

# ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Научно-технический и производственный журнал

[www.rifsm.ru](http://www.rifsm.ru)

Издается с 1958 г.



## Наливной пол КНАУФ-Боден. Опирайтесь на качество.

**KNAUF**  
Немецкий стандарт

# ГОТОВЫЕ ПРОЕКТЫ СОЦИАЛЬНЫХ И ЖИЛЫХ ОБЪЕКТОВ



ул. Юбилейная, г. Мытищи  
Жилые дома



Микрорайон №2  
г. Калининград



Жилой комплекс "Ива"  
г. Пермь



Детский сад, г. Мытищи



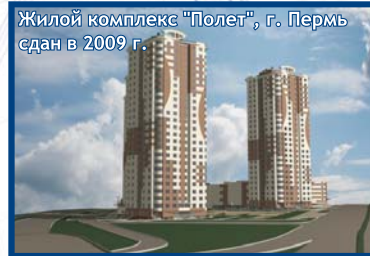
МКР "Окский"  
г. Нижний Новгород



Гараж-стоянка по ул. Юбилейная  
г. Мытищи



Жилой комплекс "Полет", г. Пермь  
сдан в 2009 г.



- Разработка градостроительной документации (Проект Планировки)
- Эскизные и предпроектные проработки по застройке территории и отдельным объектам
- Проектирование многоэтажных жилых домов
- Проектирование административных и общественных зданий, гостиниц, многофункциональных комплексов
- Проектирование объектов соцкультбыта
- Проведение проектных работ по реконструкции зданий
- Проектирование наружных и внутренних сетей
- Визуализация и анимация объектов, презентации проектов
- Проектирование интерьеров
- Сопровождение и защита в согласующих инстанциях разработанных проектных решений
- Авторский надзор за процессом строительства
- Гибкая система форм оплаты

г. Москва,  
ул. Старая Басманная, д. 38/2, стр. 1  
Телефон +7(495) 725-37-34  
Факс +7(499) 922-22-80  
e-mail: [kama.proekt@gmail.com](mailto:kama.proekt@gmail.com)  
[www.kama-proekt.ru](http://www.kama-proekt.ru)

св-о СРО № П.037.77.770.12.2009

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)

Баранова 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: (495) 976-22-08  
(495) 976-20-36

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

http://www.rifsm.ru

## СОДЕРЖАНИЕ

### Общие вопросы строительства

Л.А. ОПАРИНА

Определение понятия «энергоэффективное здание» .....2

Ю.А. МАТРОСОВ, В.С. БЕЛЯЕВ

Оценка энергопотребления зданий .....5

В.А. ЕЗЕРСКИЙ, П.В. МОНАСТЫРЕВ, Р.Ю. КЛЫЧНИКОВ

Особенности экономической оценки термомодернизации зданий  
в условиях современных рыночных отношений .....9

Совещание по применению керамзитобетона в строительстве (Информация) .....13

Применение керамзитобетона гарантирует быстрое строительство жилья  
в пострадавших от пожара регионах .....14

Ю.А. РЫХЛЕНКО

Состояние белорусской нормативной базы  
по применению ячеисто-бетонных конструкций .....16

### Материалы и конструкции

С.Л. ГАЛКИН

Перспективы применения автоклавного ячеистого бетона  
в современном жилищно-гражданском строительстве .....20

Р.Б. КАЦЫНЭЛЬ

Особенности применения крупнопанельных ячеисто-бетонных конструкций  
в современном строительстве .....24

О.А. ЛУКИНСКИЙ

Об эндемичных свойствах герметиков  
на основе дивинилстирольных термоэластопластов .....29

### Расчет конструкций

И.Н. ТИХОНОВ, И.П. САВРАСОВ

Экспериментальные исследования предельных состояний  
железобетонных балок с арматурой класса прочности 500 МПа .....31

М.А. ОРЛОВА

Испытания железобетонных балок с начальными трещинами. Часть 1.  
Постановка и проведение эксперимента .....39

В.В. ТЕРЯНИК, А.О. БОРИСОВ

Испытания внецентренно сжатых железобетонных элементов,  
усиленных с использованием полимерного клея .....43

### Градостроительство и архитектура

А.В. СНИТКО

Эволюция формирования системы расселения  
Северо-востока Центра России .....46

Город-спутник Новое Ступино .....51

УДК 697.112:628.87

Л.А. ОПАРИНА, канд. эконом. наук (l.a.oparina@gmail.com),  
Ивановский государственный архитектурно-строительный университет

## Определение понятия «энергоэффективное здание»

*Рассмотрены закономерности формирования термина «энергоэффективное здание» от появления принципа нормирования теплопроводности ограждающих конструкций до современных требований по обеспечению энергоэффективности строящихся и эксплуатируемых зданий. Прослежена терминология ведущих специалистов в области проектирования, строительства и эксплуатации энергоэффективных зданий. Представлена принципиальная схема энергоэффективного здания.*

**Ключевые слова:** энергоэффективность, здание, термин, проектирование, строительство, эксплуатация.

Обеспечение энергетической эффективности зданий является важным направлением процесса перевода экономики России на энергосберегающий путь развития. Этот процесс начался в 1990-х гг. с появлением идеологии нормирования зданий, основанной на минимизации энергетических затрат. На федеральном и региональном уровнях был создан и внедрен комплекс нормативных документов, начался переход строительного комплекса страны на новые энергоэффективные технологии. В строительной отрасли сформировалось и прочно установилось новое понятие «энергоэффективное здание».

Проведенное автором исследование научной и нормативно-правовой литературы по вопросам энергетической эффективности зданий выявило необходимость уточнения терминологии энергоэффективности применительно к зданиям и определения понятия «энергоэффективное здание», так как развитие терминологии, определяющей энергоэффективность здания, и появление различных терминов требуют определения понятия, носителем которого они являются.

Термин «энергоэффективность» введен СНиП 23-02-03 «Тепловая защита зданий». Нормы данного СНиПа устанавливают классификацию зданий и правила оценки по показателям энергетической эффективности как при строительстве, так и при эксплуатации. Здания, удовлетворяю-

щие нормативным требованиям удельной потребности в тепловой энергии на отопление (или охлаждение) и вентиляцию, получили название «энергоэффективные здания». Таким образом, разработчики нормативно-правовой документации, посвященной энергетической эффективности зданий, определяют энергетическую эффективность здания как свойство объекта и его инженерных систем обеспечивать заданный уровень расхода тепловой энергии для поддержания оптимальных параметров микроклимата помещений [1].

В научной литературе также можно встретить определение понятия «энергоэффективное здание» как здание с пониженными показателями энергопотребления по сравнению с их нормативными значениями. В московских нормах по энергосбережению в зданиях (МГСН 2.01-99) энергетическая эффективность здания определена как свойство объекта и его инженерных систем обеспечивать заданный уровень расхода тепловой энергии для поддержания оптимальных параметров микроклимата помещений.

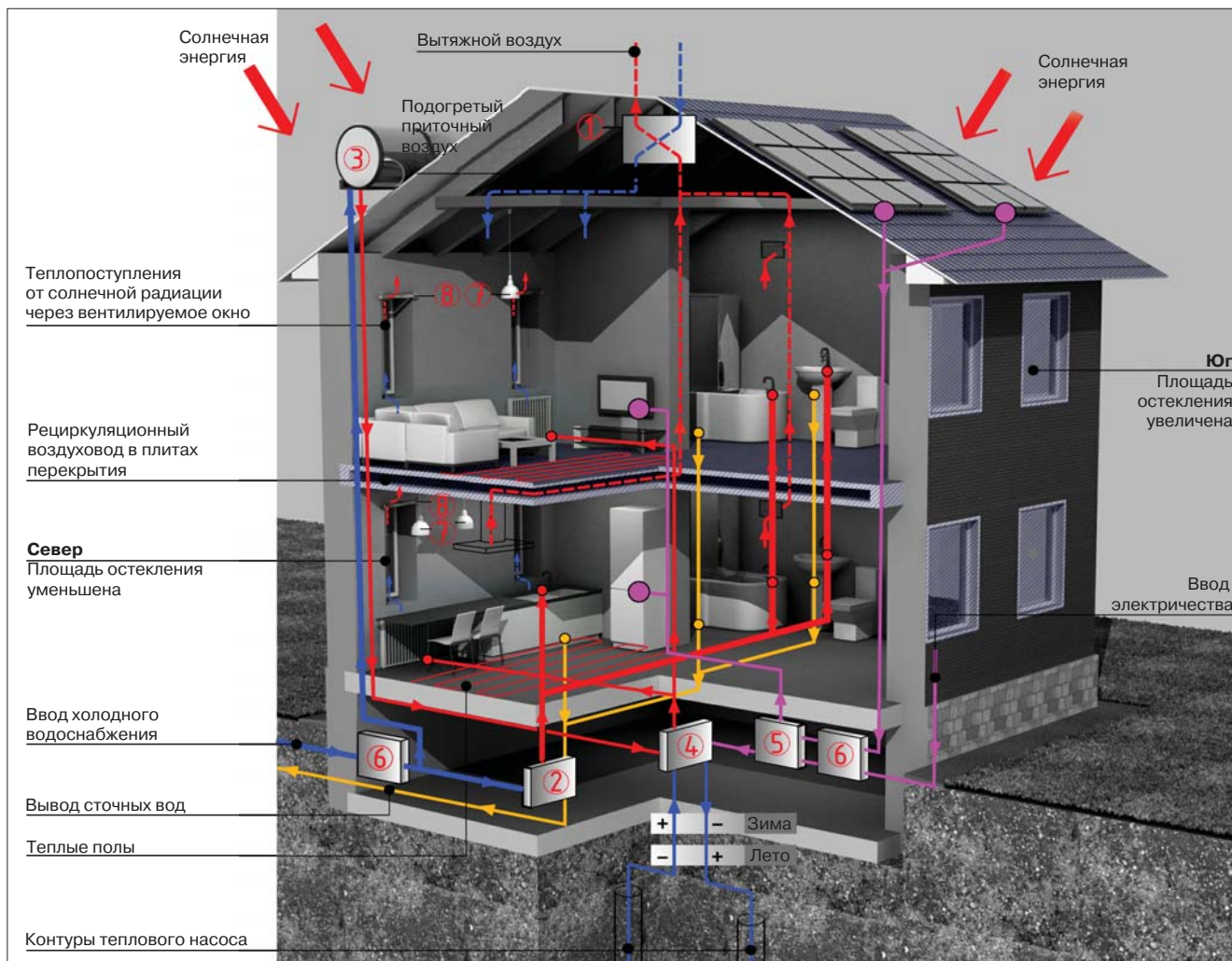
В процессе формирования и развития понятия «энергоэффективное здание» произошло расширение его содержания от требований низкой теплопроводности ограждающих конструкций к минимизации первичной энергии на обеспечение необходимого микроклимата внутри здания. Таким образом, *энергоэффективность – это эффективное использование не только тепловой энергии, но и других видов энергии и энергетических ресурсов.*

Авторы методических основ проектирования энергоэффективных зданий определяют энергоэффективное здание как совокупность архитектурных и инженерных решений, наилучшим образом отвечающих целям минимизации расхода энергии на обеспечение микроклимата в помещениях здания, то есть результат выбора определенными научными методами совокупности технических решений, наилучшим образом отвечающих поставленной цели [2]. Данное определение содержит основные признаки понятия «энергоэффективное здание», однако не учитывает особенности современной энергетической экономики, а именно необходимости минимизации финансовых ресурсов на обеспечение энергоэффективности.

Разработанная в 2003 г. РААСН стратегия устойчивого развития строительного комплекса России содержит направление нахождения путей создания комфортного энерго-ресурсоминимизирующего жилого дома (КЭРМ-

### Группировка способов энергосбережения

Активные	Пассивные
Солнечный коллектор	Ориентация дома на юг
Солнечная батарея на основе фотоэлементов	Общая архитектурно-планировочная концепция здания
Тепловой насос	Светлая кровля
Рекуператор	Площадь остекления должна быть увеличена с южной стороны и уменьшена с северной
Теплообменник	Вентилируемые окна
Теплый пол	Рециркуляционный воздухопод в плитах перекрытий
Энергосберегающее освещение	Отраженное освещение
Фотоэлементы устройств освещения	Теплоемкие ограждающие конструкции
Автоматизированная система управления инженерным оборудованием здания	Узел учета энергоресурсов



Принципиальная схема энергоэффективного здания: — холодная вода; - - - - холодный воздух; — теплая вода; - - - - теплый воздух; — сточные воды; — электрическая энергия; 1 — рекуператор — утилизатор тепла вытяжного воздуха; 2 — теплообменник — утилизатор тепла сточных вод; 3 — солнечный коллектор (работает только летом); 4 — тепловой насос; 5 — аккумулятор с инвертором; 6 — узел учета энергоресурсов; 7 — энергосберегающие лампы; 8 — фотоэлементы устройств освещения

хаус), основной характеристикой которого является сниженное в 2–4 раза потребление первичной энергии по сравнению с базовым 2001 г. и действующими нормами [3]. Таким образом, КЭРМ-хаус по характеристикам и требованиям также можно определить как энергоэффективное здание.

Процесс образования понятия «энергоэффективное здание» рассмотрен автором с позиций диалектической логики, так как диалектическая логика исследует процессы формирования и развития понятий в связи с переходом научного знания от менее глубокой сущности к сущности более глубокой, рассматривает их как ступени познания, как итог научной познавательной деятельности.

Рассматривая понятие «энергоэффективное здание» как целостную совокупность суждений, то есть мыслей, в которых что-либо утверждается об отличительных признаках исследуемого объекта, в первую очередь необходимо определить его ядро, которым являются суждения о наиболее общих и в то же время существенных признаках этого объекта. Ядром понятия «энергоэффективное здание» служат такие признаки как здание, планировочные, конструктивные и инженерные решения, уровень комфортности, затраты на энергоресурсы.

На основании вышеизложенного автором предлагается следующее определение: «**энергоэффективное здание — это строение, совокупность планировочных, конструктивных и инженерных решений которого обеспечивает необходимый потребительский уровень комфортности при нормативных или меньших затратах на энергоресурсы.**»

Предлагаемое определение построено в соответствии с правилами определения понятий диалектической логики, а именно:

1. Понятие «энергоэффективное здание» определено через ближайший род — строение и видовое отличие — соответствие нормативам энергопотребления.
2. Определение соразмерно, то есть объем определяемого понятия и понятия, посредством которого определено искомое понятие, одинаковы, соответственны.
3. Видовым отличием является признак или группа признаков, свойственных только данному понятию и отсутствующих в других понятиях, относящихся к тому же роду, то есть признак соответствия нормативам энергопотребления при обеспечении необходимого уровня комфортности отсутствует в других понятиях, относящихся к строениям.

4. Определяемое понятие не содержит круга, то есть энергоэффективное здание не определено посредством такого понятия, которое само становится ясным только посредством определяемого понятия.
5. Определение не отрицательно и соответствует цели определения, которая заключается в том, чтобы ответить на вопрос, чем же является энергоэффективное здание, отображаемое в понятии, а для этого перечислены в утвердительной форме его существенные признаки.
6. Определение логически непротиворечиво.
7. Определение четкое, ясное, не содержит двусмысленностей [4].

Современные энергоэффективные здания имеют сбалансированные и примерно равноценные по значимости архитектурные, конструктивные, конструктивно-технологические и инженерные решения. В целом такие объекты представляют собой одновременно тепловые ловушки, солнечные коллекторы и аккумуляторы теплоты. Причем делать их такими следует в первую очередь за счет архитектурных приемов, во вторую – за счет конструктивных решений и в третью – за счет верно подобранного инженерного оборудования. С точки зрения энергетической эффективности, направленной на минимизацию энергетических затрат и экономию ресурсов, целесообразно разделить способы энергосбережения в здании на активные и пассивные. Активные способы – это способы, обеспечивающие энергосбережение при необходимости постоянных и переменных затрат. Пассивные способы – это способы, обеспечивающие энергосбережение без переменных затрат.

Проведенное автором исследование различных архитектурных и инженерных решений, обеспечивающих энергосбережение в зданиях, выявило необходимость интегрировать их в принципиальной схеме энергоэффективного здания (рисунок).

Таким образом, представленная схема соответствует предлагаемому определению, которое отличается от существующих более полным содержанием, учитывающим все характеристики эффективного потребления зданием энергетических ресурсов и обеспечения в нем комфортного микроклимата, содержит все существенные признаки энергоэффективного здания. С развитием знаний и появлением новых понятий энергетической эффективности предлагаемое определение, возможно, будет дополнено новыми признаками и содержанием, что является закономерным результатом научной деятельности.

#### Список литературы

1. *Матросов Ю.А., Гольштейн Д.* Нормы и стандарты энергоэффективности зданий: региональный подход // Теплоэффективные технологии. Информационный бюллетень. 1996. № 4. С. 24–30.
2. *Табунчиков Ю.А., Бродач М.М., Шилкин Н.В.* Энергоэффективные здания. М.: АВОК-ПРЕСС, 2003. 200 с.
3. *Матросов Ю.А., Осипов Г.Л.* Стратегия устойчивого развития строительного комплекса России / Материалы пленарного заседания НИИСФ РААСН. М., 2006. С. 6–9.
4. *Кондаков Н.И.* Логический словарь-справочник. М.: Наука. 1975. 720 с.

## 12-ый МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОСЕННИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ

XII-я специализированная  
выставка

**ЖИЛИЩЕ**

**22-25** сентября  
Казань 2010

VII-я международная  
специализированная  
выставка-ярмарка

**ЯРМАРКА  
НЕДВИЖИМОСТИ  
В ТАТАРСТАНЕ**

IV-я специализированная выставка

**ИНЖЕНЕРНЫЕ  
КОММУНИКАЦИИ  
ЗДАНИЙ И  
СООРУЖЕНИЙ**

Выставочный центр "Казанская ярмарка"  
Россия, 420059, г. Казань, Оренбургский тракт, 8,  
т./ ф.: (843) 570-51-27, 570-51-11, e-mail: d1@expokazan.ru,  
www.expohouse.ru, www.encomexpo.ru, www.expokazan.ru

ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР  
150 - 9001



УДК 699.86

**Ю.А. МАТРОСОВ**, канд. техн. наук, НИИСФ РААСН;  
**В.С. БЕЛЯЕВ**, канд. техн. наук, ОАО «ЦНИИЭП жилых и общественных зданий  
(ЦНИИЭП жилища)» (Москва)

## Оценка энергопотребления зданий

*Предложена методика, которая может стать основой для разработки нормативов удельного годового расхода энергии жилых и общественных зданий для климатических условий Российской Федерации с учетом основных энергопотребляющих систем здания – отопления, горячего водоснабжения и искусственного освещения.*

**Ключевые слова:** энергоэффективность, сопротивление теплопередаче, ограждающие конструкции, энергопотребление.

Политика государства в настоящее время направлена на повышение энергетической эффективности российской экономики, включая строительный комплекс и ЖКХ. Около 40% всего добываемого в нашей стране топлива расходуется на теплоснабжение зданий, и в первую очередь жилых.

Энергоэффективность проектных решений как в нашей стране, так и зарубежом оценивается по степени их соответствия нормативным удельным показателям расхода тепла на единицу площади или объема жилых и общественных зданий.

Разработанные в 1995–2005 гг. новые нормативные документы по энергосбережению в зданиях как на федеральном, так и на региональном уровнях включали новый нормируемый показатель – удельный расход тепловой энергии на отопление за отопительный период различных зданий, обеспечивающий существенное снижение энергопотребления зданий за счет использования при проектировании зданий высокоэффективных теплоизоляционных материалов, прогрессивных конструктивных решений наружных ограждений (расположения теплоизоляции с наружной стороны оболочки здания, повышения теплотехнической однородности наружных ограждений, применения энергоэффективных светопрозрачных конструкций, утилизации теплоты удаляемого из здания вентиляционного воздуха, оптимизации объемно-планировочного решения здания, оборудования систем отопления устройствами автоматического регулирования подачи тепла в помещения при изменении параметров наружной среды и т. д.).

Однако не все резервы энергосбережения в зданиях были использованы при разработке норм проектирования энергоэффективных зданий. Помимо расходов тепловой энергии на отопление в зданиях тепловая энергия расходуется на горячее водоснабжение, а также электрическая энергия расходуется на искусственное освещение и бытовые нужды. Первая попытка такого учета была сделана в 1999 г. в МГСН 2.01–99 «Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодозлектроснабжению».

При совместном рассмотрении теплозащиты и систем отопления, горячего водоснабжения и искусственного освещения необходимо учитывать эксплуатацию здания за год и расход энергии при этом определять в одинаковых системных единицах. Поэтому нормативы удельного энергопотребления здания для каждого пункта строительства должны *вычисляться* по формулам с использованием нор-

мативных значений, установленных в соответствующих нормативных документах.

При определении удельного расхода тепла на отопление зданий в соответствии со СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий» вычисляется приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания ( $K_m^{tr}$ ), который учитывает приведенные сопротивления теплопередаче ( $R^f$ ,  $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ ).

В табл. 4 СНиП 23-02–2003 значения  $R^{eq}$  стен не зависят от типа стен. Тогда как расчеты экономически целесообразного сопротивления теплопередаче  $R^{sk}$  различных типов стен, например при стоимости тепловой энергии 20–30 у. е. за МВт·ч, показывают, что  $R^{sk}$  для Москвы для слоистых стен составляет 3,4–3,6  $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ , а для стен из ячеисто-бетонных блоков 1,9–2,4  $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ .

В табл. 4 СНиП 23-02–2003 установлены нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций  $R^{eq}$ : стен (на этаж, как в п. 5.6 СНиП 23-02–2003), чердачных перекрытий и т. д. В соответствии с п. 5.1, а СНиП 23-02–2003 стены (на этаж) якобы являются отдельными элементами ограждающих конструкций (как и записано в п. 5.13 СНиП 23-02–2003).

Поэтому исходя из вышеизложенного, в п. 5.13 СНиП 23-02–2003 после слов: «Если в результате расчета удельный расход тепловой энергии на отопление здания окажется меньше нормируемого значения, то допускается уменьшение сопротивления теплопередаче...» – следует написать: «...для наружных стен из мелких блоков приведенное сопротивление теплопередаче, рассчитанное для фасада здания либо промежуточного этажа, не должно быть ниже минимальных величин  $R_{min}$ , определяемых по формуле (8) для стен групп зданий, указанных в поз. 1 и 2 табл. 4, а элементов таких стен не менее  $R^{eq}$ , определенного по формуле (3) СНиП 23-02–2003» – далее по тексту. Для остальных типов стен текст п. 5.13 СНиП 23-02–2003 остается прежним.

Расход теплоты на отопление здания рассматривается в течение отопительного периода. Отнести к градусо-суткам отопительного периода можно только удельное потребление тепловой энергии на отопление здания за отопительный период. Расход теплоты на горячее водоснабжение происходит в течение всего года, он мало зависит от района строительства и на него оказывает влияние поведение обитателей, температура подводимой для нагрева

воды в холодный и теплый периоды года. Расход электроэнергии на искусственное освещение и бытовые нужды происходит также в течение всего года и зависит от потребностей обитателей, времени суток и периода года. В системах отопления и горячего водоснабжения измеряется расход тепловой энергии, а в системах искусственного освещения – расход электрической энергии.

Для установления нормы целесообразно использовать показатель удельного (на 1 м<sup>2</sup> площади пола помещений) годового расхода энергии зданием  $q_y$ , кВт·ч/м<sup>2</sup>. Норма удельного годового расхода энергии зданием определяется по формуле:

$$q_y = Q_y/A_h, \quad (1)$$

где  $Q_y$  – общий годовой расход энергии зданием, учитывающий теплопотери и составляющие энергопотребления на отопление, горячее водоснабжение и искусственное освещение, а также бытовые теплопотребления и теплопоступления от солнечной радиации, кВт·ч;  $A_h$  – сумма площадей пола квартир  $A_j$  или полезной площади помещений  $A_j$ , за исключением технических этажей и гаражей, м<sup>2</sup>:

$$A_h = \sum A_i \quad \text{или} \quad A_h = \sum A_j. \quad (2)$$

Общий годовой расход энергии зданием  $Q_y$ , кВт·ч, учитывающий основные составляющие энергопотребления, определяется по формуле:

$$Q_y = Q_h^y + Q_{hw}^y + Q_w^y \cdot \xi, \quad (3)$$

где  $Q_h^y$  – расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода, кВт·ч, определяемый по СНиП 23-02-2003;  $Q_{hw}^y$  – годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение, кВт·ч, определяемый по формуле (5);  $Q_w^y$  – годовой расход электрической энергии на искусственное освещение и бытовые нужды, кВт·ч, определяемый по формуле (7);  $\xi$  – коэффициент приведения электрической к тепловой энергии:

$$\xi = e_o^{des} / e_o^p, \quad (4)$$

где  $e_o^{des}$ ,  $e_o^p$  – расчетные коэффициенты энергетической эффективности систем тепло- и электроснабжения соответственно.

Годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение с учетом выключения системы на ремонт  $Q_{hw}^y$  определяется по формуле:

$$Q_{hw}^y = [Q_{hw}/(1 + k_{hl})] \cdot \{344 \cdot k_{hl} + (z_{wk}/7) [z_{ht} + \alpha(344 - z_{ht}) (55 - t_{cs}) / (55 - t_c)]\}, \quad (5)$$

где  $Q_{hw}$  – среднесуточный за годовой период расход тепловой энергии на горячее водоснабжение, кВт, определяемый по формуле (6);  $k_{hl}$  – коэффициент, учитывающий потери теплоты трубопроводами систем горячего водоснабжения;  $z_{ht}$  – продолжительность отопительного периода, сут;  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий снижение уровня водозабора в зданиях в летний период. Для жилых зданий  $\alpha = 0,8$ , для остальных –  $\alpha = 1$ ;  $t_{cs}$  – температура холодной воды в летний период, принимается 15°С при водозаборе из открытых источников;  $z_{wk}$  – число суток потребления в неделю: для жилых зданий – 7 суток, для общественных зданий – число

рабочих дней в неделю; 344 – продолжительность пользования центральным горячим водоснабжением в течение года, сут;  $t_c$  – температура холодной воды, °С, принимается равной 5°С.

Среднесуточный за годовой период расход тепловой энергии на горячее водоснабжение  $Q_{hw}$  определяется по формуле:

$$Q_{hw} = g \cdot m (55 - t_c) (1 + k_{hl}) \rho_w c_w / 3,6 \cdot 10^{-3}, \quad (6)$$

где  $g$  – средний за отопительный период расход воды одним пользователем (жителем), л/сут;  $m$  – число пользователей (жителей), чел;  $t_c$ ,  $k_{hl}$  – то же, что и в формуле (5);  $\rho_w$  – плотность воды, равная 1 кг/л;  $c_w$  – удельная теплоемкость воды, равная 4,2 Дж/(кг·°С).

При определении величины  $Q_{hw}^y$  значения  $k_{hl}$  принимаются согласно разделу 5 МГСН 2.01-99, а при определении величины  $Q_{hw}$  значения  $g$  принимаются согласно СНиП 2.04.01-85 «Внутренний водопровод и канализация зданий».

По нормам для жилых и различных групп общественных зданий все они должны оснащаться системами горячего водоснабжения, а для отдельных групп в соответствии с их назначением необходимы большие расходы горячей воды (предприятия общественного питания, бани, прачечные, больницы, спортивные сооружения). Нормами (СНиП 2.04.01-85) предусматриваются различные минимальные температуры горячей воды перед водозаборными приборами, а именно 60°С для централизованных систем горячего водоснабжения, присоединенных по открытой схеме, и 50°С для этих систем, присоединенных по закрытой схеме. Максимальная температура воды не должна превышать 75°С.

Годовой расход электрической энергии на искусственное освещение и бытовые нужды помещений зданий  $Q_w^y$ , кВт·ч, с учетом продолжительности ее использования определяется по формуле:

$$Q_w^y = \sum_{i=1}^n (W_i \cdot A_i \cdot z_d \cdot z_y \cdot 10^{-3}), \quad (7)$$

где  $n$  – количество видов помещений в здании;  $W_i$  – удельная установленная мощность общего искусственного освещения  $i$ -го вида помещения здания, Вт/м<sup>2</sup>, определяемая по формуле (8);  $A_i$  – суммарная площадь помещений  $i$ -го вида помещений, м<sup>2</sup>;  $z_d$  – среднее число часов использования искусственного освещения в сутки, ч;  $z_y$  – число суток использования искусственного освещения в течение года, сут.

Удельная установленная мощность общего искусственного освещения  $i$ -го вида помещения  $W_i$  определяется по формуле:

$$W_i = W_o (E_n/100) \cdot (K_s/1,5) \cdot (100/\eta_l) \cdot (80/\eta_w), \quad (8)$$

где  $W_o$  – базовое значение удельной мощности общего освещения помещения, Вт/м<sup>2</sup>, при освещенности 100 лк, КПД светильника 100% и коэффициенте запаса 1,5;  $E_n$  – нормируемая освещенность помещения, лк;  $K_s$  – нормируемый коэффициент запаса для данного вида помещения;  $\eta_l$  – коэффициент полезного действия применяемых светильников, %;  $\eta_w$  – световая отдача применяемого источника света, лм/Вт.



Таблица 1

Объект	Режим работы	Географическая широта	$Z_{yy}$ , ч
Освещение и бытовые нужды жилых квартир	–	Любая	2920
Освещение в помещениях общественных зданий: – помещения с естественным освещением	1 смена	Южнее 50° с. ш. От 50° до 60° с. ш. Севернее 60° с. ш.	700 750 850
	2 смены 3 смены 3 смены, непрерывная работа	Любая Любая Любая	2250 4150 4800
– помещения без естественного освещения	1, 2, 3, смены	Любая	4800
	1 смена	Любая	2150
	2 смены	Любая	4300
	3 смены 3 смены, непрерывная работа	Любая Любая	6500 8760
Освещение прилегающих территорий общественных зданий: – включается ежедневно	До 24 ч	Любая	2100
	До 1 ч	Любая	2450
	Всю ночь	Любая	3600
– включается в рабочие дни	До 24 ч	Любая	1750
	До 1 ч	Любая	2060
	Всю ночь	Любая	3000
Наружное освещение городов, поселков и сельских населенных пунктов	До 24 ч	Любая	1950
	До 1 ч	Любая	2350
	Всю ночь	Любая	3500

При определении величины  $Q_w^y$  и  $W_i$  значения  $W_o$ ,  $E_n$ ,  $\eta_w$  принимаются согласно разделу 8 МГСН 2.01–99; значение  $K_s$  – согласно СНиП 23-05–95 «Естественное и искусственное освещение».

