

економічне обґрунтування, використання багатокритеріальних методів технологічного і техніко-економічного обґрунтування раціональних варіантів.

Ключові слова: *технологія реставрації, раціональні технологічні та конструктивні рішення, вибір ефективних варіантів.*

S. A. Osipov

Method of selection technology of restoration of monuments of architecture

The article discusses the technique of choice of technology of restoration of monuments of architecture, which builds on the systemic approach, focused synthesis of possible methods (depending on the type of restoration, etc.), the use of technological and design solutions restoration with scientific and feasibility study, the use of multi-criteria methods and technological feasibility study of rational choices.

Key words: *technology of restoration, rational technological and design solutions, selection of effective options.*

УДК: 693.22:693.27:693.55

Г.Н. Тонкачев

д-р.техн.наук, проф.,

М.В. Клыс

аспирант

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗВЕДЕНИЯ СТЕН
МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ**

Выполнен анализ вариантов возведения стен, которые используются для строительства малоэтажных зданий. Приведено сравнение технико-

экономических показателей различных вариантов технологии возведения стен. Определены области рационального использования каждого варианта.

Ключевые слова: *здание, технология, стена кирпичная, стена мелкоблочная, стена каркасная, стеновая панель, железобетон, сборные конструкции, эффективность.*

Актуальность проблемы. Возведение стен является важным этапом строительства зданий. Стены определяют, как внешний вид, так и характер эксплуатации. Они должны соответствовать требованиям теплозащиты, огнестойкости, звукоизоляции, а также быть прочными и долговечными. Для возведения стен используются различные материалы. Это зависит от вкуса и доступных для строительства средств. Для возведения стен можно использовать кирпич, блоки (бетонные, газоблоки, пеноблоки), сборные панели, монолитный бетон, а также сборно-монолитные конструкции.

Анализ последних исследований и публикаций. Вопросы проектирования и устройства стеновых панелей долгое время занимались научно-исследовательские центры, фирмы и ученые. [1, 2, 3]

Помимо традиционных видов возведения стен, было проанализировано и новые технологии такие, как стеновые панели из легкого стального каркаса фирмы «Меттэм» [3, 4], технология возведения стеновых панелей системы «SySpro» с использованием крана [6], а также технология возведения стеновых панелей методом подъема с поворотом [5].

Компания «Меттэм» осуществляет выпуск стеновых панелей, который используется при возведении всех видов зданий.

Постановка задачи. Проанализировать существующие технологии возведения стен, определить их эффективность и по этим данным получить области рационального использования каждого варианта.

Основной текст. Вначале рассматривается технология возведения стен из кирпичной кладки (T_p-1). Такие стены отличаются высокой прочностью и огнестойкостью. Благодаря теплоемкости таких стен, они сохраняют летом

прохладу, а зимой тепло. Кирпичная кладка не подвержена разрушению насекомых-вредителей и процессу гниения.



Кирпич целесообразно применять для возведения стен при строительстве больших коттеджей, которые рассчитаны на эксплуатацию на протяжении всего года.

К недостаткам кирпича можно отнести то, что он очень хорошо впитывает влагу.

Кирпичные стены должны иметь достаточную толщину, чтобы обеспечить необходимую теплоизоляцию.

Вес 1 м² стены в 1,5 кирпича составляет 420 кг.

Еще одним очень важным недостатком является то, что для отделки поверхности стены необходимо поверхность штукатурить или облицевать гипсокартонными листами.

Толщина стены вместе с утеплителем и штукатуркой составляет 520 мм (120+40+100+250+10).

Темп возведения 100 м² стены – 12 дней.

Затраты труда на 1 м² стены – 6,5 чел/час



Т_р-2 - стена из бетонных (пено-, газо-, керамзитобетонных) блоков. Стены из бетонных блоков долговечны, огнеупорны, не подвержены гниению и воздействию вредителей. Бетонные блоки легкие в обработке, что позволяет возводить стены сложной конфигурации. Стены из бетонных блоков обладают большой теплоемкостью. Отличительной чертой является хорошие физико-механические и эксплуатационные свойства. Технология возведения стен достаточно проста. Также такие стены очень прочные, стойки к воздействию сырости, однако очень тяжелые.

Цена кладки стен из блоков ниже, чем возведение из кирпича.

Еще одним неотъемлемым преимуществом кладки стен из бетонных блоков является то, что под них нет нужды заливать тяжелый дорогостоящий фундамент. И благодаря этому будут меньше усадки.

Есть и недостатки такого материала. Например, бетонные блоки не смогут выдержать железобетонные перекрытия. Для этого необходимо делать дополнительный бетонный пояс.

Вес 1 м² стены из бетонных блоков составляет 120...140 кг (в зависимости от блока).

Также, как и стены из кирпичной кладки, стену необходимо штукатурить или облицовывать гипсокартонными листами.

