

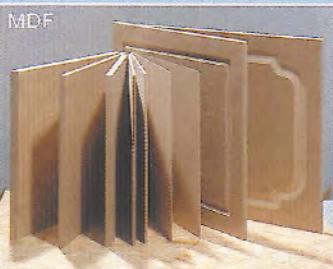
ISSN 0585-430X

# СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ® №1

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ИЗДАЕТСЯ С 1955 г.

ЯНВАРЬ 2006 г. (613)



**kronostar**  
RUSSIA

SWISS KRONO GROUP

**КРУПНЕЙШИЙ ЗАВОД В РОССИИ**  
по производству древесных плит

[www.kronostar.com](http://www.kronostar.com)

УДК 666.973

Ю.А. МАТРОСОВ, канд. техн. наук, НИИСФ,  
В.Н. ЯРМАКОВСКИЙ, канд. техн. наук, НИИЖБ (Москва)

## Энергетическая эффективность зданий при комплексном использовании модифицированных легких бетонов

Энергетическая эффективность здания – это свойство здания и его инженерных систем обеспечивать заданный уровень расхода тепловой энергии для поддержания оптимальных параметров микроклимата помещений. Под тепловой защитой здания понимаются теплозащитные свойства совокупности его наружных и внутренних ограждающих конструкций, обеспечивающие заданный уровень расхода тепловой энергии (теплопоступлений) здания с учетом воздухообмена помещений не выше допустимых пределов, а также их воздухоницаемость и защиту от переувлажнения при оптимальных параметрах микроклимата помещений. Нормируемые параметры тепловой защиты зданий и энергетическая эффективность здания установлены в СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».

По основополагающим принципам СНиП 23-02-2003 – это совершенно новый документ как по своей структуре и области применения, так и по устанавливаемым им критериям теплозащиты зданий, методам контроля, характеру и уровню энергоаудита, согласованности с европейскими стандартами. В документе установлены две группы обязательных к исполнению взаимосвязанных критерисев тепловой защиты здания и два способа проверки на соответствие этим критериям.

В табл. 3 СНиП 23-02-2003 представлена **классификация энергетической эффективности зданий** по степени отклонения расчетных или измеренных нормализованных значений удельных расходов тепловой энергии на отопление здания от нормируемого значения: классы ***A***, ***B*** и ***C*** – соответственно очень высокий, высокий и нормальный. Классы ***A*** и ***B*** устанавливаются для вновь возводимых и реконструируемых зданий на стадии разработки проекта и впоследствии уточняются по результатам эксплуатации.

В СНиП 23-02-2003 и в СНиП 31-01 «Здания жилые, многоквартирные» предусмотрена обязательная разработка нового раздела проекта зданий «Энергоэффективность», в котором должны быть представлены сводные показатели энергоэффективности проектных решений.

Ограждающие конструкции зданий должны обеспечивать нормируемое сопротивление теплопередаче с минимумом теплопроводных включений и герметичностью стыковых соединений в сочетании с надежной пароизоляцией, максимально сокращающей проникновение водяных паров внутрь ограждения и исключающей возможность накопления влаги в процессе эксплуатации. В то же время ограждающие конструкции должны обладать необходимой прочностью, жесткостью, устойчивостью, долговечностью, а также надежностью обеспечения теплозащитных функций в период времени эксплуатации здания. С внутренней и наружной сторон ограждающие конструкции должны иметь защиту от внешних воздействий. Кроме того, они должны удовлетворять общим архитектурным, эксплуатационным, санитарно-гигиеническим требованиям, требованиям ремонтопригодности.

Различают два основных вида наружных стен по числу основных слоев – однослойные и многослойные.

Практически однослойные стены в виде кладки из блоков и перемычек целесообразно выполнять из конкурентоспособного и востребованного на строительном рынке материала для ограждающих конструкций, как например, разработанный НИИЖБ модифицированный полистиролбетон на низкотеплопроводном и низкосорбционно-активном композиционном вяжущем (МПСБ) [1, 2].

Ниже приведены основные технические характеристики МПСБ для сборных изделий и конструкций (стеновых блоков, перемычек и теплоизоляционных плит).

