

REFERENCES

1. Arystan I.D. Tehnologii provedeniia i krepleniia gornyh vyrabotok / M.B. Baizbaev, R.M. Abdrashev. – Aktobe: ARGÝ im. K. Jýbanova, 2019. – 99 p.
2. Arystan I.D. Kreplenie gorizontalnyh gornyh vyrabotok v ýsloviiah shaht Donskogo GOKa / E.A. Abeýov, R.M. Abdrashev – VIII Mejdýnarodnaia naýchno-prakticheskaiia konferentsiia «Sovremennye tendentsii i innovatsii v naýke i proizvodstve», 03-04 apreliia 2019. Kemerovo: KýzGTÝ, 2019. – 74 p.
3. Matayev, A.K. Research into rock mass geomechanical situation in the zone of stope operations influence at the 10th Anniversary of Kazakhstan's Independence mine / Kainazarova, A.S., Arystan, I.D., Abeuov, Ye., Kainazarov, A.S., Baizbayev, M.B., Demin, V.F., & Sultanov, M.G. – Mining of Mineral Deposits, 15 (1), 2021. – 1-10. <https://doi.org/10.33271/mining15.01.042>.
4. A.K. Matayev. Substantiating the optimal type of mine working fastening based on mathematical modeling of the stress condition of underground structures / V.H. Lozynskiy, A. Musin, R.M. Abdrashev, A.S. Kuantay, & A.N. Kuandykova. – Mining of Mineral Deposits, no. 3, 2021-57-63. <https://doi.org/10.33271/nbngu/2021-3/057>.
5. Arystan, I.D. Selection and justification of technology for fixing preparatory workings in unstable massifs on the example of the mine «10 years of independence of Kazakhstan / Baizbaev, M.B., Mataev, A.K., Abdieva L.M. Bogzhanova, Zh.K., Abdrashev, R.M. – Ugol this link is disabled, 2020, (6), pp. 10-14. <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-6-10-14>.
6. Sultanov. Development of the choice of types of support parameters and technologies for their construction at the voskhod field Ugolthis link is disabled. – M.G., Mataev, A.K., Kaumetova, D.S., Abdrashev R.M. Kuantay, A.S., Orynbayev, B.M., 2020, (10), pp. 17-21. <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-10-17-21>.
7. Hoek E., C. Carranza-Torres, and B. Corkum. 2002. Hoek-Brown criterion – 2002 edition. In Proceedings of the 5th North American Rock Mechanics Symposium and the 17th Tunnelling Association of Canada: NARMS-TAC 2002, Toronto, Canada, eds. R.E. Hammah et al, Vol. 1, pp. 267-273.
8. Urli, V., & Esmaili, K. (2016). A stability-economic model for an open stope to prevent dilution using the ore-skin design. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, (82), 71-82. <https://doi.org/10.1016/j.ijrmms.2015.12.001>.



Технология возведения энергоэффективных ограждающих конструкций с использованием трехслойных блоков

¹**РЫСКАЛИЕВ Муратбай Жанайдарович**, PhD, и.о. доцента, muratbai_84@mail.ru,

^{1*}**АЛМЫШЕВА Гульзия Анарбековна**, магистрант, Almyshevagulziya@inbox.ru,

¹НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», Казахстан, Уральск, ул. Жангир хана, 51,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Все здания, независимо от их использования, должны обеспечивать контролируемую внутреннюю среду, защищенную от переменчивого и неконтролируемого внешнего климата. Требования к внутренней среде зависят от целевого использования здания, что, естественно, определяет требования к ограждающим конструкциям. Так одним из наиболее простых и рациональных путей экономии энергии в строительной сфере признано сокращение потерь тепла через ограждающие конструкции зданий и сооружений. Одним из вариантов повышения энергоэффективности ограждающих конструкций является применение трехслойных блоков с пенополистиролом. Цель данной статьи – в анализе технологии возведения энергоэффективных ограждающих конструкций с использованием трехслойных блоков. Объектом статьи является технология возведения ограждающих конструкций. Новизна данной исследовательской работы заключается в определении текущих потребностей при строительстве энергоэффективных ограждающих конструкций, а также в изучении технологии при их возведении из трехслойных блоков.