Годовая продолжительность использования электрической энергии для жилых и общественных зданий  $Z_{yy}$ , ч, определяется по формуле:

$$Z_{yy} = Z_d \cdot Z_y \quad (9)$$

принимается по табл. 1.

Расчетная мощность электроэнергии в жилых зданиях  $W_h$ , кВт, определяется по формуле:

$$W_h = P \cdot n, \quad (10)$$

где  $P$  – удельная нагрузка электроприемников квартир, принимаемая по табл. 2 в зависимости от числа квартир, типа кухонных плит, кВт, на одну квартиру;  $n$  – количество квартир, присоединенных к линии.

В последние 15–20 лет проектируется элитное жилье с квартирами повышенной комфортности. Решающим параметром является заявленная мощность на одну квартиру. В настоящее время, по данным ОАО «Тяжпромэлектропроект», даже в муниципальных домах с электрическими плитами установленная мощность  $P = 14$  кВт.

Расчетное потребление электроэнергии  $W_h$ , кВт, для жилых зданий повышенной комфортности определяется по формуле:

$$W_h = P \cdot n \cdot k_i \cdot k_o, \quad (11)$$

где  $P$  – нагрузка электроприемников квартир;  $n$  – количество квартир;  $k_i$  – коэффициент спроса для квартир повышенной комфортности по табл. 3;  $k_o$  – коэффициент одновременности для квартир повышенной комфортности по табл. 4.

На базе разработанной методики были проведены расчеты удельного годового энергопотребления многоэтажных жилых домов повышенной комфортности в условиях Москвы с наличием нежилого первого этажа для размещения учреждений общественно-бытового назначения и подземной автостоянки:

1. Трехсекционный жилой дом с различной этажностью секций (9, 11 и 12 этажей).

2. Двухсекционный жилой дом с разной этажностью секций (6, 7 этажей).

В первом доме в цокольном этаже предусмотрены технические помещения, приточные и вытяжные камеры для вентиляционных систем здания, а также техническое пространство для прокладки инженерных коммуникаций. На первом этаже предусмотрены нежилые помещения общественного назначения и учреждения бытового обслуживания. Входы в нежилые помещения самостоятельные и изолированы от жилой части дома.

Жилые этажи высотой 3,3 м включают 80 квартир, рассчитанных на 252 человека.

Таблица 2

Потребители электроэнергии	Удельная расчетная электрическая нагрузка при количестве квартир													
	1–5	6	9	12	15	18	24	40	60	100	200	400	600	1000
Квартиры с плитами на природном газе	4,5	2,8	2,3	2	1,8	1,65	1,4	1,2	1,05	0,85	0,77	0,71	0,69	0,67
Квартиры с электрическими плитами мощностью 8,5 кВт	10	5,1	3,8	3,2	2,8	2,6	2,2	1,95	1,7	1,5	1,36	1,27	1,23	1,19

Таблица 3

Заявленная мощность, кВт	До 14	20	30	40	50	60	70 и более
Коэффициенты спроса $k_i$	0,8	0,65	0,6	0,55	0,5	0,48	0,45

Таблица 4

Характеристика квартир	$k_o$ при числе квартир													
	1–5	6	9	12	15	18	24	40	60	100	200	400	600 и более	
С электроплитами	1	0,51	0,38	0,32	0,29	0,26	0,24	0,2	0,18	0,16	0,14	0,13	0,11	

Таблица 5

Жилые здания	Показатели энергопотребления здания, кВт·ч/м <sup>2</sup>		
	на отопление	на горячее водоснабжение	на искусственное освещение
9–12-этажный трехсекционный жилой дом	73,7	47,94	32,64
6–7-этажный двухсекционный жилой дом	88,5	48,1	28,4

Над жилыми этажами располагается технический (теплый) чердак. Такой чердак является конструктивным элементом энергосбережения в оболочке здания, поскольку для повышения теплозащиты он использует вентиляционный воздух, удаляемый из жилых помещений. Покрытие теплого чердака – в виде несущей монолитной железобетонной плиты, утепленной минераловатными плитами.

Несущий каркас здания выполнен в виде пространственной структуры из монолитного железобетона, включающий междуэтажные перекрытия, наружные и внутренние стены и перегородки. Такая структура несущей основы здания позволяет возводить самонесущие (в пределах одного этажа) стены, что дает возможность реализовывать энергоэффективные конструктивные решения наружных стен с применением многослойных конструкций, включающих эффективные теплоизоляционные материалы, мелкоштучные изделия; наружную теплоизоляцию (наиболее эффективную) с тонким штукатурным слоем либо различные модификации вентилируемых фасадных систем.

В данном доме стены выполнены многослойными с внутренним слоем в виде кладки из керамзитобетонных блоков, со средним слоем из минераловатных плит и облицовочным слоем в виде кладки в полкирпича из пустотного керамического кирпича, размещенной на отnose, образуя с наружной поверхностью утеплителя воздушную прослойку.

Окна и балконные двери деревянные с двухкамерными стеклопакетами.

Все конструктивные решения наружных ограждающих конструкций характеризуют оболочку здания как энергоэффективную.

Во втором жилом доме применены другие энергоэффективные ограждающие конструкции, обеспечивающие снижение энергопотребления здания.

Наружные стены многослойные с внутренним слоем из монолитного железобетона (несущая часть стен) и кладки из сплошного глиняного кирпича (самонесущая часть стен). Средний слой – минераловатные плиты с устройством вентилируемой фасадной системы с облицовкой из алюминиевых кассетных плит. Светопроемы заполнены деревоалюминиевыми оконными блоками с двухкамерными стеклопакетами.

В результате проведенных расчетов удельное (на 1 м<sup>2</sup> полезной площади) годовое энергопотребление многоэтажных жилых домов повышенной комфортности в условиях Москвы (табл. 5) с учетом расходов энергии на отопление, горячее водоснабжение, электроосвещение и электропотребление на бытовые нужды  $q_y^{des}$  получено до 170 кВт·ч/м<sup>2</sup>.

**28-29 октября 2010**  
**г.БИЙСК**  
**Городекой Дворец культуры**  
**V МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА**  
**СТРОИТЕЛЬСТВО.**  
**ЭНЕРГЕТИКА. ЖКХ.**  
**ГАЗИФИКАЦИЯ**

**Организаторы:**  
Выставочная фирма СИБЭКСПОСЕРВИС- Новосибирск,  
при поддержке:  
Администрации г.Бийска,  
Администрации Новосибирской области.

**СПРАВКИ ПО ТЕЛЕФОНАМ:**  
**(383) 335 63 50**  
**E-mail: SES@math.nsc.ru**  
**WWW: SES.NET.RU**

УДК 332.834

*В.А. ЕЗЕРСКИЙ, д-р техн. наук, Белостокский технический университет (Республика Польша);  
П.В. МОНАСТЫРЕВ, д-р техн. наук, Р.Ю. КЛЫЧНИКОВ, инженер,  
Тамбовский государственный технический университет*

## Особенности экономической оценки термомодернизации зданий в условиях современных рыночных отношений

*Приведены особенности экономической оценки термомодернизации зданий в условиях современных рыночных отношений. Для оценки эффективности теплозащитных мероприятий по величине чистой дисконтируемой экономии средств (ЧДЭС) предложена зависимость, учитывающая динамику изменения тарифов на тепловую энергию. Оценено влияние соотношений прогнозируемого фактора роста цен на тепловую энергию и ставки дисконтирования. На примере термомодернизации жилого дома показано влияние времени отсрочки его дополнительного утепления без учета и с учетом перерасхода тепловой энергии в период, предшествующий термомодернизации, на срок ее окупаемости и изменение ЧДЭС.*

**Ключевые слова:** тепловая защита зданий, термомодернизация, экономическая оценка, чистая дисконтируемая экономия средств, срок окупаемости.

В последнее время в научных работах и публикациях [1–3] достаточно часто затрагиваются вопросы технико-экономического обоснования энергосберегающих мероприятий. В большинстве случаев ответы на подобные вопросы находят, опираясь на доходный метод оценки эффективности инвестиций с капитализацией получаемых денежных средств и приведением их к некоторому моменту в будущем. Для этого используется следующая зависимость:

$$K(1+p)^T = D + D(1+p) + \dots + D(1+p)^{T-1}, \quad (1)$$

где  $K$  – затраты на теплозащитные мероприятия, выраженные в текущих ценах, р.;  $D$  – ежегодная промежуточная экономия средств, также выраженная в текущих ценах, р.;  $p$  – ставка капитализации в абсолютных единицах;  $T$  – рассматриваемый период времени, годы.

Значение  $T$ , при котором равенство (1) выполняется, называется сроком окупаемости.

Преимущество данного подхода состоит в наглядности производимых математических выкладок. Однако в случае необходимости сравнительной оценки денежной выгоды от вкладывания средств в энергозащитные мероприятия получим результат, выраженный в будущей стоимости, что в контексте текущего момента времени неинформативно. В таких случаях предпочтительнее использовать доходный метод с дисконтированием получаемых средств к настоящему моменту времени. Для этого продисконтируем выражение (1) с учетом равенства ставки капитализации и нормы дисконта:

$$\frac{K(1+p)^T}{(1+p)^T} = \frac{D}{(1+p)} + \frac{D(1+p)}{(1+p)^2} + \frac{D(1+p)^2}{(1+p)^3} + \dots + \frac{D(1+p)^{T-1}}{(1+p)^T}. \quad (2)$$

В практике анализа экономической эффективности теплозащитных мероприятий числители в слагаемых суммы из правой части выражения (2) заменяют средней прогнозиру-

емой промежуточной экономией средств за весь рассматриваемый срок,  $\Delta D$ , р.:

$$\Delta D = c_T(Q_0 - Q_1), \quad (3)$$

где  $c_T$  – средняя прогнозируемая стоимость единицы тепловой энергии за рассматриваемый временной период, р./Гкал;  $Q_0$  и  $Q_1$  – расход тепловой энергии на отопление рассматриваемого здания соответственно до и после проведения термомодернизации, Гкал.

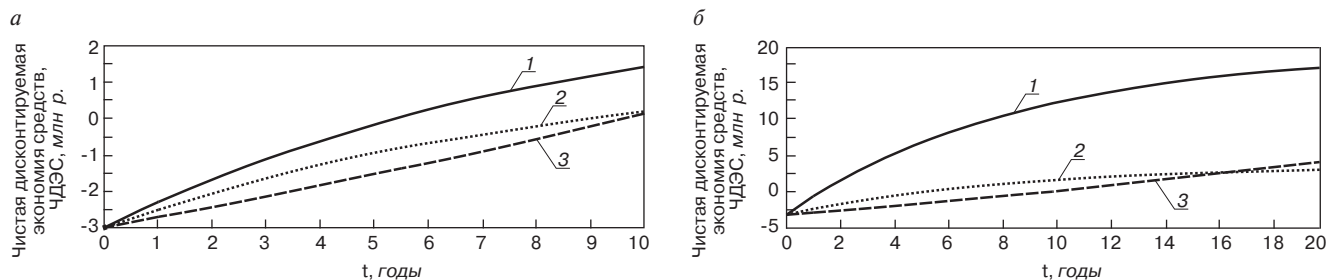
С учетом этого и после переноса  $K$  в правую часть выражения (2) принимает вид широко известной формулы для нахождения чистого дисконтируемого дохода, который в данном случае правильнее назвать чистой дисконтируемой экономией средств (ЧДЭС):

$$\text{ЧДЭС} = \frac{\Delta D}{(1+p)} + \frac{\Delta D}{(1+p)^2} + \frac{\Delta D}{(1+p)^3} + \dots + \frac{\Delta D}{(1+p)^T} - K. \quad (4)$$

Для проведения технико-экономических расчетов в формулах (1) и (4), как правило, прогнозируются средние значения промежуточной экономии средств ( $\Delta D$ , р.) и нормы дисконта ( $p$ ). Принятые значения данных показателей оказывают сильное влияние на срок окупаемости инвестиций.

В [2] отмечается, что в инвестиционных расчетах возможно прогнозирование стоимости тепловой энергии и ставки дисконтирования на начало и конец рассматриваемого периода с последующим определением среднего значения в виде полусуммы крайних. Ставку дисконтирования допустимо принимать на основе прогнозируемой ставки рефинансирования ЦБ РФ с поправкой при необходимости на риск. В отношении обоснования будущей стоимости тепловой энергии присутствует должная мера неопределенности.

Для определения средней прогнозируемой стоимости тепловой энергии возможно два варианта. В первом случае берутся сведения о тарифах на тепло за последние не-



**Рис. 1.** Зависимость ЧДЭС от времени (а – 10 лет; б – 20 лет) при различных способах определения промежуточных доходов: 1 – с учетом величины  $c_T$ , получаемой путем осреднения начального и конечного значений, определяемых по линейной зависимости; 2 – с учетом величины  $c_T$ , получаемой путем осреднения начального и конечного значений, определяемых по степенной зависимости; 3 – с учетом среднего прогнозируемого фактора роста цен на тепловую энергию ( $d$ )

сколько лет и аппроксимируются линейной зависимостью. Полученная прямая продлевается на желаемый отрезок времени и таким образом определяется прогнозируемая стоимость тепловой энергии на конец рассматриваемого периода времени. Средняя стоимость тепловой энергии определяется как полусумма текущего и конечного значений. Во втором случае прогнозируемая стоимость тепловой энергии на конец рассматриваемого периода времени определяется по формуле сложных процентов, т. е.:

$$c_{Ti} = c_{T0} \cdot (1 + d)^i, \quad (5)$$

где  $d$  – средний прогнозируемый фактор роста цен на тепловую энергию в абсолютных единицах. Средняя же стоимость снова определяется как полусумма текущего и конечного значений.

Оба приведенных подхода обладают одним общим недостатком – искажением получаемого результата при попытке упрощения учета изменчивости промежуточных доходов. Причем при одних расчетных критериях получаем завышенный, а при других – заниженный срок окупаемости (рис. 1). В определенных экономических ситуациях, как правило при небольших расчетных периодах, данное искажение может быть очень маленьким, а в других случаях (при длительных расчетных периодах) – большим.

В связи с этим для оценки эффективности теплозащитных мероприятий по величине чистой дисконтируемой экономии средств в данной статье предлагается следующая зависимость, полученная на основе общей записи выражения (2) и отличающаяся от формулы (4) переменной величиной промежуточных доходов, определяемых на основе прогнозируемой динамики изменения тарифов на тепловую энергию ( $d$ ):

$$\text{ЧДЭС} = \left( \frac{D}{(1+p)} + \frac{D(1+d)}{(1+p)^2} + \frac{D(1+d)^2}{(1+p)^3} + \dots + \frac{D(1+d)^{T-1}}{(1+p)^T} \right) - K. \quad (6)$$

Применив формулу геометрической прогрессии, можно упростить выражение (6) до вида:

$$\text{ЧДЭС} = \frac{c_{T0} \cdot (Q_0 - Q_1)}{(p-d)} \cdot \left( 1 - \left( \frac{1+d}{1+p} \right)^T \right) - K. \quad (7)$$

Следует отметить, что формула (7) справедлива в случае, когда  $d \neq p$ . Если  $d = p$ , то уравнение (6) сильно упрощается и принимает вид линейной зависимости. Получить формулу для нахождения величины ЧДЭС из выражения (2) в этом случае не составляет никакого труда.

На примере покажем влияние различных способов обоснования прогнозируемой стоимости тепловой энергии при определении величин промежуточных доходов на срок окупаемости мероприятий по термомодернизации.

Допустим, что для термомодернизации некоего здания необходимо 3 млн р. капиталовложений. После ее реализации ежегодный расход тепловой энергии на отопление этого дома снизится на 317,5 Гкал. Текущий тариф на тепловую энергию ( $c_{T0}$ ) составляет 978,9 р./Гкал. Примем среднюю ставку дисконтирования 12%, а фактор роста цен на тепловую энергию 15%. В первом случае (рис. 1, кривая 2) предположим, что динамика изменения тарифов на тепловую энергию изменяется по линейной зависимости, т. е.  $c_{Ti} = 160,09 \cdot t + c_{T0}$ , с учетом которой определяем  $\Delta D$  и ЧДЭС по формулам (3) и (4) соответственно. Во втором (рис. 1, кривая 1) динамика изменения тарифов на тепловую энергию изменяется по степенной зависимости, т. е.  $c_{Ti} = c_{T0} \cdot (1 + 0,15)^t$ , с учетом которой также определяем  $\Delta D$  и ЧДЭС по формулам (3) и (4) соответственно. В третьем случае (рис. 1, кривая 3) ЧДЭС определяем по формуле (7) с учетом переменной величины промежуточных доходов. В результате были построены зависимости изменения ЧДЭС для 10- и 20-летнего промежутка времени (рис. 1).

На рис. 1 показано, что при выполнении расчетов по выражению (4) с учетом постоянных промежуточных доходов, определяемых на основе средней прогнозируемой стоимости тепловой энергии, получаются сильно заниженные сроки окупаемости. При этом с ростом расчетного периода они будут продолжать уменьшаться. Это обстоятельство обусловлено накопительным характером величины ЧДЭС и при сглаживании промежуточных доходов накопление требуемой суммы из условия окупаемости происходит быстрее. Однако следует отметить, что при принятии за среднюю прогнозируемую стоимость тепловой энергии величины текущего тарифа, пусть даже с незначительным повышением, получим обратную картину, когда с ростом рассматриваемого временного интервала срок окупаемости якобы будет возрастать.

Кроме того, использование в расчетах формулы (4) для разных временных интервалов дает расхождение в сроках окупаемости (рис. 1), чего не должно быть. Это несоответствие обусловлено зависимостью величины  $\Delta D$  от срока окупаемости, который на период проведения расчетов неизвестен. В итоге решение поставленной задачи с помощью выражения (4) с должной мерой точности возможно при применении метода последовательного приближения. Выражение (7) лишено указанных недостатков и может быть рекомендовано для оценки инвестиционной привлекательности и экономической эффективности термомодернизации.

В зависимости от развития экономической ситуации в стране возможно три варианта поведения фактора роста тарифов на тепловую энергию: он может быть меньше принятой ставки дисконтирования ( $d < p$ ), равен ей ( $d = p$ ) или быть больше ( $d > p$ ).

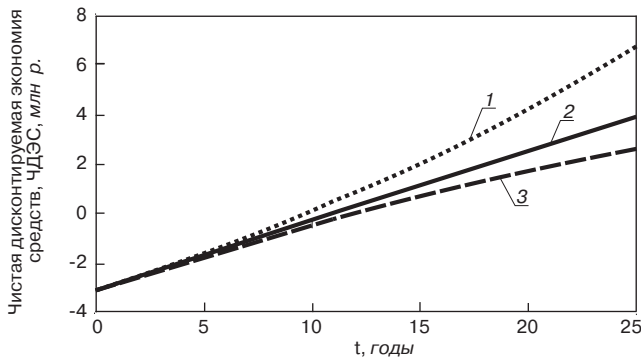


Рис. 2. Зависимость ЧДЭС от времени при различных вариантах соотношения  $d$  и  $p$ : 1 —  $d > p$ ; 2 —  $d = p$ ; 3 —  $d < p$

На приведенном выше примере исследуем все три варианта, приняв фактор роста цен на тепловую энергию при граничных условиях 9 и 15%. На рис. 2 представлены графики изменения ЧДЭС в течение 25 лет для каждого из рассматриваемых вариантов. Расчеты проводились по формуле (7). Из рис. 2 видно, что если  $d = p$ , то вложенные инвестиции обязательно окупятся, хотя не исключено, что это произойдет в течение очень большого промежутка времени. В случае, когда  $d > p$ , окупаемость произойдет раньше, чем в предыдущем варианте, а в случае, когда  $d < p$ , наоборот, позже. При определенном сочетании значений рассматриваемых величин в последнем случае возможна ситуация, при которой вложенные инвестиции не окупятся никогда.

Необходимо отметить, что формула (7) не лишена недостатков. Например, она характеризует изменение ЧДЭС с течением времени в случае, когда термомодернизация производится непосредственно в данный момент времени. Покажем на рассматриваемом примере динамику изменения величины ЧДЭС для термомодернизации, реализуемой в будущем, или так называемой отсроченной термомодернизации. Для этого запишем формулу (7) с учетом проведения термомодернизации не в данный момент, а спустя  $m$  лет в виде:

$$\text{ЧДЭС} = \frac{c_{т0} \cdot (Q_0 - Q_1)}{(p - d)} \cdot \left( \frac{(1 + d)}{(1 + p)} \right)^m - \left( \frac{(1 + d)}{(1 + p)} \right)^{m + T} - K \quad (8)$$

Проведенные расчеты по формуле (8) показали, что проведение функции ЧДЭС =  $f(t)$  для варианта  $d = p$  с течением времени останется неизменным (рис. 3, а), что обуславливает постоянство срока окупаемости независимо от времени проведения термомодернизации. В случае, когда рост тепловой энергии будет опережать рост ставки дисконтирования ( $d > p$ ), срок окупаемости термомодернизации будет уменьшаться с каждым годом. Это делает вложение денег

в повышение энергетической эффективности зданий для частных инвесторов привлекательным в перспективе. В случае же, когда рост тепловой энергии будет отставать от ставки дисконтирования ( $d < p$ ), будет наблюдаться обратная ситуация.

Однако формула (8) не учитывает денежных потерь, связанных с затратами на высокое энергопотребление при отсроченной термомодернизации, что в принципе не актуально для сторонних инвесторов, но очень показательно для собственников квартир. Для учета этих потерь введем в формулу (8) дополнительное слагаемое:

$$\text{ЧДЭС} = \frac{c_{т0} \cdot (Q_0 - Q_1)}{(p - d)} \cdot \left( \frac{(1 + d)}{(1 + p)} \right)^m - \left( \frac{(1 + d)}{(1 + p)} \right)^{m + T} - K - \mathcal{E}_{\text{сумм}} \quad (9)$$

где  $\mathcal{E}_{\text{сумм}}$  — расходы на эксплуатацию до термомодернизации, связанные с завышенным энергопотреблением, р.

Величина  $\mathcal{E}_{\text{сумм}}$  определяется следующим выражением:

$$\mathcal{E}_{\text{сумм}} = \frac{c_{т0} \cdot (Q_0 - Q_1)}{(p - d)} \cdot \left( 1 - \left( \frac{1 + d}{1 + p} \right)^m \right) \quad (10)$$

После элементарных преобразований получаем:

$$\text{ЧДЭС} = \frac{c_{т0} \cdot (Q_0 - Q_1)}{(p - d)} \cdot \left( 2 \left( \frac{(1 + d)}{(1 + p)} \right)^m - \left( \frac{(1 + d)}{(1 + p)} \right)^{m + T} - 1 \right) - K \quad (11)$$

Формула (11) по тем же самым причинам, что и выражение (6), справедлива лишь для случаев, когда  $d \neq p$ .

На рассматриваемом примере термомодернизации здания с использованием зависимости (11) покажем изменение ЧДЭС в течение 20 лет при реализации теплозащитных мероприятий через 10 и 20 лет. Принимая во внимание, что формула (11) справедлива лишь для случаев, когда  $d \neq p$ , на рис. 3, б анализируются лишь две ситуации:  $d < p$  и  $d > p$ . Анализ графиков выявил рост срока окупаемости при увеличении времени начала реализации теплозащитных мероприятий для обеих ситуаций, что вполне логично. Однако следует отметить, что в данном случае речь идет о сроке окупаемости именно отсроченных теплозащитных мероприятий, который состоит из срока окупаемости самих мероприятий и срока окупаемости затрат на эксплуатацию до термомодернизации, связанных с повышенным энергопотреблением.

При существующей экономической ситуации в стране результаты, получаемые по формуле (11), показательны в первую очередь для собственников квартир. Если отложить термомодернизацию на потом, то для покрытия своего же расточительного потребления в период, предшествующий термомодернизации, потребуются дополнительные годы уже после того, как окупятся собственно мероприятия по тепловой защите.

Приведенные в данной статье примеры показывают, что при обосновании экономической эффективности капи-

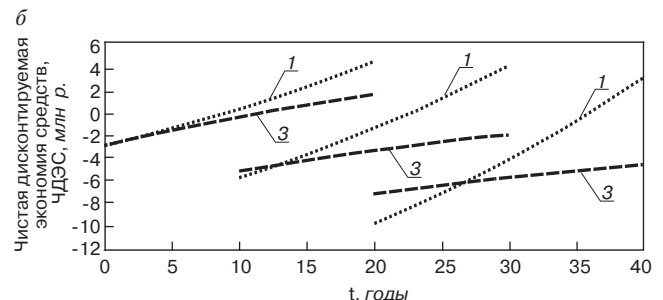
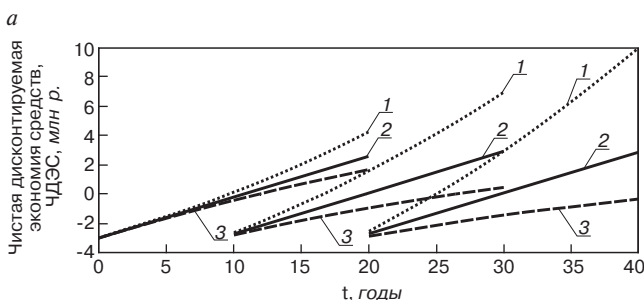


Рис. 3. Зависимость ЧДЭС от времени при различных вариантах соотношения  $d$  и  $p$  и различном сроке начала проведения термомодернизации: а — без учета потерь денег на завышенное теплопотребление; б — то же с учетом потерь; 1 —  $d > p$ ; 2 —  $d = p$ ; 3 —  $d < p$

таловложений в теплозащитные мероприятия установление и принятие такого показателя, как стоимость тепловой энергии в течение исследуемого промежутка времени, является сложным и ответственным шагом.

Упрощение расчетных формул путем использования постоянных величин промежуточных доходов, определяемых на основе средней прогнозируемой стоимости тепловой энергии, не всегда оправданно и в большинстве случаев искажает получаемые критерии эффективности.

Откладывание сроков проведения термомодернизации становится причиной завышенных эксплуатационных затрат, для окупаемости которых в конечном итоге потребуются все большие и большие промежутки времени, что в перспективе при определенном темпе развития экономики страны может превратить термомодернизацию из инструмента решения стратегической задачи экономии энергии всего лишь в прибыльный бизнес с удовлетворением локальных интересов.

#### Список литературы

1. Гагарин В.Г. Методы экономического анализа повышения уровня теплозащиты ограждающих конструкций зданий // АВОК, 2009. №№ 1–3.
2. Дмитриев А. Н., Ковалев И. Н., Табунщиков Ю. А., Шилкин Н. В. Руководство по оценке экономической эффективности инвестиций в энергосберегающие мероприятия. М.: Изд. АВОК-ПРЕСС, 2005. 120 с.
3. Самарин О.Д. Теплофизика. Энергосбережение. Энергоэффективность. М.: Изд. АСВ, 2009. 296 с.

**20-22<sup>2</sup>  
0**  
**октября 1**  
**ЛИПЕЦК 0**

ЛИПЕЦК ЭКСПО

**15-я специализированная выставка**  
**СТРОИТЕЛЬСТВО.**  
**АРХИТЕКТУРА.**  
**ДИЗАЙН.**



Место проведения:  
**ВТЦ «КОНТИНЕНТ»**  
(г. Липецк,  
ул. Балмочных, 15)

Организаторы:  
администрация  
Липецкой области  
ОАО «МВЦ  
«Липецк-Экспо»

По всем вопросам обращаться:  
Тел./факс: (4742) 22-70-76, 22-72-76 expo@lipetsk.ru



## Зеленому проекту - зеленый свет!



17–18 ноября 2010 г. в Москве пройдет I Международный фестиваль инновационных технологий в архитектуре и строительстве «Зеленый проект-2010», организованный Союзом архитекторов России и издательством «АРД-Центр».

Внедрение стандартов «зеленого строительства» в отечественную и мировую практику – необходимое условие для спасения цивилизации на планете Земля от разрушительных процессов загрязнения окружающей среды, последствий стремительно нарастающего потребления энергоресурсов. Только благодаря грамотному сочетанию экологических и эстетических принципов проектирования с инновационными строительными и инженерными технологиями удастся создавать новую архитектуру, в которой идеология уважения к окружающей среде органично сочетается с современными представлениями о красоте и комфорте. Следовательно, умелая интеграция инновационных разработок в современные архитектурные объекты – одна из наиболее актуальных задач, которую в ближайшее время необходимо решать отечественному архитектурному сообществу на пути к реализации первых российских «зеленых проектов».

Активизация «зеленого» строительства в России невозможна без изменения мировоззрения, идеологии общества и власти, формирования экологического сознания у архитекторов, строителей, инвесторов и заказчиков, и эти задачи также стоят на повестке дня фестиваля.

Основные цели фестиваля: знакомство с международным опытом экологического проектирования и строительства, содействие в продвиже-

нии современных инновационных технологий и материалов в российскую архитектурно-строительную практику, создание в России собственных стандартов «зеленой» архитектуры с учетом существующего международного опыта.

В рамках фестиваля «Зеленый проект-2010» будет организована выставочная экспозиция с участием ведущих компаний строительной отрасли, представляющих новейшие достижения научно-технического прогресса в производстве инновационных экологически безопасных строительных и отделочных материалов, современного инженерного оборудования, использующего ресурсосберегающие технологии.

Российские и зарубежные архитектурные и проектные фирмы, выполняющие проектирование «зеленых» зданий и сооружений, активно применяющие инновационные экологически безопасные энергоэффективные технологии и материалы в своей работе, приглашаются для участия в смотроконкурсе «Зеленая архитектура: проекты и постройки».

Для периодических изданий и журналистов проводится конкурс «Зеленая пресса» на лучший материал, посвященный теме «зеленого» строительства. Фотоконкурс «Экодом» посвящен теме «зеленого» жилища.

Деловая программа фестиваля включает конференции; мастер-классы с участием российских и зарубежных архитекторов и проектировщиков; семинары по современным технологиям для экологического строительства; круглые столы с участием экологов, юристов, экономистов, представителей СМИ.

**Приглашаем вас стать участником фестиваля «ЗЕЛЕНЫЙ ПРОЕКТ-2010»!**

**Информационные партнеры:** журнал «Технологии строительства», газета «СА», газета «Строительный эксперт», журнал «Жилищное строительство», Агентство архитектурных новостей ARCHI.ru

**Тел./факс: (495) 691-5321 / 5274**

**www.ria-ard.ru**

## Совещание по применению керамзитобетона в строительстве

30 июня – 1 июля 2010 г. в Самаре состоялось совещание «Применение керамзитобетона в строительстве – путь к энерго- и ресурсоэффективности, безопасности зданий и сооружений». Организаторами мероприятия выступили ЗАО «НИИКерамзит» и НО «Союз производителей керамзита и керамзитобетона».

