

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2025, Том 17, № 1 / 2025, Vol. 17, Iss. 1 <https://esj.today/issue-1-2025.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/38SAVN125.pdf>

2.1.7. Технология и организация строительства (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Перушина, М. Н. Анализ конструктивно-технологических решений монолитных многослойных наружных стен / М. Н. Перушина, Е. М. Пугач, Ю. А. Харьков // Вестник евразийской науки. — 2025. — Т. 17. — № 1. —

URL: <https://esj.today/PDF/38SAVN125.pdf>

For citation:

Perushina M.N., Pugach E.M., Kharkin Yu.A. Analysis of structural and technological solutions of monolithic multilayer exterior walls. *The Eurasian Scientific Journal*. 2025;17(1): 38SAVN125. Available at:

<https://esj.today/PDF/38SAVN125.pdf> (In Russ., abstract in Eng.)

УДК 69.057.43

Перушина Маргарита Николаевна

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,
Москва, Россия

E-mail: karmodel@gmail.com

Пугач Евгений Михайлович

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,
Москва, Россия

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: Tsp-tvz@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2832-1941>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=416367

Харькин Юрий Александрович

Кандидат технических наук

E-mail: y.kharkin@gmail.com

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=754252

Анализ конструктивно-технологических решений монолитных многослойных наружных стен

Аннотация. В статье рассмотрены технологии устройства монолитных многослойных наружных стен с использованием несъемной, специальной и инвентарной щитовой опалубки. Проведен сбор и анализ существующих решений, выделены представители групп конструкций, состоящих из одного, двух и трех слоев монолитного бетона, определены технологические особенности несъемной и инвентарной опалубки, решения для ее временного крепления, отражены этапы процесса бетонирования, сложность производства работ. Для проведения сравнительного анализа были выделены конструктивные и технологические особенности: количество бетонизируемых слоев, способ армирования, тип применяемой опалубки, наличие слоев отделочных покрытий, способ укладки и уплотнения бетонной смеси, последовательность устройства слоев бетонизируемой конструкции, необходимость в выполнении опорных каркасов, потребность в дополнительных средствах крепления, использование кранового оборудования для установки опалубки, трудоемкость возведения 1 м² конструкции. Варианты наружных стен с одним монолитным слоем, выполненные в несъемной опалубке в состоянии полной готовности наименее трудоемки, но могут быть использованы только в качестве ненесущих. Решения с двумя и тремя монолитными слоями применимы в качестве несущих конструкций многоэтажных зданий, но сложны в реализации, требуют

применения специальной оснастки и строгого соблюдения регламентов производства бетонных работ. Сопоставление показателей монолитных однослойных и двухслойных конструкций с функционально схожими решениями монолитной конструкции с навесным фасадом и с облицовкой кирпичом с плитным утеплителем, возводимыми в несколько этапов, обозначило значительную эффективность, выраженную в снижении трудоемкости. Решения по возведению трехслойных монолитных конструкций из-за необходимости последующей отделки менее эффективны и требуют дополнительной проработки.

Ключевые слова: монолитные конструкции; наружные стены; технологии возведения наружных стен; монолитные многослойные стены; технология бетонирования многослойных стен; несъемная опалубка стен

Введение

В последние десятилетия в строительной отрасли России явно прослеживается тенденция к увеличению доли монолитных конструкций, что связано с их архитектурной гибкостью, надежностью, возможностью строительства в ограниченных условиях городской застройки. Благодаря современным технологиям монолитные железобетонные конструкции позволяют достигать зданиям большой высотности и обеспечивают улучшенные эксплуатационные характеристики [1]. Однако, с учетом требований к тепловой эффективности, необходимы многослойные конструкции наружных стен — использование навесных вентилируемых и мокрых фасадов [2]. Такие системы устраивают в несколько этапов: на первом — возводят несущую часть стены, на втором выполняют теплоизоляционный слой, далее производят отделку. Устройство традиционных фасадных систем требует значительных трудозатрат и привлечения высококвалифицированных рабочих, увеличивает стоимость и время строительства [3]. Системы вентилируемых фасадов имеют свои риски, связанные с возможным возгоранием из-за применения ветро- влагозащитных мембран [4]. Также стоит учитывать необходимость технологических перерывов для набора прочности монолитных конструкций, обеспечения безопасности ведения работ, сборки лесов, крепления фасадных подъемников, что дополнительно увеличивает время возведения зданий [5].

Использование многослойных монолитных наружных стен представляет собой альтернативное решение, обеспечивающее энергоэффективность зданий. Применение легкого бетона с низкой теплопроводностью в качестве утеплителя позволяет сократить трудозатраты [6] и повысить общую долговечность конструкции [7]. Устройство теплоизоляционного слоя в процессе выполнения бетонных работ уменьшает необходимость в дополнительных этапах строительства, не требует привлечения специализированных исполнителей и значительно ускоряет процесс возведения здания [8].

Методология исследования

Рассмотрены основные решения монолитных многослойных наружных стен, определены конструктивные и технологические особенности. Осуществлен анализ, построенный на установлении характеристик и сопоставлении конструкций.

