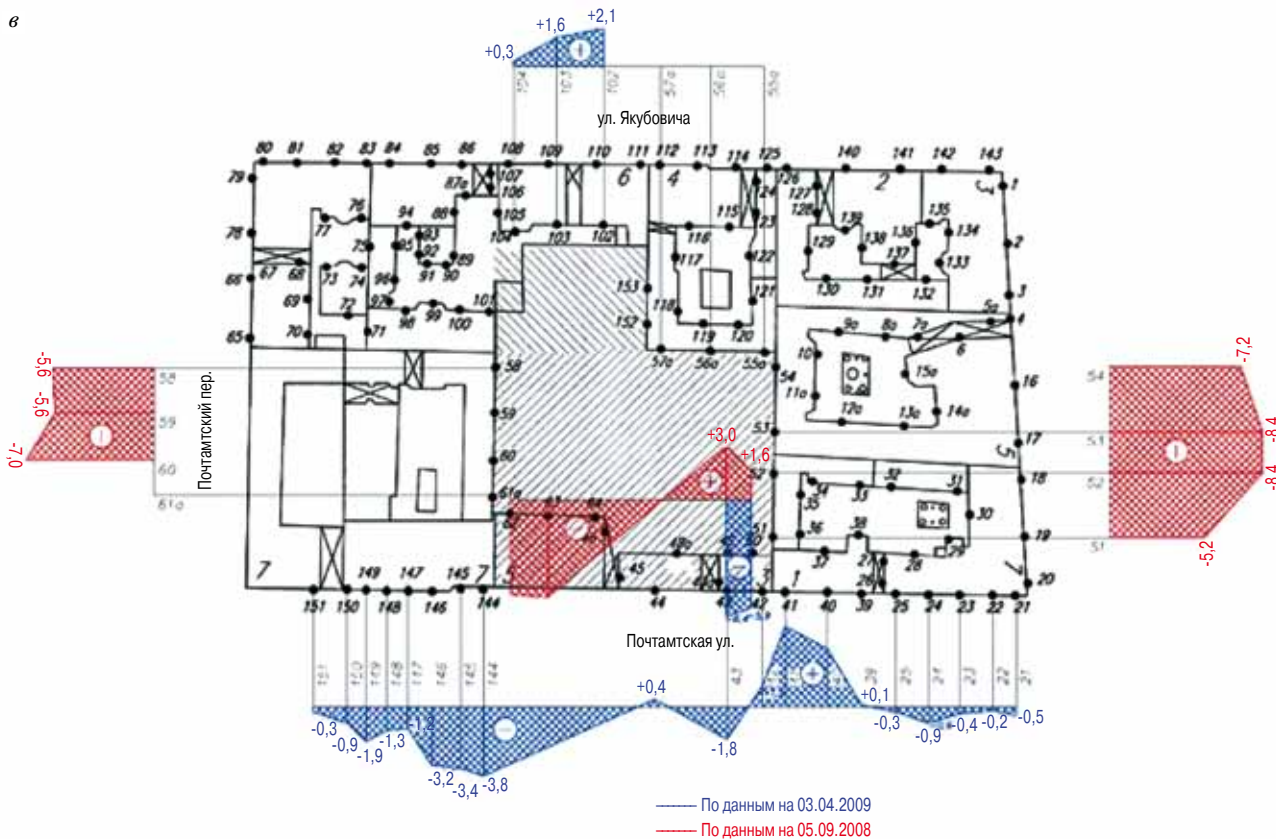


Рис. 6. Реконструкция комплекса зданий на Почтамтской ул.: а — вид здания после реконструкции; б — устройство подземного паркинга; в — эшоры осадок соседних зданий

ми основания, обусловленными податливостью ограждения котлована. Деформации основания и ограждения котлована определяются расчетом для каждого предусмотренного проектом этапа работ по устройству котлована с учетом предельного нарушения структуры грунтов и максимальной задержки сроков производства работ. В рамках вязкоупруго-пластической модели полная потеря природной структуры грунта или максимальная задержка сроков выполнения работ описывается нулевым значением начальной вязкости. Иными словами, каждый этап производства работ предполагается бесконечно долгим или, что то же самое, на каждом этапе реализуется конечная деформация.

Исходя из расчетов по первой группе предельных состояний для соседней застройки с учетом совместной работы конструкций соседних зданий и оснований определяются предельные осадки зданий, соответствующие предельным

усилиям в их конструкциях. Эти предельные деформации в большинстве практических случаев будут выше допустимых деформаций, установленных действующими нормами для расчетов по второй группе предельных состояний. Данный факт не означает, что такие деформации допустимы. Параметры ограждения должны быть выбраны таким образом, чтобы удовлетворить требованиям по двум группам предельных состояний. В техническом отношении превышение **допустимых** осадок (эта величина ограничивается, например, действующими петербургскими и московскими нормами) означает частичную или полную потерю эксплуатационной пригодности здания. Превышение **предельных** осадок по первой группе предельных состояний для соседней застройки означает угрозу катастрофического обрушения. В юридическом отношении превышение допустимых осадок означает возникновение имущественной ответ-

ственности виновной стороны, а превышение предельных осадок может быть связано с уголовной ответственностью.

В практике ведущих геотехнических фирм мира такой подход известен. Например, фирма Soletanche-Bachy практикует при интерактивном мониторинге ведения работ на сложных объектах «принцип светофора». Зеленый свет – отсутствие проблем; желтый включается, если деформации превышают допустимые значения, а красный загорается при превышении предельного уровня деформаций. Эти моменты возможного перехода в зону опасных режимов должны определяться расчетами, тестированными на целом ряде объектов.

Изложенная методология проектирования подземных сооружений была успешно апробирована на нескольких объектах в Санкт-Петербурге, среди которых следует назвать прежде всего реконструкцию Каменноостровского театра, непосредственно под которым устроен развитый подземный объем размерами в плане 40×80 м и глубиной 6,5 м [8], а также реконструкцию комплекса зданий на Почтамтской ул., где возведен трехэтажный подземный паркинг на 160 машин (рис. 5, 6). Осадки театра за весь период производства работ не превысили 20 мм, а расположенной рядом с ним бывшей дачи Клейнмихеля – 7 мм. Осадки зданий, окружающих площадку реконструкции на Почтамтской ул., не превысили 9 мм.

Такой результат выгодно отличается от других площадок города, где при устройстве подобных подземных сооружений были допущены на порядок большие осадки соседних зданий [7]. Следовательно, предложенная методология проектирования подземных сооружений по двум группам предельных состояний **для** соседних зданий является

эффективным инструментом обеспечения безопасности городской застройки на слабых глинистых грунтах.