В работе совещания приняли участие более 30 специалистов и руководителей предприятий, выпускающих керамзит, керамзитобетон, из различных регионов России и Белоруссии, представители вузовской науки, машиностроительных компаний, отраслевой прессы.

С докладом о состоянии и перспективах развития легких бетонов и пористых заполнителей выступила директор ЗАО «НИИКерамзит» С.А. Токарева. Неоспоримые преимущества керамзита – экологическая безопасность как в производстве, так и в применении, долговечность, пожаробезопасность, биостойкость, отсутствие вредных выделений в процессе эксплуатации и в экстремальных условиях обеспечивают широкое применение в энергоэффективных конструкциях зданий и сооружений различного назначения. В настоящее время производство керамзита находится на подъеме во многих странах – Чехии, Японии, Канаде, странах СНГ и др. Разработаны технологии его использования в ограждающих конструкциях (блоках, панелях, монолитных элементах), несущих элементах, мостовых и дорожных сооружениях и др. Негорючесть керамзитосодержащих материалов и высокие теплотехнические характеристики в отличие от многих других современных строительных материалов и технологий могут обеспечить пожарную безопасность зданий и сооружений при относительно невысоких затратах.

Примером высокоэффективного использования керамзита являются крупнопористые керамзитобетонные блоки «ТермоКомфорт», которые могут использоваться для получения однослойной керамзитобетонной стены. Производство таких блоков налажено в Белоруссии. Конструкция пазогребневых блоков рассчитана на толщину стены. Кладку можно осуществлять без раствора по вертикальному шву. Директор ОАО «Завод керамзитового гравия г. Новолукомль» (Республика Беларусь) М.Г. Лазарашвили представил результаты теплотехнических испытаний фрагментов стен из щелевого керамзитового блока, полнотелого керамзитобетона и блоков из газобетона автоклавного твердения. Также керамзитобетонные блоки показали наиболее высокую огнестойкость.

Заместитель генерального директора по развитию технологий ООО «Домостроительный комбинат» И.В. Юдин (г.Новочебоксарск) подчеркнул, что предприятие имеет многолетний опыт использования керамзитобетона в крупнопанельном и сборно-монолитном домост-

роении. Высокопрочный керамзит (М700), выпускаемый на предприятии, используется для изготовления элементов каркаса зданий, свай; есть опыт производства дорожных и аэро-дромных покрытий, использования вместо базальтопластиковой арматуры.

В процессе обсуждения практически все представители заводов по производству керамзита выступили с сообщениями об ассортименте выпускаемой продукции, целях и задачах, стоящих перед предприятиями.

Особенностям проектирования зданий, в том числе промышленных, из керамзитобетона посвятил выступление заведующий кафедрой «Гидравлика и теплотехника» СамГАСУ канд. техн. наук Ю.С. Вытчиков.

Генеральный директор ООО «Прогрессивные технологии» В.А.Лукин (Самара) представил разработку компании – линию безопалубочного виброформования. На базе данной линии можно выпускать многопустотные плиты перекрытия, дорожные плиты, сваи, опоры ЛЭП, стеновые наружные панели бетонные и керамзитобетонные, керамзитобетонные блоки с фактурным лицевым слоем и др.

Участники совещания неоднократно подчеркивали необходимость привлечения внимания проектировщиков и строителей к современным возможностям керамзитобетона и изделий из него. Поэтому в итоге были приняты следующие решения.

Целесообразно подготовить совещание с привлечением проектировщиков и производителей бетона и железобетона по эффективному внедрению керамзитобетона в индустриальном домостроении и малоэтажном строительстве.

Расширить контакты и активизировать работу с проектными организациями, довести до сведения проектировщиков научно-технические данные по эффективным материалам и конструкциям, полученным на основе инновационных разработок последних лет в области производства керамзита и керамзитобетона, показать широкие возможности их применения в современном домостроении.

Разработать технические условия на наружную стеновую панель из керамзитобетона с проведением климатических испытаний (панельно- и каркасное домостроение).

Переработать и доработать нормативную документацию на заполнители для несущих и ограждающих конструкций и для дорожного строительства.



## Применение керамзитобетона гарантирует быстрое строительство жилья в пострадавших от пожара регионах

Летом 2010 г. Россию постигло страшное бедствие. Во многих регионах страны пожары унесли десятки человеческих жизней, тысячи людей остались без крова, общий ущерб от пожаров исчисляется миллиардами рублей. На смену жаркому лету неумолимо придет осень, а за ней зима. К моменту выхода этого номера до календарного начала зимы останется меньше 100 дней. В этих условиях строить жилье в районах, пострадавших от пожаров, следует незамедлительно.

Данная статья является открытым предложением по срочному развертыванию строительства жилья с использованием простых и доступных отечественных строительных материалов.

Основными факторами быстрого и экономичного строительства являются:

- высокая скорость возведения домов;
- высокая пожарная и экологическая безопасность нового жилья;
- технико-экономическая эффективность строительства.

Строительство должно базироваться на использовании отечественных строительных материалов, имеющих в большинстве регионов страны и доступных по цене. Одним из таких материалов является керамзит и широкий ассортимент изделий и конструкций на его основе. В России действуют предприятия по производству керамзита и керамзитобетонных изделий широкого ассортимента (ЖБИ, ЖБК), потенциал которых используется не полностью, то есть они могут в кратчайшие сроки без дополнительных затрат резко увеличить выпуск продукции.

В нашей стране имеется богатый опыт по индустриализации домостроения с применением керамзита и керамзитобетона в 60–70-е гг. прошлого века. Тогда в короткий срок была решена острейшая социальная проблема – миллионы людей были переселены из бараков и коммуналок в отдельные благоустроенные квартиры. Этот опыт необходимо в полной мере использовать и в настоящее время, безусловно с применением инновационных подходов и современных строительных технологий.

О перспективности использования керамзита и керамзитобетона говорит опыт развитых стран, где в настоящее время наблюдается интенсификация производства керамзитового гравия. Керамзит активно применяется для изготовления несущих конструкций, элементов каркаса, фундаментных блоков, лестничных пролетов, перекрытий, свай, а также для эффективных стеновых конструкций с высокими теплозащитными свойствами. Для возведения стен применяют блоки, панели, монолитную технологию, например «капсимэт», в которой используется крупнопористый керамзит и рекордно малое количество цемента – 100–120 кг на 1 м<sup>3</sup> бетона.

Керамзит и изделия на его основе являются биологически, химически и пожаробезопасными, экологически чистыми, долговечными. В условиях пожара они долго сохраняют свою конструкционную прочность, при этом не выделяют каких-либо вредных веществ. Керамзитобетон имеет высокий показатель морозостойкости и трещиностойкости, а также обладает высокой конструктивной эффективностью, его коэффициент конструктивного качества примерно в 1,4 раза выше, чем у равнопрочного тяжелого бетона.

Дополнительный технико-экономический эффект обусловлен долговечностью и стабильностью свойств керамзита и керамзитобетона в течение всего периода эксплуатации здания.

Задача состоит в том, чтобы задействовать в полном объеме все потенциальные возможности предприятий по производству керамзита и керамзитобетона и направить их на решение неотложных проблем по ускорению строительства жилья в регионах, пострадавших от пожара. В настоящее время ЗАО «НИИКерамзит» в инициативном порядке



30 июля 2010 г., с. Передельцы Рязанского района Рязанской области. Село сгорело полностью, уцелели только два дома, построенные из керамзитобетонных блоков



готовит сведения по потенциальным объемам поставок керамзита и керамзитобетонных изделий для срочного строительства жилья, которые готово предоставить федеральным и региональным органам исполнительной власти.

В настоящее время одно из предприятий Союза производителей керамзита и керамзитобетона – ООО «Домостроительный комбинат» (г. Новочебоксарск) готово строить по 100 домов из керамзитобетона в месяц ( типовые проекты общей площадью 38, 58 и 83 м<sup>2</sup>). Для этих домов характерна высокая пожаробезопасность, экологичность и долговечность.

Наличие уточненной региональной информации позволит предложить оптимальные варианты малоэтажного строительства с учетом конкретных условий конкретного региона застройки (индивидуальные сельские дома, коттеджи, таунхаусы), дать предложения по вариантам организации строительных работ.

Монолитная заливка на основе поставляемого керамзита с использованием съемной и несъемной опалубки дает возможность незамедлительного начала строительства сразу после получения керамзита.

Строительство из блоков имеет свои преимущества. Например, вибропрессовые блоки типа «Термокомфорт» обладают высокой теплозащитной эффективностью, работа с ними не требует высокой квалификации строителей. Строительство могут вести даже сами будущие жители. Монтаж крупнообъемных блоков, например размером на комнату, выпускаемые предприятием «ОБД», требует применения специальной строительной техники, однако скорость строительства при этом повышается в разы.

Преимущества панельного домостроения хорошо известны. Налажен серийный выпуск панелей для стеновых конструкций и перегородок (например, пазогребневые конструкции типа «АКУТЕК»); пустотных плит перекрытий на высокопрочном керамзите (например, типа «Элематик»); сборно-монолитных каркасов из высокопрочного керамзитобетона.

При оперативном взаимодействии НАМИКС, СОРОИС, НО «СПКик», ЗАО «НИИКерамзит», ОАО «Московский ИМЭТ» и проектных организаций в кратчайшие сроки могут быть подготовлены к рассмотрению на конкурсной основе варианты проектных решений с целью выбора оптимальных типовых проектов для ускоренного строительства жилья.

**В.М. Горин, канд. техн. наук,  
почетный строитель России,  
председатель Совета НО «Союз производителей  
керамзита и керамзитобетона»**

**С.А. Токарева, почетный строитель России,  
директор ЗАО «НИИКерамзит»**

**М.Я. Бикбау, д-р хим. наук,  
генеральный директор ОАО «Московский ИМЭТ»**

**Е.М. Бойко, заслуженный строитель России,  
директор Самарского отделения РОИС**

**С.А. Мытарев, президент  
ОАО «Центральстрой»**




**СОЮЗ  
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ  
КЕРАМЗИТА  
И КЕРАМЗИТОБЕТОНА**

НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
Россия, 443086, Самара, Ершовского 3 "А" оф.229  
E-mail: [keramzit\\_union@mail.ru](mailto:keramzit_union@mail.ru)  
Тел./факс (846) 263-41-19

**ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ**

- Осуществление четкой, обоснованной научно-технической политики
- Выработка кардинальных направлений по промышленному керамзиту и керамзитобетону в России и за рубежом
- Продвижение индустриального домостроения на основе керамзитобетона
- Организация рекламно-информационной службы для продвижения керамзита и керамзитобетонных изделий на строительном рынке
- Оказание содействия членам союза в заключении договоров на поставку продукции
- Участие членов союза в разработке нормативных правовых актов, государственных программ, стандартов и иных документов на региональном, федеральном, межгосударственном уровне



**ЗАО «НИИКерамзит»**

**49 лет успешной научно-практической и внедренческой деятельности в области производства искусственных пористых заполнителей и бетонов на их основе**

- Исследования технологических линий и разработка предложений по их модернизации
- Исследования физико-химических и механических свойств глиняного сырья, оценка его пригодности для производства керамзита и кирпича, подбор эффективных технологических решений
- Разработка научно-технической документации (технологических регламентов, технических условий и др.)
- Оказание технической помощи при модернизации существующих и строительстве новых предприятий
- Подбор состава керамзитобетона из местных материалов с оптимальной технологией
- Определение основных физико-механических и теплофизических характеристик керамзитового гравия и керамзитобетона
- Выполнение теплофизических расчетов наружных ограждений конструкций зданий

Оказываем помощь по поставкам керамзитового гравия и оборудованию для его производства

Россия, 443086, Самара, Ершовского 3"А" оф.202  
Телефон/факс (846) 263-00-79, 263-42-49  
E-mail: [keramzit@saminfo.ru](mailto:keramzit@saminfo.ru)

УДК 691.327.33

Ю.А. РЫХЛЕНОК, зав. лабораторией ограждающих конструкций,  
РУП «Институт БелНИИС» (Минск, Республика Беларусь)

## Состояние белорусской нормативной базы по применению ячеисто-бетонных конструкций

Рассмотрены вопросы совершенствования нормативной базы, регламентирующей изготовление и применение изделий из ячеистого бетона автоклавного твердения в Республике Беларусь, а также перспективы внедрения ячеисто-бетонных конструкций при строительстве жилых и общественных зданий.

**Ключевые слова:** автоклавный ячеистый бетон, блоки стеновые, армированные изделия, строительные нормы.

Ячеисто-бетонные изделия – наиболее востребованный материал для устройства ограждающих конструкций жилых и общественных зданий в Беларуси. Предприятия республики ежегодно наращивают свои мощности по изготовлению стеновых блоков, которые по-прежнему составляют наибольшую долю в объеме выпуска ячеисто-бетонных изделий (порядка 99%), а последние годы ознаменовались переходом к выпуску все большего количества армированных изделий. Причиной такого роста производительности явились не только принятые правительством «Основные направления развития материально-технической базы строительства Республики Беларусь на период 1998–2015 гг.», в которых блоки из ячеистого бетона определены основным стеновым материалом, но и законы рынка, по которым на возрастающий спрос производители отвечают предложением.

Немаловажную роль в таком широком распространении ячеисто-бетонных изделий сыграло наличие и постоянное совершенствование нормативно-технической базы, регламентирующей правила их изготовления и применения. Основным документом Республики Беларусь в области производства ячеистого бетона является разработанный в 2005 г. СТБ 1570, при разработке которого учтен не только предшествовавший отечественный опыт изготовления и применения этого материала, но и опыт ведущих европейских стран. Последний из указанных нормативов, введенный в марте текущего года, – ТКП-5.03-137-2009, который устанавливает правила изготовления изделий из ячеистого бетона, взамен СН 277–80 [1].

РУП «Институт БелНИИС» в тесном сотрудничестве с производителями ячеисто-бетонных изделий разработал

Таблица 1

### Нормативные документы, регламентирующие производство ячеисто-бетонных изделий в Республике Беларусь

СТБ 1570–2005 «Бетоны ячеистые. Технические условия»					
ТКП-5.03-137-2009 «Изделия из ячеистого бетона. Правила изготовления»					
Армированные изделия			Неармированные изделия		
ГОСТ 19570 «Панели из автоклавных ячеистых бетонов для внутренних несущих стен, перегородок и перекрытий жилых и общественных зданий»	СТБ 1185 «Панели стеновые наружные бетонные и железобетонные для зданий и сооружений»	СТБ 1332 «Блоки лотковые и перемычки из ячеистого бетона»	СТБ 1330 «Ступени лестничные из ячеистого бетона»	СТБ 1034 «Плиты теплоизоляционные из ячеистых бетонов»	СТБ 1117 «Блоки из ячеистых бетонов»

Таблица 2

### Типовые выпуски документации, регламентирующей производство ячеистобетонных изделий

Серия	Наименование
Б1.055.1–2.01	«Ступени из ячеистого бетона автоклавного твердения». Выпуск 1. Рабочие чертежи
Б1.038.1–2.02	«Перемычки арочные из ячеистого бетона автоклавного твердения». Выпуск 1. Рабочие чертежи
Б1.043.1–2.08	«Панели перекрытий и покрытий из ячеистого бетона». Выпуск 1. Рабочие чертежи
Б1.038.1–5.08	«Перемычки брусковые из ячеистого бетона автоклавного твердения». Выпуск 1. Материалы для проектирования. Рабочие чертежи
Б1.038.1–6.08	«Блоки лотковые из ячеистого бетона». Выпуск 1. Рабочие чертежи
Б1.038.1–7.09	«Перемычки брусковые из ячеистого бетона автоклавного твердения». Выпуск 1. Материалы для проектирования. Рабочие чертежи

ряд типовых серий рабочих чертежей, по которым заводы выпускают полную номенклатуру изделий из ячеистого бетона, позволяющую использовать их комплексно для возведения жилых и общественных зданий различной этажности, а также для модернизации и реабилитации существующего фонда зданий. Комплект типовой документации на текущий период включает следующие выпуски, приведенные в табл. 1 и 2.

За последние годы путем переоснащения и модернизации производств практически все крупные предприятия республики постепенно перешли к выпуску ячеисто-бетонных блоков с повышенной геометрической точностью (I–II категории), позволяющих выполнять кладку на тонкослойных (клеевых) растворах, теплозащитные свойства которой до 15–20% выше, чем у выполняемой на обычных кладочных растворах толщиной 10–12 мм.

Многочисленные экспериментально-теоретические исследования физико-технических характеристик изделий из автоклавного ячеистого бетона и конструкций на их основе, проведенные в РУП «Институт БелНИИС» в период с 1995 г. до настоящего времени, позволили определить основные области их применения в жилищном и гражданском строительстве (см. схему).

Например, выявлено, что выполнение надстроек с комплексным использованием ячеисто-бетонных изделий благодаря их небольшой собственной массе позволяет увеличить высоту надстройки в 1,5–2 раза по сравнению с надстройками, в которых применяют традиционные материалы – кирпич и железобетон, либо позволяет повысить этажность в зданиях, где с использованием традиционных материалов это невозможно.

По поводу утепления существующих зданий ячеисто-бетонными блоками или плитами можно констатировать, что это достаточно эффективный и недорогой способ тепловой реабилитации зданий не более пяти этажей (высота до 15 м) с наружными стенами из мелкоштучных материалов (кирпич, камни, мелкие блоки), крупных блоков, крупноразмерных панелей, объемных блоков или монолитного бетона. В БелНИИС разработано Пособие П8–04 к СНиП 3.03.01–87 [2], которое определяет нормативные требования к выполнению такого утепления. Наиболее целесообразно для создания подобной тепловой «рубашки» использовать специально выпускаемые для этой цели тепло-

изоляционные плиты по СТБ 1034, имеющие среднюю плотность от 250 кг/м<sup>3</sup> и коэффициент теплопроводности в сухом состоянии от 0,09 Вт/(м·°К).

Здания с несущими стенами из ячеисто-бетонных блоков, как показали проведенные институтом исследования, целесообразно возводить высотой до пяти этажей, при большей этажности – выполнять с поэтажно опертыми стенами в каркасной системе либо с поперечными несущими стенами из монолитного или сборного железобетона.

Для строительства малоэтажных зданий конструкции из ячеистого бетона являются наиболее удобными и оптимальными с точки зрения экономичности, особенно когда для строительства дома применяют ячеисто-бетонные изделия в комплексе – не только стеновые и перегородочные материалы, но и перемычки, плиты междуэтажных перекрытий и покрытия, лестницы, то есть весь комплекс выпускаемых изделий для надземной части здания [3].

Современные гидроизоляционные материалы позволяют выполнять из ячеисто-бетонных блоков даже стены подвала и цокольную часть зданий. В целом удельный расход изделий из автоклавного ячеистого бетона может составить до 95% в конструкции надземной части малоэтажного дома.

При проектировании армированных конструкций и зданий с использованием ячеисто-бетонных изделий до 2010 г. руководствовались СНиП 2.03.01–84\* «Бетонные и железобетонные конструкции». С начала текущего года введен в действие ТКП EN 1992-1-1–2009 (02250). Еврокод 2 «Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1–1. Общие правила и правила для зданий». Сопутствующим документом является введенный СТБ EN 845-2–2007 «Изделия для каменной кладки. Часть 2. Перемычки».

В помощь проектировщикам, разрабатывающим документацию на строительство малоэтажных зданий с использованием ячеисто-бетонных изделий, БелНИИС разработал типовую серию рабочих чертежей Б2.000–3.07 «Узлы и детали сопряжений конструктивных элементов зданий с комплексным применением ячеистого бетона». Выпуск 0. Материалы для проектирования.

С развитием каркасного метода строительства гражданских, прежде всего жилых, зданий ячеистый бетон в конструкциях наружных стен явился тем материалом, который позволяет создавать их архитектурную выразитель-



Схема области применения изделий из ячеистого бетона

ность, высокие потребительские качества помещений и конкурентоспособность домов по сравнению с традиционными решениями. Применение ячеистого бетона при строительстве таких зданий позволяет успешно решать проблему сокращения энергопотребления на отопление, снижает нагрузки на фундаменты и основания, тем самым способствуя сокращению стоимости строительства.

Опыт возведения многоэтажных каркасных зданий с поэтажно опертыми наружными стенами и внутренними перегородками, выполняемых кладкой из ячеисто-бетонных блоков, использован БелНИИС при разработке альбомов рабочих чертежей узлов и деталей стен жилых и общественных зданий из ячеисто-бетонных блоков с каркасной и стеновой конструктивной системой (шифр 208/1п–09, 28/3.1п–07), разработанных по заказам ОАО «Красносельскстройматериалы» и институтом «Гродногражданпроект».

В текущем году планируется введение типовой серии рабочих чертежей узлов и деталей поэтажно опертых энергоэффективных стен из современных стеновых мелкоштучных материалов, в состав которой будут включены конструкции из ячеистого бетона.

По аналогии с нормами, действующими в странах Евросоюза для автоклавного ячеистого бетона, в ближайшем будущем должны быть установлены свои нормативные требования для защитно-отделочных покрытий. Эту работу планируется выполнить в рамках разработки «Рекомендаций по устройству поэтажно опертых стен и перегородок из мелкоштучных стеновых материалов» в развитие СТБ 1307–2002 «Смеси растворные и растворы

строительные. Технические условия» и П1–03 к СНиП 3.04.01–87 «Смеси растворные и растворы строительные. Приготовление и применение». Срок окончания работы – середина 2010 г.

Как свидетельствует многолетний опыт, использование ячеисто-бетонных изделий позволяет быстро и эффективно решать проблемы жилищного строительства, особенно в условиях дефицита финансовых и энергетических ресурсов. Именно вышеуказанное обстоятельство способствует массовому использованию ячеисто-бетонных конструкций в малоэтажном жилищном строительстве и все более широкому применению при строительстве многоэтажных зданий и объектов гражданского назначения. Однако как и при применении других материалов, использование ячеисто-бетонных изделий требует соблюдения ряда правил и профессионального подхода. Только при таких условиях можно добиться оптимального результата.

#### Список литературы

1. СН 277–80 Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бетона (Госстрой СССР). М.: Стройиздат, 1981. 47 с.
2. П8–04 к СНиП 3.03.01–87. Проектирование и устройство тепловой изоляции наружных стен зданий и сооружений с применением изделий из ячеистого бетона. Минск: МАиС, 2005. 50 с.
3. Галкин С.Л., Сажнев Н.П., Сажнев Н.Н., Соколовский Л.В. Применение ячеисто-бетонных изделий. Теория и практика. Минск: Стринко, 2004. 448 с.



## Строительство высотных зданий

Ю.Г. Граник

М.: ОАО «ЦНИИЭП жилых и общественных зданий», 2010. 480 с.



Высотное строительство в известной степени является передовым рубежом, на котором сосредоточены последние достижения в области научно-проектных разработок и строительной практики.

Книга содержит краткий обзор развития высотного строительства как за рубежом, так и в нашей стране. В ней приведена информация о первых построенных «высотках», о современных зданиях и сооружениях этого типа, рассмотрены тенденции будущего развития высотного строительства. Большое внимание уделено отечественному высотному строительству, включая московские программы: «Москва-Сити» и «Новое кольцо Москвы». Рассмотрен опыт проектирования высотных зданий в крупных городах России.

Высотные здания являются уникальными объектами высшей степени ответственности. В книге даны сведения об отечественной и зарубежной нормативных базах. Приводятся примеры объемно-планировочных решений высотных зданий с помещениями разного функционального назначения.

Большое внимание уделено конструкциям высотных зданий, так как значительные нагрузки на них требуют нетривиальных решений. Рассмотрены конструктивные системы высотных зданий, их частей,

отдельных элементов и узлов, характеристики материалов несущих конструкций. Важное значение при проектировании и эксплуатации высотных зданий имеют лифты. Поэтому решению проблем организации вертикального транспорта посвящен специальный раздел. Инженерные системы высотных зданий также имеют свои особенности, которые приводятся в монографии. Рассмотрен вопрос, почему из-за насыщенности инженерными системами, системами автоматизации, контроля и регулирования высотные здания относятся к интеллектуальным.

Особое внимание уделено технологии строительства этих сложных объектов. Проанализированы этапы и особенности возведения высотного здания, рассмотрены вопросы организации строительства.

Специальный раздел посвящен самым высоким зданиям мира и России.

Монография предназначена для специалистов строительных профессий, студентов и аспирантов строительных вузов, но также может быть интересна широкому кругу читателей.

**По вопросам приобретения обращаться:  
Щукина Маргарита тел. 8-916-519-79-39**

20-23 Октября 2010

# Baku Build

БАКУ, АЗЕРБАЙДЖАН

В НОВОМ ПАВИЛЬОНЕ - БАКУ ЭКСПО ЦЕНТР

16-я АЗЕРБАЙДЖАНСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ  
ВЫСТАВКА "СТРОИТЕЛЬСТВО"



сантехника



окна и двери



строительная техника



оборудование



освещение



интерьер



полы



строительные материалы



керамика и отделочный камень



озеленение



сауны и бассейны

[www.bakubuild.az](http://www.bakubuild.az)

Организаторы:



Тел.: +994 12 447 47 74; Факс: +994 12 447 89 98; E-mail: [build@iteca.az](mailto:build@iteca.az)



# МобилБилд

2-я международная специализированная выставка мобильных сооружений, каркасно-тентовых и легких металлоконструкций

1 - 3 ноября 2010

Москва,  
МВЦ Крокус Экспо,  
павильон 2, зал 5

## ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:

- Мобильные сооружения промышленного назначения
- Сборно-разборные дома на основе каркасных конструкций и сэндвич панелей, блочные сооружения
- Каркасно-тентовые конструкции и сооружения
- Пневмокаркасные конструкции и воздухо-опорные сооружения
- Вагон-дома санного, рамного, шассийного исполнения, эксплуатируемые в сложных климатических условиях
- Автомобильные прицепы, прицепы-магазины, фургоны
- Мобильные сауны, бани и санитарно-гигиенические сооружения
- Мобильные магазины, торговые павильоны и киоски
- Мобильные сооружения быстрого развертывания
- Легкие металлоконструкции
- Высотные мобильные сооружения
- Ангары, склады, терминалы
- Технологии, оборудование, инструмент и материалы для изготовления элементов и блоков сборно-разборных и мобильных зданий
- Технологии, приборы, оборудование и инструмент для монтажа и демонтажа мобильных зданий различных типов
- Арматурные сетки и каркасы
- Системы отопления и кондиционирования мобильных зданий
- Системы очистки воды и воздуха
- Инженерные сети и компактная сантехника для мобильных зданий
- Компактная мебель и бытовая техника для мобильных зданий
- Сертификация и безопасность

## ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА:

В рамках выставки проводится Второй салон "Современные офисные перегородки", а также конференции, семинары, круглые столы фирм-участников.

ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ:



ОСНОВНАЯ ЦЕЛЬ:

Проведение специализированного мероприятия, способствующего экспонентам в налаживании новых деловых контактов и партнерских отношений, расширение круга потребителей.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА:



Оргкомитет: ООО «Выставочная компания «Мир-Экспо»

Россия, 115533, Москва, проспект Андропова, 22 | Тел./факс: 8 499 618 05 65, 8 499 618 36 83, 8 499 618 3688  
[build@mirexpo.ru](mailto:build@mirexpo.ru) | [www.mirexpo.ru](http://www.mirexpo.ru)

УДК 691.328.34

*С.Л. ГАЛКИН, зав. отделом, ООО «БЭСТинжиниринг» (Минск, Республика Беларусь)*

## Перспективы применения автоклавного ячеистого бетона в современном жилищно-гражданском строительстве

*Рассмотрены вопросы применения в гражданском строительстве изделий из автоклавного ячеистого бетона, в том числе армированных – стеновых панелей, плит перекрытий, а также неармированных крупных блоков; обоснована необходимость и отмечены преимущества комплексного применения ячеистого бетона в современном строительстве.*

**Ключевые слова:** ячеистый бетон, армированные изделия, крупные блоки, стеновые панели, плиты перекрытий, строительство.

Современное строительство в рыночных условиях характеризуется возрастающими темпами возведения зданий. Сокращение трудозатрат в коммерческом строительстве является одним из основных критериев при оценке эффективности инвестиций и ожидаемой прибыли. Однако этот фактор не менее важен и для объектов, возводимых за счет бюджетных средств. В середине прошлого века быстрыми темпами начало развиваться производство сборного железобетона, который и сегодня находит достаточно широкое применение при строительстве объектов как промышленного, так и гражданского назначения. Массовость применения изделий заводского изготовления обусловлена в числе прочих причин стабильностью деформационно-прочностных показателей, а также высокой технологичностью монтажа на строительной площадке. При этом следует отметить устойчивую тенденцию к укрупнению монтажных элементов, что обеспечивает высокие темпы строительно-монтажных работ.

В последние полтора десятилетия автоклавный ячеистый бетон, обладающий специфическими физико-механическими свойствами, получил широкое применение в строительном комплексе как Беларуси, так и России и Украины. Это обусловлено, в частности, богатой сырьевой и разви-

той производственной базой для получения данного материала. Годовой объем производства ячеистого бетона автоклавного твердения постоянно увеличивается. Однако номенклатура выпускаемых изделий по-прежнему крайне ограничена, поскольку практически весь объем составляют мелкие блоки, изготавливаемые по национальным стандартам [1, 4]. Укрупненные блоки типа Jumbo, широко применяющиеся в странах Западной Европы и Северной Америки, у нас до сих пор не получили распространения. Доля армированных изделий также крайне мала (в Беларуси она составляет не более 2% от всего объема автоклавного ячеистого бетона). Аналогичная ситуация сложилась и у наших соседей по СНГ.

Такое положение вещей в определенной степени обусловлено растущими год от года объемами строительства монолитных и сборно-монолитных каркасных зданий с поэтажно опертыми наружными стенами и перегородками (рис. 1). Сложная архитектура, большое наличие фасадных поверхностей с криволинейными в плане очертаниями, а также набирающие популярность перегородки со скругленными углами способствуют увеличению производства мелких блоков. Тем не менее, как показывает зарубежная практика, укрупненные стеновые изделия в виде блоков и пане-



Рис. 1. Многоэтажный жилой дом (фото П.П. Ткачика)



Рис. 2. Строительство 5-этажного жилого дома с неполным каркасом и комплексным применением автоклавного ячеистого бетона (Смоленск, РФ)

лей горизонтальной и вертикальной разрезки, а также плит перекрытий, брусковых перемычек, ступеней находят самое широкое применение не только при строительстве зданий малой и средней этажности с несущими стенами, но и на объектах повышенной этажности с несущим каркасом.

Комплексное применение ячеистого бетона в современных условиях целесообразно для устройства несущих и ограждающих конструкций зданий малой и средней этажности. Это обусловлено необходимостью повышения тепловой защиты объектов и оптимизации их теплопотерь при минимальном расходе других теплоизоляционных материалов.