Ключевые слова: ограждающие конструкции, энергоэффективность, трехслойные блоки, технология, методика, эффективность.

Введение

Экономия энергоресурсов в настоящее время является актуальной национальной эколого-эко-

номической проблемой, так как комплекс мероприятий, обеспечивающих энергосбережение, имеет высокую рентабельность и безопасность.

Поэтому при проектировании и строительстве жилых зданий большое внимание уделяется энергосбережению за счет снижения теплопотерь через ограждающие конструкции. При этом различные элементы трехслойных стеновых конструкций снижают их общую надежность при вероятности разрушения под воздействием различных факторов. Здания с ограждающими конструкциями из пустотелых поризованных блоков по удельным теплозащитным характеристикам значительно уступают трехслойным блокам, основной слой которых состоит из полнотелого керамического кирпича и эффективного теплоизоляционного слоя [1]. В связи с этим возникает проблема качества строительно-монтажных работ, то есть технологии возведения энергоэффективных ограждающих конструкций с использованием трехслойных блоков.

Конструкция ограждающей конструкции здания является важным фактором при выборе механического, электрического оборудования и определении энергетических характеристик здания. В условиях, когда на строительную отрасль оказывается давление с целью снижения эксплуатационного энергопотребления, ограждающие конструкции здания еще никогда не находились под таким пристальным вниманием. Помимо формирования оболочки здания, облицовка крыши и стен может также играть важную роль в конструктивных характеристиках здания, обеспечивая сдерживание вторичных стальных конструкций от боковой крутильной неустойчивости. Помимо удовлетворения функциональных требований, важным вопросом является эстетика ограждающих конструкций, так как внешний вид здания должен отражать его местоположение и окружающую среду, а также соответствовать местным требованиям к планировке. Предлагаемый трехслойный стеновой блок с гибкими связями позволяет проектировать стеновые ограждения для энергоэффективных зданий с поэтажными наружными стенами, отвечающие всем современным нормативным требованиям не только по удовлетворению требуемых теплотехнических свойств, но и по обеспечению необходимой коррозионной стойкости и долговечности, обеспечивая зданиям выразительный архитектурный облик на весь период эксплуатации. При этом значительно снижается стоимость возведения (по сравнению с существующими) не только энергоэффективных ограждающих конструкций, но и зданий в целом, при сохранении всех необходимых технических и эксплуатационных характеристик. Кроме того, универсальность его конструкции позволяет использовать его как ограждение на этаже (панель), а при небольшом изменении – как несущий элемент для малоэтажного строительства.

Цель исследования

Теоретической основой исследования послужили научные подходы следующих современных

ученых: С.Ю. Тарабукина, Т.Л. Симанкина, Е.А. Король, Е.М. Пугач, В.Е. Ратушный, Е.А. Павлычева, Е.С. Пикалов, Д.Н. Думин, В.В. Иванов, А.С. Никулин, С.В. Хон, А.Н. Березнюк, С.М. Гликин, Р.М. Алоян. Цель данной статьи – в анализе технологии возведения энергоэффективных ограждающих конструкций с использованием трехслойных блоков. Объектом статьи является технология возведения ограждающих конструкций.