#### Список литературы

1. Улицкий В.М., Шашкин А.Г. Геотехническое сопровождение реконструкции городов. М.: Изд. АСВ, 1999. 327 с.
2. Шашкин А.Г. Описание деформационного поведения глинистого грунта с помощью вязкоупругопластической модели // Инженерная геология. 2010. № 4. С. 22–32.
3. Hansbo S. Consolidation of clay, with special reference to influence of vertical sand drains. Swedish Geot.Institute. 1960. Proc. 18. P. 1–160.
4. Вялов С.С. Реологические основы механики грунтов. М.: Высшая школа, 1978. 447 с.
5. Шашкин К.Г., Кувалдина О.С., Богданов В.В. Сравнение работы образцов ненарушенной и частично нарушенной структур по результатам испытаний образцов слабых грунтов, отобранных из котлованов на территории Санкт-Петербурга // Труды всероссийской конф. по инж. изысканиям. ПНИИИС. 2010. С. 96–99.
6. Шашкин А.Г. Использование данных инженерно-геодезических изысканий при определении реологических характеристик грунтов в основании зданий и сооружений // Инженерные изыскания. 2011. № 2. С. 18–30.
7. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Стройиздат Северо-Запад, 2010. 551 с.
8. Шашкин А.Г. Модификация метода TOP-DOWN для условий реставрации и реконструкции исторического здания // Жилищное строительство. 2009. № 2. С. 25–29.



## Российский проект получил первое место на архитектурном конкурсе в США

Победителем международного конкурса «Radical innovations in hospitality», проводящегося в США с целью выявлять тенденции, которые могут способствовать глобальному переосмыслению гостиничного дела, стал проект ARK «Ковчег» российской архитектурной мастерской Remistudio (рук. А.Н. Ремизов).

Концепция отеля ARK включает в себя два наиболее важных аспекта современной архитектуры – обеспечение безопасности и защиты от природных катаклизмов и изменений климата; защиту окружающей среды от неблагоприятных воздействий, возникающих в процессе жизнедеятельности человека. Этот проект был представлен на Первом фестивале инновационных технологий в архитектуре и строительстве «Зеленый проект–2010». В журнале «Жилищное строительство» № 12–2010 была опубликована статья «Экоустойчивая позиция российских архитекторов», в которой отмечался большой интерес посетителей фестиваля к проекту «Ковчег», потому что он выделялся креативностью и неординарностью. Кроме того, проект разработан с учетом накопленного опыта программы «Архитектуры катастроф» Международного союза архитекторов.

Российские архитекторы не часто принимают участие в зарубежных конкурсах, особенно если они предполагают выявление инновационных решений в архитектуре, строительстве и технологиях, которые еще не существуют на практике или до сих пор широко не применяются, но тем не менее могут быть реализованы

Руководитель Remistudio А.Н. Ремизов в 2010 г. активно занялся темой зеленого строительства в качестве председателя Совета по экоустойчивой архитектуре Союза архитекторов России и созданного по инициативе САР некоммерческого партнерства «Совет по зеленому строительству».

По материалам пресс-службы Союза архитекторов России



УДК 77.012.185

*А.Л. БОЛЬШЕРОТОВ, канд. техн. наук,  
Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)*

## Оценка опосредованного воздействия строительства на окружающую среду

*Воздействие строительства на окружающую среду урбанизированной территории помимо прямого имеет опосредованное воздействие, которое до настоящего времени никак не учитывалось. В данной публикации предложен методологический подход к оценке опосредованного воздействия.*

**Ключевые слова:** опосредованное воздействие, степень концентрации, экологическая безопасность строительства.

Развитие жилищного строительства решает важную социальную задачу обеспечения граждан России жильем. Помимо количества построенных домов и квартир важное значение имеет качество жилья и экология окружающей среды в месте строительства. В свою очередь, экологическая составляющая непосредственно связана со строительством, которое прямо и опосредованно воздействует на окружающую среду. Если прямое воздействие оценивается известными методами оценки, то оценка опосредованного воздействия требует отдельного подхода.

Проведенные исследования показали, что основное, но не единственное, опосредованное воздействие строительства связано с увеличением количества автотранспорта в зоне застройки в связи с появлением нового объекта строи-

тельства. Для жилого строительства, это личный автотранспорт граждан и появившееся дополнительное количество общественного транспорта. Для общественных, торговых, промышленных объектов это транспорт посетителей и работников.

От количества транспорта на единице площади территории зависит уровень загрязнения окружающей среды, так как выбросы автотранспорта (табл. 1) [1] в загрязнении атмосферы составляют около 92% от всего загрязнения.

Чем больше строительных объектов размещено на единице площади территории, тем больше транспорта притягивается в зону застройки и тем выше уровень загрязнения атмосферы выхлопными газами. Величина объема строительства выражается показателем «степени концентрации строительных объектов на единице площади урбанизированных территорий» [2–4]. Характерным примером высокой концентрации строительства является комплекс Москва-Сити (рис. 1).

По проектным данным, этот комплекс, размещенный на площади 60 га, будет иметь 230 тыс. рабочих мест и 130 тыс. жителей. Кроме того, прогнозируется около 150 тыс. посетителей в сутки. Пропорционально количеству рабочих мест и количеству проживающих на этой территории количество транспорта, размещаемого на ней.

Одновременно с транспортной проблемой актуализируется и экологическая проблема в местах скопления транспорта. В табл. 2 приведены виды возможных загрязнений и их основные источники. Основным загрязнителем почти по всем показателям является транспорт.

В связи с этим можно сделать вывод, что основным техногенным фактором опосредованного воздействия на эко-



Рис. 1. Макет делового центра Москва-Сити

Таблица 1

Вид загрязнения \ Год	1991	1992	1995	1997	1998	2000	2003	2005	2007	2009
Все источники	1134	1184	1828	1852	1601	1928	1971	2082	2190	2201
Промышленность	307	273	186	152	141	164	166	171	178	177
Автотранспорт	827	911	1642	1700	1460	1764	1805	1911	2012	2024
Доля автотранспорта в %	72,9	76,9	89,8	91,8	91,2	91,5	91,6	91,8	91,9	92

Таблица 2

Вид загрязнения	Основной источник загрязнения
Загрязнение атмосферы	Транспорт свыше 91%
Промышленность менее 9%	
Загрязнение поверхностных ливневых вод	Транспорт
Загрязнение почвы	Транспорт
Шумовое загрязнение	Транспорт
Тепловое загрязнение	Промышленность
Транспорт	
Загрязнение и воздействие на городскую природу	Транспорт
Промышленность	
Электромагнитное загрязнение	Электротранспорт (наземный и подземный) Линии электропередачи, трансформаторы, электроустановки, электротехника
Высокочастотное загрязнение	Бытовые приборы, телефоны, средства связи, промышленные установки

Таблица 3

Регион	Доля населения, имеющая право пользоваться автомобилями, %
Азия	49
Европа	69
Северная Америка	71
Южная Америка	58
Австралия и Океания	68
Африка	55
Россия	68

логию урбанизированных территорий является степень концентрации строительства (недвижимости) на единице площади урбанизированной территории. В качестве критерия оценки степени концентрации необходимо принять величину, отражающую количество транспорта, размещаемого на единице площади урбанизированной территории в связи с появлением нового объекта строительства [1].

Количество транспорта в месте строительства или размещения недвижимости увеличивается при следующих обстоятельствах:

- увеличение количества жителей;
- увеличение количества рабочих мест;
- увеличение посещаемости общественных мест (магазины, предприятия культуры, институциональные учреждения, спортивные объекты, транспортные узлы и т. д.);
- увеличение количества специальных мест хранения автомобилей;
- увеличение деятельности предприятий, связанной с транспортировкой продукции или перевозками;
- увеличение пропускной способности магистралей.

Увеличение количества жителей. Этот показатель напрямую связан с численностью личных автомобилей. Численность личного транспорта имеет разную величину в разное время в разных регионах. Эксплуатация личного автотранспорта имеет разную интенсивность в разное время года, в разные дни недели и в разное время суток.