Говоря о перспективах комплексного применения автоклавного ячеистого бетона в жилищно-гражданском строительстве, в том числе крупноразмерных изделий, необходимо заметить, что данный материал в полном смысле слова является универсальным не только по своим характеристикам, но и по технологическим возможностям. С позиций сопротивления теплопередаче конкуренцию ячеистому бетону среди изделий для каменных конструкций составляют камни из крупнопористого керамзитобетона и поризованной керамики (последняя – в сочетании с высокой пустотностью камней). Однако технология получения этих стеновых материалов рассчитана на производство в основном мелкоштучной продукции, что ограничивает возможности применения самих камней. Здания с комплексным применением ячеистого бетона эффективны не только с позиций сокращения энергозатрат на отопление. Они имеют очевидные преимущества по многим показателям, включая процесс подготовки строительного производства, когда комплектация объекта полностью или с относительно высокой долей происходит с одного предприятия.

Физико-технические свойства автоклавного ячеистого бетона достаточно глубоко изучены, хорошо известны и могут при необходимости регулироваться для достижения требуемых проектных параметров конструкций. Рассматривая альтернативу в виде упомянутых выше стеновых материалов, обладающих достаточной механической прочностью, высокой огнестойкостью, низкой теплопроводностью при небольшой средней плотности, необходимо отметить, что автоклавный ячеистый бетон по сравнению с ними имеет более высокую морозостойкость. Об этом сви-

детельствуют результаты многочисленных лабораторных и натуральных исследований, обобщенные в [5].

Применение автоклавного ячеистого бетона в армированных перемышках [6] позволяет не только значительно уменьшить концентрацию напряжений в местах опирания этих элементов (в случае выполнения их из тяжелого или легкого бетона) на кладку стен, но и выровнять температурное поле в наружных стеновых конструкциях без применения дополнительной теплоизоляции и получить однородное в физическом и химическом плане основание для нанесения защитно-декоративных тонкослойных покрытий (толщиной до 10 мм включительно). При этом особо следует отметить, что при современных технологиях производства стеновых изделий за счет высокоточной резки, а также пазогребневой формы боковых граней, фиксирующих проектное положение блоков, отделяемая поверхность требует минимальных затрат на подготовку к оштукатуриванию.

Говоря об отделке наружных стен из ячеистого бетона, нельзя не упомянуть и о возможности крепления к нему несущих систем навесных фасадов. Несмотря на относительно небольшую механическую прочность, ячеистый бетон стеновых изделий за счет его сплошной структуры обладает хорошей анкерующей способностью, позволяющей воспринимать циклические знакопеременные сдвиговые и выдерживающие усилия. При этом благодаря теплотехническим характеристикам ячеистого бетона теплопроводные включения в виде анкеров оказывают незначительное влияние на теплотехническую однородность наружного ограждения.

Перекрытия из ячеисто-бетонных плит [7], как показали не только зарубежные, но и отечественные исследования, проведенные автором в БелНИИС в 1996–2006 гг. [8], являются необходимыми деформационно-прочностными показателями, позволяющими воспринимать проектные нагрузки, характерные для большинства типов гражданских зданий. Причем несущая способность и жесткость конструкций перекрытий могут быть заметно повышены за счет включения в работу обвязочного контура [9, 10]. Такие перекрытия могут применяться также в конструктивных системах зданий с неполным каркасом (рис. 2). При этом в отличие от сборно-монолитных перекрытий с заполнением из блоков конструкция на основе армированных плит обладает гораз-

а

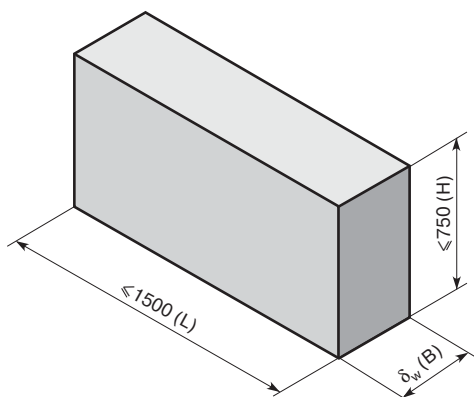


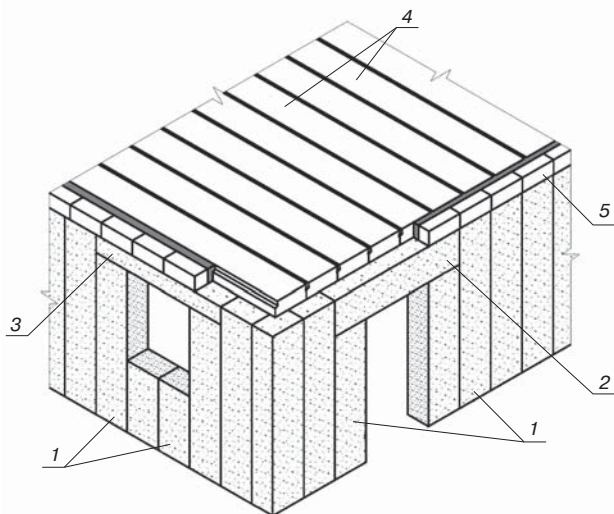
Рис. 3. Крупные ячеисто-бетонные блоки типа Jumbo (а) и их механизированный монтаж на строительной площадке (б)

до более высокими теплоизолирующими качествами, что важно не только с позиций опасности огневого воздействия при пожаре, но также и при устройстве поквартирного отопления с разделной регулировкой расхода теплоносителя. Дополнительные преимущества дает применение ячеисто-бетонных плит в качестве несущей конструкции покрытий. В этом случае техническое решение кровли максимально упрощается с одновременным уменьшением толщины дополнительной теплоизоляции, требуемой для обеспечения нормативных показателей по сопротивлению теплопередаче.

Как следует из вышесказанного, дома с несущими стенами и перекрытиями из ячеистого бетона обладают рядом преимуществ по сравнению с аналогами из других традиционных строительных материалов – тяжелого и легкого бетона, керамического и силикатного кирпича. При этом не только наружные, но и более нагруженные внутренние несущие стены в зданиях до 5 этажей включительно могут быть выполнены из ячеисто-бетонных блоков. Указанное ограничение этажности обусловлено главным образом деформационно-прочностными показателями кладки как отечественными [2], так и введенными на территории Республики Беларусь европейскими [3] нормами. Необходимо заметить, что применение мелких ячеисто-бетонных блоков в качестве стенового материала лимитирует не только этажность, но и вариабельность объемно-планировочных решений.

Тем не менее сформировавшаяся область применения ячеистого бетона в гражданском строительстве может быть существенно расширена за счет применения крупноразмерных стеновых элементов в виде крупных блоков, а также армированных панелей вертикальной и горизонтальной разрезки.

Крупные стеновые блоки типа Jumbo изготавливают неармированными длиной до 1500 мм, высотой до 750 мм и толщиной, соответствующей поперечному размеру стены (рис. 3, а). Монтаж таких элементов производят только с помощью средств малой механизации или обычных грузоподъемных машин и механизмов (рис. 3, б). Однако дополнительные затраты на монтаже компенсируются темпами



**Рис. 4.** Пример наружных стен из панелей вертикальной разрезки: 1 – вертикальные стеновые панели; 2 – несущая перемычка над дверным проемом; 3 – несущая перемычка над оконным проемом; 4 – сборно-монолитное перекрытие; 5 – кладка из ячеисто-бетонных блоков в уровне перекрытия

работ по устройству стен, производительность которых в этом случае возрастает в несколько раз. Одним из основных преимуществ применения блоков с указанными размерами для устройства несущих стен является повышение конструктивной и теплотехнической однородности за счет сокращения протяженности вертикальных и горизонтальных швов, что положительным образом отражается как на деформационно-прочностных показателях кладки, так и на ее теплоизолирующей способности.

Прочность неармированной кладки [2] по мере увеличения размера стеновых элементов приближается к прочности бетона, из которого эти элементы изготовлены. Поэтому дальнейшее увеличение несущей способности стен возможно уже только за счет применения качественных конструкций, а именно армированных панелей, преимущественно вертикальной разрезки (рис. 4). Резательная технология производства ячеисто-бетонных изделий позволяет изготавливать панели любых размеров по высоте с учетом габаритов проемов, в том числе высотой на этаж. Пазогребневая форма боковых граней обеспечивает взаимную фиксацию смежных элементов, исключает смещение из плоскости стены и повышает сопротивление наружных стен воздухопроницанию и теплопередаче. При необходимости сопротивление стен горизонтальным нагрузкам, действующим перпендикулярно плоскости конструкции, с обеспечением совместной работы смежных элементов и перераспределения усилий между ними может быть повышено путем замоноличивания межпанельных армированных швов по аналогии с конструкцией междуэтажных перекрытий. Такая конструкция одновременно повышает сопротивление и горизонтальным нагрузкам, действующих в плоскости стен.

Стеновые панели горизонтальной разрезки традиционно используют для устройства навесных ненесущих стен каркасных зданий. По сравнению с панелями трехслойной конструкции однослойные ячеисто-бетонные панели имеют ряд преимуществ, среди которых в первую очередь следует отметить меньший вес, простоту конструкции, долговечность (в том числе устойчивость к размораживанию), пожаробезопасность и огнестойкость. Навесные панели могут применяться в зданиях различного назначения. Особо следует подчеркнуть возможность изготовления простого устройства выходов на балконы и лоджии с минимальным использованием кладки из блоков. Этому в значительной мере способствует возможность изготовления изделий требуемой высоты до 750 мм, а также легкая обрабатываемость материала с помощью ручного или механизированного режущего инструмента.

Одним из факторов, ограничивающих массовое применение в жилищном строительстве навесных стеновых панелей, заключается ограничение длины разрезаемого массива величиной 6 м. Причем это ограничение носит в значительной степени технологический характер, связанный с образованием усадочных трещин. Тем не менее ячеисто-бетонные навесные панели в зарубежной практике каркасного строительства получили широкое применение.

Говоря о перспективах комплексного применения автоклавного ячеистого бетона на объектах гражданского строительства, особо следует отметить, что с 1 июля 2010 г. в Беларуси вступает в действие Изменение № 1 ТКП 45-2.04-43-2006 «Строительная теплотехника». Согласно новому пункту 5.15 упомянутого документа «при проектировании



наружных ограждающих конструкций вновь строящихся жилых и общественных зданий должен быть обеспечен годовой удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоэтажных зданий и зданий средней этажности не более 60 кВт·ч/м<sup>2</sup> при естественной вентиляции и не более 40 кВт·ч/м<sup>2</sup> при приточно-вытяжной вентиляции с механическим побуждением и рекуперацией тепла вентиляционных выбросов; малоэтажных зданий и коттеджей соответственно не более 110 и 90 кВт·ч/м<sup>2</sup>. Эти показатели должны быть обеспечены за счет увеличения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций помещений с двумя и более наружными ограждениями (угловые помещения, помещения первого и последнего этажей)». Вполне очевидно, что указанные требования потребуют соответствующих технических решений наружных стен (и не только), реализовать которые можно будет лишь с помощью таких эффективных в теплотехническом отношении и долговечных материалов, к которым в полной мере относится автоклавный ячеистый бетон.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы.

1. С учетом возрастающих объемов производства автоклавного ячеистого бетона и его специфических свойств область применения этого материала может быть существенно расширена за счет увеличения и разнообразия номенклатуры выпускаемых изделий, в том числе крупноразмерных и армированных.

2. Крупноразмерные ячеисто-бетонные изделия, в первую очередь стеновые элементы для кладки, несмотря на дополнительные затраты на монтаж механизированным способом, позволяют в несколько раз повысить производительность труда и соответственно темпы строительно-монтажных работ за счет значительного сокращения трудозатрат по устройству стен. При этом уменьшение количества стыковых соединений и протяженности швов способствует повышению эксплуатационных качеств несущих и ограждающих конструкций.

3. По предварительной оценке крупноразмерные блоки и панели вертикальной разрезки, способствующие повышению несущей способности стен, позволяют возводить здания высотой до 7 этажей включительно при соответствующем решении узлов сопряжений несущих конструктивных элементов. При этом применение армированных панелей вертикальной разрезки за счет более высокой несущей способности по сравнению с кладкой расширяет область применения ячеистого бетона с позиций объемно-планировочных решений зданий различного назначения.

4. Применение ячеисто-бетонных перемычек, как уже было отмечено, обеспечивает теплотехническую и конструктивную однородность стен и максимально уменьшает концентрацию напряжений в местах опирания перемычек на кладку при силовых и температурных воздействиях.

5. Использование ячеисто-бетонных плит перекрытий и покрытий позволяет применять современные системы теплоснабжения зданий с поквартирным регулированием расхода теплоносителя без дополнительного применения теплоизоляционных материалов. При этом устройство напольного отопления также не требует специальных мероприятий за счет хороших теплоизолирующих качеств ячеистого бетона. Ячеисто-бетонные плиты могут применяться как в зданиях с несущими стенами, так и каркасных зданиях с несущим остовом из различных материалов. Эф-

фективность их применения в составе сборно-монолитных конструкций подтверждена не только лабораторными и натурными исследованиями, но и опытом строительства [11].

6. Панели горизонтальной ленточной разрезки имеют самые широкие перспективы применения в современных каркасных зданиях, в том числе за счет увеличения полезной площади внутреннего пространства, неизбежно съедаемой поэтажно опертыми стенами.

В заключение необходимо также отметить, что для развития производства и применения крупноразмерных ячеисто-бетонных элементов, широко используемых в зарубежном строительстве, в Республике Беларусь имеется необходимая нормативная база, гармонизированная с европейскими нормами и учитывающая особенности современных технологий производства ячеистого бетона и его свойства, а также наработаны технические решения эффективных несущих и ограждающих конструкций, основанные на результатах отечественных исследований в конце прошлого и начале текущего столетий.

#### Список литературы

- ГОСТ 21520–89. Блоки из ячеистых бетонов стеновые мелкие / НИИЖБ Госстроя СССР. М.: Стройиздат, 1989. 6 с.
- СНиП II-22–81\*. Каменные и армокаменные конструкции / Госстрой СССР. М.: Стройиздат, 1983. 40 с.
- СТБ EN 1996-1-1–2008. Еврокод 6. Проектирование каменных конструкций: Часть 1-1. Общие правила для армированных и неармированных каменных конструкций. EN 1996-1-1:2005(D), IDT. Введ. 2009–07–01. Минск: Минстройархитектуры РБ, 2009. 85 с.
- СТБ 1117–98. Блоки из ячеистых бетонов стеновые. Технические условия. Введ. 1999–04–01. Минск: Минстройархитектуры РБ, 1999. 29 с.
- Autoclaved Aerated Concrete: Properties, Testing and Design. RILEM Recommended Practice / RILEM Technical Committees 78–MCA and 51–ALC, E & FN Spon – London, 1993. 404 p.
- СТБ 1332–2002. Блоки лотковые и перемычки из ячеистого бетона. Технические условия. Введ. 2003–01–01. Минск: Минстройархитектуры РБ, 2002. 7 с.
- СТБ (проект). Плиты перекрытий и покрытий, панели для внутренних стен и перегородок из автоклавного ячеистого бетона. Технические условия. Оконч. ред. Минск: РУП «Стройтехнорм», 2009. 18 с.
- Галкин С.Л. Применение ячеисто-бетонных изделий. Теория и практика Минск: Стринко, 2006. 448 с.
- Галкин С.Л. Исследования работы плит из ячеистого бетона в составе сборно-монолитных дисков перекрытий / Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке кадров Республики Беларусь: Сб. тр. VII международного научно-методического семинара / Под ред. Н.П.Блещика, А.А.Борисевича, Т.М. Пецоляда Брест: БГТУ, 2001.
- Галкин С.Л., Мордич А.И. Экспериментальные исследования работы перекрытий с плитами из автоклавного ячеистого бетона при вертикальной нагрузке // Строительная наука и техника. 2007. № 5. С. 99–107.
- Галкин С.Л. Автоклавный газобетон в строительстве Беларуси // Строительные материалы. 2004. № 4 / Архитектура. С. 10–13.

УДК 691.327.33

*Р.Б. КАЦЫНЁЛЬ, заслуженный строитель Беларуси,  
главный инженер ОУПП «Гродногражданпроект» (Республика Беларусь)*

## Особенности применения крупнопанельных ячеисто-бетонных конструкций в современном строительстве

*Рассмотрены пути дальнейшего совершенствования конструкций жилых зданий. Показана необходимость и возможность применения крупнопанельных ячеисто-бетонных конструкций в жилищном строительстве, обусловленные задачами резкого повышения энергоэффективности домов, снижения потребления энергоресурсов в процессе их эксплуатации и трудозатрат при возведении. Предложены пути реализации этих решений.*

Республика Беларусь еще 40 лет назад достигла на территории бывшего СССР приоритета в строительстве зданий из ячеистого бетона, прошла длительный путь его развития. В 70–80-е гг. началось активное строительство домов с ограждаемыми конструкциями из силикатобетонных панелей. Первым опытом по инициативе главного архитектора института И.Н. Мазнички стали жилые 5-и и 9-и, а затем и 13-этажные дома с несущими стенами из кирпича и наружными газосиликатными панелями. Это позволило уйти от жесткой прямоугольной планировочной схемы и создать интересные по форме здания, которые стали лучшими объектами для застройки городских магистралей и создания городского силуэта. Особенно это характерно для ул. Горького в Гродно (рис. 1). Ее застройка в свое время стала одним из символов Беларуси на общесоюзном телевидении. В то время это была единственная в республике «Гродненская школа» жилищного силикатобетонного строительства.

Очень интересным был опыт создания дома, в котором использованы внутренние стеновые панели и панели перекрытия из железобетона домостроительного комбината, а наружные панели выполнены из газосиликата размером на одну и две комнаты (рис. 2). Эти панели типа бублика собирались на КСМ из более мелких штучных панелей на клею и тяжах, а затем в готовом виде поставлялись на стройку для монтажа. Опыт удался, дом прекрасно существует уже более 30 лет. Этот опыт достоин продолжения и распространения и сегодня, когда на стройке остро не хватает рабочей силы и очень желательно иметь на площадке готовые элементы с готовой наружной отделкой. Их можно было бы собирать на комбинате из мелких блоков.

Нельзя было обойти вниманием и строительство каркасных зданий, где взамен неэффективных панелей из керамзитобетона и трехслойных из железобетона были применены газосиликатные панели, более эффективные по теплозащите и лишенные промокаемости. Выпуск таких панелей организовал Сморгонский КСМ. Данные конструкции стали широко применяться для строительства каркасных зданий школ, административных и других зданий, а также для использования в качестве наружных стен детсадов с кирпичными несущими стенами.

Таким образом, представить Гродненщину без ячеистого бетона стало просто невозможно. Находили здесь воплощение и другие технические решения с использованием ячеистого бетона как очень прогрессивного и эффективного материала. Отработанные новшества совпали по времени с повышением нормативов по теплозащите зданий, когда сопротивление теплопередаче стен ( $R$ ) было повышено до  $R=2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ . Здесь уже не было необходимости и целесообразности погони за изготовлением массовых форм для изделий стен большей толщины. Поэтому было решено перейти на применение стен толщиной 400 мм из мелких блоков со средней плотностью  $400 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Это позволило реально достичь  $R>2$ . Такие стены применяются везде – в каркасных зданиях и в домах с несущими стенами из кирпича. Именно эта система сейчас массово используется трестами №30, «Гроднопромстрой» и «Гродносельстрой».

Сейчас в Беларуси практически нет строек, где не применялись бы наружные стены из газосиликатных блоков. Трехслойные стены с эффективным утеплителем используются редко, они трудоемки и, как оказалось, имеют ряд существенных недостатков.

Снижение темпов жилищного строительства в 1990-е гг., повышение норм теплозащиты зданий и желание иметь более выразительную архитектуру фасадов послужили причиной полного прекращения выпуска панельных домов серии 88 из ячеистого бетона. Однако в нынешних условиях для успешного выполнения программы быстрого жилищного строительства жизнь вынуждает искать пути резкого повышения производительности труда строителей исходя из выхода  $1 \text{ м}^2$  площади жилья на одного работающего.

Это тем более важно, что для энергоэффективных домов (они должны строиться в Беларуси повсеместно), фактически в два раза повышается теплозащита. Чтобы получить годовой расход тепловой энергии  $60 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ , нужно иметь наружную стену для 5-этажных и более низких домов уже не с  $R = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , а  $R=4$ , а то и более.

При нехватке кадров строителей и в условиях жесткой экономии энергетических ресурсов нужно решить следующие задачи: резко снизить трудоемкость строительства

жилья и увеличить вдвое теплозащиту наружной оболочки зданий.

Для решения стоящих перед республикой задач требуется нарастить объемы строительства жилья из ячеистого бетона, мощности выпуска которого в стране превышают потребление. При этом возможны следующие пути:

- превращение наружных ячеисто-бетонных стен из газосиликатных мелких блоков в крупнопанельные одно- или двухрядной разрезки;

- широкое внедрение сборного железобетонного каркаса в строительство жилья;

- индустриализация строительства перегородок путем выпуска на заводах ячеистого бетона мелких панелей высотой на комнату;

- внедрение плит перекрытий из ячеистого бетона с монолитными ригелями;

- внедрение цокольных панелей из ячеистого бетона.

Однако есть проблема совершенствования организации производства изделий на предприятиях и потребность активного участия науки в производстве ячеисто-бетонных изделий нового поколения.

Для первого шага **институтом разработана планировка прообраза каркасного дома с применением внутренних несущих кирпичных стен, но с панельными наружными стенами (рис. 3)**. Этот тип дома похож на традиционные здания со стенами из газосиликатных блоков. Однако и здесь встал один теоретический вопрос. До сих пор по старой 40-летней традиции наружные стены, как панельные 24 и 30 см толщиной, так и из мелких блоков (до 40 см толщиной), навешивали на перекрытия, не задумываясь, нужно ли это. Стены толщиной 60 см навесить уже не получится. Значит, нужно уходить **на самонесущие стены с гибкими связями с каркасом дома**. Такое решение возможно! Простые расчеты показывают, что при модуле деформации в два раза меньшем у газосиликата, чем у кирпичной кладки, напряжения в нем меньше в четыре раза. Тогда и деформация в газосиликатной стене меньше, чем в несущей кирпичной, в два раза. Зачем навешивать, если есть альтернатива? Построен 12-этажный дом с самонесущими (без навески) наружными стенами из мелких газосиликатных блоков, по которому вот уже 20 лет нет никаких замечаний (рис. 4). Навеска, по мнению специ-

алистов Гродногражданпроекта, появилась от испуга, как когда-то и латексный замок в наружной отделке газосиликатных панелей, препятствующий всякому паропроницанию.

**Создан соответствующий проект дома**, в котором успешно сочетаются сборный каркас и наружные ячеисто-бетонные панели. Планировки таких домов Гроднограждан-проект уже разработал (рис. 5). Понятно, что излишняя «издерганность» фасадов неприемлема как для каркасов, так и для панелей и от нее следует уходить еще и в целях снижения теплопотерь здания. Значит, нужно отказаться от лоджий, которые вообще-то являются изобретением, подходящим для южных широт. Путь замены лоджий балконами в этом смысле весьма приемлем. При этом даже фасад с балконами выглядит лучше по сравнению с «лоджиевым» решением, да и жильцы при застеклении лоджий превращают фасад в «доску».

Важно **решить также проблему комплектации газосиликатными и железобетонными изделиями** с одного предприятия по типу домостроительного комбината. Приветствуется инициатива руководства Сморгонского КСМ, которое уже активно прорабатывает как производство новых ячеисто-бетонных изделий, так и железобетонного каркаса. Причем каркас должен быть проще, без излишних нагромождений. Есть надежда вскоре получить эти разные изделия от одного производителя, а пустотные плиты перекрытий есть практически везде.

Крепким орешком стало производство газосиликатных панелей для наружных стен. При нынешних требованиях по теплозащите зданий ( $R = 3,2$  и более) нецелесообразно разрезание газосиликатного монолита на комбинате на блоки, а затем сборка стены из них на объектах. При этом возникают очередные проблемы: раствор или клей, легкие или тяжелые перемычки и т. д. Но если учесть, что для 3–5-этажных энергоэффективных домов требуется уже  $R = 4$  и более, то зачем разрезать монолит толщиной 60 см на блоки? Ведь 60 см газосиликата – это и есть  $R = 4$ !

Таким образом, мы имеем практически готовую панель из цельного массива и никаких дополнительных затрат на стройке. Значит, нужно идти этим путем. Но здесь, как оказалось, подстерегают сложности технологического цикла. При затвердевании в автоклаве и охлаждении в



Рис. 1. Дома с несущими стенами из керамического кирпича и наружными стенами из газосиликатных панелей



Рис. 2. Первый дом с наружными панелями из газосиликата на одну и две комнаты и высотой на этаж

цельном массиве появляются трещины. Нужно совместно с наукой отработать технологию производства.

Планировалось собирать на заводе крупные панели стен размером на одну-две комнаты из более мелких, по образу дома-гибрида, построенного в 1976 г. в Гродно. Но эта идея не имеет смысла при переходе на толщину стен в 60 см. Здесь вполне подойдет двухрядная разрезка. При этом нет нужды и в перемычках. Нужно путем испытаний решить вопрос необходимости армирования блок-массивов. Можно было бы получить хорошую экономию.

В отношении газосиликатных панельных стен еще один очень важный опыт получен в Гродно. В морозные дни зимы 2009 г. была проведена тепловизионная съемка ряда панельных домов и домов из ячеистого бетона, где наружные стены выполнены из панелей и мелких блоков.

Причем для эксперимента выбраны как старые, так и новые дома. Интересный результат был получен на 12-этажном доме, построенном 25 лет назад, с наружной стеной из газосиликатных панелей толщиной 30 см. При 12-градусном морозе на поверхности панелей температура была минус 10–10,5°C. Поэтому при стенах 60 см и окнах с  $R = 1$  получается очень теплый дом.

Решен вопрос в ОАО «Сморгоньсиликатобетон» и с **производством из газосиликата панелей перегородок высотой на комнату**, что значительно снизит трудоемкость на стройке. Нужно только совместно с наукой решить вопросы защиты их от увлажнения в санитарных помещениях квартир.

Вопрос перекрытий из ячеистого бетона тоже нужно решать. Представляется перспективным омоноличивание

Главный фасад



План типового этажа

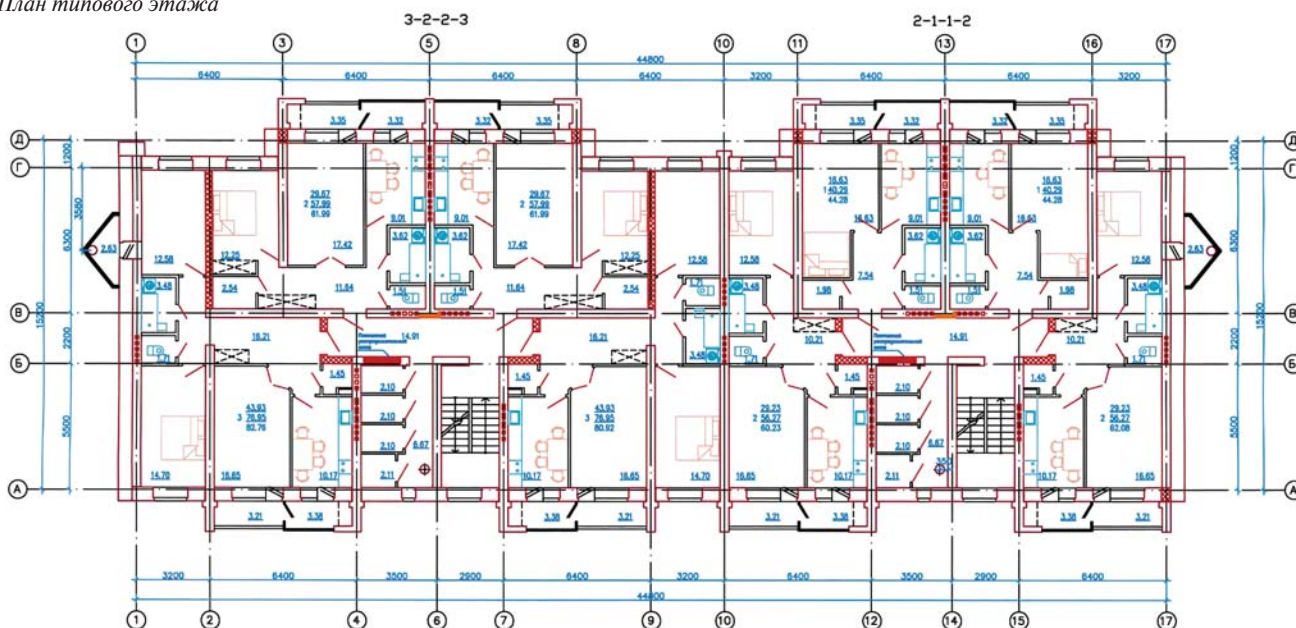


Рис. 3. Экспериментальный пятиэтажный 40-квартирный жилой дом с внутренними несущими стенами из кирпича и наружными стеновыми панелями из газосиликата

плит скрытыми ригелями по типу каркаса МВБ-1, изобретенного в БелНИИС. Это позволит снизить общую массу конструкций, комплектовать строительство с одного завода, повысить звукоизоляцию квартир и другие технико-экономические показатели.

**Следует заняться экспериментом с цокольными панелями из ячеистого бетона.** Когда-то приняли решение не опускать газосиликат до отметки ниже, чем 45 см. Однако опыт показывает, что лежащие на земле на открытом воздухе газосиликатные блоки не разрушаются десятилетиями. Использование газосиликата ниже нулевой отметки здания позволит снизить трудоемкость, уменьшить расход цемента, обеспечить требуемое по нормам утепление цоколей и снизить стоимость. Таким образом, поле деятельности для эксперимента с ячеистым бетоном и дальнейшим повышением эффективности строительства огромно. И есть надежда сделать следующий шаг на пути к домам нового поколения, в которых будет приятно жить и легче дышать.