Обзор существующих решений

Исследования в области многослойных монолитных конструкций в основном направлены на повышение эффективности проектирования: расчетные модели и методы их

анализа, учитывающие особенности работы связи слоев бетонов низкой теплопроводности при нестационарном климатическом воздействии [9].

Существующие решения по технологии устройства многослойных монолитных конструкций представлены рядом разработок российских инженеров. Так несъемная опалубка, предложенная инженерами Виноходовым О.А. и Миланом Д. из цементно-стружечных плит¹, заполненная полистиролбетоном, позволяет улучшить теплотехнические характеристики зданий и упростить процесс строительства (рис. 1).

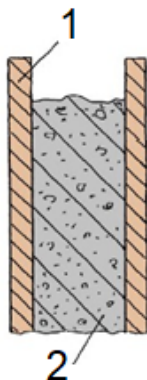
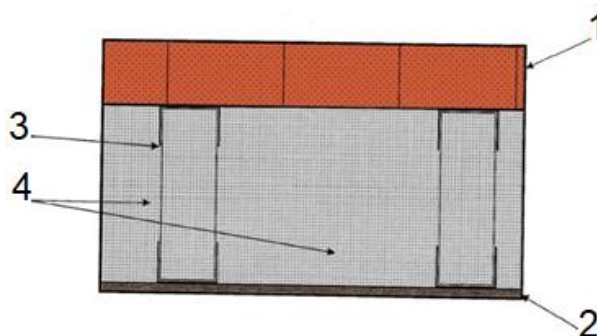


Рисунок 1. Несъемная опалубка (1) с заполнением полистиролбетоном (2) (патент на полезную модель № 16003 U1)

Разработанная Путро М.Ю. конструкция несъемной опалубки представляет собой более технически сложное решение. Использование стекломгнезитового листа в качестве внутренней стенки опалубки обеспечивает устойчивость к влаге и огню, хорошую тепло- и звукоизоляцию, высокую степень готовности к чистовой отделке. Наружная стенка из кирпича добавляет прочности и долговечности конструкции, эстетики внешнего вида.² Отличительная особенность — крепление каркаса к внутренней стенке и его соединение с наружной. Образующуюся между стенками полость заполняют полистиролбетоном (рис. 2).



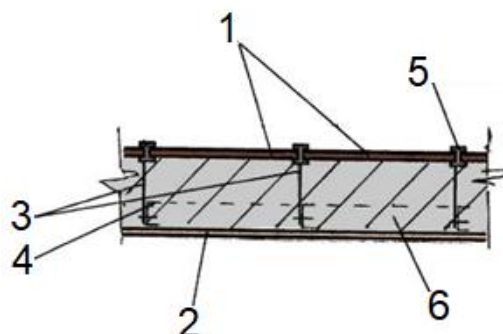
1 — наружная стенка из кирпича; 2 — внутренняя стенка из стекломгнезитового листа; 3 — каркас из металлического профиля; 4 — полистиролбетон

Рисунок 2. Несъемная опалубка на металлическом каркасе с заполнением бетоном низкой теплопроводности (патент на полезную модель № 108771 U1)

¹ Патент на полезную модель № 16003 U1 Российская Федерация, МПК E04B 2/26. Многослойная монолитная стена: № 2000115849/20: заявл. 23.06.2000: опубл. 27.11.2000 / О.А. Виноходов, Д. Милан; заявитель Товарищество с ограниченной ответственностью "СИМПРО".

² Патент на полезную модель № 108771 U1 Российская Федерация, МПК E04B 2/00. Многослойная монолитная стена: № 2010148355/03: заявл. 26.11.2010: опубл. 27.09.2011 / М.Ю. Путро; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "Теплый бетон".

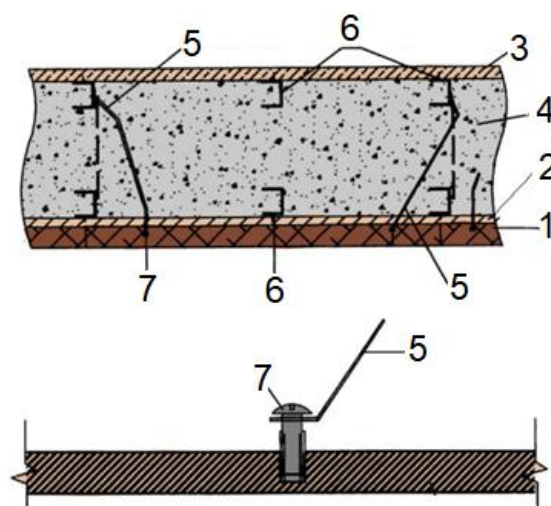
Подобная конструкция, разработанная Михайловым С.А.³, имеет вид монолитной стены в форме несъемной опалубки. Опалубка состоит из нескольких слоев, каждый из которых выполняет свою функцию. Наружный слой выполнен из керамогранитных, фиброцементных или бетонных плит, обеспечивает защиту и презентабельный вид фасада. Внутренний слой устроен из листов гипсокартона или цементно-стружечных плит, выполняет функции изоляции и отделки (рис. 3). Решение имеет ряд недостатков, связанных с расположением наружных плит опалубки в пазах элементов каркаса, в том числе возможность деформации наружного слоя опалубки, вызванная различиями в коэффициентах температурного расширения материалов.



