

нии средней плотности материала до класса Д300и марке цемента М500 армирующая добавка увеличивает прочность образцов.

Определена скорость достижения равновесной влажности пенобетоном с дисперсным армированием и без армирования. Несмотря на более высокую начальную влажность, образцы с дисперсным армированием высыхали до постоянной массы быстрее, чем контрольные образцы. Таким образом, дисперсное армирование пенобетона волокнами целлюлозы не только повышает его прочность на сжатие, но и уменьшает время достижения им равновесной влажности. Следовательно, использование разработанных составов пенобетона с дисперсным армированием волокнами целлюлозы позволит сократить время достижения изделиями отпускной влажности и позволит обеспечить низкие показатели адсорбционной влажности стен в процессе эксплуатации.

#### **СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Казаков, Ю.Н. Малоэтажные градостроительные комплексы с энергосберегающими строительными системами и ячеистыми бетонами / Ю.Н. Казаков // Ячеистые бетоны в современном строительстве: сб. докладов междунар. науч.-практ. конф. – СПб., 2004. – С. 29-33.
2. Вылегагин, В.П. Стены здания в несъемной опалубке из теплоизоляционного пенобетона / В.П. Вылегагин, В.А. Пинскер // Ячеистые бетоны в современном строительстве: сб. докладов, междунар. науч.-практ. конф. – СПб., 2004. – С. 6-9.
3. Пинскер, В.А. Состояние и проблемы производства и применения ячеистых бетонов / В.А. Пинскер // Ячеистые бетоны в современном строительстве: сб. докладов, междунар. науч.-практ. конф. – СПб., 2004. – С. 1-5.
4. Кондратьев, В.В. Структурно-технологические основы получения «сверхлегкого» пенобетона: автореферат дис. ... канд. техн. наук / В.В. Кондратьев. – Казань, 2003. – 22 с.
5. Курнышев, Р.А. Особо легкий поробетон: автореферат дис. ... канд. техн. наук. – М., 2004 – 23 с.
6. Елистраткин, М.Ю. Ячеистый бетон на основе ВНВ с использованием отходов КМА: автореферат дис. ... канд. техн. наук / М.Ю. Елистраткин. – Белгород, 2004 – 22 с.
7. Удачкин, И.Б. Теплосберегающие стеновые материалы на основе неавтоклавных ячеистых бетонов / И.Б. Удачкин, В.И. Удачкин // Вестник БГТУ им. В.Г.Шухова. – 2003. – № 4. – С. 14–25.
8. Композиция для изготовления дисперсно-армированного пенобетона, МКП С 04 В 38/10 / Б.М. Румянцев, В.Т. Нгуен, Н.Т. Нгуен; Московский государственный строительный университет. – № 2235082; заявл. 31.03.2003; опубл. 27.08.2004 // Открытия. Изобретения. – 2004.
9. Махамбетова, У.К. Современные пенобетоны / У.К. Махамбетова, Т.К. Солтанбеков, З.А. Естемесов – СПб.: ГУПС, 1999. – 161 с.

УДК 692.232.7

*Дубатовка А.И., Твердохлебов Р.В.*

### **ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕГКИХ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ В МНОГОЭТАЖНОМ ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Общим трендом в мировом развитии ж/б индустрии является развитие гибкости производителя под нужды заказчика и возможности использования изделий из сборного железобетона для строительства зданий свободной планировки в кратчайшие сроки с гарантированно высоким качеством ж/б изделия.

Конструкция сборного каркаса обеспечивает ускорение сроков возведения объектов за счёт заводского изготовления элементов и значительного упрощения технологии монтажа конструкции. Применение современных технологий

изготовления сборного железобетона, в том числе предварительно напряженного, позволяет снизить трудозатраты, материалоемкость и энергоемкость строительства. Заводская технология изготовления конструкций на всех этапах обеспечивает контроль качества изделий.

Для повышения технологичности возведения каркасных и панельных зданий, сокращения сроков и энергоёмкости строительства в мире всё шире используются технологии легких ограждающих конструкций.

Ввиду отсутствия отечественных технологий легких ограждающих конструкций, на начальной стадии разработки активно исследовался опыт ближайших к нам по климату европейских стран, в частности Финляндии, Украины, России.