Для Москвы показатель обеспеченности населения автомобилями составляет в среднем около 300 автомобилей на 1000 жителей. В развитых странах эта цифра достигает 700. Если же исходить из статистики возрастной структуры населения по разным регионам мира [1], то количество населения в возрасте, когда можно пользоваться автомобилем (в среднем с 18 лет), приведено в табл. 3.

Поэтому в качестве показателя обеспеченности населения автомобилями в России следует принять максимальную цифру с расчетом на перспективу, равную доле населения, имеющего право водить автомобиль, а именно 680. Коэффициент  $k_p$ , учитывающий количество личного автотранспорта:

$$k_p = \frac{N}{1000}, \quad (1)$$

где  $N$  – количество автомобилей на 1000 жителей.

Количество личных автомобилей  $N_l$  данной территории:

$$N_l = Q_r \cdot k_p, \quad (2)$$

где  $Q_r$  – численность населения территории.

Увеличение количества рабочих мест увеличивает и количество личных автомобилей, въезжающих на территорию места приложения рабочих рук. Количество автотранспорта, работающего на данной территории зависит от ряда факторов:

- от доступности и удобства пользования общественным транспортом;
- от удаленности места жительства работника;
- от наличия подъездных путей;
- от загруженности магистралей;
- от наличия мест парковки автомобилей;
- от характера трудовой деятельности.

Показатель автомобилизации рабочих мест очень неопределенный и должен рассчитываться в каждом конкретном случае на основе статистических наблюдений. К примеру, при наличии доступного общественного транспорта или хорошо организованного служебного транспорта значительно снижается необходимость пользования личным автомобилем для поездки на работу. Загруженность подъездных магистралей также снижает мотивацию пользования личным транспортом и наоборот. Характер работы, выполняемая служебная деятельность отражаются на степени использования личного транспорта для поездки на работу. Разъездной характер работы, престижность профессии, публичность, высокие заработки способствуют мотивации использования личного транспорта. В общем виде величину количества личного транспорта работающих на данной территории  $N_o$  можно считать по формуле:

$$N_o = Q_o \cdot k_o, \quad (3)$$

где  $Q_o$  – численность рабочих мест на данной территории;  $k_o$  – коэффициент пользования личным транспортом для поездки на работу, который рассчитывается в каждом конкретном случае методами математической статистики.

Увеличение посещаемости общественных мест. Любая территория имеет общественную инфраструктуру (магазины, предприятия культуры, институциональные учреждения, спортивные объекты, поликлиники, больницы



цы, школы, детские сады, транспортные узлы и т. д.), которая используется для посещения населением данной территории или гостями. Использование автотранспорта для этих целей зависит от удаленности этих учреждений, от спроса на их услуги, от статуса (региональный, городской, районный) объекта и т. д., а также от факторов, отражающихся на мотивации использовать автомобиль для поездки: загруженность дорог, отсутствие парковок и прочее. Посещаемость может быть определена и по проектным нормативам пропускной способности общественных объектов, а также установлена с помощью статистических наблюдений. В общем виде величину количества личного транспорта граждан, посещающих общественные места на данной территории  $N_s$ , можно рассчитать по формуле:

$$N_s = P_s \cdot k_s, \quad (4)$$

где  $P_s$  – пропускная способность общественных объектов на данной территории;  $k_s$  – коэффициент пользования личным транспортом для посещения общественных объектов, который рассчитывается в каждом конкретном случае для каждого объекта методами математической статистики или на основе проектных данных.

*Увеличение количества специальных мест хранения автомобилей.* В данном случае имеются в виду временные места хранения приезжих автомобилей на перехватывающих парковках. Эти парковки представляют собой многоярусные сооружения на въезде в загруженные транспортом или заповедные территории. Предполагается, что для разгрузки центров городов, для ускорения передвижения граждан по ним, часть автомобилей будет оставаться на парковках, а дальше граждане будут передвигаться на общественном транспорте.

По нижеприведенной формуле можно рассчитать количество автотранспорта  $N_m$ , использующего перехватывающие парковки:

$$N_m = M_m \cdot k_m, \quad (5)$$

где  $M_m$  – количество машино-мест на перехватывающих парковках данной территории;  $k_m$  – коэффициент использования мест на перехватывающих парковках, рассчитывается в каждом конкретном случае на основе статистики.

*Увеличение деятельности предприятий, связанной с транспортировкой продукции или перевозками.* В данном случае учитываем служебный, как правило, грузовой транспорт, использующий в той или иной степени данную территорию для производственной деятельности. Это может быть перевозка грузов, доставка товаров гражданам, обслуживание территории специальным автотранспортом и пр. Данные о производственной деятельности на исследуемой территории можно получить только на основе данных предприятий о количестве действующего автотранспорта или на основе статистических наблюдений. Поэтому величина  $N_m$  устанавливается по фактическому состоянию движения производственного транспорта по этой территории.

*Увеличение пропускной способности магистралей.* Важное значение для экологического состояния территории имеет наличие магистралей общего пользования и их пропускная способность. К любому жилому рай-

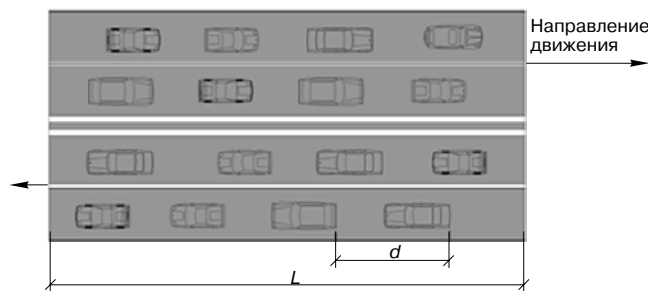


Рис. 2. Схема движения автотранспорта по автодороге

ону, к промышленному предприятию прокладывается автодорога. Это может быть тупиковая дорога специально для данного строительного объекта или дорога, проложенная как магистраль общего пользования, что чаще всего и бывает. Количество районного автотранспорта, въезжающего по магистрали общего пользования на данную территорию, учли в предыдущих расчетах. Но так как магистраль общего пользования, то по территории района проезжает еще и транзитный транспорт, вносящий свой негативный вклад в экологию данной территории. Чем выше пропускная способность магистрали, тем большее техногенное воздействие оказывает транзитный транспорт.

Пропускная способность магистрали рассчитывается исходя из конструкции магистрали (количества полос движения в обе стороны), а также из разрешенной скорости движения. На рис. 2 схематически изображена четырехполосная дорога (по две полосы в каждую сторону). При разрешенной скорости движения по городу в 60 км/ч безопасную дистанцию между автомобилями примем 25 м. Учитываем также длину автомобиля, равную в среднем 5 м. Тогда длина участка дороги для движения одного автомобиля со скоростью 60 км/ч равна 30 м. Зная длину магистрали, пролегающей по рассчитываемой территории, определим ее пропускную способность.