1 — наружная стенка из фиброцементных (керамогранитных) плит; 2 — внутренняя стенка из гипсокартона; 3 — стержневые связи; 4 — несущий каркас; 5 — наружные несущие элементы; 6 — полистиролбетон

Рисунок 3. Несъемная опалубка с металлическими наружными несущими элементами (патент на полезную модель № 30148 U)

В решении, предложенном Вештом Э.Г.⁴, особо уделено внимание повышению эксплуатационных характеристик фасадов. За счет клеевого соединения наружных панелей с несущим основанием из волокнисто-цементных полос обеспечено равномерное распределение нагрузок и герметичность (рис. 4).



1 — плита облицовки; 2 — волокнисто-цементные полосы; 3 — водостойкий гипсокартон; 4 — полистиролбетон; 5 — гибкие тяги; 6 — несущий каркас; 7 — распорные винтовые анкера

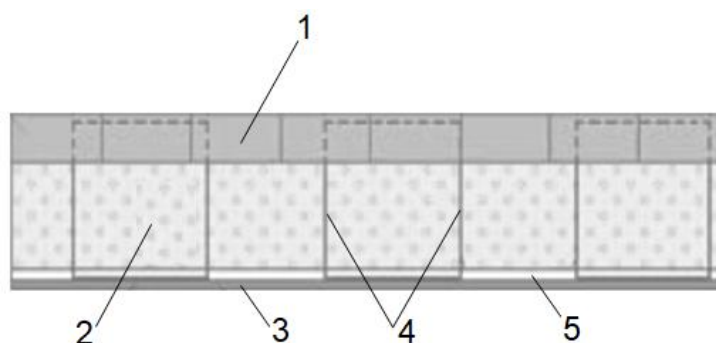
Рисунок 4. Конструкция с несущим основанием из волокнисто-цементных полос (патент на полезную модель № 52419 U1)

³ Патент на полезную модель № 30148 U1 Российская Федерация, МПК E04B 2/00, E04B 2/86. Многослойная монолитная стена: № 2003108016/20; заявл. 27.03.2003; опубл. 20.06.2003 / С.А. Михайлов.

⁴ Патент на полезную модель № 52419 U1 Российская Федерация, МПК E04B 2/00, E04B 2/86. многослойная монолитная стена: № 2005110291/22; заявл. 31.03.2005; опубл. 27.03.2006 / Э.Г. Вешт.

Дополнительное механическое крепление распорными винтовыми анкерами через гибкие тяги обеспечивает устойчивость и позволяет компенсировать возможные деформации, что важно в условиях изменения температур и влажности. Внутренний слой несъемной опалубки из листов водостойкого гипсокартона или минерита, закрепленных самонарезающими винтами к каркасу способствует увеличению прочности всей конструкции, обеспечивает повышенную готовность к отделке.

В отечественной практике существует опыт возведения зданий с наружными стенами, выполненными из монолитного особо легкого полистиролбетона в несъемной опалубке [10]. В 2006 году при строительстве здания по адресу г. Москва, Куркино, мкр. 2 и 4 наружные ненесущие стены устраивались в несъемной опалубке с последующим заполнением полистиролбетоном марки по плотности D250. Конструкция несъемной опалубки со стороны фасада была реализована кладкой в $\frac{1}{2}$ кирпича, со стороны помещения — пазогребневыми плитами, пространственная жесткость обеспечивалась базальтопластиковыми гибкими связями. Похожее решение с опалубкой в виде кирпичной кладки применено в г. Иркутске в 2004 году. В 2013 году в Москве был реализован проект жилого комплекса «Сакраменто». При возведении наружных стен здания был использован монолитный полистиролбетон в несъемной опалубке из керамического кирпича с наружной стороны и ГКЛВ — со внутренней стороны стены. Соединение внутреннего и наружного слоев опалубки осуществлялось с помощью рамных базальтопластиковых связей, закладываемых в кирпичную кладку и крепящихся к ГКЛВ посредством деревянных реек (рис. 5).

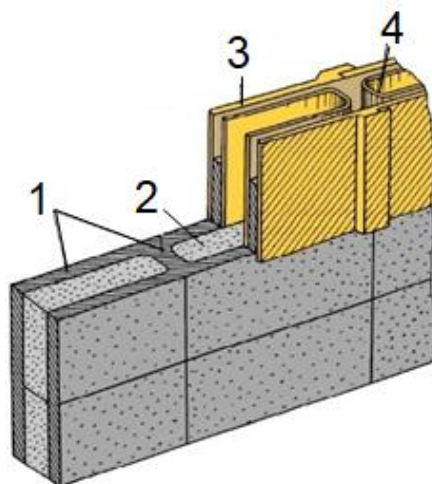


1 — наружный слой опалубки — кладка в $\frac{1}{2}$ кирпича; 2 — полистиролбетон; 3 — внутренний слой опалубки — ГКЛВ; 4 — рамная базальтопластиковая связь; 5 — деревянные рейки

Рисунок 5. Решение наружной стены, использовавшееся при возведении ЖК «Сакраменто» (отрисовано на основании [10])

Технология устройства многослойной монолитной конструкции, разработанная Рубецким В.Л. и Беловым Ю.А.⁵ предусматривает изготовление формы из конструкционного бетона и ее заполнение легким теплоизоляционным бетоном (рис. 6). Для создания стенок формы используется щитовая опалубка, устанавливаемая с внешних сторон возводимой конструкции, для полостей применяют опалубку в виде открытых коробов. Процесс бетонирования осуществляют в следующем порядке: на первом этапе полости между внешними щитами и коробами заполняют смесью конструкционного бетона, в первые часы после его схватывания во внутренние полости коробов опалубки подают теплоизоляционный бетон и сразу извлекают короба. Внешние щиты демонтируют после достижения конструкционным бетоном распалубочной прочности. Конструкция допускает армирование, использование наружных рельефных щитов для формирования рисунка.