Результаты и обсуждение

Энергоэффективность конкретного здания может быть повышена путем улучшения его ограждающих конструкций, включая стены, пол, крышу, окна и двери. Так, строительная индустрия много работала над разработкой решений по энергосбережению для стен с каменной кладкой, расположенных в оболочке здания. Наиболее известным из них является внешняя теплоизоляция ограждающей конструкции здания. Поэтому одним из основных преимуществ модернизации с применением трехслойных блоков является то, что она менее неудобна и сложна для жильцов здания по сравнению с модернизацией внутренних стен, а также более эффективна в отношении сокращения тепловых мостов. Моделирование строительства играет немаловажную роль при возведении наружной оболочки здания. Моделирование при возведении энергоэффективных ограждающих конструкций с использованием трехслойных блоков осуществляется с помощью графического интерфейса Design Builder, включающего механизм расчета «Energy Plus» [2]. Design Builder был выбран, поскольку он предлагает гибкий ввод геометрии и обширный выбор материалов и профилей нагрузки. Кроме того, он имеет процедуры контроля, которые обеспечивают точность результатов по сравнению с автономным механизмом «Energy Plus». Базовая имитационная модель создается в соответствии с текущими строительными деталями, материалами и системами. Цель создания базовой модели – оценить годовое потребление энергии при традиционной практике строительства для проектов, рассматриваемых в качестве примера, без модернизации. Таким образом, можно сравнить роль, чувствительность каждого отдельного компонента и системы после возведения. В целом, существует два подхода к соблюдению строительных норм и правил при возведении энергоэффективных ограждающих конструкций с использованием трехслойных блоков:

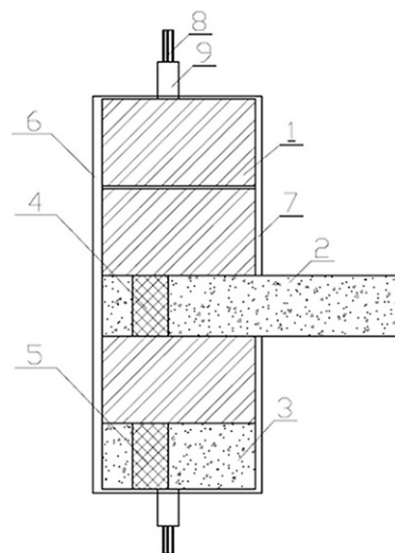
- предписывающий подход, который устанавливает минимальные требования к параметрам энергоэффективности ограждающих конструкций и систем здания;

- подход с точки зрения эффективности (также называемый «метод моделирования» или «метод оценки эффективности здания»), который сравнивает эффективность предлагаемого проекта с аналогичным зданием, ограждающие элементы и энергопотребляющие системы которого спро-

ектированы в соответствии с эталонными требованиями [3].

Д.Н. Думин в своих исследованиях выявил значительный запас по несущей способности при использовании трехслойного блока в ограждающих конструкциях зданий с поэтажными несущими перекрытиями, что позволяет использовать его при незначительном увеличении толщины внутренней облицовки (с развитием ее в опорной зоне элементов перекрытия) в малоэтажном строительстве [4]. Трехслойные блоки с полистирольной изоляцией недавно появились в строительной практике как энергосберегающий строительный материал. Вспененный полистирол толщиной 5 см или более вводится в цементный блок в качестве среднего заполняющего слоя с целью улучшения тепловых свойств стен. Изоляция, обеспечиваемая блоками в их нынешнем виде, очень слабая, и теплопередача осуществляется через щели и швы, заполненные раствором. Температурный градиент оказывает влияние на полистирольный изоляционный материал. Следует рассмотреть технологию строительства энергоэффективных ограждающих конструкций с использованием трехслойных блоков (рисунок).

Так, один из видов современных энергоэффективных ограждающих конструкций основан на применении композитных трехслойных блоков с гибкими связями, представляющего собой трехслойную конструкцию, несущие слои которой выполнены из стеклофибробетона или керамзитобетона, а теплоизоляционный слой из пенополистирола, также с наружным фасадным слоем. Все слои соединены системой гибких связей из стеклопластиковой сетки [5]. Наиболее опасным в этом отношении считается попадание раствора в пустоты блока. Даже незначительное заполнение пустот приводит к значительному снижению сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции. Таким образом, основной функцией энергоэффективной оболочки любого здания является отделение внешней среды от внутренней. Конструкция металлических зданий делает их очень совместимыми с энергоэффективными оболочками, позволяя быстро и экономично сочетать энергоэффективные приложения, которые начинаются с процесса возведения. Также стоит отметить, что эффективность всех установленных компонентов ограждающей конструкции и уплотнения, минимизирующего инфильтрацию воздуха в каждом стыке, шве и проеме, имеет решающее значение. При возведении энергоэффективных ограждающих конструкций с использованием трехслойных блоков – необходимо уменьшение проводимости путем максимального уменьшения количества вещества и использование материалов с низкой проводимостью [6]. Большую часть объема изоляционного материала составляет воздух или, в некоторых случаях, другие газы или даже вакуум. Поэтому все теплоизоляционные материалы имеют не-