Для расчета пропускной способности дороги необходимо:  
– определить количество машин, находящихся одновременно в движении на дороге  $n_1$ :

$$n_1 = \frac{L}{d} \cdot p, \quad (6)$$

где  $L$  – длина дороги, км;  $d$  – длина участка дороги для движения автомобиля при разрешенной скорости движения, км;  $p$  – количество полос движения, шт.;

– определить время преодоления данного пути одним автомобилем  $t$ , ч:

$$t = \frac{L}{V}, \quad (7)$$

где  $V$  – скорость разрешенного движения, км/ч;

– определить количество циклов смены движущихся по данному участку дороги автомобилей за единицу времени  $c$ , циклов:

$$c = \frac{B}{t}, \quad (8)$$

где  $B$  – период времени, ч.

Предварительные расчеты позволяют вывести общую формулу расчета пропускной способности дороги

$N_d$  с известным количеством полос движения в обе стороны при разрешенной скорости движения, штук автомобилей:

$$N_d = \frac{L}{d} \cdot \rho \cdot B / \frac{L}{V} = \frac{\rho B V}{d}. \quad (9)$$

Для дорог, проложенных по границе территории, количество автомобилей, учитываемых при оценке загрязнения атмосферы, корректно будет поделить пополам, учитывая загрязнение от дороги и соседней территории. Общая формула расчета количества автотранспорта, пользующегося данной территорией, будет выглядеть следующим образом:

$$N_{general} = N_i + N_o + N_s + N_m + N_{ml} + N_d = Q_i k_i + Q_o k_o + P_s k_s + M_m k_m + N_{ml} + \frac{\rho B V}{d}. \quad (10)$$

Как видно из формулы 9, пропускная способность любой дороги не зависит от длины. Но с точки зрения экологии величина загрязнения атмосферы выбросами автотранспорта напрямую зависит от длины участка дороги, от времени проезда по дороге автомобиля с разрешенной скоростью. В свою очередь, от скорости движения зависит расход топлива и количество выбросов в атмосферу. В связи с этим для каждой категории автомобилей, описанных ранее, использующих данную территорию, можно рассчитать выбросы в атмосферу  $S_i$ :

$$S_i = N_i \frac{L_i}{V} E_{vi}, \quad (11)$$

где  $N_i$  – количество  $i$ -го вида транспорта, шт.;  $L_i$  – средняя длина пути проезда по территории;  $E_{vi}$  – средний расход топлива данного  $i$ -го вида транспорта на 100 км при скорости движения  $v$ , л;  $V$  – скорость движения транспорта, км/ч; или

$$S_i = t \cdot E_{vi}, \quad (12)$$

где  $t$  – время движения автомобиля по участку пути  $L_i$ , ч.

Величина  $L_i$  зависит от удаленности автомобиля от места въезда-выезда с территории. Так как в большинстве случаев автомобиль дважды проезжает по своему маршруту – при выезде и при въезде, проделанный им путь равен двойной длине маршрута. Но с учетом равномерного распределения по территории мест размещения автомобилей общий маршрут всех автомобилей в среднем равен одной длине маршрута. Исключение составляют объекты массового посещения с одним въездом. В этом случае длина общего маршрута по территории равна двойному расстоянию от точки въезда до объекта.

Общее загрязнение атмосферы автотранспортом единицы урбанизированной территории  $S$  составляет:

$$S = \sum_{i=l,o,s,m,ml,d} S_i = \sum_{i=l,o,s,m,ml,d} N_i \frac{L_i}{V} E_{vi}. \quad (13)$$

Значение  $S$  отражает состояние на определенный момент времени. При оценке ситуации исходя из времени года, дня недели, времени суток общая картина транспортной загрузки территории и соответственно загрязнения атмосферы меняется. На рис. 3–5 представлена общая тенденция этого процесса.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

М И С И

МГСУ  
90 ЛЕТ

## Национальный исследовательский университет – Московский Государственный Строительный Университет



проводит работы и научные исследования по **комплексной экологической безопасности** территорий и отдельных строительных объектов на базе современного высокоточного оборудования – **мобильной экологической лаборатории** анализа атмосферы, воды и почвы:

- оперативный контроль загрязнения воздуха промышленными выбросами, автомобильным транспортом и др. источниками;
- контроль загрязнения акватории водных объектов, подземных и грунтовых вод;
- оперативный анализ воды;
- анализ загрязнения почвенного покрова;
- оперативная оценка воздействия на окружающую среду различных физических факторов: теплового загрязнения, радиации, шума, излучений и т. д.

Для нового жилищного, рекреационного строительства и развития туризма:

- разработка и создание экологического паспорта территорий;
- выявление и сертификация эталонных экологических территорий;
- оценка степени концентрации строительства (недвижимости) урбанизированных территорий.

---

E-mail: stae@mgsu.ru Тел. (499) 183 25 83; (499) 188 05 03  
Москва, Ярославское шоссе, 26

Реклама

Таблица 4

Время суток	Средняя скорость движения, $V$ , км/ч	Среднее кол-во машин $N$ за 1 ч	Всего машин за период наблюдений, $\Sigma N$	Время проезда участка машиной, $t$ , ч	Суммарное загрязнение за период наблюдения, $S^*$ , кг
Ночь (23.00–7.00)	Около 60	8400	67200	0,005	2688
Час пик (7.00–10.00; 16.00–20.00)	Около 10	8000	56000	0,03	21842
Рабочее время (10.00–16.00)	Около 40	8000	32000	0,0075	2640
Вечер (20.00–23.00)	Около 45	8002	24006	0,0067	1600
Итого			179206		28770

\* Для расчетов средний расход топлива исходя из норм расхода топлива [1] принят: при скорости 60 км/ч – 8 л/100 км; при скорости 10 км/ч – 13 л/100 км; при скорости 40 км/ч – 11 л/100 км; при скорости 45 км/ч – 10 л/100 км.