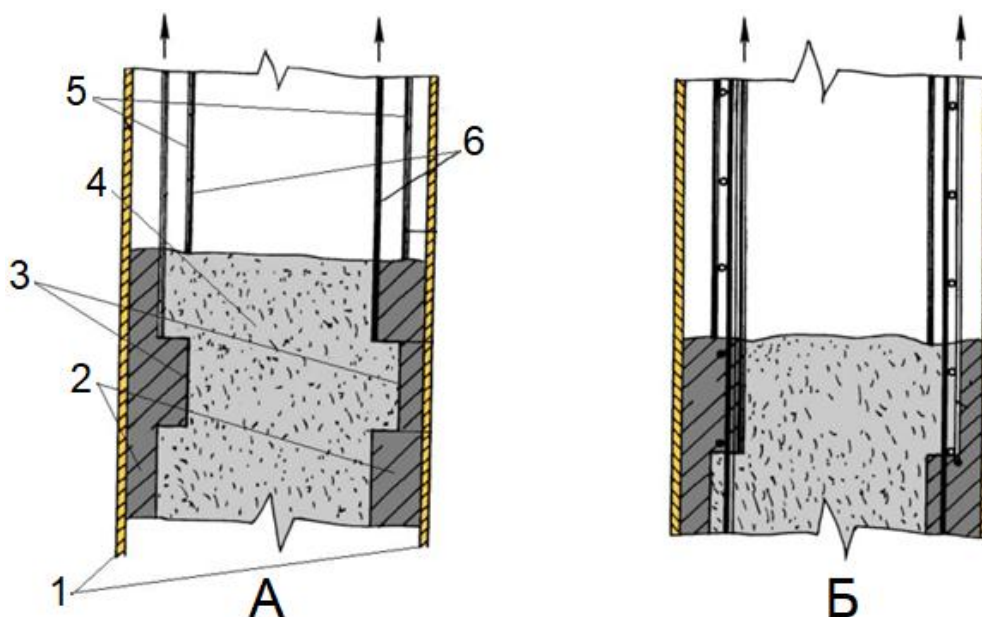
⁵ Патент № 2035568 С1 Российская Федерация, МПК E04G 11/08. Способ возведения монолитных многослойных конструкций типа стен или колонн: № 93032987/33; заявл. 30.06.1993; опубл. 20.05.1995 / В.Л. Рубецкой, Ю.А. Белов.



1 — форма из конструкционного бетона; 2 — полистиролбетон; 3 — щитовая опалубка; 4 — открытый короб

Рисунок 6. Конструкция с внутренними полостями замкнутого сечения (патент № 2035568 С1)

Рубецким В.Л. и Беловым Ю.А. также был предложен способ соединения монолитных слоев легкого и конструкционного бетона за счет формирования шпонок.⁶ Процесс устройства такого соединения предусматривает поочередный подъем пар разделительных стенок и внутренних перегородок (рис. 7), замещаемый укладкой смеси конструкционного бетона в образуемые пазухи с наружными щитами опалубки и заполнения внутренней полости теплоизоляционным бетоном. Устройство арматурного каркаса предусматривают до начала процесса бетонирования, установку поперечных связей производят после подъема стенок и перегородок через отверстия опалубочных щитов.

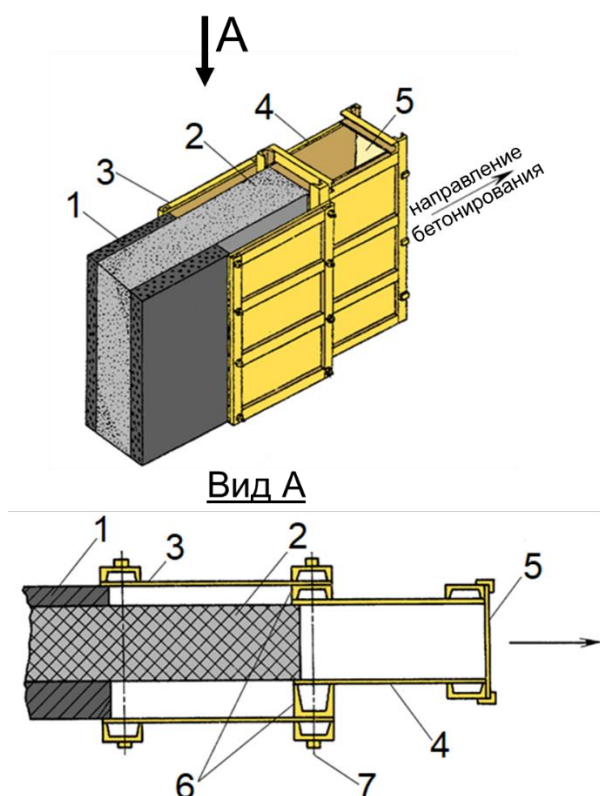


А — конструкция без армирования; Б — с армированием; 1 — щиты опалубки; 2 — слой конструкционного бетона; 3 — шпонки; 4 — теплоизоляционный бетон; 5 — разделительные стенки; 6 — внутренние перегородки

