

Шатверян Илья Павлеви́ч, Магистрант,
ООО «ГАРНАТРЕСТАВПРОЕКТ»

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ УСТРОЙСТВА И КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ФАСАДНЫХ СИСТЕМ МНОГОЭТАЖНЫХ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И КРИТЕРИИ ВЫБОРА

Аннотация. Статья посвящена сравнительному анализу организационно-технологических решений устройства и капитального ремонта фасадных систем многоэтажных гражданских зданий. Рассмотрены системы типов «мокрый фасад», навесной вентилируемый и стеклянный. Выполнена оценка трудоемкости и стоимости капитального ремонта в расчёте на один год эксплуатации. Методом экспертного опроса определены ключевые факторы выбора рациональной системы.

Ключевые слова: Фасадные системы, капитальный ремонт, навесной вентилируемый фасад, эксплуатационная надёжность, трудоёмкость ремонта, экспертная оценка.

ВВЕДЕНИЕ

Фасадные системы многоэтажных гражданских зданий определяют энергоэффективность, долговечность, эксплуатационную надёжность и архитектурную выразительность объекта. Наружные ограждающие конструкции защищают здание от климатических воздействий, снижают теплопотери, регулируют температурно-влажностный режим помещений и формируют санитарно-гигиенические условия эксплуатации.

В строительной практике Российской Федерации применяются различные типы фасадных систем: штукатурные системы наружной теплоизоляции, навесные вентилируемые фасады, фасадные системы с облицовкой кирпичом, светопрозрачные фасады и комбинированные решения. Каждый тип имеет собственные конструктивные особенности, различную стоимость устройства, трудоёмкость монтажа, продолжительность эксплуатации и требования к капитальному ремонту.

При выборе фасадной системы на стадии проектирования основное внимание часто уделяется первоначальной стоимости устройства, при этом недостаточно учитываются затраты на последующую эксплуатацию, периодичность текущих ремонтов, сроки капитального ремонта и возможность модернизации системы. Значительная часть существующего жилого и общественного фонда не соответствует современным требованиям по тепловой защите и энергоэффективности, что особенно характерно для зданий, построенных по устаревшим нормативам.

Большинство фасадных систем имеют срок службы меньше нормативного срока эксплуатации здания. На практике капитальный ремонт фасадов часто выполняется без комплексной оценки технического состояния системы, без анализа остаточного ресурса отдельных элементов и без экономического обоснования выбора нового конструктивного решения. Это приводит к увеличению эксплуатационных затрат, повторным ремонтам и снижению эффективности использования объекта.

Цель исследования – анализ существующих организационно-технологических решений и разработка предложений по совершенствованию устройства и капитального ремонта фасадных систем многоэтажных гражданских зданий.

1. КЛАССИФИКАЦИЯ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ

Согласно классификации СП 293.1325800.2017, конструкции наружных стен с фасадной теплоизоляцией подразделяются на четыре основных типа:



- тип А – системы с наружным теплоизоляционным слоем и декоративно-защитной штукатуркой;
- тип Б – системы с теплоизоляцией и облицовкой кирпичом;
- тип В – навесные вентилируемые фасады с теплоизоляцией и воздушным зазором;
- тип Г – фасады с использованием прозрачных облицовочных элементов.

Системы типов А и Б имеют схожую конструктивную схему и отличаются материалом наружного слоя. Различия между системами типов В и Г заключаются в типе облицовочных панелей, поэтому целесообразно рассматривать их совместно.

Штукатурные системы (типы А и Б). К преимуществам относятся относительно низкая стоимость, широкая цветовая палитра, малая масса конструкции и пригодность к капитальному ремонту. Основные недостатки: низкая устойчивость к механическим воздействиям, затруднённый локальный ремонт, невозможность визуального контроля состояния внутренних слоёв, ограничение по температурным условиям монтажа (выполнение возможно только в тёплое время года из-за «мокрых» процессов), сравнительно короткий межремонтный срок службы (6–10 лет).