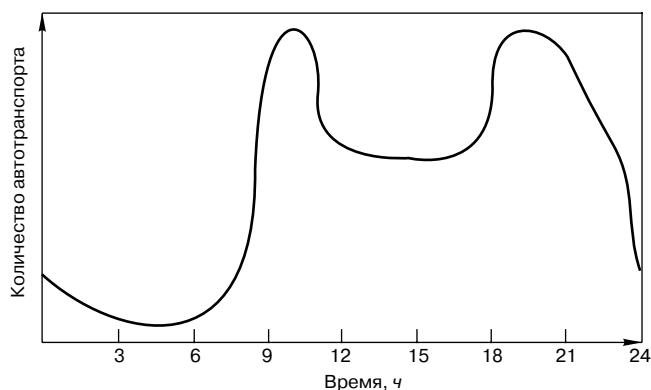


Рис. 3. Величина загрязнения атмосферы автотранспортом в течение суток

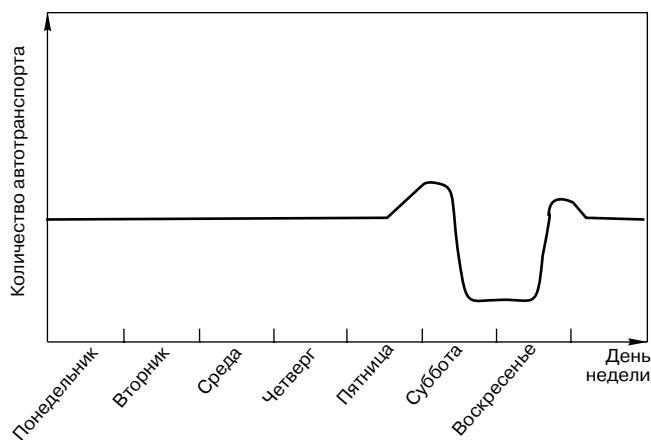


Рис. 4. Величина загрязнения атмосферы автотранспортом в течение недели

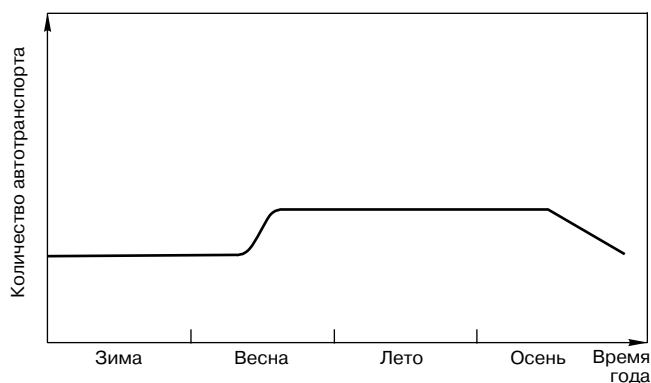


Рис. 5. Величина загрязнения атмосферы автотранспортом в течение года

Для получения максимального показателя загрязнения атмосферы оценку экологической ситуации следует проводить в период пикового загрязнения атмосферы выбросами автомобилей. Такой же дифференцированный подход должен быть и при оценке количества видов транспорта  $N_p$ , которое также зависимо и от времени года, и от дня недели, и от времени суток.

В качестве примера в табл. 4 приведены данные мониторинга движения автотранспорта и расчет расхода выбросов в атмосферу в разное время суток у торгово-офисного комплекса «XL» на четырехполосном участке Коровинского ш. в Москве в апреле 2010 г. (участок магистрали длиной 300 м).

Из табл. 4 видно, что по небольшому участку дороги в 300 м проезжает за сутки около 180 тыс. автомобилей. Из всех видов транспорта  $N_p$ , которые учитываем на территории застройки, автомобили на магистрали в основном и создают проблему загрязнения атмосферы [1].

Расчет количества автотранспорта на единицу урбанизированной территории позволяет определить величину суммарного загрязнения окружающей среды автотранспортом, которая является величиной опосредованного воздействия той концентрации объектов строительства на единицу территории, которая сложилась. Через оценку количества транспорта, используемого на единицу территории, не представляет сложности дать численную характеристику величины степени концентрации строительства на этой территории, которая будет сделана в следующей публикации.

#### Список литературы

1. *Большеротов А.Л.* Система оценки экологической безопасности строительства. М.: Изд-во АСВ, 2010. 216 с.
2. *Большеротов А.Л.* Выбор оптимального критерия оценки показателя степени концентрации строительства (недвижимости) на урбанизированных территориях // Теоретические основы строительства: Сб. трудов XIX Польско-словацко-российского семинара. Словакия, г. Жилина, 12–16 сентября. 2010 г. М.: Изд-во АСВ, 2010. С. 381–388.
3. *Большеротов А.Л.* Методика расчета коэффициента степени концентрации строительства. Там же. С. 389–396.
4. *Большеротов А.Л.* Влияние концентрации объектов строительства на экологическую безопасность // Вестник МГСУ. 2009. № 4. С. 49–54.

УДК 728.03

*А.В. ВАСИЛЬЕВА, студентка, И. А. ПРОКОФЬЕВА, канд. архитектуры,  
Московский архитектурный институт (МАРХИ)*

## История комфортного жилища на примере московских малоэтажных ансамблей

### Часть II\*

*Приведены этапы эволюции исчезающих московских малоэтажных жилых ансамблей середины XX в. за счет пространственной организации, повышения этажности, усложнения композиционных приемов, уплотнения застройки, перехода от односекционных к многосекционным домам.*

**Ключевые слова:** комфорт, ансамбль, малоэтажное жилье, планировка, квартал, симметрия, ритм, композиция, принципы, приемы.

Уникальные московские малоэтажные ансамбли (Перово поле, Квартал № 10 в Измайлово, квартал в Люблино и на Октябрьском поле) возведены в период с 1946 по 1951 г. Эти жилые массивы представляли собой комфортную, чело-вечную среду для жизни в городе [1].

Одна из причин появления ансамблевого малоэтажного строительства – противопоставление новой советской архитектуры «упаднической архитектуре Запада», которая «мыслила отдельными зданиями».

Московские малоэтажные ансамбли являются своего рода «аномалией», однако обладают всеми признаками ансамбля, «большой архитектуры» и отвечают всем требованиям и традициям тех лет, при этом они эволюционировали от объекта к объекту.

Наиболее яркими примерами являются ансамбли на Октябрьском поле и в Люблино. В этих кварталах был использован опыт строительства ансамблей в районе Перо-

во поле и Квартала № 10 в Измайлово. Также был осуществлен переход от застройки отдельных улиц к созданию единого ансамбля всего квартала. Такая типизированная конструктивная система позволила разнообразить застройку, выявлять силуэт с помощью фронтонов, формы кровель, пластичной трактовки фасадов (лоджий, эркеров, террас), применять дома с переменной этажностью.

Этим принципам соответствует квартал в Люблино (рис. 1). Он построен по проекту архитектора Д.М. Соболева и удостоен премии РСФСР в 1950 г.

Как отмечал Д.М. Соболев [2], массив двухэтажной жилой застройки площадью 6,12 га расположен в отдалении от главной улицы города, застроенной четырехэтажными домами, и делится проездами на три небольших квартала. Средний, наиболее крупный, застроен по периметру прямоугольника, внутри которого помещается центральный двор, открытый на запад. Боковые кварталы частью застроены, а

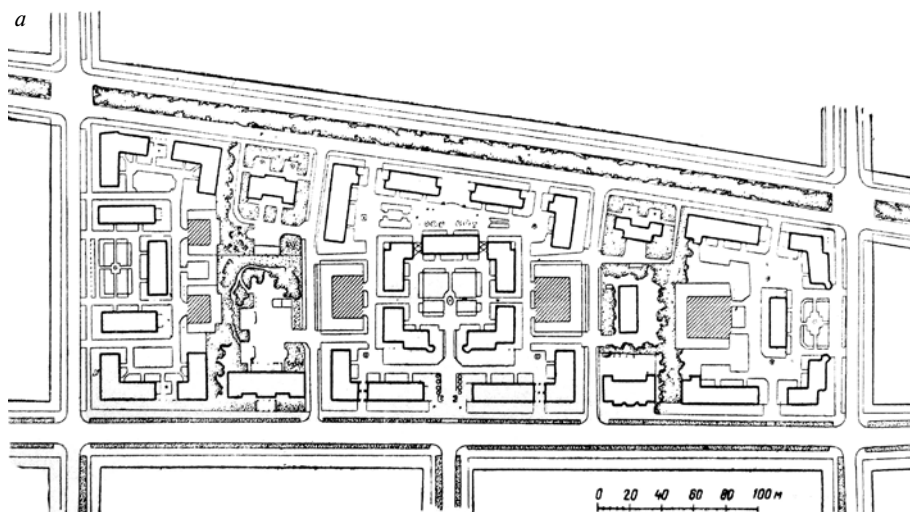


Рис. 1. Ансамбль в Люблино: а – генплан; б – фонтан; в – главный въезд

\* Часть I см. «Жилищное строительство» № 5, 2011 г.