Рисунок 7. Соединение монолитных слоев за счет формирования шпонок (патент № 2033510 С1)

⁶ Патент № 2033510 С1 Российская Федерация, МПК E04G 11/08. Способ возведения монолитных многослойных стеновых конструкций из бетонных смесей: № 93032988/33: заявл. 30.06.1993: опубл. 20.04.1995 / Ю.А. Белов, В.Л. Рубецкой.

Технология возведения трёхслойных монолитных стен малоэтажных зданий, разработанная Альперовичем С.В., Бондарем Я.П., Таймером В.Е. и Гончаром В.Ф.⁷, предусматривает использование быстросхватывающихся смесей в переставной опалубке. В процессе изготовления конструкции на первом этапе устанавливают опалубку для формирования внутреннего теплоизоляционного слоя, производят его бетонирование и выдерживают до завершения схватывания. Далее опалубку перемещают на следующий бетонлируемый участок и приступают к устройству теплоизоляционного слоя, одновременно с этим на первом участке устанавливают наружные опалубочные щиты, закрепляют их к торцевым заслонкам ранее перемещенных внутренних щитов и заполняют бетонной смесью образовавшиеся пазухи между щитами опалубки и теплоизоляционным слоем (рис. 8). Для создания наружных слоев стены, обеспечивающих защитную и конструктивную функции, заданных толщин используют торцевые заслонки внутренних щитов разной высоты. Разделение участков по теплоизоляционному слою осуществляется путем крепления заслонки к внутренним щитам.



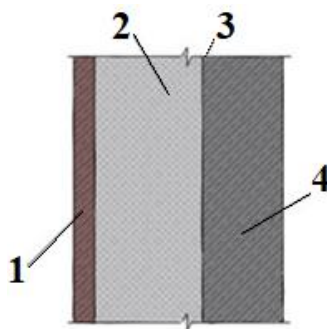
1 — конструкционный бетон; 2 — теплоизоляционный бетон; 3 — наружные щиты опалубки; 4 — внутренние щиты опалубки; 5 — заслонка; 6 — торцевые заслонки; 7 — стяжные штыри

Рисунок 8. Бетонирование в переставной опалубке с последовательным бетонированием слоев (авторское свидетельство № 1631150 А1)

Технологию устройства трехслойных наружных стен с включением двух слоев из монолитных теплоизоляционного и конструкционного бетонов, наружной облицовки из готовых плит несъемной опалубки разработали Король Е.А. и Харькин Ю.А. [11]. Выделяет решение использование двух видов опалубки — несъемной со стороны фасада и инвентарной щитовой внутри помещения, объединенных в блок на этапе сборки системой анкерных стяжек. С целью распределения давления и недопущения смешивания слоев бетонов разной плотности

⁷ Авторское свидетельство № 1631150 А1 СССР, МПК E04G 11/20. Способ возведения многослойных стен монолитных зданий: № 4491711; заявл. 06.10.1988; опубл. 28.02.1991 / С.В. Альперович, Я.П. Бондарь, В.Е. Таймер, В.Ф. Гончар.

в процессе последовательной укладки смеси в одном технологическом цикле до схватывания, в месте планируемой зоны контакта внутри общего арматурного каркаса конструкции закреплена сетка рабица (рис. 9). Технологическая последовательность возведения конструкции включает устройство арматурного каркаса, монтаж элементов несъемной опалубки — облицовки и инвентарных щитов, их крепление и выверку, последовательное заполнение смесями конструкционного и теплоизоляционного слоев.



1 — облицовочная плита (элемент несъемной опалубки); 2 — теплоизоляционный бетон; 3 — зона контакта теплоизоляционного и конструкционного слоев; 4 — конструкционный бетон

Рисунок 9. Конструкция стены с двумя монолитными слоями (авторское свидетельство № 1631150 А1)

Сравнительный анализ конструктивно-технологических решений

Для систематизации существующих решений монолитных многослойных наружных стен (табл. 1), необходимо представить классификацию, построенную на рассмотрении ключевых параметров, определяющих основные характеристики конструкций:

Конструктивные особенности:

- количество монолитных слоев;
- использование отделанных слоев;
- потребность в дополнительных средствах закрепления слоев.

Технологические особенности:

- последовательность укладки слоев;
- способы уплотнения и укладки бетонной смеси;
- тип применяемой опалубки;
- необходимость использования кранового оборудования для монтажа опалубки;
- трудоемкость возведения конструкции.

Использование технологий многослойных монолитных вертикальных конструкций наиболее обосновано для устройства наружных стен жилых и общественных зданий.