Плотность, кг/м<sup>3</sup> ..... 250–350

Коэффициент теплопроводности  $\lambda_B$ , Вт/(м·°C),

для условия «Б» по СНиП при использовании:

шлакопортландцемента (ШПЦ) ..... 0,08–0,112

малоклинкерного композиционного

вяжущего (МКВ) ..... 0,06–0,081

Морозостойкость, марка ..... F100–F200

Усадка при использовании, мм/м:

ШПЦ ..... не более 1,5

МКВ ..... не более 1

В сравнении с применяемыми в настоящее время в России для производства стеновых блоков традиционными ячеистыми бетонами (безавтоклавный пенобетон с плотностью 600–700 кг/м<sup>3</sup>, автоклавный газосиликат – 450–550 кг/м<sup>3</sup>) МПСБ имеет ряд преимуществ. Минимально возможная плотность при требуемой достаточной для блоков самонесущих стен прочности меньше в сравнении с пенобетоном в 2–2,4 раза, а в сравнении с газосиликатом – в 1,6–1,8 раза; сорбционная (равновесная) влажность меньше в 2–3,4 раза, величина  $\lambda_B$  – в 2,5–2,8 раза; усадка – в 2–2,5 раза, морозо-



Рис. 1. Строительство жилого здания в Иркутске с трехслойными кирпичными стенами при среднем слое из монолитного полистиролбетона марки по плотности D200–D250

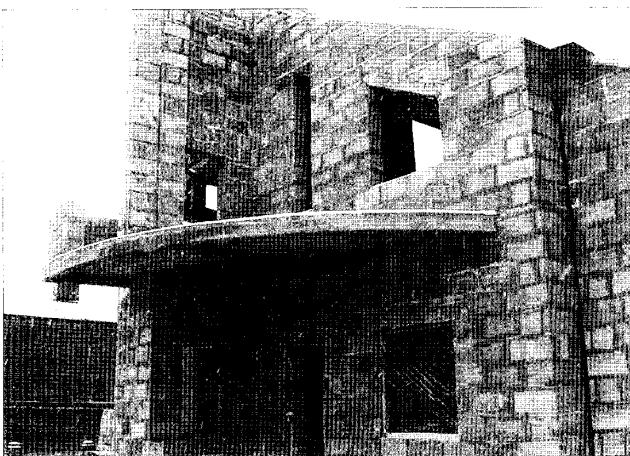


Рис. 2. Строительство коттеджа в Иркутской области со стеновыми блоками из модифицированного полистиролбетона

стойкость выше в 2–3 раза. Стоимость 1 м<sup>2</sup> стеновой кладки из МПСБ исходя из стоимости материалов и технологии изготовления с учетом преимущества в теплофизических характеристиках меньше на 30–50 % (в зависимости от вида применяемого вяжущего).

Такие стены применимы для зданий, строящихся в регионах, имеющих до 9000 градусо-суток отопительного периода (т. е. для подавляющего большинства регионов России) при толщине блока не более 300–400 мм. Особенно эффективны и высоко востребованы такие бетоны при строительстве жилых зданий в районах Сибири (рис. 2, 3).

Еще более эффективен для применения в ограждающих конструкциях с высокими теплозащитными свойствами монолитный полистиролбетон с высокопоризованной и пластифицированной матрицей (МПВМ). В частности, более высокая теплотехническая эффективность его в наружных стенах обусловлена меньшей возможной плотностью и, следовательно, теплопроводностью, отсутствием швов из относительно высокотеплопроводного ( $\lambda_B=0,87-0,93 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$ ) цементно-песчаного раствора в стеновой кладке, которые уменьшают до 35 % в зависимости от толщины шва сопротивление теплопередаче стены.

МПВМ применяется при возведении самонесущих наружных стен в основном каркасных зданий в несъемной опалубке различных видов, выполняющей одновременно в фасадах защитно-декоративные функции, или для утепления плит покрытий, чердачных перекрытий и перекрытий над техподпольями.

Особенно эффективно применение монолитной теплоизоляции из МПВМ при возведении стен зданий в сейсмически активных районах, например в Иркутске (рис. 1). В таких районах применение стеновой кладки из легкобетонных блоков возможны только для малоэтажного строительства (рис. 2).

При величине плотности полистиролбетона от 150 кг/м<sup>3</sup> (для коттеджей и малоэтажных зданий) до 250 кг/м<sup>3</sup> (для многоэтажных зданий) величина  $\lambda_B$  при использовании портландцемента составляет 0,06–0,09 Вт/(м·°C), а при использовании ШПЦ – 0,055–0,08 Вт/(м·°C). Высокопоризованные (объем воздухововлечения до 35%), пластифицированные и практически нерасслаивающиеся при технологических переделах полистиролбетонные смеси изготавливаются непосредственно на строящемся объекте, транспортируются бетононасосами и укладываются в опалубку без виброуплотнения с помощью специальной мобильной установки.