1 – керамзитобетон; 2 – плита перекрытия;
3 – перемычка; 4 – подкос; 5 – пенополистирол внутри перемычки; 6 – теплоизоляционная штукатурка;
7 – поясные блоки; 8 – стеклопакет; 9 – пластиковая оконная рама
Поперечное сечение ограждающих конструкций с использованием трехслойных блоков диаметром 600 мм

большой вес. Чтобы избежать конвекции, воздух (или другие газы) запирают между волокнами, которые сильно препятствуют движению воздуха или в пузырьках пены, которые полностью подавляют движение воздуха. Чтобы избежать излучения, используют непрозрачные или отражающие материалы. Стекланные и пластиковые материалы, используемые для волокон и пенопластовых стенок, не прозрачны для теплового излучения. В трехслойных блоках теплоизоляционные материалы могут быть прозрачными или полупрозрачными для света, но не должны пропускать инфракрасное излучение, связанное с окружающей температурой. Чтобы избежать испарения и дальнейшей конденсации, необходимо содержать изделие в сухом состоянии. При намокании изоляционный материал теряет значительную часть своего термического сопротивления.

Ограждающая конструкция здания представляет собой интерфейс между внутренней частью здания и внешней средой, включая стены, крышу и фундамент. Выступая в качестве теплового барьера, ограждающая конструкция здания играет важную роль в регулировании внутренней температуры и помогает определить количество энергии, необходимое для поддержания теплового комфорта. При строительстве использовалась методика, указанная производителем трехслойных блоков, с применением прерывистых швов для обеспечения тепловых и акустических характеристик данного типа конструкций. Строительство всех стен начинается с укладки непрерывного слоя раствора по всей ширине предварительно увлаж-

ненной рамы. Затем устанавливаются блоки, чтобы выровнять поверхность панели с передней поверхностью рамы. Непрерывные швы толщиной около 20 мм укладывались с помощью растворного ящика, поставляемого производителем. Также для соединения стен с элементами ограждающих конструкций не использовались механические соединения. Каждый кладочный трехслойный блок имел собственный вес в 5,1 кг, процент пустотности 75% и термическое сопротивление в 0,57 и 2,54 м² [7]. Для строительства ограждающих конструкций используется традиционный раствор класса М5. Что касается штукатурки, то она толщиной 1 см должна быть нанесена на внешнюю поверхность стены и частично на элементы RC (15 см над каждым элементом). Также была выбрана двуправленная стекловолоконная армирующая сетка с матрицей 17,1×17,1 мм², весом 191 г/м² и максимальной конечной деформацией 3,4%. После этого поверх штукатурки должны быть наложены пять вертикальных полос внахлест друг на друга. Длина нахлеста между каждой вертикальной полосой составляет 15 см [8]. Так, после закрепления всех плит используются пластиковые соединители для дополнительного крепления плит к стене и поверхности рамы.

Также наружная поверхность ограждающей конструкции должна быть окрашена битумной краской, чтобы служить пароизоляционным барьером в теплом и влажном климате. Общая толщина стены составит 760 мм. Сборку можно поднимать по несколько рядов за раз, при этом стену поднимают после окрашивания наружной поверхности битумной краской. Эта краска также действует как клей для приклеивания блоков к внутренней стене. Открытая наружу площадь конструкции, которая может составлять 12-18% от площади ограждающей стены, остается тепловым мостом между внутренним и внешним пространством [9]. Сборка включает в себя изоляцию из пенополиуретана (ППУ) толщиной 60 мм для снижения кондуктивных тепловых нагрузок. Затем по всей поверхности наносится гидроизоляционная мембрана между трехслойными блоками. Затем на гидроизоляционный слой укладывается ППУ-изоляция. На стыках между соседними плитами ППУ не должно быть зазоров, это необходимо для обеспечения целостности изоляционного слоя при возведении энергоэффективных ограждающих конструкций. Так как гидроизоляционный слой находится под изоляционным слоем, изоляционный материал должен иметь закрытую ячеистую структуру, которая не впитывает воду [10]. Швы между слоями выполняют функцию воздухопроницаемой сети, что способствует испарению поглощенной влаги.