Рис. 4. 12-этажный дом с внутренними конструкциями стен и перекрытий из плотного силикатобетона и наружными стенами из мелких газобетонных блоков

Главный фасад



План типового этажа

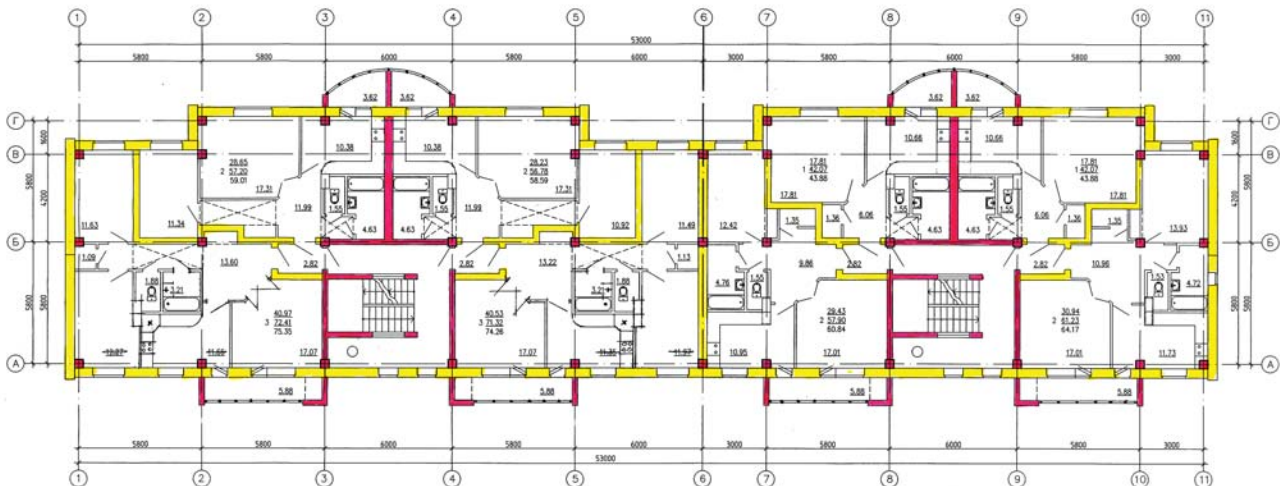


Рис. 5. Экспериментальный пятиэтажный 40-квартирный жилой дом на основе сборного каркаса с наружными стенными панелями из газосиликата в г. Сморгонь

**EXPO  
CONSTRUCTION**


ТАШКЕНТ, РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН

**28-30 СЕНТЯБРЯ 2010**  
**SEPTEMBER 2010**

TASHKENT, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

7-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА  
**СТРОИТЕЛЬСТВО**  
 СТРОИТЕЛЬНАЯ  
**ТЕХНИКА**  
 СТРОИТЕЛЬНЫЕ  
**МАТЕРИАЛЫ**

7-TH INTERNATIONAL EXHIBITION  
**CONSTRUCTION**  
 CONSTRUCTION  
**EQUIPMENT**  
 CONSTRUCTION  
**MATERIALS**

Организатор:

**ZAR EXPO**

Ул. Хуршида 17  
 Ташкент 100001 Узбекистан  
 Тел/факс: +998 71 234 00 34  
 Email: info@zarexpo.com  
 URL: www.zarexpo.com

Со-организатор:


**OZEKSPOMARKAZ**  
 UZBEKISTAN EXHIBITION CENTRE

Национальный выставочный Центр "Узэкспоцентр"  
 при Министерстве внешних экономических связей,  
 инвестиций и торговли Республики Узбекистан

**ЛУЧШИЕ РЕШЕНИЯ**

для оснащения объектов коммерческой  
 недвижимости и спортивных сооружений:

- СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ
- СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ
- СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ
- СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КЛИМАТОМ

К участию в Национальной премии  
 приглашаются системные интеграторы  
 из России и СНГ.

Заявки принимаются до 1 октября 2010

Церемония награждения состоится  
 7 декабря, ВЦ "Гостинный Двор".

Национальная Премия проводится в рамках  
 девятой международной Выставки-Форума

**HI-TECH  
BUILDING  
2010**

7 – 9 декабря 2010  
 МВЦ «Гостинный двор»

НАЦИОНАЛЬНАЯ ПРЕМИЯ

**HI-TECH BUILDING**
**AWARDS  
2010**
[www.htb-awards.ru](http://www.htb-awards.ru)

Организатор:

**MIDexpo**  
 INTERNATIONAL EXHIBITION CENTRE

При поддержке:

УДК 691.58

*О.А. ЛУКИНСКИЙ, профессор, научный руководитель проблемы «Гидрозащита»,  
Государственная академия профессиональной подготовки  
и повышения квалификации специалистов инвестиционной сферы (Москва)*

## Об эндемичных свойствах герметиков на основе дивинилстирольных термоэластопластов

*Описаны основные строительные свойства герметиков ДСТЭП, а также их эндемичные свойства, которые могут расширить область их применения, в частности, в ремстройпроизводстве.*

**Ключевые слова:** герметик, термоэластопласт, когезия, обделка тоннеля.

С начала 70-х годов прошлого века автором были начаты лабораторно-производственные исследования синтетических полимерных герметиков и гидроизоляционных материалов, применяемых в метростроении. До середины 1970-х гг. в качестве уплотняющих герметиков в метростроении использовали только свинец и расширяющиеся цементные составы типа БУС [1–3].

Для герметизации стыков тубингов в чугунной и железобетонной обделках\* тоннелей были опробованы тиоколовые мастики типа 51-УТ-37 и КБ-0,5. Тиоколовые герметики, разработанные в НИИРПе отвечали строительным требованиям как по адгезионно-когезионным показателям, так и по водостойкости [4]. Однако с технологической точки зрения они не были универсальными вследствие их двух- и трехкомпонентности. Кроме того, тиоколовыми эластомерами невозможно выполнять гидроизоляционное покрытие железобетонных блоков из-за недостаточной твердости покрытия после полимеризации (слабая стойкость покрытия к механическим воздействиям).

С использованием наработки НИИРПа 1960-х гг. автором совместно с Р.А. Смысловой и З.Ф. Коняевой были начаты исследования дивинилстирольных термоэластопластовых (ДСТЭП) герметиков. В результате для метростроения были разработаны однокомпонентные герметики 51-Г-14, 51-Г-17 (опытно-промышленная партия 14ТЭП-Л-3М) и 14ТЭП-Л-1, 14 ТЭП-Л-2 и 14-ТЭП-Л-3, отличающиеся высокой технологичностью, так как они поставляются готовыми к употреблению.

Исследования выявили возможности широкого использования герметиков и покрытий на основе бутадиенстирольного термоэластопласта ДСТ-30 марки П, представляющего собой блок-сополимер дивинила и стирола, полученный полимеризацией в растворе в присутствии литийорганических катализаторов.

ДСТЭП – оригинальный класс синтетических полимеров, в котором объединены свойства вулканизированных эластомеров типа тиоколов и термопластов типа полиэтилена. С одной стороны полимеры ДСТЭП имеют свойства термопластов: поддаются высокоскоростной обработке (литье под давлением, шприцевание); не требуют вулканизации; возможно повторное использование отходов. С другой стороны, по высокой эластичности и относительно

удлинению при низкой остаточной деформации они проявляют и превосходят свойства вулканизированных эластомеров. Осредненная прочность при разрыве ДСТ-30 более 25 МПа и относительное удлинение около 870%.

Для гидроизоляции железобетонных блоков обделки тоннелей был рекомендован герметик 51-Г-14 (14-ТЭП-4), а для герметизации швов в железобетонной и чугунной обделках – герметик 51-Г-17 (14-ТЭП-7).

Был поставлен вопрос о необходимости срочного решения проблемы гидро- и антикоррозионной защиты железобетонных блоков для выполнения обделки перегонных тоннелей Рижского радиуса Московского метро. Эта ситуация была вызвана тем, что правительство страны подарило практически весь запас чугунных тубингов Чехословакии для строительства Пражского метро. По поручению Мосметростроя автором были выполнены лабораторные и стендовые исследования принципиально новых для того времени полимерных составов. Их внедрение и технологии применения позволило Мосметрострою досрочно пустить в эксплуатацию Рижский радиус [6–9].

Исследования показали, что длительное воздействие воды практически не изменяет когезионной прочности ДСТЭП герметиков, которая у 51-Г-17 (14-ТЭП-7) превысила 10 МПа, что в 3–5 раз больше, чем у вулканизирующихся строительных эластомеров. Относительное удлинение, достигающее 1300%, заметно возрастает под воздействием воды за счет увеличения подвижности макромолекул. Достаточно стабильна когезия и при попеременном увлажнении–высушивании. Дополнительно герметик 51-Г-17 испытывали в КИСИ при попеременном замораживании–оттаивании [5]. Предварительно было определено время замораживания и размораживания образцов при помощи «вживления» в них термопары. Результаты непрерывной записи замораживания и размораживания эталонного образца показали, что время достижения  $-20^{\circ}\text{C}$  1,5 ч, а оттаивания при  $18^{\circ}\text{C}$  – 1 ч. Образцы испытывали по 15, 85, 107 и 120 циклов замораживания–оттаивания, что соответствует 60–100 гг. эксплуатации обделки тоннеля, не более двух раз в году подвергающейся замораживанию. Оказалось, что коэффициент диффузии воды через пленки из ДСТЭП герметиков составляет  $0,17 \times 10^{-8} \text{ см}^2/\text{с}$ , что в 6–60 раз ниже, чем у широко применяемых строительных полимеров типа винилпласта.

\* Официальный метростроевский термин, обозначающий облицовку тоннелей.

Автором в ЦНИИС Минтрансстроя выполнены исследования прочности ДСТЭП герметиков при отрыве от бетона и чугуна под воздействием воды, естественного твердения на воздухе и на предварительно смоченных водой бетонных образцах. Наибольшие величины прочности при отрыве от бетона (через 3 сут при 20°C) у герметиков 51-Г-14 и 51-Г-17 (соответственно 1,04 и 1,06 МПа); они стабильны в течение года.

При выдерживании образцов в воде наибольшая адгезия у 51-Г-17 (через 3 сут – 1,07, а через 30 сут – 1,11 МПа), причем при нанесении этого герметика на влажный бетон с последующим выдерживанием на воздухе, адгезия через 30 сут составила 1,2 МПа.

Казалось бы, проведенных исследований уже достаточно было для массового внедрения в метростроении, однако Ученым советом ЦНИИС Минтрансстроя было рекомендовано проверить, не снизится ли при обжати породой прочность железобетонных блоков обделки с покрытием герметиком 51-Г-14 слоем 0,5–0,8–1,2 мм. В связи с этим были проведены специальные испытания 60 бетонных образцов кубов с покрытием герметиком 51-Г-14 без покрытия. Результаты испытаний поразили скептиков. Оказалось, что при наличии двухслойного покрытия толщиной до 1,2 мм (первый пропиточный слой толщиной около 0,3 мм) **прочность при сжатии образцов возросла в среднем на 8–15%**. Можно с уверенностью предполагать, что увеличение прочности бетонных элементов происходит за счет сглаживания сопрягающихся поверхностей и, как следствие, равномерного распределения нагрузки.

После сжатия не удалось оторвать один образец от другого. Но ведь перед сжатием покрытия выдерживали несколько суток, т. е. покрытие из герметика 51-Г-14 полностью затвердевало. В связи с этим неожиданным открытием были проведены дополнительные исследования. В бетонные образцы вживляли стальные стержни периодического сечения и затем выполняли двухслойное покрытие герметиком 51-Г-14 поверхностей, которые будут сопрягаться. Через 7 и 10 сут (полное затвердевание герметика) образцы сдавливали, не доводя до разрушения, т. е. на 70–75% ранее определенной прочности, затем, закрепив в разрывной машине вживленные стержни, разрывали обжатые образцы. Оказалось, что **происходило срастание встречных покрытий, и прочность при разрыве была почти такой же, как когезионная прочность герметика**. Этому отказывались верить даже авторы разработки полимеров ДСТЭП в НИИРПе.

Точно такое же явление отмечено и при испытании на чугунных образцах. Используя эндемичное свойство ДСТЭП герметиков по разрешению Мосметростроя в 1977 г. автором был выполнен натурный эксперимент при возведении чугунной обделки на стоящей станции метро Лубянка. С этой целью торцы чугунных тубингов для трех колец обделки были покрыты двумя слоями герметика 51-Г-14 общей толщиной 1–1,2 мм. Через неделю эти тубинги по обычной технологии были установлены эректором и соединены болтами. Остальные тубинги устанавливали по той же технологии без обмазки торцов. Нужно отметить, что эти работы велись при значительном водопитоке, т. е. до соединения болтами через стыки интенсивно лилась вода. Когда тубинги были смонтированы на 15 м и швы зачеканены по традиционной технологии БУСом, то оказалось, что через неуплотненные

стыки тубингов с обмазкой герметиком вода не проникала. В дальнейшем в течение года велись визуальные наблюдения, и герметичность новых сопряжений подтвердилась. Это свойство ДСТЭП герметиков позволит решать задачи герметизации обжатых конструкций и чугунных обделок тоннелей и преднапряженных пролетных строений мостов.

Казалось, что начнется массовое внедрение, ведь даже газета «Правда» на первой странице победоносно сообщила читателям о создании эффективных герметиков, победители конкурсов Метростроя были премированы, но по каким-то социальным причинам завод в г. Черкасске закрыли. Из запасов Мосметростроя несколько десятков тонн герметиков ДСТЭП были с успехом использованы при гидроизоляции сантехпомещений и герметизации канала цветного телевидения в Ташкенте.

Еще в 1975 г. по запросу Тоннельной службы Мосметрополитена под руководством и при непосредственном участии автора опытной партией герметика 14-ТЭП-Л-3М были загерметизированы стыки в чугунных тубингах обделки вентиляционной шахты на станции метро Таганская\*.

Прошло более трех десятилетий и теперь с уверенностью можно констатировать высокую эффективность и гидроизоляции железобетонных блоков и герметизации чугунных тубингов в тоннельном строительстве, так как ни на одном объекте внедрения не выявлены дефекты.

#### Список литературы

1. Лукинский О.А. К вопросу герметизации и гидроизоляции тоннельной обделки: Научно-технический сборник «Метрострой». 1973. № 3. С. 8–11.
2. Лукинский О.А. О водонепроницаемости обделки тоннелей // Строительство и архитектура Узбекистана. 1973. № 10. С. 14–16.
3. Кошелев Ю.А., Лукинский О.А. Синтетические гидроизоляционные материалы: Научно-технический сборник «Метрострой». 1974. № 5. С. 5–7.
4. Смылова Р.А., Котляева С.В. Справочное пособие по герметизирующим материалам на основе каучуков. М.: Химия, 1976.
5. Куприянов В.Н., Лукинский О.А., Саурова Г.А. Исследование физико-механических показателей мастики 14-ТЭП-7 / Материалы республиканского научно-технического совещания по реологии и переработке полимеров. Казань, 1974. С. 82–83.
6. Минтрансстрой, Мосметрострой / Инструкция по устройству гидроизоляционного покрытия железобетонных блоков обделки тоннеля на Рижском радиусе Московского метрополитена. М., 1975.
7. Минтрансстрой, Мосметрострой / Временная инструкция по гидроизоляции железобетонных блоков армогерметиком для возведения участка обделки тоннеля на Рижском радиусе Московского метрополитена. М., 1976.
8. МПС СССР, ЦНИИТЭИ МПС. / Экспресс-информация. Метрополитены, Эксплуатация и технические средства. Вып. 4 (8). Борьба с коррозией. М., 1977.
9. Васюков П.А., Лукинский О.А. Состояние и перспективы применения гидроизоляционных материалов в метростроении. // Строительство и архитектура Узбекистана. 1976. № 4. С. 12–13.

\* Эта разработка также отмечена премией на конкурсе Мосметростроя.



УДК 691.328:624.072.22

*И.Н. ТИХОНОВ, канд. техн. наук, И.П. САВРАСОВ, инженер (odon\_chato@mail.ru),  
НИИЖБ им. А.А. Гвоздева (Москва)*

## Экспериментальные исследования предельных состояний железобетонных балок с арматурой класса прочности 500 МПа

*Представлены результаты сравнительных испытаний, проведенных с целью определения прочности, трещиностойкости и деформативности изгибаемых железобетонных элементов с арматурой класса прочности 500 МПа. В экспериментах использовали арматуру различных диаметров с профилями по СТО АСЧМ 7-93 (А500С) и по ТУ 14-1-5526–2006 (А500СП). Выявлены преимущества использования в изгибаемых железобетонных элементах арматуры класса А500СП с эффективным профилем ( $f_R \geq 0,075$ ) над А500С ( $f_R \geq 0,056$ ).*

**Ключевые слова:** арматура, периодический профиль, изгибаемые железобетонные элементы, второе предельное состояние.

В последние годы в практике строительства широко используется термомеханически упрочненный арматурный прокат класса прочности 500 МПа из марок стали СтЗсп, СтЗпс, СтЗГпс.

Диаграмма деформирования этого проката отличается от диаграммы широко известной горячекатаной арматуры класса А400 (А-III) из марки 35ГС.

Кроме того, за последние 20 лет произошла широко-масштабная замена арматуры с кольцевым профилем по ГОСТ 5781–82 «Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия» на арматуру класса А500С с двухсторонним серповидным профилем по СТО АСЧМ 7–93 «Прокат периодического профиля из арматурной стали. Технические условия».

Широкое применение в последнее время нашла также арматура класса А500СП с четырехсторонним серповидным профилем по ТУ 14-1-5526–2006 «Прокат арматурный класса А500СП с эффективным периодическим профилем. Технические условия».

Известно, что характер диаграммы деформирования арматуры после достижения физического или условного предела текучести и эффективность ее совместной работы с бетоном влияют на способность к перераспределению усилий изгибаемых и внецентренно сжатых железобетонных конструкций. Профиль арматуры в значительной степени определяет ее эффективность сцепления с бетоном, а следовательно, выполнение требований нормативных документов по прочности, трещиностойкости и деформативности железобетонных элементов [1].

С целью оценки степени влияния указанных факторов на предельные состояния нормальных сечений изгибаемых балочных железобетонных элементов в НИИЖБ им. А.А. Гвоздева были выполнены специальные опыты.

Для проведения испытаний были изготовлены две серии балок прямоугольного сечения с арматурой класса А500С (БС) и А500СП (БСП).

Габариты и армирование балок, а также схема их испытаний приведены на рис. 1.

Таблица 1

Серия	Шифр балок*	Фактические (опытные) характеристики арматуры (средние по двум стержням)						Кубиковая прочность бетона при сжатии, Н/мм <sup>2</sup>
		A <sub>s</sub> , мм <sup>2</sup>	$\sigma_{T(0,2)}$ , Н/мм <sup>2</sup>	$\sigma_B$ , Н/мм <sup>2</sup>	$\delta_B$ , %	$\delta_p$ , %	$f_R$	
I	БС-1(1)	160,6	578,5	664,85	25,2	10,7	0,056	40
	БС-1(2)	160	546,9	641,4	25,8	12,4	0,056	40
	БСП-1(1)	158,2	538,9	632,1	24,2	12	0,075	40
	БСП-1(2)	157,8	551	641,6	23,6	10	0,075	40
II	БС-2(1)	404,8	594	724,5	21,4	9	0,066	28,5
	БС-2(2)	402,6	590,4	718,6	21,4	11	0,066	28,5
	БСП-2(1)	398,2	591,8	717,6	22,5	10,4	0,085	28,5
	БСП-2(2)	396,4	590,7	718,9	22,5	9,8	0,085	28,5

\* Первая буква шифра балки обозначает вид конструкции («Б»-балка); вторая буква – вид периодического профиля арматуры растянутой зоны балки («С» – серповидный двухсторонний; «СП» – серповидный четырехсторонний). Первая цифра обозначает номер серии; вторая цифра – номер образца-близнеца.

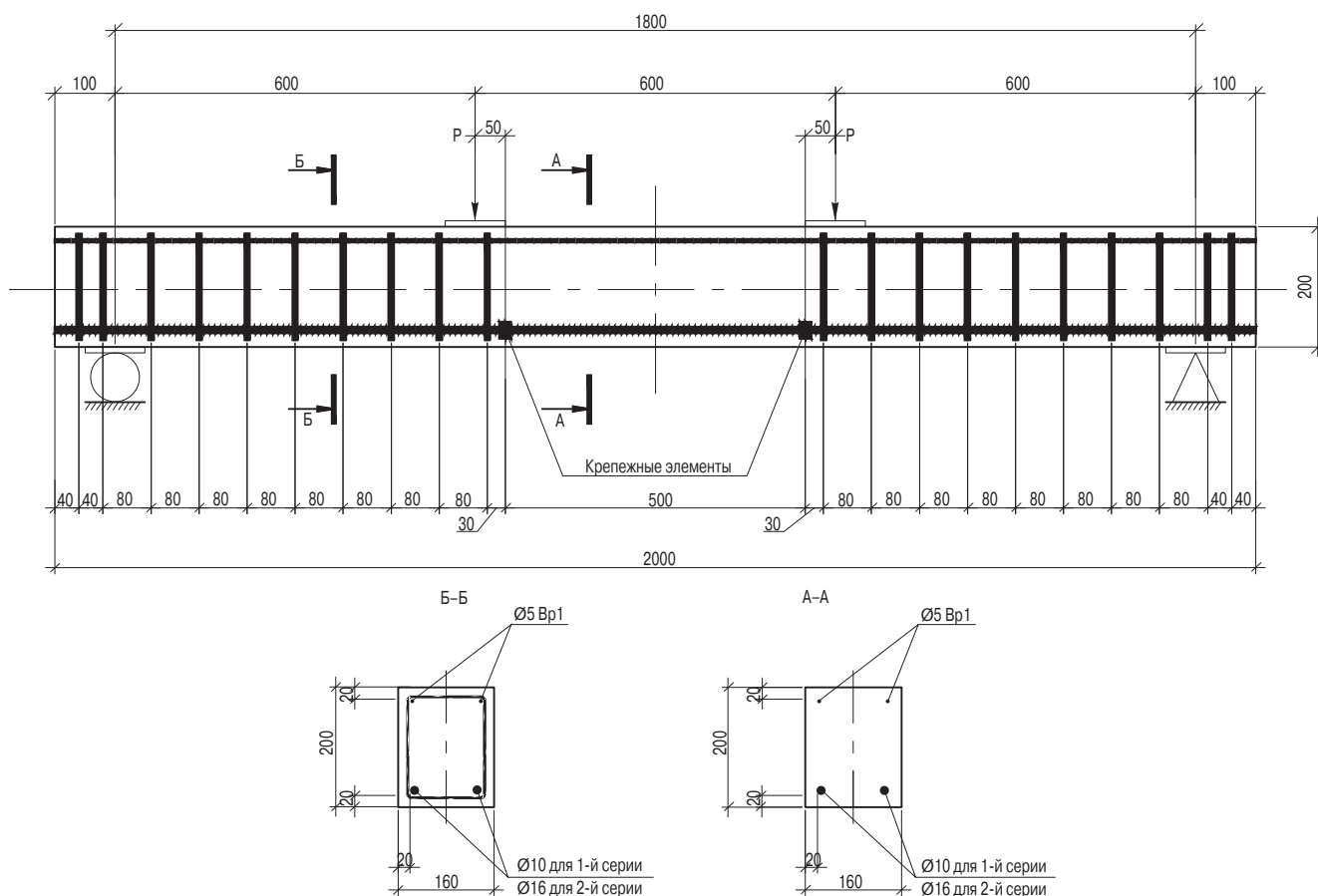


Рис. 1. Схема армирования 1-й и 2-й серий опытных балок

Испытания проводились по методике НИИЖБ на стенде с использованием гидродомкратов при статическом приложении нагрузки. Всего было испытано 8 балок. Маркировка балок; характеристики бетона и арматуры; величины испытательных нагрузок приведены в табл. 1. Фактические диаграммы арматуры опытных балок показаны на рис. 2.

При проведении испытаний предполагалось оценить влияние процента армирования (относительной высоты сжатой зоны  $\xi = x/h_0$ ) и профиля арматуры класса прочности 500 МПа на сопротивление балок до и после достижения в растянутой ар-

матуре предела текучести, их трещиностойкость и деформативность. Для этого загрузка опытных балок после достижения растянутой арматурой предела текучести осуществлялось поэтапно с минимально возможным увеличением нагрузки.

Для замеров деформаций бетона использовался метод электротензометрирования с дублированием его механическими тензометрами Гугенбергера. Замеры совместного деформирования бетона и арматуры на базе 500 мм в зоне чистого изгиба балок, а также прогибов осуществлялись с помощью прогибомеров.

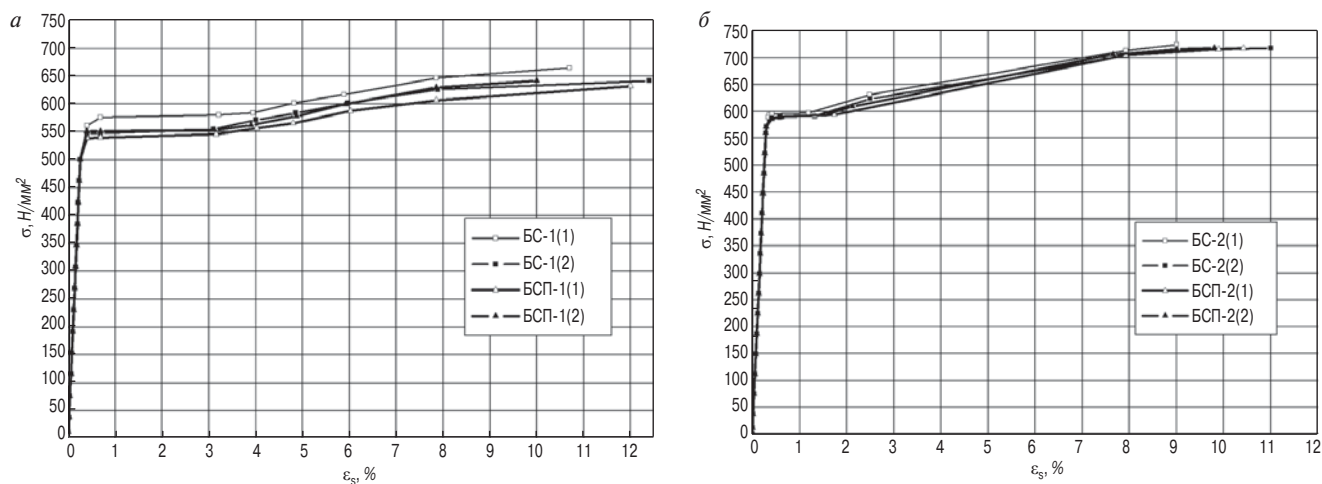


Рис. 2. Диаграммы растяжения арматуры опытных балок: а – серия 1 (арматура Ø10 мм); б – серия 2 (арматура Ø16 мм):

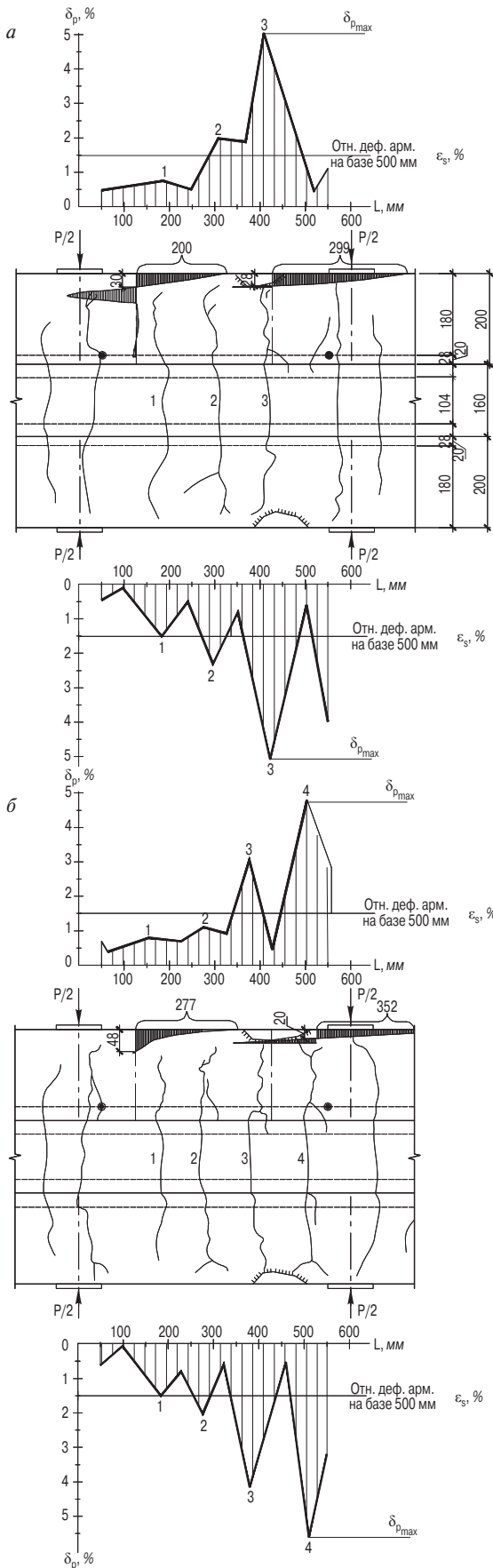


Рис. 3. Деформации бетона и расположение трещин при максимальной нагрузке; остаточные деформации арматуры по длине балок: а – БС-1(1); б – БСП-1(1)

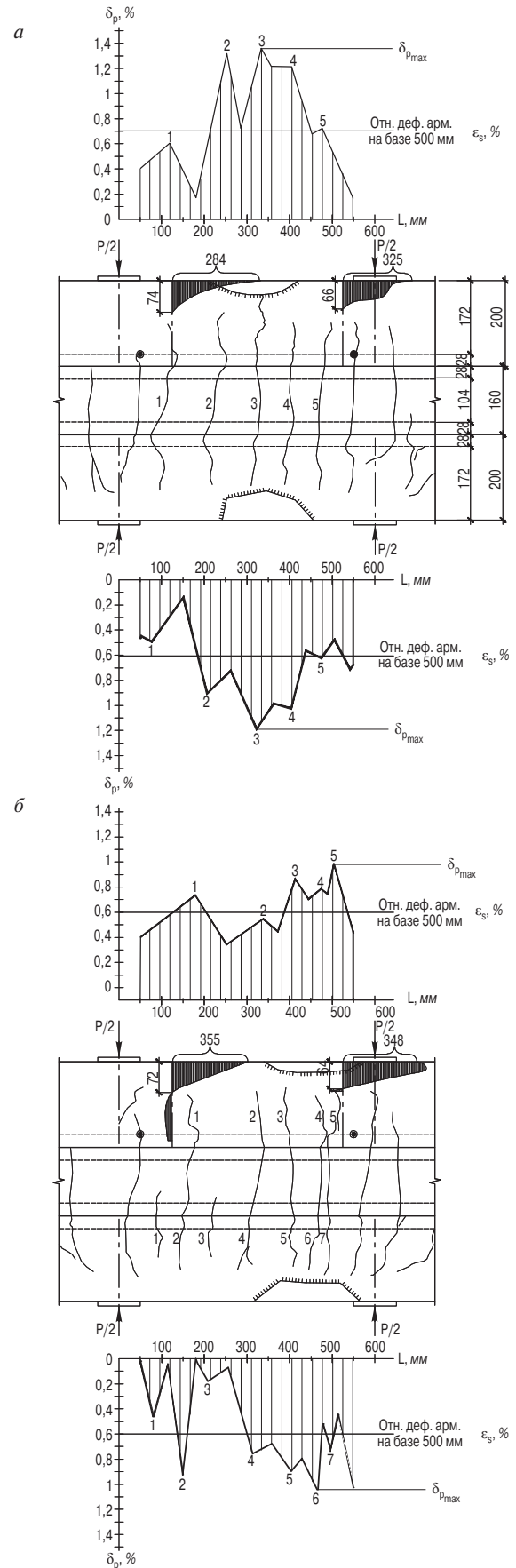


Рис. 4. Деформации бетона и расположение трещин при максимальной нагрузке; остаточные деформации арматуры по длине балок: а – БС-2(1); б – БСП-2(1)

Таблица 2

Серия	Шифр балок	Расч. отн. выс. сжат. зоны $\xi = \frac{X}{h_0}$	Нагрузка, соответствующая разрушению Р, кН		Расчетная нагрузка по прочности при напряжениях в арматуре, соответствующих				Превышение разрушающей нагрузки над расчетной, %				Опытные относительные деформации арматуры балок, соответствующие расчетным нагрузкам				$K_s = \frac{\bar{\epsilon}_{sn}}{\bar{\epsilon}_{sy}}$
					$\epsilon_s^*$		$\delta_{Pmax}^{**}$		$\frac{P-P_{\epsilon_s}}{P_{\epsilon_s}} \times 100$		$\frac{P-P_{\delta_{Pmax}}}{P_{\delta_{Pmax}}} \times 100$		$P_{\epsilon_s}$		$P_{\delta_{Pmax}}$		
					Р, кН		Р, кН						$\epsilon_{sy}, \%$		$\epsilon_{sn}, \%$		
					образца	средняя	образца	средняя	образца	среднее	образца	среднее	образца	средние $\epsilon_{\epsilon_s}$	образца	средние $\epsilon_{\delta_{Pmax}}$	
I	BC-1(1)	0,089	54	53,6	52,96	51,8	55,83	54,95	1,96	3,51	-3,28	-2,43	1,5	0,98	2,17	2,16	2,2
	BC-1(2)	0,083	53,2		50,64	51,8	54,06	54,95	5,06	3,51	-1,59	-2,43	0,8	0,98	2,15	2,16	
	БСП-1(1)	0,08	56,3	56,6	49,87	49,79	52,55	52,81	12,89	13,69	7,14	7,19	0,25	0,22	2,23	2,05	
	БСП-1(2)	0,082	56,9		49,7	49,79	53,06	52,81	14,49	13,69	7,24	7,19	0,18	0,22	1,87	2,05	
II	BC-2(1)	0,37	115	116,5	113,46	112,92	114,61	114	1,36	3,18	0,34	2,2	0,35	0,34	0,94	0,88	2,58
	BC-2(2)	0,37	118		112,37	112,92	113,39	114	5,01	3,18	4,07	2,2	0,32	0,34	0,82	0,88	
	БСП-2(1)	0,37	120	119,65	113,47	113,35	114,36	114,17	5,75	5,56	4,93	4,8	0,38	0,37	1,16	0,98	
	БСП-2(2)	0,36	119,3		113,23	113,35	113,98	114,17	5,36	5,56	4,67	4,8	0,35	0,37	0,8	0,98	

\*  $\epsilon_s$  – средние остаточные относительные деформации арматуры после испытаний, определенные на базе 500 мм;

\*\*  $\delta_{Pmax}$  – максимальные остаточные деформации арматуры в зоне чистого изгиба после испытаний, определенные на базе 50 мм.