В Европе легкие ограждающие конструкции используются в основном в технологиях "быстрого" коттеджного строительства и популярны в североевропейских странах. Например, в Финляндии на долю каркасного домостроения приходится 75%, а в Швеции на них приходится до 90% новых коттеджей. Применение металлического каркаса в этих конструкциях позволило повысить их качество изготовления и решить вопросы пожарной безопасности, что открыло возможность использования таких изделий в качестве наружных стен многоэтажных зданий. Поэтому сейчас в Швеции, Норвегии и Финляндии применение легких навесных стен в многоэтажных зданиях достигает до 70% рынка, в Нидерландах и Германии – до 50% (рис. 1).

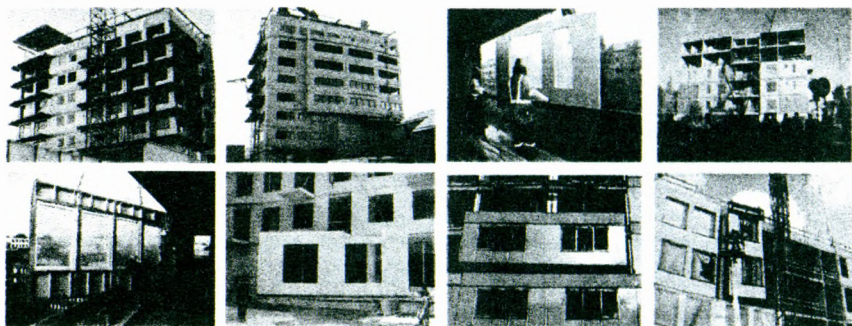


Рисунок 1 – Применение легких ограждающих конструкций в Европе

Стабильность геометрии конструкций на основе металлического каркаса обеспечивается высокой точностью размеров стальных профилей, которые в отличие от древесины не подвержены влиянию биологических и влажностно-температурных процессов и характеризуются отсутствием усадки в период строительства и эксплуатации. Технология легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) при строительстве индивидуального жилья применяется в мире уже более 50 лет.

Одним из первых производителей ограждающих конструкций на основе тонкостенных холодногнутых профилей (ТХП) была финская компания Rannila, представившая легкие наружные термостены, каркас которых составлялся из термопрофилей Rannila. Компания Rannila предложила два метода изготовления наружных стен:

– детальный, при котором каркас стен собирается на строительной площадке

из отдельных профилей, укладывается теплоизоляционный материал, пароизоляционная пленка и закрепляются плиты облицовки стен;

- панельный, при котором стены сооружаются из собранных на заводе термопанелей (элементов стены), которые состоят либо только из термопрофильного каркаса с теплоизоляционным материалом, пароизоляционной пленкой и плитами облицовки, либо имеют уже двери и окна.

Основное влияние на развитие в России технологии с применением в качестве ограждающих конструкций стеновых панелей из тонкостенных профилей оказали финские разработки.

В металлическом каркасе панели необходимы точность изготовления и правильная геометрия элементов каркаса, так как они непосредственно влияют на величину поля допуска в узлах стыковки профилей.

Основными проблемами применения финской технологии в России стали недостаточное внимание к деталям и поверхностный подход к технологическим особенностям. При закупке оборудования для изготовления профилей, с целью экономии средств, импортные высокотехнологичные линии не покупались, а заказывались у российских производителей, что сказалось на точности и качестве изготовления профилей и перфораций в них, а диапазон толщины металла профиля от 1,5 до 4 мм (ГОСТ Р 52246-04) привел к слишком большим допускам на их изготовление.

Нарушение технологии перфорирования противоречит требованиям ТКП 45-2.01-111-2008 «Защита строительных конструкций от коррозии» в пунктах 8.2.4 и 8.2.14. При производстве термопрофилей по кустарной технологии перфорации, слой защитного цинкового покрытия повреждается еще на стадии изготовления и является технологической нормой (рис. 2).