Таким образом, для наибольшей энергоэффективности ограждающих конструкций рекомендуется:

1. Правильная обработка ограждающих конструкций здания может значительно улучшить

теплотехнические характеристики, особенно для зданий с преобладанием нагрузки на ограждающие конструкции, таких как жилые дома. Поэтому правильный выбор и обработка компонентов оболочки здания могут значительно улучшить его тепловые характеристики.

2. Изоляция стен и крыши рекомендуется для зданий в любом климате для создания более комфортных условий и, следовательно, снижения энергопотребления за счет трехслойных блоков. Изоляция помогает снизить потери теплопроводности через все компоненты оболочки здания. Однако изоляция крыши, как правило, более важна, чем стен, и ей следует уделять больше внимания.

3. Тепловые мостики – один из источников потерь энергии в период отопления и охлаждения здания. Они также могут способствовать возникновению других проблем, таких как проблемы конденсации влаги на внутренних поверхностях. Тепловые мостики обычно возникают на стыках между окнами и стенами, крышей и стенами, между балконными плитами и стенами. Эти геометрические соединения между элементами здания вызывают потери энергии и должны быть максимально уменьшены или устранены.

4. Проникновение влаги и конденсат могут нанести большой физический ущерб и создать проблемы со здоровьем. Она также может со временем ухудшить характеристики теплоизоляции. Поэтому важно контролировать влажность в зданиях с помощью адекватной вентиляции, контроля инфильтрации и правильного использования, расположения влагозадерживающих элементов в оболочке здания.

5. Инфильтрация – самая сложная переменная для измерения, ее потери труднее всего контролировать. Кроме того, из-за частого открывания дверей и окон в жилых домах, уровень инфильтрации, как ожидается, будет выше, чем предполагалось. Поэтому необходимо проводить тщательную обработку трещин и утечек в блоках.

6. Важно обеспечить адекватную вентиляцию, чтобы гарантировать надлежащее качество воздуха в помещении и контроль влажности, особенно в хорошо изолированных зданиях.

Заключение

В заключение отметим, что теплопередача через ограждающие конструкции из трехслойных блоков может быть значительным источником потери энергии в здании, особенно при недостаточной теплоизоляции. Это имеет важные последствия для конструктивных характеристик облицовочной системы и ее взаимосвязи с другими конструктивными элементами. Особую озабоченность у инженеров-строителей вызывает увеличение глубины, веса облицовки и ее способность адекватно удерживать обрешетку или боковые балки. Вполне вероятно, что эта тенденция сохранится, однако уменьшение отдачи от дальнейшей

го снижения значений теплопередачи означает, что в будущем больше внимания будет уделяться герметичности и работе механических служб, а не постоянно увеличивающейся толщине изоляции. Также было установлено, что применение