Толщина стены вместе с утеплителем и штукатуркой составляет 400 мм.

Темп возведения 100 м² стены – 10 дней.

Затраты труда на 1 м² стены – 3,7... 3,9 чел/час



Т_р-3 - сэндвич панель из легкого стального каркаса. Была рассмотрена стеновая панель компании «Меттэм», которая состоит из стального термо-профильного каркаса, окрашенной фиброцементной плиты и гипсо-стружечной плиты в качестве наружной и внутренней обшивки и базальтового утеплителя.

Использование технологии по устройству данных панелей позволило, по сравнению с каменной кладкой:

- сократить затраты труда в 2,5-4 раза
- сроки возведения наружных стен в 3-4 раза
- при одинаковых габаритах здания увеличить жилую площадь

Технология изготовления данной плиты не требует подготовки внутренней поверхности стены к отделке.

К недостаткам можно отнести то, что панели по такой технологии имеют всего 2 типоразмера: 3х3м и 6х3м. Тем самым ставит в жесткие рамки архитекторов и проектировщиков.



Т_р-4 - сэндвич панель по технологии «SySpro». Сэндвич панель по этой технологии изготавливается на заводе. Делается горизонтальная опалубка и металлический каркас для будущей стены. Выливается одна сторона стены и в мокрый бетон устанавливается металлический каркас до того, пока не застыл бетон и не набрал прочности. После того, как бетон набрал прочности вместе с

каркасом, его переворачивают на 180° таким образом, чтобы готовая сторона стены была сверху, а каркас смотрел вниз. После этого делают еще одну горизонтальную опалубку. Выливают туда бетон и опускают нашу конструкцию. После затвердения бетона стеновую панель можно транспортировать на объект.

На объекте, после установки и закрепления конструкции в проектное положение, заливают теплоизоляцию во внутрь конструкции. После чего получается полноценная сэндвич-стена.

Преимущества:

1. Технология основана на автоматизированном производстве с применением новейших технологий управления роботизированной малогабаритной системы.
2. Высокая точность и качество деталей.
3. Возможность делать различные формы.
4. Резка, гибка и сварка арматуры в заводских условиях.
5. Панель вычерчивают в CAD-системе и осуществляется автоматическая проверка всех размеров в плане и разрезе.

Недостатки:

1. Транспортировка стеновых панелей на объект.
2. Затраты на погрузку/выгрузку стеновых панелей.
3. Затраты на бетонирование стыков и швов.

Т_р-5 - сэндвич панель по технологии «Tilt-Up». Сэндвич панели по этой технологии изготавливаются непосредственно на строительной площадке в горизонтальном положении. При помощи опалубки на ровной поверхности



формируются части стен, укладывается арматура, размещаются закладные детали и укладывается бетон. После набора необходимой прочности производится монтаж конструкций стен при помощи крана.

В некоторых случаях, для строительства коттеджей, вместо опалубки укладывают специальные элементы из пенопласта на ровной поверхности и после монтажа конструкции стены, они остаются частью стены, ее наружной поверхностью и служит теплоизоляционным слоем. Таким образом получается жесткий монолитный остов будущего дома с теплоизоляционным слоем из пенопласта.

В преимуществах – максимальная механизация работ. Бетон подается на нижний уровень при помощи крана, тем самым не нужно использовать бетононасос. Укладка бетонной смеси более технологична, чем в вертикальную опалубку. При небольших габаритах получается легкий и жесткий остов.

Также, уменьшает затраты труда на изготовление панелей, т.к. все работы по изготовлению происходят в горизонтальном положении.

Эта технология позволяет изготавливать панели различных размеров, т.к. не требуется привязка к максимальным габаритам автотранспорта.

Недостатки:

- должна быть относительно равнинная местность, чтобы можно было использовать кран.
- в стесненных условиях не возможно использовать данную технологию.

По таблице 1 можно определить, что для кирпичной кладки и кладки с бетонных блоков толщина стен вместе с утеплителем составляет 520 мм и 400 мм соответственно. Для сэндвич панелей из легкого стального каркаса фирмы «Меттэм» - 235 мм. И для сэндвич панелей по технологии «SySpro» и «Tilt-Up» составляет 220 мм.

Самые большие затраты труда 1 м² стены- возведение стен кирпичной кладкой и составляет 6,5 чел/ч. Самые низкие для технологий «Меттэм»,

«SySpro» и «Tilt-Up» - 1,5 чел/ч, 1,7 чел/ч и 1,2 чел/ч соответственно. Из этого следует, что сокращаются затраты труда по возведению стен по новым технологиям на 74-81,5% по сравнению с кирпичной кладкой.