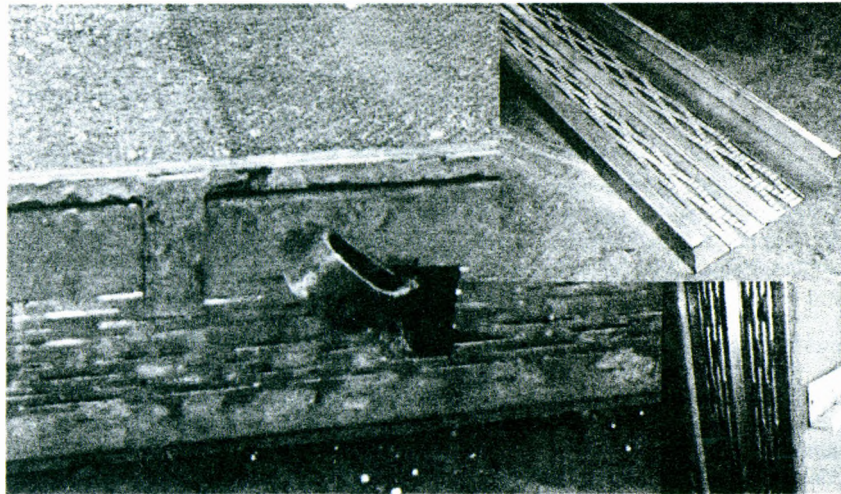


Рисунок 2 – Деформация в виде «чешуи», «прорубки» стенки профиля без восстановления защитного цинкового покрытия у ряда российских производителей

Таким образом, можно утверждать, что российский вариант металлического каркаса панели не надежен с точки зрения коррозионной стойкости, а рацио-

нальность применения термопрофилей является спорной по следующим причинам:

- сложность прогнозирования поведения во времени по проявлению пластических и усталостных свойств и, как следствие, долговечности;
- необходимость устройства дополнительной защиты от коррозии;
- увеличение металлоемкости и количества теплопроводных включений.

## Панель строительная легкая ПСЛ



Рисунок 3 – Схема конструкции панели ПСЛ

На основании вышеизложенного в отечественной конструкции (рис. 3) легкой стеновой панели (далее – ПСЛ) используется профиль без термоперфораций в стенке. Вопрос высокой теплопроводности металла и «мостиков холода» в толще стены предлагается решать применением специальной теплоизолирующей прокладки между облицовками и металлическим каркасом. Кроме того, прокладка исключит агрессивное воздействие облицовочных листовых материалов на оцинкованный каркас.

В панели применен трехслойный теплоизоляционный слой: с двух сторон целлюлозный утеплитель эковата, в середине температурно-влажнорегулирующая вставка из экструзионного пенополистирола и внутренние воздушные камеры. Обшивка выполнена из стекломагнезитовых листов СМЛ.

Основная идея применения ПСЛ – это реализация в комплексе изделий полной заводской готовности с фасадным покрытием и пакета решений по увеличению надежности и долговечности, совершенствованию теплоизоляционных и звукоизоляционных функций при уменьшенной толщине панелей с дополнительной комплектацией современными системами регулирования микроклимата и подачи приточного воздуха.

Основными показателями, полученными в результате испытаний опытных образцов основной конструкции ПСЛ (при толщине 192 мм), являются следующие:

- ✓ по огнестойкости RE 45 и по классу пожарной опасности K0;
- ✓ по сопротивлению теплопередаче  $R_{прив}=3,21 \text{ м}^2\cdot\text{°C}/\text{Вт}$ ;
- ✓ по звукоизоляции 50 дБ.

При необходимости, более высокие показатели достигаются за счет применения дополнительных слоев теплоизоляции и внешней отделки.

Панель ПСЛ позволит снизить нагрузку на несущие конструкции здания до 5 раз в сравнении с мелкоштучными элементами (табл. 1), что даст возможность при том же фундаменте повысить этажность надстройки, а в зданиях с каркасами с поперечно несущими стенами произвести, при необходимости, замену стен. Работы выполняются в соответствии с ТКП 45-3.02-156-2009 «Здания и сооружения, возводимые с применением изделий поэлементной сборки. Правила проектирования и устройства» и ТКП 45-5.06-136-2009 «Легкие ограждающие конструкции. Правила монтажа», с учетом дополнительных требований монтажной организации, согласованных с разработчиками проекта.