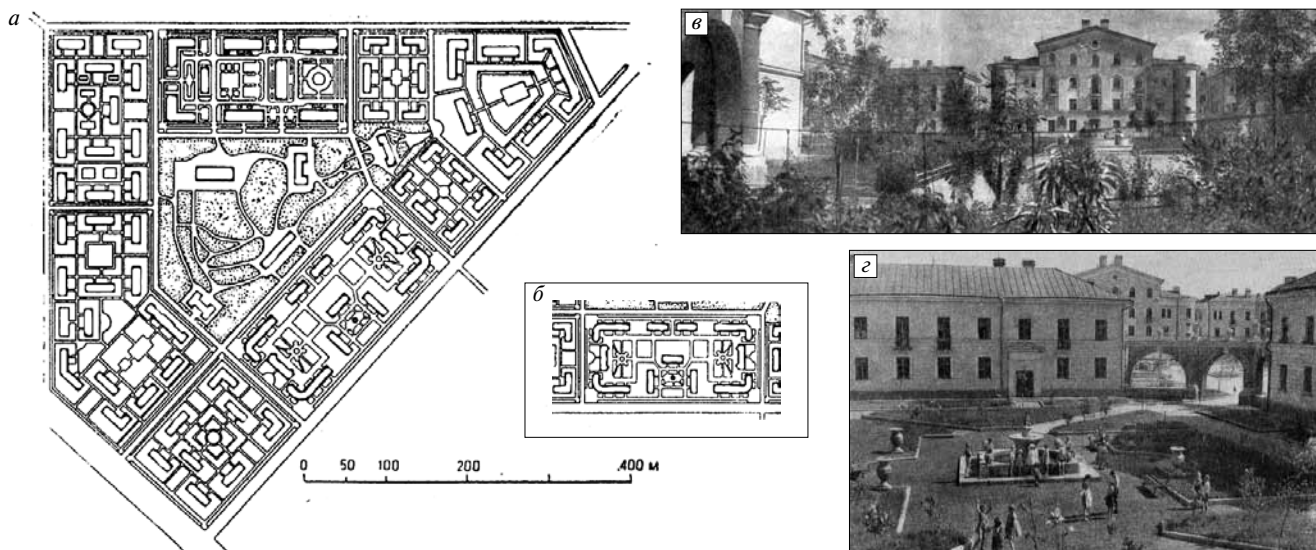


Рис. 2. Ансамбль на Октябрьском поле: а — генплан; б — генплан центрального квартала; в — фасады домов; г — благоустройство двора

частью заняты под полосы зеленых насаждений, где расположены обслуживающие учреждения.

Наиболее интересно решен средний квартал, в котором главный двор заключен в центральный прямоугольник, а хозяйственные дворы помещены между прямоугольником и домами, расположенными по периметру квартала.

Внутреннее пространство главного двора (48×56 м) занято центрально расположенным садом и палисадниками, размещенными по внутреннему периметру застройки.

На территории кварталов кроме жилых домов размещались ясли, детский сад, магазин, хозяйственные сараи и котельная. Кварталы оборудованы водопроводом, канализацией, центральным отоплением от квартальной котельной. Сети водопровода, канализации и тепловые сети проложены по второстепенным частям квартала. Места для отдыха, детских учреждений и хозяйственного обслуживания хорошо разграничены и вместе с тем находятся в тесной связи между собой.

В целом композицию застройки благодаря расчленению внутреннего пространства на отдельные части, подчиненные главному двору, хорошим пропорциям и обособлению участков разного назначения, можно считать удачной с хорошими экономическими показателями, условиями инсоляции и проветривания.

Ансамбль имеет интересную пространственную организацию, в которой использованы элементы классической русской усадебной композиции. Классическая московская городская усадьба включала в себя дом-особняк, службы, сад или двор. Главный дом находился в глубине участка и имел более сложную выразительную архитектуру. Флигели-службы выходили на красную линию застройки и служили фоном для главного здания. Часто главное здание и флигели были объединены в один объем. В центре располагался парадный двор-курдонер с фонтаном или клумбой посередине. Эти элементы благоустройства придавали особую парадность главному въезду в усадьбу. Кроме того, посередине двора создавали живописные разрывы в монотонном периметре застройки кварталов.

Квартал в Люблино разделен на три группы. Каждая из частей имеет осевую симметричную композицию с повышен-

ной средней частью, которая является доминантой для всей группы. Однако в отличие от классических усадебных ансамблей акцент ставится не только на главное здание, расположенное в глубине парадного двора, но и на въездах во двор, организуя тем самым силуэт не только квартала, но и улицы. В отличие от ансамблей в Перово и Измайлово, где высокие здания располагались по периметру квартала, в Люблино здание с повышенной средней частью располагается в глубине ансамбля, что делает его доминантой для всей группы, обозначая центр застройки. Небольшие фронтоны на фоновой застройке помогают в создании общего образа ансамбля, подчиняя все здания комплекса единому ритму. В парадном дворе также применено богатое благоустройство.

В центре расположен фонтан, палисадники окружены ажурным кованым забором, по углам двора находятся фонари. Все дома группы связаны между собой арками, что усиливает ощущение замкнутого ансамбля внутреннего двора. Зеленая зона разделена на две части и разграничивает собой группы застройки, в ней расположены хозяйственные постройки и детские сады. В этом ансамбле зеленая зона не выполняет функций центрального ядра, как в Перово и Измайлово. Применение более плотной секционной застройки и соединение хозяйственных зон с зелеными дало большую плотность застройки, а следовательно, и большую плотность населения. Но основная застройка имела высоту всего два этажа, а хозяйственные постройки во дворе увеличивали площадь участка, что в совокупности давало довольно маленькую плотность населения (260 чел./га).

Следующим шагом в эволюции московских ансамблей было повышение этажности за счет надстройки целого этажа в центральной части здания, а не просто повышения фронтона и отказ от хозяйственных построек во дворе. Кроме того, застройка максимально уплотнялась за счет уменьшения разрыва между торцами домов и соединения их арками и воротами. Все это позволило повысить плотность населения и застройки. Этим тенденциям соответствует квартал на Октябрьском поле (рис. 2). Он имеет самую сложную композицию из рассматриваемых ансамблей.