Возводимые в несъемной опалубке с применением монолитного полистиролбетона практически трехслойные стены представляются значительно более эффективными в сравнении с традиционными трехслойными

железобетонными стеновыми панелями с плитным утеплителем из пенополистирола или минеральной ваты и связями различных видов. Обусловлены эти преимущества главным образом тем, что в сравнении с указанными традиционными утеплителями МПВМ при достаточно близких значениях теплопроводности отличается повышенной в 2–3 раза долговечностью и надежностью в эксплуатации; повышенной на 30–50% обеспеченностью теплофизических свойств во времени эксплуатации (расчетный срок – 100 лет); повышенной огнестойкостью и экологической чистотой; существенно более низкой (в 2–2,5 раза) стоимостью [1].

Стоимость же 1 м<sup>2</sup> стены с монолитной теплоизоляцией из МПВМ с учетом стоимости несъемной опалубки меньше на 10–15% в сравнении с трехслойными железобетонными панелями с традиционными утеплителями. К этому следует добавить, что трехслойные стены с использованием МПВМ исключают накопление влаги между слоями и обеспечивают более комфортные условия жилища. Стены с таким решением применимы для любого расчетного количества градусо-суток климатических регионов России при толщинах 30–60 см с учетом несъемной опалубки.

Тепловая защита здания, а следовательно, и его энергетическая эффективность во многом зависят от теплотехнической однородности ограждений. Последняя может быть существенно повышена, если легкие бетоны применять не только в стенах, покрытиях в качестве утеплителя или конструкционно-теплоизоляционного материала, но и в элементах несущего каркаса здания или в несущих конструкциях зданий смешанной системы. Действительно, в соответствии с данными СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий» величина  $\lambda_B$  конструкционных легких бетонов классов по прочности при сжатии B15–B50 с маркой по плотности соответственно D1600–D1900 составляет 0,79–0,99 Вт/(м·°C), в то время как для тяжелого бетона на плотном природном заполнителе – 1,86 Вт/(м·°C).

Теплотехнические расчеты показывают, что заменяя тяжелый бетон в несущих конструкциях зданий на низкотеплопроводный легкий, можно существенно выиграть в теплотехнической однородности ограждения и, следовательно, либо в сокращении расчетной толщины наружной стены на 10–20%, либо при сохранении толщины – в снижении энергозатрат на отопление здания, т. е. в повышении его энергоэффективности.

Конструкционные легкие бетоны (керамзитобетон, шлакопемзобетон) с модифицированной структурой,

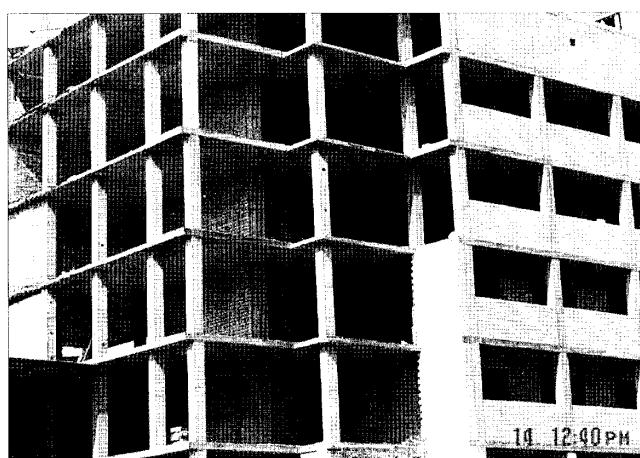


Рис. 3. Возведение монолитного несущего каркаса из легких бетонов на пористом шлаковом гравии Новолипецкого металлургического комбината и наружных стен с монолитной теплоизоляцией из полистиролбетона (облицовка кирпичом) при строительстве жилого здания в г. Воронеже

обладающие при достаточно высокой для элементов монолитных несущих каркасов зданий, в том числе высотных, прочностью при высокоподвижных смесях и в то же время относительно низкой теплопроводностью, разработаны в НИИЖБ и успешно применяются в практике современного строительства.

Примерами зданий, в которых достигнут при минимальных материальных затратах высокий уровень тепловой защиты и соответственно высокая энергоэффективность, являются строящиеся в последние два-три года каркасные жилые здания в Воронеже. Наружные стены возводятся трехслойными с монолитной теплоизоляцией из полистиролбетона марки D200 в несъемной опалубке различных видов, а элементы несущего каркаса выполняются из легких бетонов классов до B40 на пористом шлаковом гравии Новолипецкого металлургического комбината (рис. 3).