Для определения остаточных деформаций металла после проведения испытаний все арматурные стержни опытных балок размечались перед бетонированием по длине с шагом 10 мм.

Образцы каждой серии изготавливались из одного состава бетона. Для них подбирались арматура с близкими механическими свойствами. Для определения механических свойств и построения диаграммы деформирования металла образцы для испытаний при разрыве отрезались от тех же стержней, что и рабочая арматура опытных балок.

В табл. 2 приведены результаты расчета и испытаний опытных балок по несущей способности, в табл. 3, 4 – по трещиностойкости и деформативности. На рис. 3, 4 показаны развертки боковых и нижней сторон опытных балок в зоне чистого изгиба с трещинами, зафиксированными перед разрушением балок.

Здесь же приведены результаты замеров средних совместных остаточных деформаций арматуры и бетона  $\epsilon_s$  на базе 500 мм и локальных остаточных деформаций обоих арматурных стержней растянутой зоны  $\delta_p$  на базе 50 мм по длине зоны чистого изгиба.

На одной из боковых поверхностей балок показаны эпюры деформаций бетона разных сечений балок по длине в предельной стадии нагружения, замеренные перед разрушением.

Результаты испытаний, приведенные в табл. 2 и на рис. 3–5, анализировались путем сравнения нагрузки, соответствующей разрушению образцов, с расчетными нагрузками, определенными по формулам СП 52-101-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного армирования» с использованием фактических прочностных и деформативных характеристик бетона и арматуры балок.

Таблица 3

Серия	Шифр балок	Нагрузка, соответствующая образованию нормальных трещин, кН		Превышение БС над БСП	Ширина раскрытия трещин при достижении $R_{\epsilon_s}$ , мм		Превышение БС над БСП	Количество трещин при достижении $R_{\epsilon_s}$ на базе 500 мм	Прогибы, мм						$K_f = \frac{\bar{f}_n}{\bar{f}_{P_{\epsilon_s}}}$
									При $R_{\epsilon_s}$ , мм		Превышение БС над БСП	На момент разрушения, мм		Превышение БС над БСП	
									образца	средние $\bar{f}_{P_{\epsilon_s}}$		образца	средние $\bar{f}_n$		
									$f_{P_{\epsilon_s}}$	$\frac{\bar{f}_{P_{\epsilon_s}}}{\bar{f}_{P_{\epsilon_s}}}$	$f_n$			$\bar{f}_n$	
I	BC-1(1)	17,5	18,75	1,12	1,76	1,61 > 0,4*	7,7	3	27,5	2,8	0,92	37	40,7	1,9	
	BC-1(2)	20			1,45			3	15,4			$\frac{21,45}{1/84 > (1/150)^{**}}$			44,4
	БСП-1(1)	21	20,95		0,21	0,21 < 0,4*		4	7,5	7,75		44,8	44,4		
	БСП-1(2)	20,9	0,2		4	8		$\frac{7,75}{1/232 < (1/150)^{**}}$	44						
II	BC-2(1)	15	16,5	1,24	0,3	0,34 < 0,4*	1,55	5	17	1,12	0,72	21	23	1,2	
	BC-2(2)	18			0,38			5	19			$\frac{18}{1/100 > (1/150)^{**}}$			25
	БСП-2(1)	21	20,5		0,2	0,22 < 0,4*		7	15	16		31,8	31,8		
	БСП-2(2)	20	0,23		6			17	$\frac{16}{1/113 > (1/150)^{**}}$	31,8					

\* Предельно допустимое значение ширины раскрытия трещин при ее непродолжительном раскрытии (СНиП 52-01-2003);

\*\* Предельно допустимый прогиб железобетонных элементов при действии постоянных и временных длительных и кратковременных нагрузок (СНиП 52-01-2003, СНиП 2.01.07).

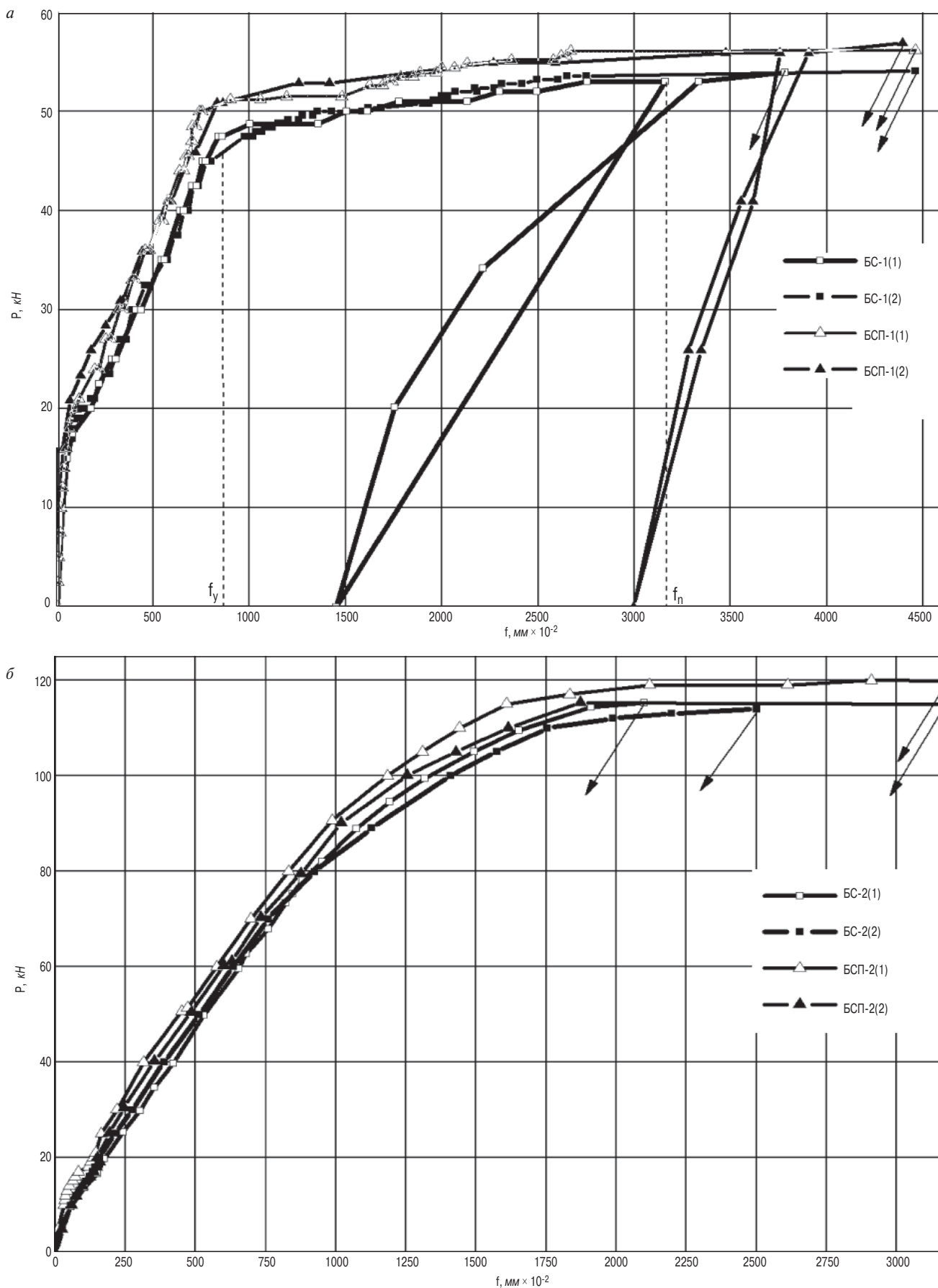


Рис. 5. Характер развития прогибов опытных балок: а – серия 1; б – серия 2

Таблица 4

Серия	Шифр балок	Расч. ширина раскрытия трещин (при $R_{s,ser} = 500$ МПа) в сравнении с $\alpha_{crc}$ , мм		$\frac{\alpha_{crc} - \bar{\epsilon}_s}{\alpha_{cs}} \times 100, \%$		Расч. прогиб (при $R_{s,ser} = 500$ МПа), $\frac{f_{crc}, мм}{f_{crc}/l}$		$\frac{f_{crc} - \bar{f}_{P\epsilon_s}}{\bar{f}_{P\epsilon_s}} \times 100, \%$	
		по СНиП 2.03.01-84*	по СП 52-101-2003	по СНиП 2.03.01-84*	по СП 52-101-2003	по СНиП 2.03.01-84*	по СП 52-101-2003	по СНиП 2.03.01-84*	по СП 52-101-2003
I	БС-1(1)	0,38<0,4*	0,43>0,4*	-324	-73	$\frac{9,8}{1/84 < 1/150^{**}}$	$\frac{10,6}{1/70 < 1/150^{**}}$	-54	-51
	БС-1(2)			+81	+105			-26	+37
	БСП-1(1)								
	БСП-1(2)								
II	БС-2(1)	0,31<0,4*	0,35<0,4*	-9	+3	$\frac{14,37}{1/125 > 1/150^{**}}$	$\frac{15,02}{1/120 > 1/150^{**}}$	-20	-17
	БС-2(2)			+41	+59			-10	-5
	БСП-2(1)								
	БСП-2(2)								

\* Предельно допустимое значение ширины раскрытия трещин при ее непродолжительном раскрытии (СНиП 52-01-2003);  
 \*\* Предельно допустимый прогиб железобетонных элементов при действии постоянных и временных длительных и кратковременных нагрузок (СНиП 52-01-2003, СНиП 2.01.07).

При этом в расчетах использовалось два значения предельных напряжений в растянутой арматуре, определенных по диаграммам на рис. 2 с использованием  $\epsilon_s$  и  $\delta_p$ , приведенных на рис. 3, 4.

Как видно из рис. 3 и 4, локальные остаточные деформации арматуры зоны чистого изгиба балок неравномерны по длине. В местах трещин балок пики остаточных деформаций достигают величины в слабоармированных ( $\xi=0,08$ ) образцах 1-й серии – 5,5%; сильноармированных 2-й серии ( $\xi=0,37$ ) – 1,4%. Между трещинами остаточные деформации арматуры значительно меньше.

В балках 1-й серии локальные остаточные деформации арматуры ( $\delta_p$ ) превышали их средние значения ( $\epsilon_s$ ) в 3,7 раза, – в балках 2-й серии – 2,2 раза, при соответствующих значениях  $\epsilon_s$  – 1,5% и 0,65%.

Превышения опытных разрушающих нагрузок  $P$  над расчетными  $P_{\epsilon_s}$  составили  $P_{\delta_{p,max}}$  в среднем для балок БС 1-й серии соответственно +3,51% и -2,43%; для балок БСП 13,69% и 7,19%. Аналогичные превышения в образцах 2-й серии: для балок БС 3,18% и 2,2%; соответственно БСП 5,56% и 4,8%.

В табл. 2 также приведены значения относительных деформаций арматуры  $\epsilon_{sy}$  при  $P_{\epsilon_s}$  и  $\epsilon_{sn}$  при  $P_{\delta_{p,max}}$  определенные по графикам на рис. 5. Коэффициент превышения средних значений  $\bar{\epsilon}_{sn}$  над  $\bar{\epsilon}_{sy}$   $K_s = \frac{\bar{\epsilon}_{sn}}{\bar{\epsilon}_{sy}}$  для балок БС и БСП

1-ой серии составил соответственно 2,2 и 9,3, для балок 2-ой серии – 2,58 и 2,6, что убедительно показывает эффективность арматуры А500СП для осуществления возможности перераспределения усилий в слабоармированных железобетонных изгибаемых элементах.

При расчете статически неопределимых железобетонных балок по методу предельного равновесия допускается развитие в расчетных сечениях пластических деформаций в растянутой арматуре, значительно превышающих величины  $\epsilon_s$ , соответствующие достижению  $\sigma_T$ . Естественно, что в этом случае бетон сжатой зоны должен быть нагружен в стадии, далекой от разрушения. Такое поведение сечений балок возможно только в случае их проектирования с минимальными значениями  $\xi = \frac{x}{h_0} < \xi_R$ . Естественно, что принятие допущения при проектировании балок с арматурой

класса А500 не должны приводить к снижению эксплуатационной надежности железобетонных конструкций и здания в целом. В данных опытах была произведена экспериментальная оценка остаточной несущей способности, трещин и прогибов балок с  $\xi \approx 0,08$  после достижения в их растянутой арматуре класса А500 относительных деформаций более 1% и отношения полных упругопластических прогибов балок  $f_n$  к их упругой составляющей  $f_y$  больше или равно 3 ( $K_f = \frac{f_n}{f_y} \geq 3$ ). Данная проверка осуществлялась

путем полного снятия достигнутой нагрузки и последующего нагружения балок до их полного разрушения. На рис. 5, а и 6, а приведены результаты опытов, которые убедительно доказывают высокую остаточную несущую способность, деформативность и трещиностойкость слабоармированных балок после кратковременного нагружения в зоне больших пластических деформаций растянутой арматуры класса А500. Сопоставление полученных в опытах площадей петель гистерезиса прогибов и трещин балок БС и БСП указывает на преимущества последних.

Трещиностойкость и деформативность опытных балок можно оценить по результатам испытаний, приведенным на рис. 5, 6 и в табл. 3 и 4.

Характер развития трещин и прогибов опытных слабоармированных балок 1-ой серии отличался в зависимости от эффективности сцепления профиля арматуры использованной для их армирования и  $f_R$ . Начиная с момента трещинообразования прогибы и ширина раскрытия трещин балок БС ( $f_R=0,056$ ) превышали прогибы балок БСП ( $f_R=0,075$ ). После достижения зоны упругопластического деформирования арматуры превышение прогрессировало и становилось более заметным. Так, если на уровне нагружения, соответствующего 0,5P, превышение прогибов и ширины трещин балок БС над БСП составляло около 40%, то при достижении  $P_{\epsilon_s}$  прогибы балок БС превысили прогибы балок БСП в 2,8 раза, а ширина раскрытия трещин в 7,7 раза. В балках 2-ой серии прогибы и трещины при  $P_{\epsilon_s}$  были превышены соответственно в 1,55 и 1,1 раза.

Как видно из опытов, прогибы группы сильноармированных балок БС ( $f_R=0,066$ ) и БСП ( $f_R=0,085$ ) 2-ой серии отличались не столь значительно (в среднем 12,5%). В

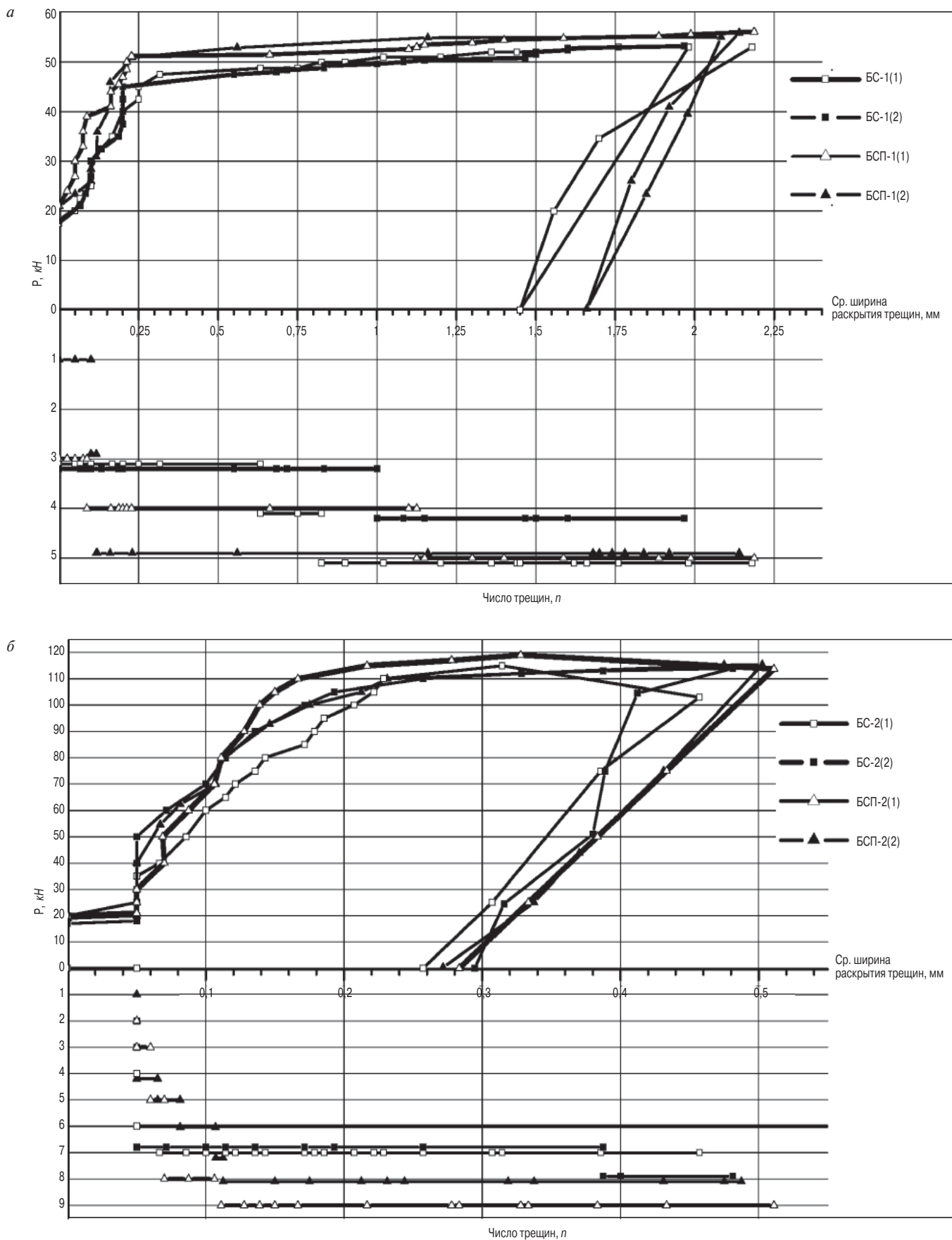


Рис. 6. Характер развития трещин опытных балок: а – серия 1; б – серия 2

этом случае сближение результатов опыта можно объяснить наличием достаточно высокого  $f_R$  у использованной арматуры класса А500С. Следует отметить, что при достижении  $R_{\xi_s}$  опытные значения ширины раскрытия трещин и прогибов балок БС 1-ой серии были значительно больше их предельных нормируемых значений, в то время как в балках БСП эти же предельные значения не были превышены. Если опытные значения ширины раскрытия трещин при  $R_{\xi_s}$  балок БС и БСП 2-ой серии не превышали предельных, то предельные значения прогибов были превышены.

Сопоставление результатов опыта и расчета по СНиП 2.03.01–84\* «Бетонные и железобетонные конструкции» и СП 52-101–2003 приведено в табл. 4, где показано, что по расчетным формулам СП 52-101–2003 получаются значения ширины раскрытия трещин и прогибов, более близкие к опытным, чем по формулам СНиП 2.03.01–84\*. Наибольшая сходимости результатов расчета и опыта была у образцов 2-ой серии балок ( $\xi=0,37$ ). Следует отметить, что опытные значения ширины раскрытия трещин и величины прогибов у балок БС первой серии ( $\xi \approx 0,08$ ) были значительно больше их расчетных значений в то время как у балок БСП меньше. Последнее дает основание рекомендовать широкомащтабное использование арматуры класса А500С в изгибаемых железобетонных элементах, особенно тех, армирование которых определяется требованиями второго предельного состояния СНиП (шириной раскрытия трещин и величиной прогибов).

Экспериментально показаны преимущества использования в изгибаемых железобетонных элементах арматурной стали класса А500СП с эффективным профилем ( $f_R \geq 0,075$ ) вместо А500С ( $f_R \geq 0,056$ ) для одновременного выполнения требований первого и второго предельных состояний по СП 52-101–2003 без перерасхода металла, а также для осуществления перераспределения усилий в статически неопределимых конструктивных решениях.

В случае использования арматуры с прочностью более 400 МПа (500, 600 МПа) для снижения армирования в ЖБК при выполнении требований первого предельного состояния по СП 52-101–2003 необходимость выполнения требований второго предельного состояния в изгибаемых элементах с  $\xi > 0,1$  может обуславливать дополнительное армирование, которое снижает эффективность применения арматуры повышенной прочности до минимума.

В проектировании изгибаемых железобетонных элементов целесообразно учитывать опытно установленную эффективность использования арматурного проката с  $f_R \geq 0,07$ . Этому требованию удовлетворяет прокат ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат» класса А500СП с браковочной минимальной величиной  $f_R \geq 0,075$  (СТО 36554501-005–2006\* «Применение арматуры класса А500СП в железобетонных конструкциях»).

#### Литература

1. Тихонов И.Н. Снижение стоимости строительства из железобетона при оптимальном проектировании армирования // Жилищное строительство. 2009. № 7. С. 2–7.

## СТАРЕЙШАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И АРХИТЕКТУРЕ

### ОТМЕЧАЕТ 80-ЛЕТИЕ И ПРИГЛАШАЕТ

воспользоваться ее уникальными фондами – свыше 1,5 млн печатных единиц, включая редкие книги, отечественную и иностранную периодику.

Тематика библиотеки охватывает издания по всем разделам истории и теории архитектуры, градостроительства, строительства, строительных материалов и смежных искусств.

Представлены материалы по живописи, графике, скульптуре, прикладным искусствам, географии и картографии. Особо ценен выверяемый фонд нормативно-технических документов по проектированию и строительству.

### ОКАЗЫВАЕТ ЧИТАТЕЛЯМ СЛЕДУЮЩИЕ УСЛУГИ:

- библиографическую помощь для написания научных трудов, диссертаций, курсовых и дипломных работ;
- методические консультации по работе с фондом нормативно-технических документов;
- абонентное обслуживание и приоритетное обслуживание по договорам;
- заказ литературы по электронной почте: cntb\_sa2001@mail.ru;
- ксерокопирование;
- фотографирование документов фонда;
- сканирование.

Студентам и аспирантам профильных вузов предлагаем работу с частичной занятостью.

Более подробную информацию об услугах библиотеки можно получить по телефонам:

отдел обслуживания – (495) 976-03-65  
дежурный библиограф – (495) 976-45-48  
тел./факс – (495) 976-48-82

e-mail: cntb\_sa2001@mail.ru

Адрес: Москва, Дмитровское ш., 9, стр. 3 (проезд: ст. м. «Тимирязевская»)



УДК 624.072.22

М.А. ОРЛОВА, инженер (orlovam63@mail.ru),  
Ивановский государственный архитектурно-строительный университет

# Испытания железобетонных балок с начальными трещинами. Часть 1. Постановка и проведение эксперимента

В железобетонных изгибаемых элементах при изготовлении и эксплуатации могут возникнуть различные дефекты и повреждения, влияющие на их несущую способность. Представлены экспериментальные исследования несущей способности железобетонных балок с различными вертикальными и горизонтальными трещинами и приводятся таблицы, включающие схемы дефектов, нагружения и армирования поперечного сечения, а также характеристики бетона и арматуры, соответствующие различным сериям и маркам балок.

**Ключевые слова:** железобетонные балки, трещины.

В настоящий период времени почти для всех стран мира характерно увеличение объемов работ, связанных с необходимостью восстановления и поддержания эксплуатационной пригодности железобетонных конструкций. Одним из наиболее важных этапов при реконструкции зданий и сооружений является оценка их технического состояния, учитывающая уменьшение прочности и увеличение деформативности элементов с дефектами.

Последние 30 лет в мировой и отечественной практике при производстве изгибаемых железобетонных конструкций широко применяется высокопрочный бетон, изготовленный на основе вяжущего низкой водопотребности

(ВНВ). В качестве пластифицирующей добавки используется разработанный в 1970-х гг. суперпластификатор С-3, позволяющий получать бетоны высокого класса по прочности при сжатии и снижать расход цемента.

В таких конструкциях при изготовлении и эксплуатации могут возникнуть различные дефекты: горизонтальные

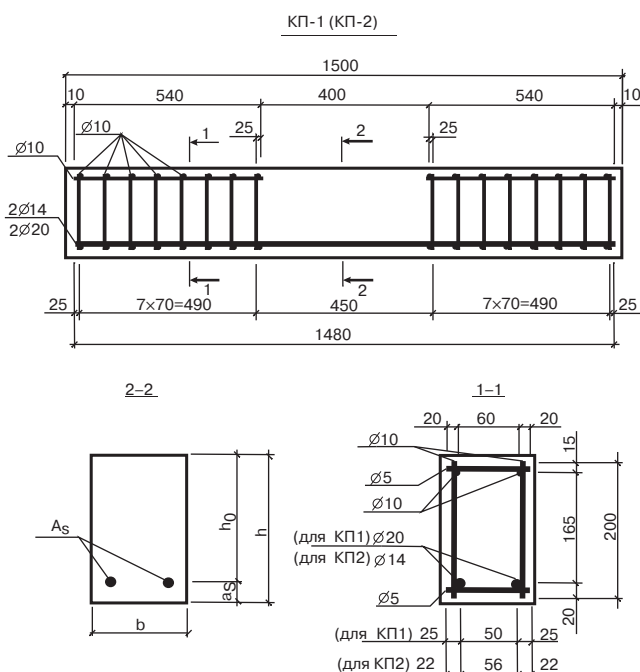


Рис. 1. Схема армирования опытных балок

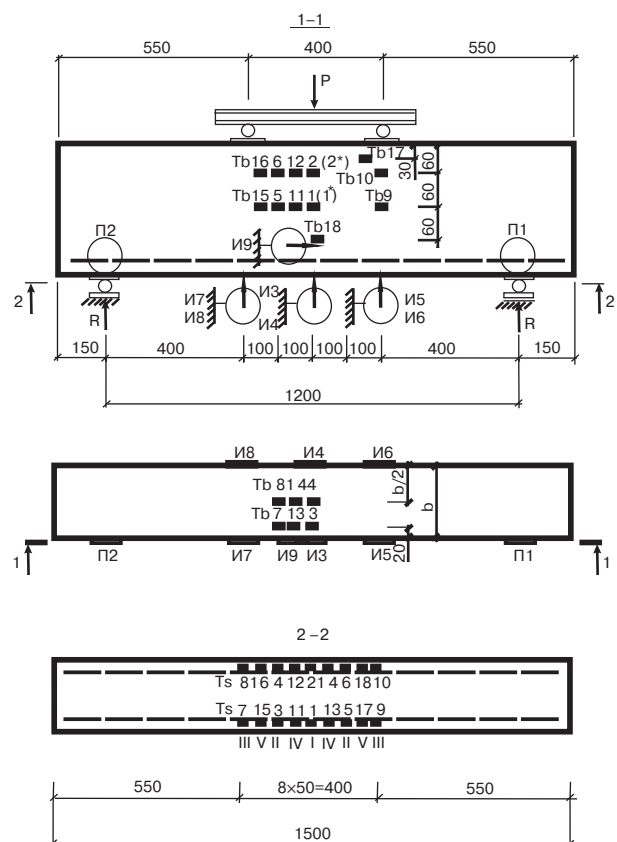


Рис. 2. Схема испытаний и расположения измерительных приборов

трещины в сжатой зоне и нормальные трещины в растянутой зоне бетона. С целью установления степени влияния этих дефектов на остаточную несущую способность железобетонных изгибаемых элементов были проведены исследования балок, разделенных на серии в зависимости от типа и параметров начальных трещин, степени армирования сечений и прочности бетона.