Конструкционные решения могут быть представлены группой с одним монолитным слоем из теплоизоляционного бетона, укладываемого в форму — несъемную опалубку, выполненную из штучных (кирпич, блоки), плитных (цементно-стружечные и фиброцементные, керамогранитные), листовых (гипсокартон) материалов. Такой вариант наименее трудоемок, но из-за небольшой прочности может быть использован в качестве несущей конструкции для зданий малой этажности, для многоэтажных зданий возможно применение только с поэтажным

опиранием на перекрытия. Преимущество решения — возможность устройства не только облицовки фасада, но и черновой отделки помещений в одном цикле с монолитными работами, что снижает трудозатраты на отделку и общую продолжительность работ.

Таблица 1

Варианты монолитных многослойных стен

Вариант	Конструктивно-технологическое решение	Авторы
1	Несъемная опалубка с заполнением полистиролбетоном	Виноходов О.А., Милан Д.
2	Несъемная опалубка на металлическом каркасе с заполнением бетоном низкой теплопроводности	Путро М.Ю.
3	Несъемная опалубка с металлическими наружными несущими элементами	Михайлов С.А.
4	Конструкция с несущим основанием из волокнисто-цементных полос	Вешт Э.Г.
5	Конструкция с внутренними полостями замкнутого сечения	Рубецкой В.Л., Белов Ю.А.
6	Соединение монолитных слоев за счет формирования шпонок	Рубецкой В.Л., Белов Ю.А.
7	Бетонирование в переставной опалубке с последовательным бетонированием слоев	Альперович С.В., Бондарь Я.П., Таймер В.Е., Гончар В.Ф.
8	Конструкция стены с двумя монолитными слоями	Король Е.А., Харькин Ю.А.

Составлена авторами

Решения с двумя и тремя монолитными слоями (теплоизоляционным, конструкционным и отделочным) могут быть использованы для устройства несущих наружных стен средне- и многоэтажных зданий, в случае использования элементов несъемной опалубки, позволяют получить готовые под чистовую отделку поверхности фасадов. В случае непрерывного бетонирования смежных слоев до начала схватывания бетона предшествующих, такие конструкции обладают повышенными прочностными качествами и долговечностью, однако, процесс реализации наиболее сложен и трудоемок.

Последовательность укладки слоев является важной технологической особенностью.

Решение с внутренней опалубкой замкнутого сечения требует отдельной укладки теплоизоляционного и конструктивного слоев, а также выдерживания технологического перерыва для набора прочности конструкционного слоя бетона перед укладкой слоя бетона низкой теплопроводности, что сказывается на увеличении продолжительности строительства. При возведении стены со шпоночным соединением слоев, укладка разнородной бетонной смеси осуществляется до начала схватывания зоны контакта, что способствует улучшению адгезионного и механического сцепления наружных и среднего слоев.

Возведение наружной стены с двумя монолитными слоями подразумевает последовательное устройство бетонных слоев — первоначально укладывают конструкционный бетон с послойным уплотнением, после до начала схватывания первого слоя теплоизоляционный бетон, таким образом обеспечивают монолитность конструкции.

По типу опалубки рассмотренные решения можно разделить на варианты с использованием несъемной и инвентарной разборно-переставной опалубок. При этом для возведения конструкций с внутренней опалубкой замкнутого сечения необходимо изготовление специальных опалубочных щитов. Вариант с двумя монолитными слоями допускает использование, как несъемной, так и инвентарной опалубок. Решения с одним монолитным слоем подразумевают использование преимущественно несъемной опалубки, которая одновременно выступает отделочным материалом фасадов и внутренних поверхностей стен здания.

Необходимость применения кранового оборудования обусловлена использованием стеновой опалубки больших размеров, обеспечивающей требуемый темп возведения этажа

здания. Для решения с двумя монолитными слоями предусматривают использование стандартных щитов и захватов для опалубки. Для возведения стен с тремя монолитными слоями использование грузоподъемных механизмов является опциональным, так как зависит от конфигурации применяемой опалубки. При необходимости использования кранового оборудования появляется потребность в разработке специализированных строповочных приспособлений, с помощью которых может осуществляться подъем разделительных стенок и перегородок, формирующих шпонки в стыке соединения слоев.

Для рассмотренных вариантов возведения многослойных монолитных наружных стен было проведено сравнение показателей *трудоемкости* устройства 1 м² относительно традиционных решений, устраиваемых по конструкциям монолитных наружных стен, представленных навесной каркасной системой вентилируемого фасада с плитным утеплителем, плитным утеплителем и облицовкой кирпичом. Сравнение проводилось для трехэтажного здания общеобразовательной школы с площадью наружных стен 4 540 м². При сопоставлении показателей установлено (рис. 10): трудоемкость возведения наружной стены в несъемной опалубке с одним и двумя монолитными слоями, в 1,9 раза меньше трудоемкости возведения монолитной конструкции с навесным фасадом, в 2,1 раза меньше трудоемкости устройства монолитной стены с облицовкой кирпичом с плитным утеплителем. Следует отметить, что из-за необходимости в дополнительной отделке трудоемкость возведения трехслойных монолитных конструкций превосходит в 1,2 и 1,06 раза соответственно устройство конструкций с навесным и облицованным кирпичом фасадами. Значительную долю в общем значении затрат труда для конструкций с навесным и облицованным кирпичом фасадами занимают, отсутствующие при использовании несъемной опалубки в технологии многослойной монолитной стены, устройство облицовки и теплоизоляции. Также для составных конструкций имеет вес установка средств подмащивания, для соблюдения технологических режимов необходимы перерывы во времени, которые не представляется возможным учесть при расчете. В таблице 2 представлены результаты анализа.