Навесные вентилируемые фасады (тип В). Обладают высокой энергоэффективностью за счёт вентиляционного зазора, обеспечивают эффективное удаление влаги. Высокая ремонтпригодность: отдельные элементы легко демонтируются и заменяются. Монтаж возможен в любое время года. Длительный срок службы (до 50 лет и более). При ремонте заменяются в основном облицовочные панели, несущий каркас зачастую сохраняется. Недостатки: высокая стоимость по сравнению со штукатурными системами, слабая взаимозаменяемость элементов разных производителей, ограниченная применимость при реконструкции зданий сложной архитектуры.

Светопрозрачные фасады (тип Г). Основной вид отказа – механическое повреждение стеклопакета. Ремонт выполняется заменой повреждённого модуля. При капитальном ремонте возможна замена стеклопакетов на более энергоэффективные, а также восстановление системы несущих профилей и фурнитуры.

2. АСПЕКТЫ НАДЁЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В соответствии с СП 255.1325800.2016, надёжность – это способность конструкции удовлетворять определённым требованиям на протяжении всего срока службы. Долговечность фасадной системы зависит не только от сопротивляемости внешним воздействиям, но и от возможности проведения диагностических исследований и эффективного ремонта.

Для «мокрых» фасадов критическими элементами, отказ которых приводит к повреждению всей системы, являются поверхностный слой краски и защитный слой штукатурки. Краска разрушается под действием солнечного излучения или обладает водопроницаемостью, что ведёт к увлажнению штукатурки и её последующему отслаиванию. Рельефная структура штукатурки (тип «короед») способствует накоплению пыли и развитию микроорганизмов, что ускоряет разрушение покрытия. Гладкая структура такого эффекта не вызывает.

Для навесных вентилируемых фасадов критическими элементами являются анкерные соединения крепления к несущей стене и система несущих элементов (включая кляммеры), подверженных коррозии от водяного пара и кислот. Керамогранитная плитка устойчива к солнечным лучам и атмосферным факторам, имеет водопоглощение не выше 0,1%, что исключает разрушение при циклах замораживания-оттаивания.

Обследования показали, что при заявленном сроке службы 25–30 лет «мокрые» фасады требуют профилактического ремонта уже через 5–7 лет эксплуатации. Навесные вентилируемые фасады при прогнозируемом сроке службы 20–30 лет эксплуатируются по 40–50 лет и более.



3. АНАЛИЗ ЗАТРАТ НА КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ

Для объективного сопоставления проанализировано 30 закупок услуг по капитальному ремонту фасадных систем в Единой системе электронных государственных закупок. Преобладающее количество объектов имеет площадь фасада для ремонта в пределах до 1000 м², что связано с большим количеством объектов коммунальных учреждений и образовательных организаций. Стоимость капитального ремонта для большинства объектов находится в пределах 2000–6000 руб./м².

Сравнение трудоёмкости и стоимости капитального ремонта выполнено на основе технологических регламентов производителей и нормативных документов с применением системы поправочных коэффициентов. Для «мокрого» фасада коэффициент к трудозатратам и стоимости составляет 1,3 (учитывает дополнительные работы по демонтажу и подготовке поверхности). Для навесных и стеклянных фасадов экономия ресурсов учитывается за счёт повторного использования элементов.

Сопоставление выполнено в пересчёте на 1 год эксплуатации для учёта различной продолжительности межремонтных периодов (табл. 1).