Площадь всего участка (10,7 га) разбита на 8 маленьких кварталов, которые представляют собой замкнутые ан-

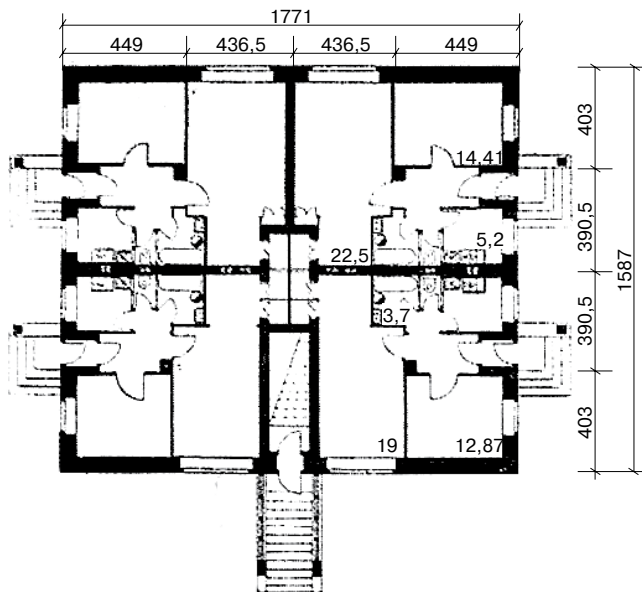


Рис. 3. Планировка квартир восьмиквартирного жилого дома

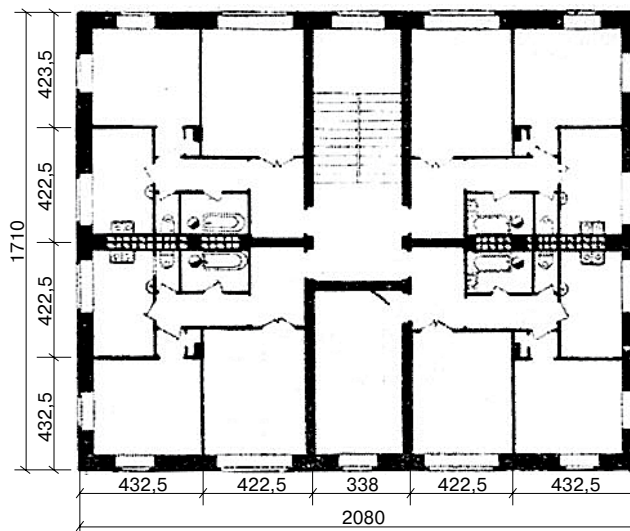


Рис. 4. Планировка квартир двенадцатиквартирного жилого дома

самбли, композиционно и планировочно связанные между собой. Периметр квартала застроен жилыми домами и имеет жесткую осевую планировку. В центре каждой группы находится двор с палисадниками. Центральная часть включает в себя две школы и детский сад, общественную зеленую зону и имеет живописное решение. Такой прием игры на контрастах сходен с приемом на Перовом поле. Прием компоновки жилых групп вокруг школ и зеленых насаждений является прототипом ставшего впоследствии весьма популярным принципа разделения территории на микрорайоны.

Наиболее интересно и полно осуществлен центральный квартал, выходящий на ул. Октябрьское поле (в настоящее время ул. Маршала Бирюзова). Он построен по проекту И.Я. Кантарович, В.В. Извекова, М.Г. Куповского и Г.Г. Сергеева в 1947–1952 гг.

Ансамбль имеет усложненную композицию из парадного двора на главной оси квартала и внутренних дворов, расположенных симметрично от центрального здания и полностью скрытых застройкой от улицы. Все здания ансамбля соединены между собой высокими арками с вазонами, в центре каждого двора находится фонтан. Все эти элементы придают особую парадность и выразительность застройке, но в то же время создают комфортную среду для проживания.

В центральной парадной части, обращенной на ул. Октябрьского поля, квартал имеет классическую усадебную композицию с парадным двором, открытым на улицу, и периметральной застройкой.

Центральное здание имеет повышенную среднюю часть за счет дополнительного этажа, а не только высокого фронтона, как в ансамбле в Люблино. Боковые корпуса имеют равную высоту, что визуально относит их к классическим усадебным флигелям. Прием отстоящего от красной линии центрального здания с повышенной средней частью и высоким фронтоном использован во всем ансамбле. В центральной части повышение высоты происходит с двух до трех этажей, а по периметру – с трех до четырех. Такой прием позволяет создать единый собранный образ всего участка, почувствовать его габариты. Широко применяемые в этом ансамбле малые архитектурные формы, такие как арки и

ограды, соединяют все здания между собой и замыкают периметр. Угловые здания ансамбля имеют интересное архитектурное решение с круглой угловой частью и купольной крышей.

В ансамбле на Октябрьском поле, так же как и в ансамбле Люблино, повышенное внимание уделяется главному застраиваемому фронту и пышному оформлению входов.

Несмотря на очевидную эволюцию московских малоэтажных ансамблей, можно выделить ряд общих принципов, используемых архитекторами для организации пространства, создания архитектурной композиции: свободный контур застройки с отступом от красной линии, дающий живописную свободную линию улицы; акцент на въезды в кварталы, проявляющийся в повышении этажности застройки; углы участка подчеркиваются угловыми зданиями, а в середине кварталы имеют разрыв с центральным въездом, раскрывающий ансамбль на улицу; разрывы между домами также делают застройку открытой и прозрачной. Во всех малоэтажных ансамблях широко применяются элементы благоустройства и малые архитектурные формы. Эти элементы и низкая этажность застройки создают комфортный человеческий масштаб окружающий среды. К общим приемам можно отнести контраст жесткой застройки и ортогонального благоустройства вокруг нее и центральной живописной зеленой зоны. Композиция ансамблей основана на принципах симметрии, которые проявляются не только внутри одного квартала, но и связывают ансамбли с окружающей застройкой.

Эволюция выражается в усложнении композиционных приемов в ансамбле, уплотнении застройки на участке, усложнении силуэта и повышении зданий с двух-трех до трех-четырёх этажей. Становятся более ярко выражены классические ансамблевые приемы в композиции кварталов. Все это свидетельствует о значительной эволюции малоэтажных ансамблей за этот короткий послевоенный период.

Планировка жилых домов в малоэтажных ансамблях отвечала всем требованиям послевоенного периода. Это были отдельные квартиры (рис. 3–4), скомпонованные по четыре на этаже в односекционных и по три на этаже в многосекционных домах. В зданиях преобладали двухкомнат-

ные квартиры. Все квартиры проектировались с расчетом на заселение одной семьи, при этом норма жилой площади составляла всего 7 м<sup>2</sup>/чел. Заселение квартир по семейному принципу дало возможность максимально сократить как жилую площадь, так и площадь подсобных помещений, а вместе с тем и уменьшить общую кубатуру. Площади комнат в квартирах разных кварталов примерно одинаковые: площадь больших комнат 19–21 м<sup>2</sup>, маленьких – 12,5–14 м<sup>2</sup>. В каждой квартире отдельный санузел небольшой площади.

Все здания ансамблей имели простую конфигурацию в плане, тяготеющую к квадрату или прямоугольнику, так как такая форма оптимальна по теплотехническим показателям и наиболее проста при возведении, но встречались и угловые здания. Необходимо отметить, что малоэтажные жилые дома обладали рядом преимуществ перед многоэтажными домами: возможность при сокращении площади подсобных помещений в квартире делать их в подвале или выносить на улицу; возможность иметь самостоятельные выходы из квартир на улицу и собственные палисадники. Кроме того, такая застройка имела человеческий масштаб, а относительно маленькая площадь квартир компенсировалась большой свободной площадью квартала.

Методы типового проектирования повлияли не только на планировку, но и на архитектуру домов. Новые задачи, новые принципы планировки диктовали и новую архитектуру зданий. Отсутствие зонирования квартир, равнозначность дворового и уличного пространства повлекли за собой отказ от деления на дворовые и парадные фасады. Типизация и стандартизация проектирования повлекли за собой исчезновение колоннад, портиков, мощных арок, монументальных оград, парапетов и прочих архитектурных элементов. Силуэтность застройки стала достигаться применением мансард, мезонинов, разнообразием форм кровли. Балкон, терраса, лоджия и эркер – элементы, органично связанные с бытом, климатическими условиями, являются основными средствами архитектурной выразительности жилого дома. Скромность и простота, интимность и живописность в противоположность помпезности и грандиозности, становятся отличительной чертой архитектуры массового жилищного строительства.