трехслойного стенового блока с гибкими связями позволяет существенно снизить затраты не только на возведение внешнего ограждения, но и за счет значительного уменьшения объема и массы несущих конструкций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарабукина С.Ю., Симанкина Т.Л. Эффективность трехслойного блока в качестве наружной ограждающей конструкции // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2017. – № 3 (54). – С. 47-62.
2. Король Е.А., Пугач Е.М., Ратушный В.Е. Разработка технических решений и технологии производства энергосберегающих многослойных ограждающих конструкций повышенной надежности с теплоизоляционным споем из бетона низкой теплопроводности. Наука, инновации, подготовка кадров в строительстве. – М.: МГСУ, 2003. – 465 с.
3. Павлычева Е.А., Пикалов Е.С. Современные энергоэффективные конструкционные и облицовочные строительные материалы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2020. – № 7. – С. 76-87.
4. Думин Д.Н. Возведение стен с помощью трехслойных блоков. – М.: Интер-пресс, 2015. – 58 с.
5. Иванов В.В. Тепловые режимы неоднородных ограждающих конструкций / В.В. Иванов, А.Н. Бутенко, Л.В. Карасёва // Известия вузов: строительство. – 2007. – № 4. – С. 24-27.
6. Никулин А.С. Использование трехслойных блоков в строительстве // Наука о строительстве. – 2018. – № 6 (10). – С. 80-85.
7. Хон С.В. Повышение теплозащитных свойств брусчатых наружных стен с вентилируемым воздушным зазором / С.В. Хон, А.Н. Хуторной, А.Я. Кузин. – Томск: Том. гос. архит.-строит. ун-т, 2004. – 154 с.
8. Березнюк А.Н. Совершенствование организационно-технологических решений строительства и реконструкции с учетом ресурсосбережения / А.Н. Березнюк, Р.Б. Папирный, В.Т. Шалённый // Вестник Приднестровской государственной академии строительства и архитектуры. – 2011. – № 3. – С. 22-28.
9. Гликин С.М. Современные ограждающие конструкции и энергоэффективность зданий / С.М. Гликин. – М., 2013. – 157 с.
10. Алоян Р.М. Функциональное моделирование как организационный инструмент проектирования, строительства и эксплуатации энергоэффективных зданий / Р.М. Алоян, А.Б. Петрухин, Л.А. Опарина, М.В. Ставрова // Жилищное строительство. – 2012. – № 2. – С. 2-5.

Үш қабатты блоктарды пайдалана отырып, энергия тиімді қоршау конструкцияларын салу технологиясы

¹**РЫСКАЛИЕВ Муратбай Жанайдарович**, PhD, доцент м.а, muratbai_84@mail.ru,

^{1*}**АЛМЫШЕВА Гульзия Анарбековна**, магистрант, Almyshevagulziya@inbox.ru,

¹«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Орал, Жәңгір хан көшесі, 51,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Барлық ғимараттар, олардың пайдаланылуына қарамастан, өзгермелі және бақыланбайтын сыртқы климаттан қорғалған бақыланатын ішкі ортаны қамтамасыз етуі керек. Ішкі ортаға қойылатын талаптар ғимараттың мақсатты пайдаланылуына байланысты. Бұл, әрине, қоршау құрылымдарына қойылатын талаптарды анықтайды. Осылайша, құрылыс саласындағы энергияны үнемдеудің ең қарапайым және ұтымды жолдарының бірі ғимараттар мен құрылыстардың қоршау конструкциялары арқылы жылу шығынын азайту деп танылды. Қоршау конструкцияларының энергия тиімділігін арттырудың бір нұсқасы-полистирол көбігі бар үш қабатты блоктарды қолдану. Мақаланың мақсаты – үш қабатты блоктарды қолдана отырып, энергия тиімді қоршау конструкцияларын салу технологиясын талдау. Мақаланың нысаны қоршау конструкцияларын салу технологиясы болып табылады. Бұл зерттеу жұмысының жаңалығы энергия тиімді қоршау конструкцияларын салу кезінде ағымдағы қажеттіліктерді анықтау, сондай-ақ оларды үш қабатты блоктардан салу кезінде технологияны зерттеу болып табылады.

Кілт сөздер: қоршау конструкциялары, энергия тиімділігі, үш қабатты блоктар, технология, әдістеме, тиімділік.

Technology of Construction of Energy-efficient Enclosing Structures Using Three-layer Blocks

¹**RYSKALIYEV Muratbai**, PhD, Acting Associate Professor, muratbai_84@mail.ru,

^{1*}**ALMYSHEVA Gulziya**, Master Student, Almyshevagulziya@inbox.ru,

¹NJSC «Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian Technical University», Kazakhstan, Oral, Zhangir Khan Street, 51,

*corresponding author.

Abstract. All buildings, regardless of their use, must provide a controlled internal environment, protected from the changeable and uncontrolled external climate. The requirements for the internal environment depend on the intended