Таблица 1

Сравнение затрат на капитальный ремонт фасадных систем различных типов

Показатель	Мокрый фасад (пенополистирол)	Мокрый фасад (мин. вата)	Навесной фасад	Стеклянный фасад
Продолжительность межремонтного периода, лет	15	20	30	40
Количество ремонтных периодов за срок эксплуатации, шт.	6	4	3	2
Трудоёмкость одного ремонта, чел.-ч/м ²	4,14	3,75	2,79	5,07
Стоимость одного ремонта, руб./м ²	1 826	2 300	1 360	6 660
Общая трудоёмкость за срок эксплуатации, чел.-ч/м ²	24,84	15,00	8,37	10,14
Общая стоимость за срок эксплуатации, руб./м ²	10 956	9 200	4 080	13 320
Относительная трудоёмкость, чел.-ч/м ² /год	0,276	0,188	0,093	0,123
Относительная стоимость, руб./м ² /год	137,74	115,00	45,32	166,50

По результатам анализа установлено, что наименьшей относительной трудоёмкостью капитального ремонта на 1 год эксплуатации обладает навесной вентилируемый фасад (0,093 чел.-ч/м²/год). Наименьшая относительная стоимость также у навесного фасада (45,32 руб./м²/год). Наименее выгодными по трудоёмкости являются системы типа «мокрый фасад» независимо от вида утеплителя. Наиболее дорогостоящими в пересчёте на 1 год эксплуатации – стеклянные фасады (166,50 руб./м²/год), однако за счёт уникальных свойств и длительного срока службы они могут быть экономически оправданы в проектах с повышенными архитектурными требованиями.

4. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВЫБОР ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ

Для определения наиболее значимых факторов, влияющих на выбор рациональной фасадной системы, использован метод независимого экспертного опроса 16 специалистов



строительной отрасли с последующей статистической обработкой ранговым методом. Согласованность экспертных мнений оценена коэффициентом конкордации $W = 0,272$, что свидетельствует о допустимой степени согласованности.

По результатам ранжирования определены 16 факторов с расчётом коэффициентов значимости (табл. 2).

Таблица 2

Значимость факторов, влияющих на выбор рациональной фасадной системы

№	Фактор	Коэффициент значимости
1	Срок службы фасадной системы	0,09844
2	Стоимость 1 м ² фасада	0,08906
3	Продолжительность периода между текущими ремонтами	0,08698
4	Продолжительность периода между капитальными ремонтами	0,07656
5	Трудоёмкость устройства фасадной системы	0,07604
6	Ремонтопригодность отдельных элементов	0,07500
7	Светопрозрачность конструкции	0,07344
8	Наличие мокрых процессов	0,06406
9	Возможность повышения энергоэффективности	0,05677
10	Возможность обследования системы	0,05625
11	Стоимость капитального ремонта	0,05208
12	Наличие технологических пауз	0,04375
13	Возможность мойки фасада	0,04271
14	Адаптация к климатическим изменениям	0,04219
15	Возможность размещения креплений и коммуникаций	0,04115
16	Повторное использование элементов	0,02552

Установлено, что наиболее существенное влияние на выбор оказывают срок службы конструкции, стоимость 1 м² фасада, продолжительность межремонтного периода и период между капитальными ремонтами. Значительное влияние также оказывают трудоёмкость выполнения работ и ремонтнопригодность отдельных элементов без демонтажа всей системы. Наименьшее влияние – факторы, связанные с повторным использованием элементов и размещением крепежа, что объясняется высокой технологической адаптацией современных систем.

5. ОБСУЖДЕНИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Полученные результаты подтверждают необходимость комплексного подхода к выбору фасадной системы с учётом не только первоначальных капитальных вложений, но и затрат на эксплуатацию, ремонтнопригодности, энергоэффективности и надёжности в течение всего жизненного цикла здания.

Существующая нормативная база имеет ряд недостатков. Гарантийный срок эксплуатации фасадной системы с вентилируемой прослойкой составляет 5,5 лет при заявленном среднем сроке эксплуатации 50 лет, но отсутствуют требования по периодичности проверки текущего состояния утеплителя и определения условий для его замены до окончания срока эксплуатации системы. Это приводит к снижению энергоэффективности и увеличению затрат на содержание зданий.

При капитальном ремонте «мокрого» фасада утилизации подлежит практически весь состав системы, что делает стоимость ремонта сопоставимой со стоимостью устройства новой



системы. Капитальный ремонт навесных вентилируемых фасадов предусматривает повторный монтаж ранее использовавшихся облицовочных элементов и подсистемы при сохранении эксплуатационной пригодности, что существенно снижает расход материалов и стоимость работ. Для стеклянных фасадов несущий каркас часто сохраняется без изменений, а замене подлежат только стеклопакеты и герметизирующие элементы.