Таблица 1

**Сравнение возведения 2-х этажного дома площадью 117 м²
различными видами технологий**

Сравнение технологий	Т _р -1	Т _р -2	Т _р -3	Т _р -4	Т _р -5
Толщина стены с утеплителем, мм	520	400	235	220	220
Затраты труда на 1 м ² , чел/час	6,5	3,9	1,5	1,7	1,2
Темп возведения 100 м ² стены, дни	12	10	2,5	2,3	2
Подготовка внутренней поверхности стены к отделке	Штукатурные работы или облицовка ГКЛ	Штукатурные работы или облицовка ГКЛ	Не требует	Не требует	Не требует
Вес 1 м ² стены, кг	520	180	50	275	246
Общая стоимость, у.е.	8780,0	6527,5	4680,0	4720,0	3776,5

Таблица 2

Рейтинговая оценка экспертами по основным показателям различных видов материалов

Критерии	Т _р -1	Т _р -2	Т _р -3	Т _р -4	Т _р -5
Транспортировка	3	2	1	1	4
Трудоемкость	1	2	4	3	4
Механизация	1	1	3	4	4
Конструктивность	1	2	4	3	4
Долговечность	3	2	1	3	4
Складирование	3	3	4	4	4
Общее:	12	12	17	17	24

По скорости монтажа сильно уступает кирпичная кладка и кладка бетонными блоками (100 м² стены за 12 и 10 дней соответственно) новым

технологиям «Меттэм», «SySpro» и «Tilt-Up» (100 м² стены за 2,5, 2,3, 2,0 дня соответственно). Примерно на 75-83,5% выше скорость монтажа новыми технологиями.

Еще одним очень важным преимуществом новых технологий является то, что внутреннюю и внешнюю поверхность не нужно штукатурить или выравнивать гипсокартонными листами, чего не скажешь для стен возведенных методом кирпичной кладки или бетонными блоками.

Самый большой вес стены на 1 м² в кирпичной кладке, а самый маленький у стен из легкого стального каркаса фирмы «Меттэм» и составляет 50 кг/м² стены. Этот показатель очень важен, так как он, в основном, определяет какой должен быть фундамент дома.

Самая высокая стоимость строительства дома при возведении стен кирпичной кладкой и бетонными блоками – 8780 у.е. и 6527,5 у.е. соответственно. А самая низкая для строительства дома при возведении стен методом «Tilt-Up» – 3776,5 у.е.

По рейтинговой оценке экспертов (Таблица 2) видно, что самый низкий показатель имеют технологии возведения стен методом кирпичной кладки и бетонных блоков. А самый высокий – по технологии «Tilt-Up».

Выводы:

Возведение стен по технологии кирпичной кладки и кладки бетонными блоками целесообразно использовать при строительстве зданий в стесненных условиях.

Для зданий, которые стоят на плохих грунтах лучше всего использовать возведение стен по технологии компании «Меттэм», так как под такие стены нет необходимости делать мощные фундаменты и тем самым сокращать расходы на устройство фундаментов.

Для получения максимальной точности монтажа и качества изделий лучше всего использовать технологию «SySpro», так как все сэндвич панели изготавливаются на заводе при помощи робототехники и компьютерных программ CAD.

Для получения минимальных затрат труда, темпов возведения стен и стоимости возведения здания лучше всего использовать технологию «Tilt-Up».

Список литературы:

1. Иванушкина А.Г. Кирпичная и каменная кладка: практические советы специалиста / Иванушкина А.Г.. – М.: Издательство АСТ, 2008. – 127 с.
2. Кузнецов В.С. Железобетонные и каменные конструкции / Кузнецов В.С.. – М.: Издательство АСВ, 2014. – 303 с.
3. Меттэм. Строительные технологии. Современная высокоэффективная и экономичная технология домостроения / [электронный ресурс] // Москва, 2013. – 26 с. - <http://www.realtyestate.ru/mettem/>.
4. Меттэм. Строительные технологии. Преимущества и недостатки легких стальных конструкций / [электронный ресурс] // Москва, 2013. – 33 с. - http://issuu.com/mettem-ct/docs/3_etaga.
5. G.G. Abi-Nader. Erection stresses in reinforced concrete tilt-up wall panels / G.G. Abi-Nader.. – University of Florida, 2009. – 176 p.

Г.М. Тонкачєєв, М.В. Клис

Ефективність технологій зведення стін малоповерхових будівель

Проведено аналіз варіантів зведення стін, які використовуються для будівництва малоповерхових будівель. Проведено порівняння техніко-економічних показників різних варіантів технологій зведення стін. Визначені області раціонального використання кожного варіанта.

Ключові слова: будівля, технологія, стіна цегляна, стіна дрібноблочна, стіна каркасна, стінова панель, залізобетон, збірні конструкції.

G. Tonkachev, M. Klys

Efficient technologies Walling low-rise buildings

Analysis options wall erection used for the construction of low-rise buildings. Comparison of different options technology wall erection of technical and economic parameters. Advantages of each option identified and considered.