Таблица 2

Результаты анализа

Параметры	Варианты конструкций							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Количество монолитных слоев	1				2	3		
Наличие отделочных покрытий	+	+	+	+	+	-	-	+/-
Тип опалубки	несъемная				несъемная/ инвентарная	инвентарная		
Потребность в дополнительных средствах крепления	стяжные штыри		металлические профили	гибкие тяги	стяжные штыри, подкосы	подкосы		стяжные штыри, подкосы
Способ армирования	каркас/ сетка	опорный каркас			каркас	сетки	сетки/каркас	
Последовательность укладки слоев бетонной смеси	-				раздельная		совместная	раздельная
Способ укладки, уплотнения бетонной смеси	послойный, с уплотнением глубинным вибратором					литьем		послойный, с уплотнением глубинным вибратором
Использование крана для опалубки	-	-	-	-	+	+/-	+/-	+
Трудоемкость возведения 1 м²	1,47	2,58	2,08	4,44	2,83	2,82	2,75	5,09

Составлено авторами

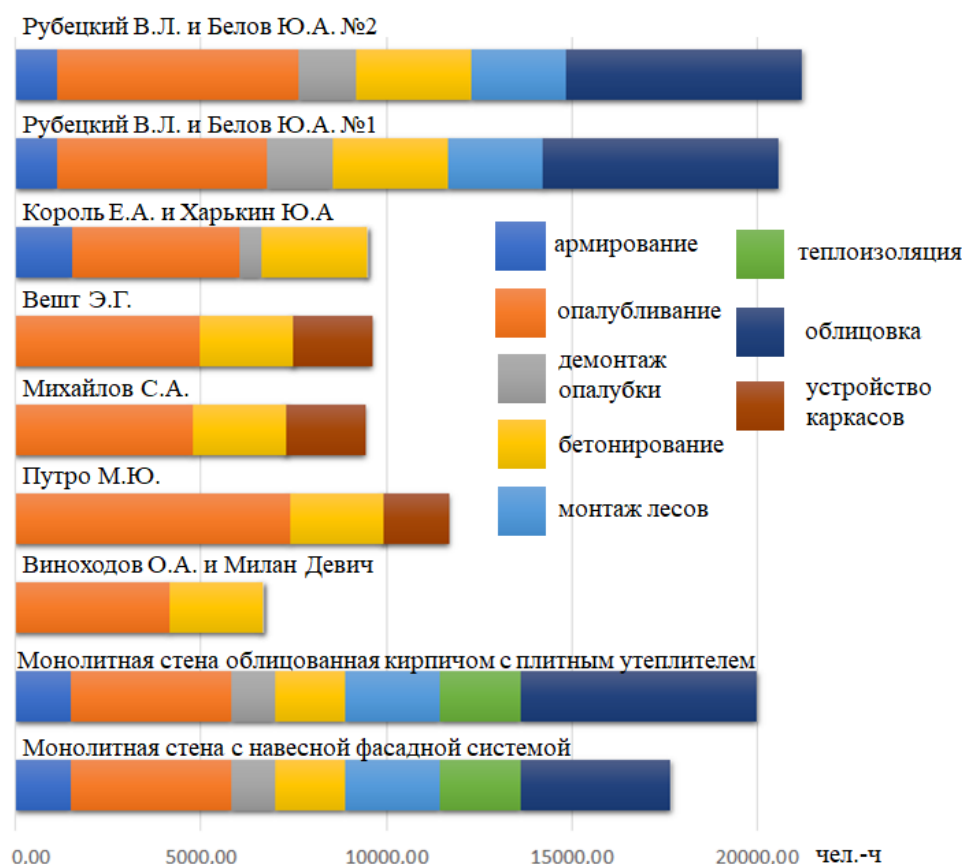


Рисунок 10. Состав, вес и трудоемкость процессов устройства многослойных монолитных стен (составлено авторами)

Выводы и заключение

Применение многослойных монолитных конструкций является качественной альтернативой однослойным монолитным конструкциям наружных стен, требующим дополнительной изоляции и отделки. Использование долговечных многослойных монолитных конструкций в большей степени исключает работы, связанные с установкой внешних средств подмащивания, уменьшает объем ручного труда по отделке фасадов, влияет на сокращение сроков возведения здания.

В ходе сравнительного анализа конструктивных и технологических особенностей установлено, что конструкции наружных стен с одним монолитным слоем, изготовленные в несъемной опалубке с элементами внешней отделки наименее трудоемки, но могут быть использованы в качестве несущих только в малоэтажных зданиях, в многоэтажных могут применяться в качестве ненесущих. Конструкции с двумя и тремя монолитными слоями, обладающие достаточными характеристиками для использования в многоэтажных зданиях, сложны в изготовлении, требуют применения специальной оснастки и строгого соблюдения регламентов производства бетонных работ.