Фасадная система должна изначально подбираться с учётом возможной смены функционального назначения здания и обеспечивать возможность корректировки теплоизоляционных характеристик, рационального выбора режимов текущего ремонта и выполнения капитального ремонта без полного демонтажа системы.

ВЫВОДЫ

1. Наиболее распространёнными фасадными системами в российской строительной практике являются системы с внешним утеплением и отделкой штукатуркой, облицовочным кирпичом, а также навесные вентилируемые системы с облицовкой панелями. Основной проблемой, приводящей к снижению энергоэффективности и росту затрат, является несовершенство процедуры оценки срока службы и текущего состояния компонентов системы.

2. По результатам сопоставления трудоёмкости и стоимости капитальных ремонтов в пересчёте на 1 год эксплуатации установлено, что наиболее рациональной с организационно-технологической точки зрения является навесная фасадная система с вентилируемым воздушным зазором. Данный тип фасада характеризуется отсутствием мокрых процессов, наименьшей относительной трудоёмкостью (0,093 чел.-ч/м²/год) и стоимостью (45,32 руб./м²/год) капитального ремонта, возможностью повторного использования элементов конструкции.

3. Ремонт фасадов типа «мокрый фасад» осложняется необходимостью выполнения работ в ограниченном температурно-влажностном режиме, более высокой частотой текущих ремонтов и невозможностью локального ремонта без нарушения целостности прилегающих участков. Стеклянные фасады обладают наиболее продолжительным межремонтным периодом, но их значительная стоимость ограничивает массовое применение.

4. Наиболее значимыми факторами выбора рациональной фасадной системы являются срок службы конструкции (0,098), стоимость 1 м² фасада (0,089), продолжительность межремонтных периодов (0,087 и 0,077) и трудоёмкость устройства (0,076). Полученные результаты являются основой для разработки имитационной модели выбора рациональных организационно-технологических решений и формирования технологического регламента применения фасадных систем в практике проектирования, строительства и эксплуатации многоэтажных гражданских зданий.

Список литературы:

1. СП 293.1325800.2017. Конструкции фасадные с теплоизоляцией. Правила проектирования и устройства. – М.: Минстрой России, 2017. – 42 с.
2. Федеральный закон № 261-ФЗ от 23.11.2009 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
3. СП 255.1325800.2016. Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения. – М.: Минстрой России, 2016. – 18 с.
4. СП 293.1325800.2017. Конструкции фасадные с теплоизоляцией. Правила проектирования и устройства. – М.: Минстрой России, 2017. – 42 с.
5. Александрова О. В. Технология возведения зданий и сооружений. – М.: АСВ, 2018. – 326 с.



6. Алехин С. В. Организационно-технологические решения устройства навесных фасадных систем // Строительное производство. – 2019. – № 4. – С. 28–34.
7. СП 255.1325800.2016. Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения. – М.: Минстрой России, 2016. – 18 с.
8. Соха В. Г. Эксплуатационная надёжность фасадных систем многоэтажных зданий // Технология и организация строительства. – 2020. – № 2. – С. 45–52.
9. Менейлюк О. И. Анализ отказов и разрушений фасадных систем гражданских зданий // Инженерно-строительный журнал. – 2019. – № 6. – С. 115–123.
10. ГОСТ Р ИСО 22497-2023. Конструкции фасадные. – М.: Стандартиформ, 2023. – 56 с.
11. Скокова А. О. Оценка затрат ресурсов на капитальный ремонт фасадных систем // Строительство и реконструкция. – 2021. – № 3. – С. 60–68.
12. Дикарёв К. Б. Методы экспертной оценки при выборе рациональных строительных решений // Вестник МГСУ. – 2020. – № 5. – С. 112–119.