Опытные образцы изготовлены из тяжелого бетона на основе ВНВ различной прочности при сжатии. Для изготовления бетона использовали песок из Хромцовского карьера (г. Фурманов Ивановской обл.), щебень гранитный из г. Выборга (Ленинградская обл.) и вяжущее низкой водопотребности, изготовленное в результате совместного перемалывания цемента и пластифицирующей добавки. Для получения ВНВ с удельной поверхностью 3700  $\text{дм}^2/\text{г}$  использовали цемент марки ПЦ400Д0 с удельной поверхностью 2800  $\text{дм}^2/\text{г}$  и суперпластификатор С-3 с дозировкой 0,9–1% массы цемента. Состав бетона представлен в табл. 1.

Таблица 1

Номер замеса	Серия балок	Соотношение частей сухой смеси (вяжущего и заполнителей) Ц:П:Щ	Водоцементное соотношение	Призмная прочность при сжатии, МПа, в возрасте 28 сут, $R_{b28}$
1	1–8	1:1,31:2,53	0,24	37
2	9–12	1:1,18:2,58	0,36	19
3	13–16	1:1,17:3,82	1,2	4
4	17–20	1:1,41:2,63	0,82	10

Для более точного выявления взаимодействия сжатого бетона и растянутой арматуры в зоне чистого изгиба балки в середине пролета армированы только продольной рабо-

Таблица 2

Серия	Марка балки	Схема дефектов	Сечение в пролете	Материалы			Размеры поперечного сечения, мм	
				Арматура		$R_b$	$h_0$	b
				$d_s$	$A_s$			
1	Б 1-1-1			2Ø14	3,1	37	190	120
	Б 1-2-1							
	Б 1-3-1							
2	Б 2-1-1			2Ø14	3,1	37	190	120
9	Б 2-1-2				3,1	19	190	120
	Б 2-2-2							
3	Б 2-3-2			2Ø20	5,98	37	190	120
	Б 3-1-1							
	Б 3-2-1							
4	Б 3-3-1			2Ø14	3,1	37	190	120
	Б 4-1-1							
	Б 4-2-1							
6	Б 4-3-1			2Ø20	5,98	37	190	120
	Б 6-1-1							
	Б 6-2-1							
10	Б 6-1-2			2Ø20	5,98	19	190	120
	Б 6-2-2							
	Б 6-3-2							
7	Б 7-1-1			2Ø14	3,1	37	190	120
11	Б 7-1-2					19	190	120
	Б 7-3-2							
15	Б 8-3-3			2Ø20	3,32	4	200	130
8	Б 7-2-1				37	190	120	
12	Б 7-2-2				5,98	19	190	120
	Б 7-4-2							
16	Б 8-4-3			2Ø20	4,94	4	200	130
	Б 7-1-4							
	20							
Б 7-3-4								

Таблица 3

Серия	Марка балки	Схема дефектов	Сечение в пролете	Материалы			Размеры поперечного сечения, мм		
				Арматура		Бетон	$R_b$	$h_0$	b
				$d_s$	$A_s$				
5	Б 5-1-1			2Ø20	5,98	37	190	120	
	Б 5-2-1								
	Б 5-3-1								
13	Б 8-1-3			2Ø14	3,32	4	200	130	
14	Б 8-2-3			2Ø20	4,94				
17	Б 9-1-4			2Ø20	5,98	10	200	120	
	Б 9-2-4								
	Б 9-3-4								
18	Б 10-1-4			2Ø20	5,98	10	200	120	
	Б 10-2-4								
	Б 10-3-4								
19	Б 11-1-4			2Ø20	5,98	10	200	120	
	Б 11-2-4								
	Б 11-3-4								

чей арматурой из горячекатаной стали периодического профиля диаметром 14 или 20 мм. Поперечная и продольная сжатая арматура расположена в приопорных зонах и служит для предотвращения разрушения по наклонному сечению. Схема армирования балок приведена на рис. 1.

Балки имеют прямоугольное сечение с конструктивными размерами 120×235 мм, длину 1500 мм и расчетный пролет 1200 мм. Поврежденный участок располагается в середине пролета в зоне чистого изгиба, при этом варьируется количество, глубина и шаг нормальных трещин, а также количество и длина горизонтальных трещин. Схемы начальных дефектов и армирования сечений в середине пролета, параметры трещин и некоторые характеристики материалов (призменная прочность бетона  $R_b$ , площадь поперечного сечения  $A_s$  и диаметр  $d_s$  продольной рабочей арматуры), соответствующие различным маркам и сериям балок, указаны в табл. 2, 3. Цифры в марке балки означают вид дефекта-номер балки в серии-номер замеса.

Балки изготавливали как в заводских, так и в лабораторных условиях. Трещины моделировали с помощью металлических пластин, установленных в опалубку перед бетонированием. Уплотнение бетонной смеси балок серии 1–9 производили на виброплощадке в несколько этапов, а балок серии 10–20 глубинным вибратором.

Опытные образцы испытывали на изгиб до разрушения на гидравлическом прессе марки П-125 как однопролетные шарнирно опертые балки, нагруженные двумя сосредоточенными силами. Нагрузка на балку передавалась через шарнирно опертую распределительную траверсу. Нагруженные образцы производили в 20–30 этапов, составляющих около 5% предполагаемой разрушающей нагрузки, с выдержкой на каждом этапе по 7–10 мин. Отсчет по приборам на стадии, близкой к разрушению, снимали дважды – сразу после приложения нагрузки и в конце выдержки. Схема испытаний и расположения измерительных приборов приведена на рис. 2.

Перед бетонированием на продольную рабочую арматуру каркаса в средней части пролета в сечениях с трещинами (I–III) и между ними (IV–V) наклеивали тензометрические датчики сопротивления ( $T_S$ ) типа ПКБ с базой 20 мм, изготовленные ЦНИИСК заводом опытных конструкций, изделий и оборудования. Для определения деформаций бетона на боковые поверхности балок на различных уровнях по высоте сечения элемента и на верхнюю сжатую грань вдоль зоны чистого изгиба наклеивали тензодатчики ( $T_b$ ) с базой 50 мм.

Для измерения деформаций арматуры и бетона с помощью тензодатчиков применяли автоматический элект-

ронный измеритель деформаций АИД-4 и цифровой тензометрический мост ЦТМ-5.

Прогибы балок от внешней нагрузки в середине пролета и в сечениях под силами замеряли индикаторами часового типа (ИЗ–И8) с ценой деления 0,01 мм и пределом измерений 10 мм.

Осадку опор, которая учитывается при вычислении прогибов, измеряли прогибомерами (П1 и П2) с ценой деления 0,01 мм и пределом измерений 25 мм.

Деформации бетона, арматуры и прогибы балок измеряли вплоть до исчерпания несущей способности – разрушения бетона сжатой зоны балок.

Для оценки влияния повреждений на несущую способность элементов определяли величину нагрузок, соответствующую моментам трещинообразования и разрушения конструкций.

Момент образования трещин, их развитие по высоте и ширину раскрытия фиксировали визуально и с помощью переносного микроскопа МПБ-2 с 24-кратным увеличением и ценой деления 0,05 мм. Ширину раскрытия нормальных трещин измеряли на уровне растянутой арматуры, наклонных – в средней части по высоте сечения. Кроме того, ширину раскрытия начальной трещины в середине пролета измеряли индикатором часового типа (И9) марки ИЧ-10 с ценой деления 0,01 мм, постоянно установленным на боковой поверхности опытной балки на уровне центра тяжести растянутой арматуры.

В процессе нагружения на предварительно побеленных боковых гранях балки отмечали глубину развития трещины и соответствующий ей этап загрузки.

После испытания балок отмечали трещины и места разрушения. Опытные образцы фотографировали, производили замеры глубины трещин, расстояний между ними, размеров защитных слоев арматуры и рабочей высоты сечения.

Для определения физико-механических свойств бетона одновременно с опытными балками по стандартной методике испытывали бетонные кубики со сторонами 100 и 150 мм и бетонные призмы размером 100×100×400 мм. Контрольные образцы кубиков и призм были изготовлены из бетона того же замеса, что и соответствующие им опытные балки и до испытания выдерживались в тех же температурно-влажностных условиях.

Прочностные и деформативные характеристики арматурной стали определяли испытанием на растяжение на гидравлической разрывной машине Р-50 контрольных образцов длиной 500 мм, изготовленных из арматуры соответствующих партий. Одновременно на барабане разрывной машины строили диаграмму деформирования стали. Кроме того, деформации арматуры измеряли тензодатчиками с базой 20 мм, наклеенными на ребра арматурных стержней, а также с помощью измерения индуктивности стержней мостом переменного тока.

По результатам испытаний железобетонных образцов строили графики изменения несущей способности, деформаций и прогибов балок в зависимости от вида дефекта, деформации растянутой арматуры в зоне чистого изгиба, деформации и бетона на различных уровнях по высоте сечения, прогибов, высоты и ширины раскрытия трещин. Сравнительный анализ результатов эксперимента будет приведен в части 2.

## ОАО «ЦПП» принимает заказы

В.П. ГРИНЁВ

### **ПРАВОВОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ДЕКЛАРАЦИИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ И ПОРЯДОК СЕРТИФИКАЦИИ**

М.: ОАО «ЦПП», 2009  
Учебное пособие

Представлены результаты комплексного анализа новых положений федерального законодательства и законодательства г. Москвы по вопросам обеспечения пожарной безопасности при градостроительной деятельности. Для руководителей и сотрудников органов МСУ, государственных гражданских служащих органов исполнительной власти, руководителей и специалистов проектных и строительных организаций, предпринимателей, преподавателей, студентов, соискателей и аспирантов вузов и иных лиц, в том числе специализирующихся в области информационного обеспечения градостроительной деятельности.

В.П. ГРИНЁВ

### **ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО О ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

Словарь-справочник  
М.: ОАО «ЦПП», 2009

Представлены результаты комплексного анализа новых положений федерального законодательства о пожарной безопасности и чрезвычайных ситуациях. Словарь-справочник включает более 250 терминов, норм и определений основных понятий, используемых в нормативных правовых актах и сводах правил по вопросам пожарной безопасности и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Для руководителей и сотрудников органов МСУ, государственных гражданских служащих органов исполнительной власти, руководителей и специалистов проектных и строительных организаций, предпринимателей, преподавателей, студентов, соискателей и аспирантов вузов, а также работников различных организаций, в том числе и в ходе обучения по специальным программам, предусмотренным приказом МЧС России от 12 декабря 2007 г. № 645 «Об утверждении норм пожарной безопасности «Обучение мерам пожарной безопасности работников организаций».

## ОАО «ЦПП»:

**127238, Москва, Дмитровское ш., 46, корп. 2**  
**Тел. 482-4294, 482-4297, 482-1517, 482-4112**  
**Факс 482-4265 E-mail: mail@gurcpp.ru www.gurcpp.ru**

УДК 624.012: 69.059.3

*В.В. ТЕРЯНИК, канд. техн. наук, А.О. БОРИСОВ, инженер (birukovi@mail.ru),  
Тольяттинский военный технический институт (Самарская обл.)*

## Испытания внецентренно сжатых железобетонных элементов, усиленных с использованием полимерного клея

*Представлены результаты экспериментальных исследований внецентренно сжатых усиленных железобетонных колонн. Выявлено влияние эффекта обоймы, способа обработки поверхности и эксцентриситета приложения нагрузки на несущую способность усиленных элементов.*

**Ключевые слова:** усиление, железобетонная обойма, несущая способность, внецентренное сжатие, эффект обоймы, адгезионная обмазка.

В настоящее время необходимость реконструкции ветхого или аварийного жилья остается одной из приоритетных задач политики государства. В связи с этим остро стоит проблема усиления строительных конструкций. Наиболее распространенным способом повышения или восстановления несущей способности сжатых элементов является их усиление железобетонной обоймой [3]. Одним из недостатков данного способа является необходимость специальной подготовки поверхности усиливаемого элемента для обеспечения совместной его работы с бетоном усиления. Анализ экспериментальных исследований по усилению сжатых элементов свидетельствует о незначительном проскальзывании железобетонной обоймы по элементу усиления при традиционном способе обработки поверхности усиливаемого элемента [4]. В работе [1] предложено решение данной проблемы за счет создания конструкции усиления с дополнительной прослойкой из адгезионной обмазки. В качестве адгезионной обмазки использовали клей марки ЭДП состава: эпоксидная смола ЭД-20 – 100 ч. м.; отвердитель – полиэтиленполиамин – 10–12 ч. м.; поверхностно-активное вещество ОП-7 – 2 ч. м.

В развитие работы [2] предполагали исследовать влияние эксцентриситета приложения нагрузки на эффект обоймы с адгезионной обмазкой усиливаемого элемента и без нее при  $e_0/h = 0,125$ ;  $e_0/h = 0,375$ ;  $e_0/h = 0,5$ . Исследования проводили на образцах колонн сечением  $80 \times 160$  мм, длиной 900 мм ( $\lambda=39$ ) из бетона В20 состава

1:1,92:3,72 при водоцементном отношении 0,58 с использованием добавки СП-3. Армирование элементов: продольная арматура – 4 стержня диаметром 6 мм А400 (А-III); поперечное армирование выполнено в виде замкнутых хомутов из арматуры диаметром 4 мм В500 (Вр-I) шагом 120 мм. Образцы изготовлены прямоугольного сечения с симметричным армированием. После набора прочности образцы усиливали железобетонной обоймой.

Железобетонная обойма выполнена из бетона В20 состава 1:1,92:3,72 при водоцементном отношении 0,58. Толщина обоймы для всех усиливаемых элементов принята 40 мм, длина 600 мм.

Армирование обоймы: продольная арматура – 4 стержня диаметром 6 мм А400 (А-III), поперечное армирование выполнено в виде замкнутых хомутов из арматуры диаметром В500 (Вр-I) с шагом 60 мм. Для обеспечения надежного сцепления старого и нового бетона поверхность бетона усиливаемого элемента обрабатывали двумя способами. Первый способ традиционный. Второй способ: на необработанную поверхность бетона усиливаемого элемента наносили адгезионную обмазку.

Проведенные исследования показали, что внецентренно сжатые неусиленные элементы (ЭВ-I, ЭВ-II, ЭВ-III) разрушались с образованием поперечных

Маркировка образца	Экспериментальное значение Nobs, кН	Теоретическое значение Nu, кН	Nobs/Nu, кН	Эффект обоймы, %
ЭВ-I	160	144	1,11	–
	165	148	1,11	
	155	140	1,1	
ЭВУ-I-1	205	226	0,91	31
	220	241	0,91	
	205	233	0,88	
ЭВУ-I-2	195	225	0,87	41
	225	232	0,97	
	255	239	1,07	
ЭВ-II	65	60	1,08	–
	75	62	1,21	
	79	64	1,23	
ЭВУ-II-1	98	104	0,94	30
	88	101	0,87	
	100	107	0,93	
ЭВУ-II-2	90	98	0,92	35
	95	101	0,94	
	110	105	1,05	
ЭВ-III	35	40	0,88	–
	43	42	1,02	
	46	43	1,07	
ЭВУ-III-1	50	62	0,81	28
	55	65	0,85	
	53	63	0,84	
ЭВУ-III-2	53	62	0,85	32
	50	60	0,83	
	60	64	0,94	

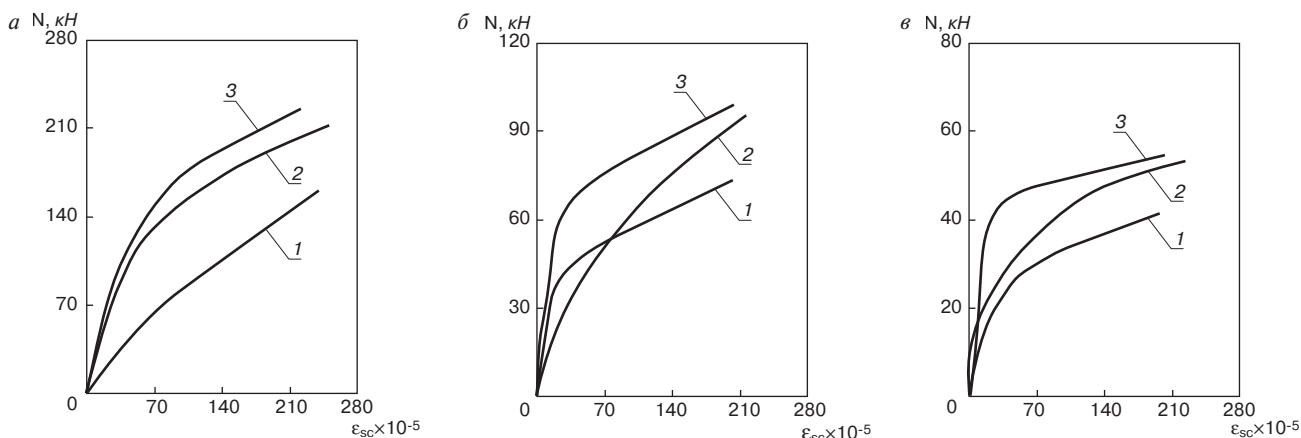


Рис. 1. Зависимость  $N-\epsilon_{sc}$  для элементов: а: 1 – ЭВ-I; 2 – ЭВУ-I-1; 3 – ЭВУ-I-2 при  $e_0/h = 0,125$ ; б: 1 – ЭВ-II; 2 – ЭВУ-II-1; 3 – ЭВУ-II-2 при  $e_0/h = 0,375$ ; в: 1 – ЭВ-III; 2 – ЭВУ-III-1; 3 – ЭВУ-III-2 при  $e_0/h = 0,5$  (растянутая зона)

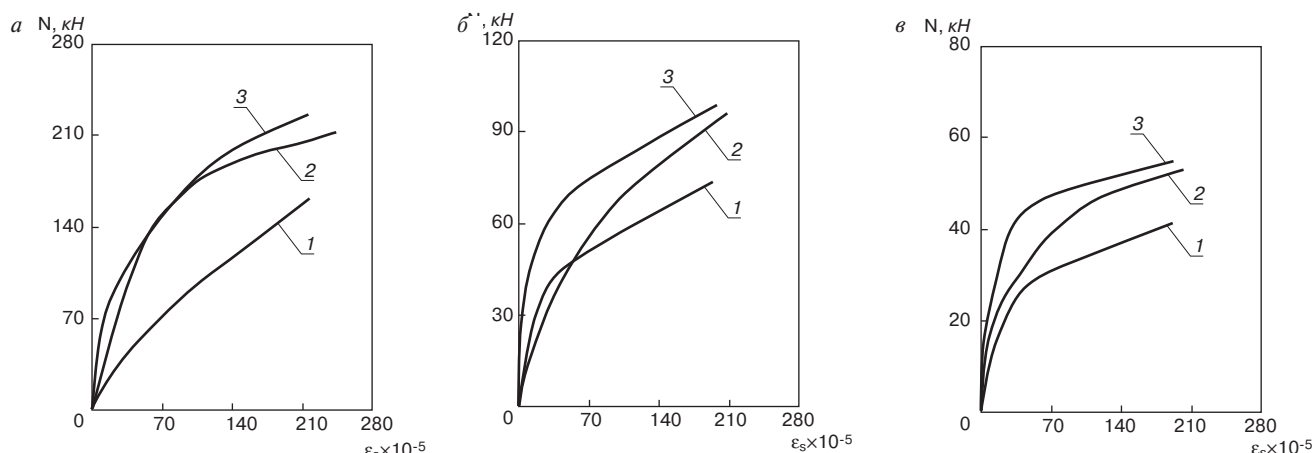


Рис. 2. Зависимость  $N-\epsilon_{sc}$  для элементов: а: 1 – ЭВ-I; 2 – ЭВУ-I-1; 3 – ЭВУ-I-2 при  $e_0/h = 0,125$ ; б: 1 – ЭВ-II; 2 – ЭВУ-II-1; 3 – ЭВУ-II-2 при  $e_0/h = 0,375$ ; в: 1 – ЭВ-III; 2 – ЭВУ-III-1; 3 – ЭВУ-III-2 при  $e_0/h = 0,5$  (сжатая зона)

трещин в растянутой зоне и с отколом бетона в сжатой зоне. У образцов, усиленных железобетонной обоймой с традиционным способом обработки поверхности (ЭВУ-I-1, ЭВУ-II-1, ЭВУ-III-1), разрушение происходило по обойме. При этом в растянутой зоне образовались поперечные трещины, а в сжатой зоне наблюдали образование как поперечных, так и продольных трещин в обойме с последующим отколом бетона. Аналогичный характер разрушения наблюдали у образцов, усиленных железобетонной обоймой с использованием клея (ЭВУ-I-2, ЭВУ-II-2, ЭВУ-III-2). Анализ экспериментальных данных показал, что увеличение несущей способности внецентренно сжатых элементов, усиленных железобетонными обоймами с различным способом обработки поверхности, можно объяснить эффектом обоймы. Применение адгезионной обмазки позволило увеличить эффект обоймы в среднем на 4–11% по сравнению с традиционным способом обработки поверхности усиливаемого элемента. При внецентренном сжатии про-

дольные деформации в растянутой зоне усиливаемых элементов с обработкой их адгезионной обмазкой эпоксидным клеем уменьшаются в среднем на 5–11% по отношению к усиленным элементам без нее (рис. 1), а в сжатой зоне – в среднем на 4–8% (рис. 2). Независимо от способа обработки поверхности усиливаемого элемента эксцентриситет приложения нагрузки снижает эффект обоймы (рис. 3) при усилении с использованием традиционного способа обработки поверхности в среднем на 3%, а с применением адгезионной обмазки – в среднем на 9% (см. таблицу).

Полученные результаты сопоставили с экспериментальными данными, приведенными в [2]. Данные эксперимента представлены в таблице. Сравнительный анализ показывает, что у образцов, усиленных железобетонными обоймами с различными способами обработки поверхности усиливаемого элемента, происходит некоторое снижение фактической прочности усиленных элементов по сравнению с теоре-

тической. Можно предположить, что снижение несущей способности является следствием зависания укладываемого бетона на поперечных стержнях обоймы. Адгезионная обмазка позволяет включать в работу обойму на более ранней стадии нагружения. Предлагается расчет внецентренно сжатых усиленных железобетонных элементов производить с учетом результатов работы [2] с некоторыми уточнениями:

$$N \cdot e \leq \gamma_c \left\{ \begin{aligned} & [R_{b1} + m_1 m_s^k K^* \sigma_0] A_{b1} z_{b1} + \\ & + R_s A_s (z_s + z_{s1}) + \\ & + \gamma_{wb} ((R_{b2} + m_2 m_s^k K^* \sigma_0) A_{ob} + \\ & + R_{sc} A_{sc, pb} z_{s2} m) \end{aligned} \right. , (1)$$

где  $e$  – расстояние от линии действия силы до центра тяжести растянутой арматуры;  $R_{b1}, R_{b2}$  – расчетное сопротивление бетона сжатию соответственно усиливаемой конструкции и обоймы;  $R_s, R_{sc}$  – расчетное сопротивление арматуры соответственно растяжению и сжатию;  $K^*$  – коэффициент эффектив-

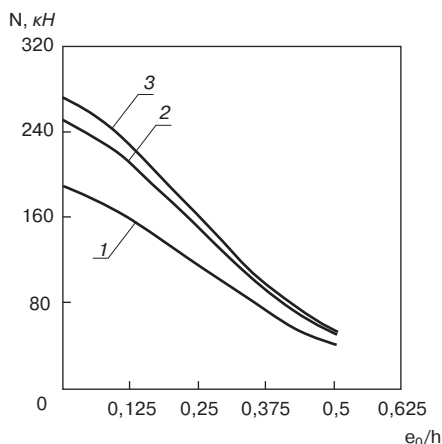


Рис. 3. Зависимость  $N-e_0/h$  для железобетонных элементов: 1 – неусиленных; 2 – усиленных обоймами с традиционным способом обработки поверхности; 3 – усиленных обоймами с использованием клея

ности бокового обжатия;  $A_{b1}$  – площадь поперечного сечения усиливаемого элемента;  $A_{ob}$  – площадь поперечного сечения бетона обоймы;  $\sigma_0$  – уровень бокового обжатия;  $A_s$  – площадь поперечного сечения арматуры усиливаемого элемента;  $A_{sc,ob}$  – площадь поперечного сечения арматуры обоймы;  $\gamma_c$  – коэффициент условий работы;  $\gamma_{wb}$  – коэффициент условия работы обоймы;

$m_1$  – коэффициент, учитывающий способ обработки поверхности усиливаемого элемента эпоксидным клеем;  $m_2$  – коэффициент, учитывающий конструктивные особенности железобетонных обойм;  $m$  – коэффициент, учитывающий пережог арматуры при сварных работах;  $m_s^k$  – коэффициент, учитывающий изгиб поперечных стержней обоймы;  $z_{b1}$ ,  $z_{b2}$  – равнодействующая внутренней пары сил соответственно бетона усиливаемого элемента и обоймы;  $z_{s1}$ ,  $z_{s2}$  – равнодействующая внутренней пары сил арматуры усиливаемого элемента и обоймы.

Таким образом, проведенные исследования подтвердили ранее полученные экспериментальные данные об увеличении несущей способности внецентренно сжатых усиленных элементов за счет эффекта обоймы. Применение адгезионной обмазки существенно не влияет на несущую способность усиливаемого элемента, но при этом снижает продольные деформации усиливаемых элементов. Независимо от способа обработки поверхности усиливаемого элемента эксцентриситет приложения нагрузки снижает эффект обоймы. Рекомендуется ис-

пользовать условие прочности (1) при определении несущей способности внецентренно сжатых элементов, усиленных железобетонными обоймами, при различных способах обработки поверхности усиливаемого элемента.

#### Список литературы

1. Теряник В.В., Бирюков А.Ю., Борисов А.О., Щипанов Р.В. Новые конструктивные решения усиления сжатых элементов обоймами // Жилищное строительство. 2009. № 7. С. 8–9.
2. Теряник В.В., Ткаченко А.Е. О влиянии сцепления бетона на прочность усиленных обоймами железобетонных элементов // Изв. вузов. Строительство. 2001. № 12. С. 105–107.
3. Теряник В.В. Выбор способа усиления железобетонных колонн // Наука – производству. 2004. № 4. С. 66–67.
4. Теряник В.В. Прочность, устойчивость и деформативность железобетонных колонн, усиленных обоймами. Челябинск: Южно-Уральское книжное издательство, 2004. 188 с.

РОССИЯ, НИЖНИЙ НОВГОРОД, Всероссийское ЗАО "НИЖЕГОРОДСКАЯ ЯРМАРКА"

# СТРОИТЕЛЬНАЯ ИНДУСТРИЯ

## ДИЗАЙН и ОТДЕЛКА

**11-14 НОЯБРЯ  
2010 ГОДА**

- АРХИТЕКТУРА и СТРОИТЕЛЬСТВО (ARHSTROY)
- ИНТЕРЬЕР. ДИЗАЙН. ОТДЕЛКА (DESIKA)
- ОКНА и ДВЕРИ (WIDO)
- САНТЕХНИКА. КЕРАМИКА. КАМЕНЬ (SANTEKA)
- ОТОПЛЕНИЕ. ВЕНТИЛЯЦИЯ. КОНДИЦИОНЕРЫ (OVECO)
- СИСТЕМЫ ОХРАНЫ и ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ (SIORA)
- КЛИМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ (CLIMS)
- ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ и ОСВЕЩЕНИЕ (ELETRO)
- КОМФОРТ и УЮТ (COMFO)
- СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ и ИНСТРУМЕНТЫ (STROMI)
- ЛАНДШАФТ и УСАДЬБА (LANDE)
- ИНФОКОММУНИКАЦИИ в СТРОИТЕЛЬСТВЕ (INCOMSTROY)

e-mail: tikhonov@yarmarka.ru,  
vaskova@yarmarka.ru  
Телефон: (831) 277 55 91, 277 51 86, 277 56 84  
Факс: (831) 277 55 68  
Нижний Новгород, ул.Совнаркомовская, 13

УДК 311.314

*А.В. СНИТКО, канд. архитектуры (snitko-a-v@rambler.ru),  
Ивановская государственная сельскохозяйственная академия им. академика Д.К. Беляева*

## Эволюция формирования системы расселения Северо-востока Центра России

*Проанализирована динамика изменения числа, крупности и размещения городов по территории северо-востока Центра России во времени. Особое внимание уделено анализу причин формирования современной системы расселения и ее качественных характеристик.*

**Ключевые слова:** эволюция расселения, города исторического Центра России, моногорода.

Северо-восток Центра России – старейший промышленный регион Российской Федерации, где сосредоточено огромное количество исторических промышленных городов. В настоящее время в условиях перехода общества к следующему цивилизационно-технологическому этапу развития – постиндустриальному, когда происходят значительные подвижки в функционировании многих городов и, как следствие, развитие или угасание многих населенных пунктов, в том числе проблема моногородов, важно понять закономерности формирования современной системы расселения, которая сформировалась в основном в индустриальный период развития.

Именно развитие промышленности региона за два прошедших столетия коренным образом изменило систему расселения и размещения городов на его территории. Эволюцию этой системы целесообразно рассматривать с двух позиций – количественной, характеризующей количество и типы основных ее городов, и качественной, характеризующей их размещение и взаимосвязи.

Первая волна образования городов в регионе связана еще с домонгольским периодом. Главенствующая их функция была административная, военно-стратегическая (оборонительная) все-таки играла подчиненную роль. К этим городам относятся: Ростов, Суздаль – Владимир, Ярославль, Кострома, Переславль-Залесский, Юрьевец, Муром.

Вторая волна образования городов связана с периодом становления Русского государства. Преимущественное назначение их было скорее уже военно-стратегическим (роль крепостей); административная функция имела подчиненный характер. К ним относятся Шуя, Кинешма, Плес [1].

Города располагались на исторически сложившихся путях государства: водном вдоль Волги (Ярославль – Кострома – Плес – Кинешма – Юрьевец – Пучеж); сухопутных (Москва – Владимир – Суздаль – Шуя – Лух – Юрьевец, Москва – Переславль – Ростов – Ярославль – Вологда).

Таким образом, количественные характеристики системы расселения региона до XVIII в. формировались под влиянием исключительно государственно-политического фактора, а качественные – под влиянием природных факторов.

Третья волна образования городов в регионе связана с административной реформой 1770-х гг. Согласно ей многим бывшим слободам, население которых преимущественно занималось несельскохозяйственным производством (но еще и не промышленным) – торговлей, ямским и

прочими промыслами, был присвоен статус городов. Тогда их получили: Александров, Вязники, Меленки, Киржач, Покров, Судогда, Ковров, Богородск, Егорьевск [2, 3].