Сравнение показателей монолитных однослойных и двухслойных конструкций с функционально схожими решениями монолитной конструкции с навесным фасадом и с облицовкой кирпичом с плитным утеплителем, возводимыми в несколько этапов, обозначило значительную эффективность, выраженную в снижении трудоемкости. Решения по возведению трехслойных монолитных конструкций из-за необходимости последующей отделки менее эффективны и требуют дополнительной проработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акимов В.П. Монолитное строительство — достоинства и проблемы / В.П. Акимов // Евразийский Союз Ученых. — 2015. — № 7-2(16). — С. 29–31.
2. Павлычева Е.А. Современные энергоэффективные конструкционные и облицовочные строительные материалы / Е.А. Павлычева, Е.С. Пикалов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2020. — № 7. — С. 76–87.
3. Лapidус А.А. Моделирование и оптимизация организационно-технологических решений при возведении энергоэффективных ограждающих конструкций в гражданском строительстве / А.А. Лapidус, А.А. Жунин // Вестник МГСУ. — 2016. — № 5. — С. 59–71.
4. Ершов М.Н. Анализ технологических особенностей применения фасадных систем теплоизоляции / М.Н. Ершов, И.Н. Бабий, И.А. Менейлюк // Технология и организация строительного производства. — 2015. — № 4-1. — С. 43–47.
5. Жунин А.А. Методы сокращения трудозатрат и улучшения контроля качества работ при возведении энергоэффективных ограждающих конструкций / А.А. Жунин // Вестник гражданских инженеров. — 2014. — № 3(44). — С. 137–141.
6. Король Е.А. Технология возведения многослойных монолитных наружных стен с теплоизоляционным слоем из бетона низкой теплопроводности / Е.А. Король, Ю.А. Харькин // Жилищное строительство. — 2014. — № 7. — С. 32–35.
7. Фаликман В.Р. Нормативные сроки службы бетонных и железобетонных конструкций и принципы их проектирования по параметрам долговечности / В.Р. Фаликман, В.Ф. Степанова — DOI: 10.33622/0869-7019.2019.06.13-22. // Промышленное и гражданское строительство. — 2019. — № 6. — С. 13–22.
8. Король О.А. Исследования и наукоемкие разработки в области энергоэффективного строительного производства / О.А. Король // Строительные материалы. — 2015. — № 6. — С. 13–15.
9. Король О.А. Моделирование изменения прочностных параметров монолитной связи слоёв в трехслойных железобетонных конструкциях при эксплуатационных воздействиях / О.А. Король, М.В. Берлинов, М.А. Батраков // Строительство и архитектура. — 2023. — Т 11, № 3. — С. 3.
10. Ярмаковский В.Н. Теплоэффективные наружные стены зданий, возводимые с использованием монолитного полистиролбетона с высокопоризованной и пластифицированной матрицей / В.Н. Ярмаковский, А.Н. Костин, О.В. Фотин, А.Е. Кондюрин // Жилищное строительство. — 2014 — № 6 — С. 18–23.
11. Король Е.А. Технология и организационная эффективность возведения многослойных наружных стен в монолитном строительстве / Е.А. Король, Ю.А. Харькин // Строительство и реконструкция. — 2013. — № 5. — С. 3–8.

Perushina Margarita Nikolaevna

Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia
E-mail: karmodel@gmail.com

Pugach Evgeniy Mihailovich

Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia
E-mail: Tsp-tvz@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2832-1941>

RSCI: https://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=416367

Kharkin Yuri Alexandrovich

E-mail: y.kharkin@gmail.com

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=754252

Analysis of structural and technological solutions of monolithic multilayer exterior walls

Abstract. The article discusses the technology of monolithic multilayer exterior walls using non-removable, special and inventory panel formwork. The collection and analysis of existing solutions was carried out, representatives of groups of structures consisting of one, two and three layers of monolithic concrete were identified, technological features of fixed and inventory formwork, solutions for its temporary fastening were determined, the stages of the concreting process and the complexity of the work were reflected. To conduct a comparative analysis, design and technological features were identified: the number of concreted layers, the method of reinforcement, the type of formwork used, the presence of layers of finishing coatings, the method of laying and compacting the concrete mixture, the sequence of layers of the concreted structure, the need for supporting frames, the need for additional fastening means, the use of crane equipment for installing formwork, labor intensity the construction of 1 m² of the structure. Variants of exterior walls with a single monolithic layer, made in a non-removable formwork in a state of complete readiness, are the least laborious, but can only be used as curtain walls. Solutions with two and three monolithic layers are applicable as load-bearing structures of multi-storey buildings, but are difficult to implement, require the use of special equipment and strict compliance with the regulations for the production of concrete works. A comparison of the indicators of monolithic single-layer and double-layer structures with functionally similar solutions of a monolithic structure with a hinged facade and facing with brick with plate insulation, erected in several stages, indicated significant efficiency, expressed in reducing labor intensity. Solutions for the construction of three-layer monolithic structures are less effective and require additional study due to the need for subsequent finishing.

Keywords: monolithic structures; exterior walls; technologies for the construction of exterior walls; monolithic multilayer walls; technology for concreting multilayer walls; non-removable wall formwork