Такое комплексное применение в ограждающих и несущих конструкциях модифицированных легких бетонов способствует не только повышению энергоэффективности здания, но и обуславливает возможности снижения массы здания до 30%, соответственно уменьшение нагрузки на основание и фундаменты, сокращение расхода арматуры в фундаментах на 10–15%; повышение пожаробезопасности здания.

Такой эффект позволяет рекомендовать комплексное применение модифицированных легких бетонов различных видов в строительстве высотных зданий [3, 4], которые должны характеризоваться только высокими классами энергоэффективности (классы «А» и «Б» по СНиП 23-02-2003).

Использование созданной системы современных норм и стандартов в области строительной теплотехники в комплексе с новым поколением модифицированных легких бетонов, применяемых и в ограждающих, и

в несущих конструкциях зданий, обеспечивает условия для необходимого преобразования рынка перспективных строительных технологий, приводит к повышению надежности тепловой защиты и значимому энергосбережению при эксплуатации зданий, повышает тепловой комфорт в жилых помещениях и снижает зависимость микроклимата в них от аварийных и экстремальных ситуаций.

### Список литературы

- Чиненков Ю.В., Ярмаковский В.Н. Модифицированные полистиролбетоны в ограждающих конструкциях зданий и инженерных сооружений // Стройматериалы: архитектура. № 2. Приложение к журналу «Строительные материалы» 2004. № 4. С. 13–17.
- Ярмаковский В.Н. Композиционные вяжущие для легких бетонов с высокими показателями теплоизолационного качества // Труды международной научно-практической конференции «Наука и технология силикатных материалов – настоящее и будущее». Т. IV. Москва, 14–17 октября 2003 г. С. 300–307.
- Матросов Ю.А. Энергетическая эффективность высотного домостроения. Информационный сборник №1 «Уникальные и специальные технологии с строительством г. Москвы». Центр новых строительных технологий, М., 2004. С. 100–106.
- Матросов Ю.А., Ярмаковский В.Н. Рекомендации по проектированию тепловой защиты и энергоэффективности высотных зданий. Информационный сборник №2 «Новые материалы, конструкции, оборудование и технологии в строительном комплексе г. Москвы». Центр новых строительных технологий, М., 2005. С. 24–35.

**14–16 марта 2006 г.**

**Москва, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»,  
павильон №1, зал №1**



**Выставка приурочена к профессиональному празднику – Дню работника ЖКХ и призвана ознакомить потенциальных потребителей строительного, дорожно-строительного и коммунального оборудования с последними достижениями в этой области.**

## «Передовые технологии и оборудование в жилищно-коммунальном хозяйстве Подмосковья»

### Организаторы выставки:

Правительство Московской области

Министерство

жилищно-коммунального  
хозяйства Московской области

Московская общественная научно-  
техническая организация строителей

### Основные цели выставки:

содействие реформированию и развитию жилищно-коммунального комплекса Московской области;

привлечение инвестиций в коммунальный и дорожно-строительный секторы экономики с использованием лизинга и товарного кредита;

внедрение передовых строительных и коммунальных технологий и оборудования;

содействие в реализации региональных и муниципальных программ технического перевооружения.

### Основные тематические разделы выставки:

- ремонт и обслуживание жилищного фонда, благоустройство территории и озеленение;
- вывоз, переработка бытовых и промышленных отходов;
- строительные материалы и конструкции;
- дорожные работы и дорожно-строительная техника;
- спецтехника и городской транспорт;
- системы противопожарной защиты;
- электротехническое оборудование и технологии;
- газоснабжение и эффективное использование газа;
- модернизация жилищного комплекса;
- системы энергообеспечения;
- отопление, вентиляция и кондиционирование;
- приборы коммерческого учета и контроля энергоносителей, средства автоматизации;
- кровельные и изоляционные системы;
- теплоэнергосберегающие материалы и технологии;
- наружные сети водопровода и канализации, очистные сооружения;
- современное сантехническое оборудование;
- материалы и оборудование садово-паркового хозяйства;
- санитарная очистка населенных мест от ТБО.

Оргкомитет: т/ф. (495) 917-88-10, 917-88-31, 916-02-83  
E-mail: montos@inbox.ru

тел. (495) 917-77-70  
www.montos.org