Учитывая преобладающий тогда сельский тип расселения, образование новых городов обуславливало формирование системы городского расселения дисперсного типа.

Здесь, в Центральной части России ввиду отсутствия необходимости в оборонительных функциях военно-стратегический фактор при образовании городов утратил свое значение, ландшафт местности не играл столь важную роль. Вместе с тем именно в этот период появляются новые предпосылки образования населенных пунктов.

Первым «звонок» в появлении населенного пункта, никак не связанного с исполнением роли сельскохозяйственно-го, торгового, оборонительного, административного центра, было строительство поселка Гусевского стекольного завода. С момента зарождения Гусь-Хрустальный формировался как чисто пролетарский поселок вокруг завода, где заводская администрация была единственным начальством.

В то же время начинается интенсивный процесс превращения ряда селений в кустарные села (с преобладанием несельскохозяйственных занятий населения). Самыми крупными среди них были села Щелково, Зуево, Кохма, Лежнево, Иваново и др. В дальнейшем на их основе происходило формирование фабричных сел, ставших основой будущих городов.

Таким образом, для периода XVIII – нач. XIX в. характерны следующие тенденции в формировании системы расселения региона:

- количественные характеристики системы расселения формируются под воздействием государственно-экономического фактора: происходит однозначное изменение причин образования городов региона – их военно-стратегическая функция полностью теряет свою значимость, главной становится функция административного управления территориями;
- именно в этот период зарождаются иные факторы формирования будущих количественных характеристик системы: получает обособление и значимость в появлении или интенсивном развитии некоторых населенных пунктов новая функция – промышленное (пока в виде мануфактур) производство; вместе с тем она еще не является определяющей в присвоении того или иного статуса населенному пункту;



Таблица 1

Город	Развитие промышленной функции в подпериоды: ■ – значительное; □ – незначительное			Примечания
	первый (1840–1890-е гг.)	второй (1900–1950-е гг.)	третий (1960–1980-е гг.)	
Ростов		□		
Суздаль				
Владимир		□	■	
Переславль-Залесский		□		
Ярославль	■	■	■	
Кострома	■	■		
Юрьевец		□		
Юрьев-Польский		□		
Кинешма	□	□	■	
Шуя	■		■	
Плес	□			
Лух				ныне ПГТ
Судогда		□		
Ковров		■		
Покров		□		
Киржач		□		
Александров		□		
Богородск	□	■		

- под влиянием государственно-экономического фактора происходит и формирование качественных характеристик системы – достаточно равномерное размещение городов по территории региона;
- падает влияние природно-климатических, ландшафтных условий;
- организация новых городов происходит на месте существующих поселений;
- наблюдается зависимость формы транспортной инфраструктуры региона от размещения населенных пунктов, а не наоборот.

В индустриальный период развития производства происходит более значимое изменение как количественных, так и качественных характеристик системы расселения региона.

В этот период уже существовал ряд городов с обозначенными выше приоритетными функциями. Рассмотрим динамику появления в них промышленной функции (табл. 1).

В то же время именно в данный период вновь появлявшаяся промышленная функция стала главной в развитии многих населенных пунктов (поселков и сел), преобразованных в города в начале XX в. Кроме этих городов развитие получили населенные пункты, имеющие в настоящее время статус поселков городского типа и исключительно промышленный профиль (табл. 2).

Итак, именно начавшийся в 40–50-х гг. XIX в. промышленный переворот повлек за собой изменение принципов размещения населения по территории региона. Период 1850–1950-х гг. явился своеобразной эпохой «переселения народов» из деревень в города.

В Московской губернии крупнейшим центром промышленности становится Богородск. В начале 1880-х гг. Богородский уезд Московской губернии по числу предприятий и рабочих (157 предприятий и 33,3 тыс. работающих) занимал второе место в губернии после Москвы.

К концу XIX в. только в Московской губернии насчитывалось более 100 фабричных сел. Здесь наряду с фабричными селами, появившимися до реформы (Орехово, Зуево,

Раменское, Реутово, Наро-Фоминское, Щелково и др.), возникли новые, среди них текстильные (Высокогонск, Солнечногорск), центры тяжелой промышленности (Климовск, Мытищи, Люберцы). Перепись в 1897 г. зафиксировала в губернии 26 крупных фабричных центров – не городов, имевших от 2 до 10 и более тыс. жителей. Некоторые из фабричных сел превосходили по числу жителей уездные города. В с. Глухове Богородского уезда в 1897 г. проживало 9 тыс. человек, в с. Зуево того же уезда – около 10 тыс. человек, в с. Озеры Коломенского уезда – 11 тыс. человек [2].

Благодаря развитию промышленности обеспечивался последовательный рост населения городов региона: во Владимирской губернии – Шуи, Коврова, Муром; в Костромской губернии – Костромы, Кинешмы; в Ярославской – Ярославля, Тутаева.

В Костромской губернии текстильное производство быстрыми темпами развивается в южных ее уездах, в Ярославской – в восточных, во Владимирской – в северных и северо-западных.

Во Владимирской и Костромской губерниях в этот период в разряд нерядовых поселений быстро выходят такие небольшие и незаметные прежде села и деревни, как Середя, Родники, Бонячки, Тезино, Новая Гольчиха (три последние позднее объединяются в г. Вичуга), Южа, Яковлевское (Приволжск), Ундола (ныне Лакинск), Карабаново, Струнино. Дальнейшее развитие получают Кохма, Лежнево, Тейково, Гусь-Хрустальный. Появляются новые поселки на чистом месте – Собинова Пустошь, поселок Кольчугинского завода, Камешково.

В то же время заметно теряют свое лидирующее положение в развитии народнохозяйственного комплекса региона многие города. Во Владимирской губернии прекращается развитие Суздаля, в Костромской – Плеса, Юрьевца, Пучежа, Луха.

На первое место в этом обширном регионе расселения выходит Иваново-Вознесенск, ставший на рубеже XIX–XX вв. крупнее уездной Шуи в 2,5 раза, и губернского

Таблица 2

Первоначальное наименование населенного пункта	Развитие промышленной функции в подпериоды: ■ – значительное; □ – незначительное			Современное наименование города (прямым шрифтом – сам город, курсивом – город, в состав которого вошло поселение)
	первый (1840–1890-е гг.)	второй (1900–1950-е гг.)	третий (1960–1980-е гг.)	
Иваново	■	■	■	<i>Иваново</i>
Вознесенский Посад	■			
Антропиха	■			<i>Кинешма</i>
Вандышки		■		
Дерябиха		■		
Анненский		■		
Глухово	■	■		<i>Ногинск</i>
Истомкино	■			
Тезино	■			<i>Вичуга</i>
Гольчиха	■			
Бонячки		■		
Киселево	■			<i>Фурманов</i>
Фроловка	■			
Никольское	■	■		<i>Орехово-Зуево</i>
Дубровка		■		
Зуево	□	■		
Ликино		■		<i>Ликино-Дулево</i>
Дулево		■		
Родники	■		□	Родники
Тейково	■			Тейково
Наволоки		■		Наволоки
Химзавод		■		Заволжск
Кохма	■	■	□	Кохма
Южа	■			Южа
Яковлевское	■			Приволжск
Ундол		■		Лакинск
Собинова Пустошь	■			Собинка
Гавриловская слобода		■		Гаврилов-Ям
Карабаново		■		Карабаново
Камешково	■			Камешково
Струнино		■		Струнино
Кольчугинский завод		■		Кольчугино
Гусь-Хрустальный	■	■	■	Гусь-Хрустальный
Куровская		■		Куровское
Раменское	■		■	Раменское
Шатура		■		Шатура
Комсомольск		■		Комсомольск
Горенки	■			Балашиха
Реутово	■			Реутов
Ивантеевка		■		Ивантеевка
Затишье		■		Электросталь

Владимира. По переписи 1897 г. в Иваново-Вознесенске проживало 54 тыс. жителей, в Шуе – 20 тыс. жителей.

В период строительства машинных фабрик начинают еще более четко прослеживаться тенденции группировки текстильных центров в промышленные узлы и районы (в масштабах страны).

В развитии системы размещения промышленных центров по территории региона стал играть ряд новых факторов, главным из которых было развитие линий железных дорог как важных транспортных артерий. Они способствовали форми-

рованию новой системы фабричных сел и слобод, развитие которых становилось частью процесса градообразования.

Именно во второй половине XIX в. во многом сложилась существующая сеть железных дорог по территории региона. В 1860–1862 гг. была построена железная дорога Москва – Нижний Новгород. В 1868 г. открылось движение на линии Кинешма – Иваново – Новки. В конце 60-х – начале 70-х гг. регион пересекла дорога Москва – Ярославль – Вологда. В 1880-е гг. открылось железнодорожное сообщение на участках Муром – Ковров, Иваново-Вознесенск – Александров.

Таблица 3

Ветка железной дороги	Промышленные центры, расположенные на железной дороге или на расстоянии не более 5 км
Москва – Владимир – Нижний Новгород	Павловский Посад, Орехово-Зуево, Покров, Ундол, Собинова Пустошь, Ковров, Вязники, Камешково
Москва – Александров – Иваново-Вознесенск – Кинешма	Бонячки, Тезино, Новая Гольчиха, Вичуга, Тейково, Кольчугино, Карабаново, Струнино
Иваново-Вознесенск – Новки	Кохма, Шуя, Колобово,
Иваново-Вознесенск – Ярославль	Киселево, Фроловка, Нерехта

Соответственно более интенсивное развитие получают промышленные центры вдоль железных дорог.

Вдоль них от Москвы на юго-восток активно развиваются Раменское, Куровское. В 1885 г. специально проводится тупиковая железная дорога в Богородск (Ногинск), в 1890 г. – в Родники. Южский фабрикант Балин строит железную дорогу от Южи до пристани на р. Тезе.

Вдоль гужевого тракта Иваново-Вознесенск – Ярославль развиваются Писцово, Гаврилов-Ям, вдоль тракта Иваново-Вознесенск – Плес – с. Яковлевское (ныне Приволжск) и т. д.

Постепенно на сетке плотного размещения фабрик по территории Верхневолжского района выделяется ядро с радиусом 350 км, в пределах которого более крупные группировки текстильных центров наблюдаются в виде каскадов по рекам, железным дорогам и гужевым трактам [4].

В то же время концентрация средств производства происходила не только в удобных именно с точки зрения транспортных условий местах. Значимым фактором было наличие также свободных территорий, свободных трудовых резервов.

Таким образом, для второй половины XIX в. характерны следующие тенденции в формировании системы расселения региона:

- во-первых, происходит формирование нового типа крупного населенного пункта – промышленного центра;
- во-вторых, промышленная функция в формировании и развитии крупных центров становится главенствующей, остальные постепенно воспринимают подчиненную роль;
- в-третьих, происходит формирование основной совокупности крупных населенных пунктов на территории региона;
- в-четвертых, именно в этот период закладываются качественные характеристики современной системы расселения: размещение крупных центров вдоль линий транспортных магистралей и группировка их двумя особыми «сгустками» в восточной части Подмосковья и вокруг Иваново-Вознесенска.

В 1900–1910-е гг. объективно назревает неразрешенность проблемы присвоения статуса городов населенным пунктам и определения административного уровня промышленных городов.

Некоторые фабричные села по своим экономическим функциям, численности населения, социальному составу и характеру занятий жителей были, по существу, «неофициальными» городами. Например, Орехово-Зуевская групповая система населенных мест в 1890 г. по числу рабочих (26,8 тыс. человек) уступала лишь Москве и Петербургу: только в поселке Никольском Покровского уезда в начале XX в. проживало около 30 тыс. человек.

В других фабричных центрах Владимирской губернии наблюдалась похожая картина: в Кохме Шуйского уезда

проживало 10 тыс. жителей, в Тейкове – 8 тыс. человек и т. д. Такая же ситуация складывалась в фабричных селах Костромской губернии (Родники, Вичуга, Середа имели от 7 до 12 тыс. жителей).

Новые промышленные центры, некоторые уже получив статус городов, а некоторые еще не успев это сделать, стали превалировать в общей массе населенных пунктов с числом населения более 5 тыс. жителей, обогнав очень значительно по динамике роста и фактическому числу жителей многие старые города.

Так, во Владимирской губернии в 1914 г. безудездный Иваново-Вознесенск насчитывал 169 тыс. жителей, уездная Шуя – 37 тыс., а губернский Владимир – 47 тыс. жителей. В 1917 г. в Богородске насчитывалось 32 тыс. жителей, в Егорьевске – 23 тыс., а Орехово-Зуево – 81 тыс. жителей [2]. В это же время население, например, Плеса составило 2 тыс. жителей, Юрьевца и Суздаля – 4 тыс. жителей, Луха – 1 тыс. жителей, Гаврилова Посада – 3 тыс. жителей.

В 1917 г. сразу после Февральской революции получает статус города Орехово-Зуево.

В 1918 г. из ряда уездов Владимирской, Костромской и Ярославской губерний, обладающих общностью социально-экономического потенциала, образуется Иваново-Вознесенская губерния. В ее пределах в первое десятилетие Советской власти получают статус городов и районных центров Середа, Приволжск, Вичуга, Родники, Кохма, Южа, Тейково. Причем практически все они статус городов получают вследствие быстрого развития промышленного производства. Из старых городов последовательно развиваются лишь Кинешма и Шуя, наращивающие свой социально-экономический потенциал.

В оставшейся части Владимирской губернии как промышленные центры развиваются старые города Ковров, Муром, Вязники; получают статус городов Собинка, Кольчугино, Гусь-Хрустальный, Карабаново; в Ярославской губернии – Гаврилов-Ям.

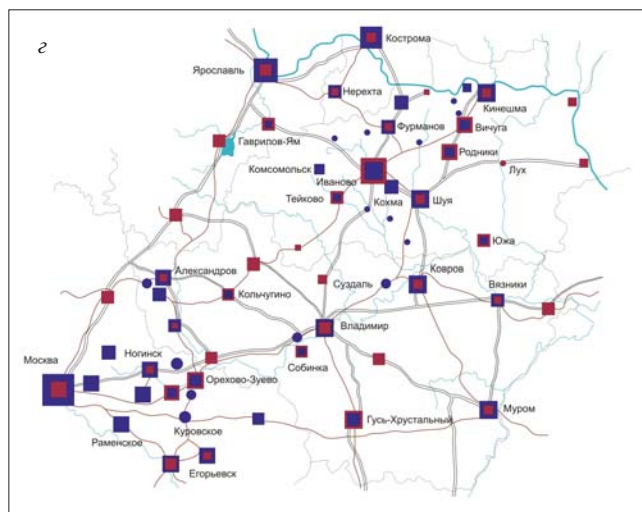
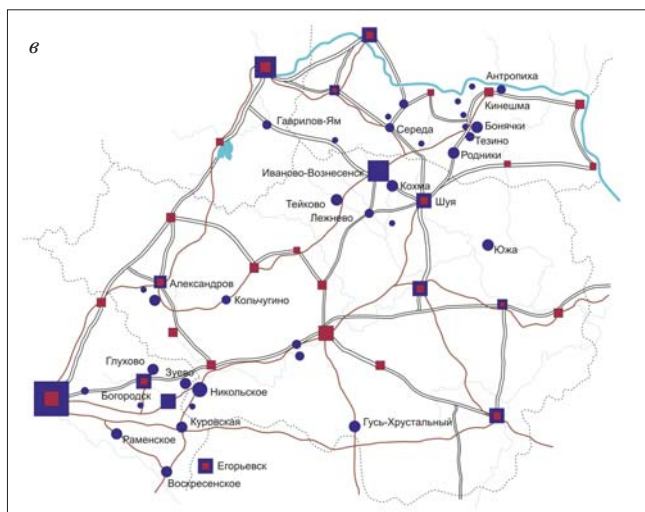
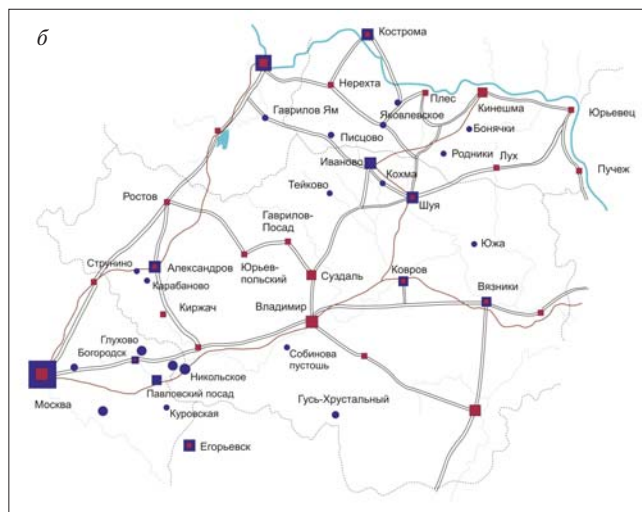
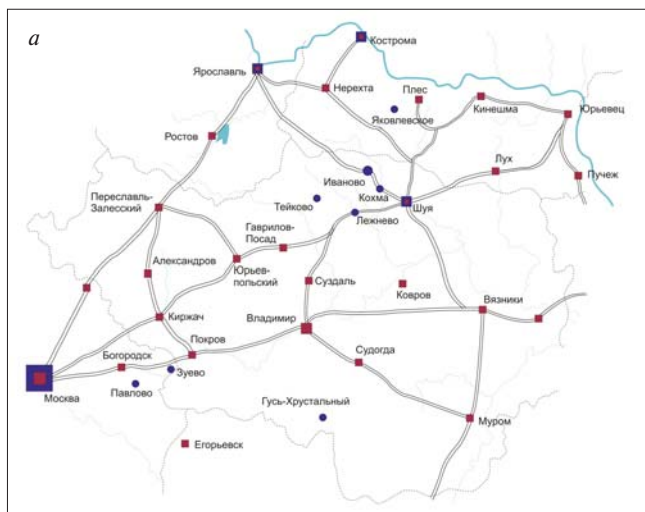
В 1920–1930 гг. статус городов в восточном Подмосковье получают Раменское, Балашиха, Электросталь, Ликино-Дулево, Ивантеевка.

Первые промышленные центры (Шатура, Комсомольск) создавались на базе развития энергетики в соответствии с планом ГОЭЛРО.

Фактически уже к концу 1930-х гг. полностью складывается существующая и поныне в регионе система расселения. В дальнейшем происходит лишь количественный рост экономического потенциала и численности населения уже сформированных городов.

Таким образом, для первой половины XX в. характерны следующие тенденции в формировании системы расселения региона:

- окончательно закрепляется главенствование роли промышленности в формировании и развитии городов,



Эволюция системы расселения северо-востока Центра России: а – 1820 г.; б – 1870 г.; в – 1915 г.; г – 1945 г. Синим цветом обозначена промышленная функция городов, красным – административно-торговая

вместе с тем именно в этот период теряет лидерство текстильная промышленность в появлении новых промышленных центров, такими отраслями становятся химия, энергетика, машиностроение;

- в этот период происходит институционализация основной части городов региона, система расселения получает большую «контрастность» и практически формируется в ее сегодняшнем виде;
- наблюдается неукоснительное последовательное развитие промышленных центров в тех ареалах (как линейных, так и территориальных) в пределах региона, которые определились в предыдущий период.

После Великой Отечественной войны система расселения в регионе не претерпевает каких-либо количественных изменений. Среди качественных характеристик необходимо отметить возрастание роли автомобильного транспорта и соответственно строительство некоторых новых магистральных автомобильных дорог, трассы которых по-новому, согласно сформированному административно-территориальному делению связали города региона. В то же время многие старые основные гужевые тракты региона утратили свое значение.

Итак, именно в течение индустриального технологического периода (1840–1980 гг.) в регионе произошло корен-

ное изменение роли отдельных функций в образовании и росте городов. Главенствующей функцией городов стала промышленная, а не административная, торговая или военная, как было в предыдущий период. В это время институционально сформировалось большинство городов региона. К середине этого периода практически была сформирована система расселения региона и его основные транспортные коридоры (см. рисунок). В это же время произошло коренное изменение типа городского расселения в регионе – от дисперсного до концентрированного. Были сформированы основные групповые системы населенных мест. Начиная с 1960-х гг. особых изменений в системе расселения не произошло.

#### Список литературы

1. Лимонов Ю.А. Владимиро-Суздальская Русь: Очерки социал.-полит. истории. Л.: Наука. Ленингр. отделение, 1987.
2. Города Подмосковья. Книга 2. М.: Московский рабочий, 1980. 620 с.
3. История Владимирского края. Ярославль: Верхневолж. кн. изд-во, 1973.
4. Гераскин Н.С. Архитектура русской текстильной фабрики XIX – нач. XX в. Дисс. д-ра архитектуры. М. 1972.

# ГОРОД-СПУТНИК НОВОЕ СТУПИНО

28 июля 2010 г. состоялась торжественная церемония закладки первого камня в строительство города-спутника Новое Ступино в Ступинском районе Московской области, которую провели министр регионального развития Российской Федерации В.Ф. Басаргин, губернатор Московской области Б.В. Громов, глава Ступинского района П.И. Челпан, генеральный директор компании MR Group, член генерального совета НАМИКС Р.С. Тимохин.



Выступление В.Ф. Басаргина на церемонии закладки первого камня в строительство малоэтажного города-спутника

Министр регионального развития РФ отметил, что возведение города-спутника Новое Ступино полностью соответствует направлениям приоритетного национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России», способствует формированию нового сегмента жилья эконом-класса, в том числе малоэтажного, внедрению новых энергосберегающих технологий. В.Ф. Басаргин сказал, что стоимость жилья в Новом Ступино составит около 30 тыс. р. за 1 м<sup>2</sup>.



Участники церемонии посетили построенные дома, отвечающие требованиям экологичности и энергосбережения



Макет улицы строящегося города-спутника



Макет генплана будущего города-спутника предполагает кроме жилья наличие развитой инфраструктуры и промышленной зоны для предоставления рабочих мест

Проект «Новое Ступино» призван удовлетворить спрос на малоэтажные доступные жилые дома, проектируемые на базе канадского опыта строительства пригородных поселков, и создать рабочие места. Новое Ступино – это первый в России полноценный малоэтажный город-спутник с доступным жильем, рабочими местами и развитой инфраструктурой на 55 тыс. человек. Экогород расположен в 70 км от МКАД по трассе М4-Дон. Основные показатели проекта: готовность 1-й очереди планируется в 2012 г.; общая площадь застройки 11,95 млн м<sup>2</sup>; общая площадь проекта 2,15 млн м<sup>2</sup>, из них малоэтажное доступное жилье – 1,7 млн м<sup>2</sup>; торговля и услуги – 0,2 млн м<sup>2</sup>; социальные объекты – 0,245 млн м<sup>2</sup>; индустриальный парк (полноценная промышленная зона экологически безопасного производства) – 2 млн м<sup>2</sup>; рекреационные зоны – 2,25 млн м<sup>2</sup>.

В проекте использован канадский опыт городского планирования и инженерного обеспечения. Канадские деревянно-каркасные технологии, которые в том числе будут использоваться в проекте, позволяют построить высококачественные, энергосберегающие здания. Проект соответствует стандартам жилья эконом-класса, утвержденным Министерством регионального развития РФ.

Ступинский район является одним из лидеров в России по привлечению иностранных инвестиций. В период 1991–2004 гг. Российская Федерация получила 36 млрд долл. США иностранных инвестиций или около 257 долл. США на каждого жителя страны. Для сравнения, иностранные инвестиции в Ступинском районе за тот же период составили около 7200 долл. США на душу населения, что стало одним из лучших показателей в РФ.

# 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», ознакомится 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 [www.rifsm.ru/avtoram.php](http://www.rifsm.ru/avtoram.php)



IV МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ  
АРХИТЕКТУРЫ, СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ ГОРОДОВ,  
СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ

# СТРОИТЕЛЬСТВО ГОРОДОВ 2010

18-21  
октября  
2010

**CityBuild**  
СТРОИТЕЛЬСТВО ГОРОДОВ  
[www.city-build.ru](http://www.city-build.ru)

Москва,  
Всероссийский  
Выставочный  
Центр,  
павильон №75

АРХИТЕКТУРА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕКОНСТРУКЦИЯ	ПОДЗЕМНЫЙ ГОРОД	ИНТЕХГЕОСТРОЙ
ВЫСОТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО	ДОРМОСТЭКСПО	ГОРОДСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ И КОММУНИКАЦИИ
БЕЗОПАСНОСТЬ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	ГАРАЖ И ПАРКИНГ	СВЕТ В ГОРОДЕ. ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ГОРОДОВ
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ДОМОСТРОЕНИЕ	специализированная экспозиция «Реализация приоритетного национального проекта «Доступное и комфортное жилье гражданам России»»	специализированная экспозиция «Города и регионы России. Достижения строительного комплекса»



Тел.: +7 (495) 935-73-50, 935-81-20; Факс: +7 (495) 935-73-51,  
e-mail: [city@ite-expo.ru](mailto:city@ite-expo.ru) [www.city-build.ru](http://www.city-build.ru), [www.ite-expo.ru](http://www.ite-expo.ru)

Россия  
Новосибирск



Россия  
Новосибирск

**1-4 ФЕВРАЛЯ 2011**

- Окна. Стекло. Фасады
- Ворота и автоматика
- Деревообработка

- Строительные материалы и оборудование
- Инструменты и крепеж

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ СПОНСОР

**BLIZKO**  
РЕМОНТ  
сеть еженедельников для покупателей строительных и отделочных материалов

[WWW.STROISIB.COM](http://WWW.STROISIB.COM)

# СТРОЙСИБ

МЕЖДУНАРОДНАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ ВЫСТАВКА



**15-18 ФЕВРАЛЯ 2011**

- Интерьер. Отделка. Двери
- Инженерное оборудование
- Системы автоматизации зданий

- Электрика
- Керамика. Сантехника
- Натуральный и искусственный камень

ПОДДЕРЖКА



ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПОНСОРЫ

**СТРОИТЕЛЬНАЯ ОРБИТА**

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ XXI ВЕК**

**Стройка**  
ГРУППА ГАЗЕТ

**КРОВЛИ**

**СТРОИТЕЛЬСТВО**  
в сервисе выставки **Сибирь**

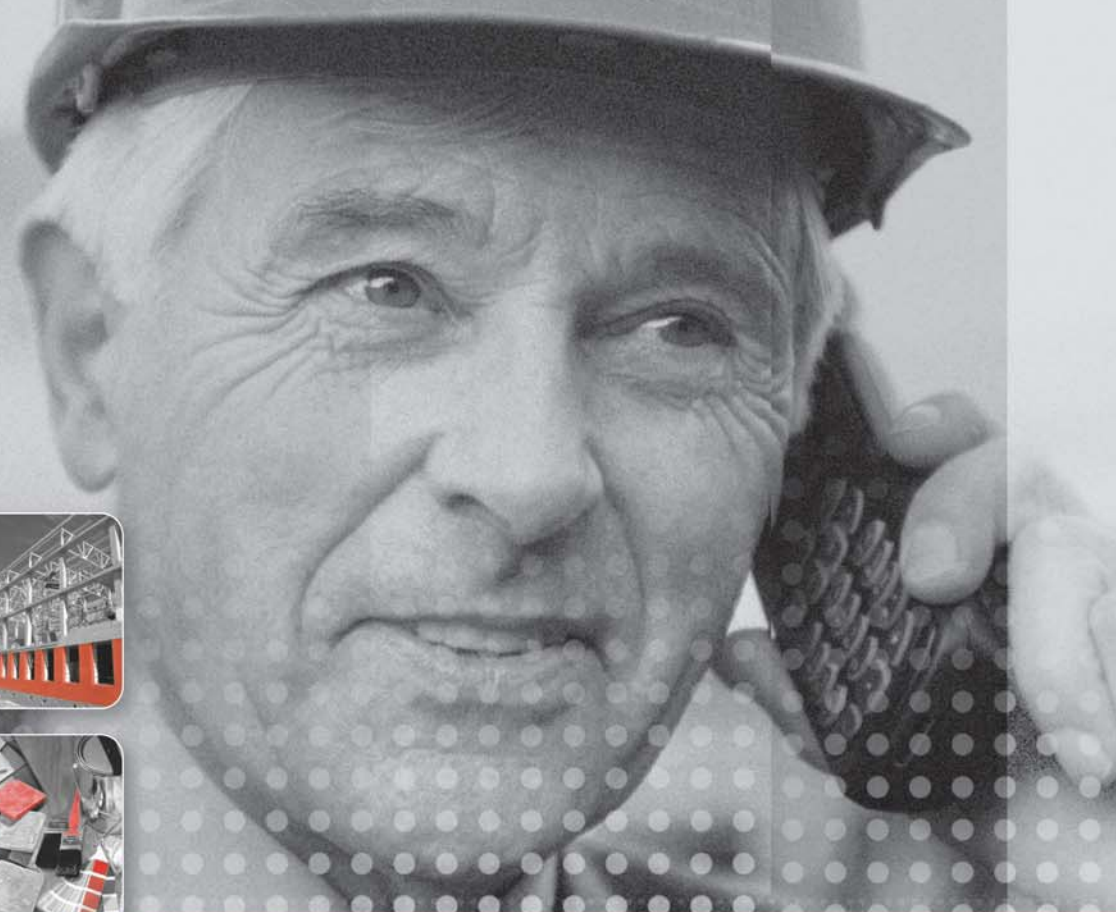
**ПРОФИ**

**ПРОФИ**

ИТЕ СИБИРСКАЯ ЯРМАКА  
Россия, 630049, Новосибирск,  
Красный проспект, 220/10



Телефон: (383) 363-00-63, 363-00-36,  
факс: (383) 220-97-47  
[www.stroisib.com](http://www.stroisib.com)



Двенадцатая специализированная выставка

# ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ 2011



## 26–29 ЯНВАРЯ МОСКВА, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

ОРГАНИЗАТОРЫ:  ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ (КОМПЛЕКС ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ И СТРОИТЕЛЬСТВА Г.МОСКВЫ)  **ЕВРОЭКСПО** ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА:  **МСТ**  **ОСЭТ** ПРИ СОДЕЙСТВИИ:  **ЭКСПОЦЕНТР**

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ СПОНСОР:  **Стройка** ГРУППА ГАЗЕТ ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА:  **СТРОИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРТ**  **ДОМ**  **СОВРЕМЕННЫЙ ДОМ**  **СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР:  **VanDor.RU** ОФИЦИАЛЬНЫЙ ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР:  **OSM**

[www.osmexpo.ru](http://www.osmexpo.ru)

E-mail: [osm@osmexpo.ru](mailto:osm@osmexpo.ru)

Тел.: +7 (495) 925 65 61/62

Факс: +7 (499) 248 07 34