Таблица 1 – Сравнение ТЭП различных стен

Наименование показателей	Стены из штучных материалов			Панель строительная лёгкая (ПСЛ) 192 мм ----- экономия, %
	Кирпич пустотел. + шуба, 250+100 мм	Газосиликат D500, 500 мм	Газосиликат + шуба, 400+30 мм	
Затраты труда на 1 м <sup>2</sup> с монтажом, чел/час	21,53	19,09	20,67	5,48 ----- 71% ... 75%
Сопротивление теплопередаче, м <sup>2</sup> ·°C/Вт	2,6	3,17	3,15	3,21
Вес 1 м <sup>2</sup> стены, кг	460	290	285	60 ----- 79% ... 87%
Стоимость 1 м <sup>2</sup> с монтажом, \$	175	164	173	150 ----- 9% ... 14%

Применение более дешевых материалов облицовки и теплоизоляции, уменьшенная материалоемкость и трудоемкость изготовления, монтажа и фасадных работ привели к низкой стоимости легких панелей ПСЛ. Использование конструктивных усилителей, уплотняющих прокладок, автоматизации и заводского контроля качества позволяет быть ПСЛ более надежной и долговечной конструкцией в сравнении с имеющимися аналогами. Комплексная система «сухого» монтажа с применением ПСЛ и доборных соединительных элементов, разработанная с учетом ремонтпригодности, позволяет улучшить эксплуатационные показатели и энергоэффективность здания с ПСЛ в целом. Комплексная система «сухого» монтажа с ПСЛ является дальнейшим развитием финских разработок ограждающих конструкций и открывает новые возможности применения легких панелей, в том числе и в жилых многоэтажных зданиях.

Внедрение результатов исследований строительных технологий, основанных на использовании тонкостенных холодногнутых профилей, стекломagneзиевых листов, целлюлозного утеплителя эковаты, позволит значительно смягчить острую проблему нехватки каменщиков и повысить скорость возведения ограждающих конструкций на 20-30%.

#### **СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Дубатовка, А.И. Конструктивные системы зданий с применением ограждающих конструкций из стеновых панелей на основе стекломagneзиевых листов: дис. ... магистра строительства. – Минск: БНТУ, 2012. – 86 с.
2. Строительная теплотехника: ТКП 45-2.04-43-2006 (с изм. 1-5).

УДК 62.059.7

*Захаркина Г.И.*

### **ВИДЫ ПЕРСПЕКТИВНЫХ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ НАДСТРОЕК ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ**

Устойчивое развитие городской среды на современном этапе безусловно связано с проблемой реконструкции жилой застройки прошлого столетия. Поэтому поиск возможных способов реконструкции старого жилого фонда с целью prolongирования срока его службы, увеличения полезной площади и соответствия условий проживания современным требованиям на сегодняшний день особенно актуален. Тем более, что эти дома сохранили значительный запас прочности.

В процессе длительной эксплуатации жилья застройка, как известно, приобрела не только многие физические дефекты, но и морально устарела, перестав удовлетворять современным потребительским качествам, предъявляемым к жилью. Физический износ обуславливается снижением прочностных свойств конструкции, ухудшением состояния инженерно-технических систем отопления, водоснабжения, вентиляции, канализации, электрооборудования. Изменение нормативов и требований к планировке жилых и вспомогательных помещений может привести к ситуации, когда дом, находящийся в удовлетворительном состоянии, становится, согласно новым требованиям, непригодным для жилья и должен подвергнуться реконструкции. Это и есть так называемый моральный износ здания. Реконструкция позволяет переоборудовать здание соответственно современным нормам и требованиям.

Эффективным приёмом увеличения полезных площадей и модернизации квартир в соответствии с новыми требованиями является надстройка, поскольку при этом не требуется увеличения площадей земельных участков. Идея применения надстроек для наращивания площадей не нова. Ещё в 20–30-х годах прошлого века и в послевоенном периоде это был один из основных приёмов реконструкции в отечественной и зарубежной практике.

Актуальность применения надстроек возрастает на современном этапе особенно в крупных городах, где в сложившейся городской застройке стоимость земли высока, и инженерная и социальная инфраструктура является значительной частью экономических показателей.

Достоинствами данного метода реконструкции является возможность получения дополнительных площадей без существенных затрат на усиление существ-