Московские малоэтажные ансамбли отвечали требованиям тех лет, они были дешевы и легки в строительстве, быстро возводились, создавали для человека комфортное пространство для жизни. Малоэтажные ансамбли за короткий период возведения постоянно эволюционировали от объекта к объекту. Эта эволюция тесно связана с усовершенствованием методов стандартизации и типизации в проектировании и строительстве, а также с требованиями постоянного повышения плотности застройки, экономии городских территорий. Но несмотря на изменение структурно-планировочных решений, можно выявить у всех комплексов общие черты. К ним относятся свободный контур застройки с отступом от красной линии, акцент на въезды в кварталы, прозрачность застройки, равнозначность дворовых и уличных фасадов, широкое применение малых архитектурных форм и хорошее благоустройство территории. Также характерным является контраст жесткой застройки по периметру и центральной живописной зеленой зоны. В планировках самих зданий ансамблей общим является эффективность площадей и кубатуры квартир за счет рациональ-

ной планировки. В ансамблях широко используются преимущества малоэтажной застройки – собственные входы в квартиры первого этажа, просторные террасы и лоджии, палисадники; подсобные помещения из квартир выносятся в подвалы или во двор. Типизация и стандартизация повлияли на отказ от декора и вызвали применение конструктивных элементов, таких как эркеры, лоджии, террасы, в качестве средств архитектурной выразительности жилого дома.

Эволюция ансамблей от объекта к объекту проявляется в уплотнении застройки, переходе от односекционных к многосекционным домам, в усложнении планировочной композиции квартала. От свободной застройки по периметру квартала был совершен переход к жесткой осевой планировке, в основе которой лежит классическая усадебная композиция. Также усложнились и силуэты ансамблей. От ровного силуэта за счет свободного взаиморасположения объектов и зрительной перспективы ансамбли перешли к сложному силуэту за счет усложнения формы крыш и повышения этажности застройки в средней части зданий. В планировочном решении квартир произошел переход, выражающийся в уменьшении общей площади квартир, отказе от лоджий и террас, индивидуальных входов в квартиры первого этажа. В композиции фасадов произошло заметное усложнение композиции.

К сожалению, до наших дней большинство малоэтажных ансамблей дошло лишь фрагментарно. Большая часть была снесена еще в 1980-х гг., часть в начале 2000-х гг. Сохранившиеся дома зачастую сильно перестроены, многие находятся в аварийном состоянии. Лишь ансамблю на Октябрьском поле был присвоен охранный статус, благодаря чему он сохранился до наших дней, несмотря на разрушавшуюся вокруг стройку. К сожалению, его состояние также удручающее. Но сохранившиеся фрагменты застройки дают представление об архитектуре и среде того времени. Площадь квартир в этих домах не сильно уступает площадям в типовых многоквартирных панельных домах, но близость к земле, благоприятная социальная среда, уютное замкнутое пространство двора дают совсем иное качество жизни. Если бы в этих домах был проведен капитальный ремонт, то именно такое жилье, а не апартаменты в небоскребах, могло бы стать элитным. Существенным плюсом является местоположение в экологически благоприятных зонах, в тихих районах, но в то же время довольно близко от центра, станций метрополитена и крупных транспортных магистралей.

Застройка московских малоэтажных ансамблей сомаштабна человеку, комфортна для проживания, создает здоровую социальную среду. Кроме того, ансамбли являются уникальными памятниками архитектуры, так как подобная застройка осуществлялась во многих городах Российской Федерации. Хочется надеяться что власти обратят внимание на эти уникальные памятники архитектуры и помогут в их восстановлении и сохранении.

#### Список литературы

1. *Васильева А.В., Прокофьева И.А.* История комфортного жилища на примере московских малоэтажных ансамблей // *Жилищное строительство*. 2011. № 5. С. 5–8.
2. *Соболев Д.М.* Застройка советских городов. Архитектурно-планировочные вопросы. М.: Госстройиздат, 1957. 150 с.

## Как подготовить к публикации научно-техническую статью



Журнальная научно-техническая статья – это сочинение небольшого размера (до 4-х журнальных страниц), что само по себе определяет границы изложения темы статьи.

Необходимыми элементами научно-технической статьи являются:

- постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными или практическими задачами;
- анализ последних достижений и публикаций, в которых начато решение данной проблемы и на которые опирается автор, выделение ранее не решенных частей общей проблемы, которым посвящена статья;
- формулирование целей статьи (постановка задачи);
- изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных результатов;
- выводы из данного исследования и перспективы дальнейшего поиска в избранном направлении.

Научные статьи рецензируются специалистами. Учитывая открытость журнала «Жилищное строительство» для ученых и исследователей многих десятков научных учреждений и вузов России и СНГ, представители которых не все могут быть представлены в редакционном совете издания, желательно представлять одновременно со статьей отношение ученого совета организации, где проведена работа, к представляемому к публикации материалу в виде сопроводительного письма или рекомендации.

Библиографические списки цитируемой, использованной литературы должны подтверждать следование автора требованиям к содержанию научной статьи и не содержать перечень всего ранее опубликованного автором, что перегружает объем статьи и часто является элементом саморекламы.

Кроме того, статьи, направляемые для опубликования, должны оформляться в соответствии с техническими требованиями изданий. Статьи, направляемые в редакцию журнала, должны соответствовать следующим **требованиям**:

- текст статьи должен быть набран в редакторе Microsoft Word и сохранен в формате \*.doc или \*.rtf и не должен содержать иллюстраций;
- графический материал (графики, схемы, чертежи, диаграммы, логотипы и т. п.) должен быть выполнен в графических редакторах: CorelDraw, Adobe Illustrator и сохранен в форматах \*.cdr, \*.ai, \*.eps соответственно. Сканирование графического материала и импорт его в перечисленные выше редакторы недопустимо;
- иллюстративный материал (фотографии, коллажи и т.п.) необходимо сохранять в формате \*.tif, \*.psd, \*.jpg (качество «8 – максимальное») или \*.eps с разрешением не менее 300 dpi, размером не менее 115 мм по ширине, цветовая модель CMYK или Grayscale.

Материал, передаваемый в редакцию в электронном виде, должен сопровождаться: рекомендательным письмом руководителя предприятия (института); лицензионным договором о передаче права на публикацию; **распечаткой, лично подписанной авторами**; рефератом объемом до 500 знаков на русском и английском языке; подтверждением, что статья предназначена для публикации в журнале «Жилищное строительство», ранее нигде не публиковалась, и в настоящее время не передана в другие издания; сведениями об авторах с указанием полностью фамилии, имени, отчества, ученой степени, должности, контактных телефонов, почтового и электронного адресов. Иллюстративный материал должен быть передан в виде оригиналов фотографий, негативов или слайдов, распечатки файлов.

В 2006 году в журнале «Строительные материалы»<sup>®</sup> был опубликован ряд статей «Начинающему автору», ознакомиться с которыми можно на сайте журнала [www.rifsm.ru/files/avtoru.pdf](http://www.rifsm.ru/files/avtoru.pdf)



Подробнее можно ознакомиться с требованиями на сайте издательства <http://rifsm.ru/page/7/>