

В.Ф. Панова, И.В. Камбалина, С.А. Панов

Сибирский государственный индустриальный университет

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

Долговечность массовой застройки ограничена во времени, ее конечный срок службы составляет 10, 50, 100... лет. Это время, в течение которого техническое обслуживание и ремонт экономически целесообразны. Наиболее продолжительный срок эксплуатации имеют мосты (до 200 лет) и тоннели (до 500 лет). В настоящей работе речь пойдет о долговечности различного рода зданий, в том числе жилых.

Важную роль в долговечности объектов играют выбранные материалы [1]. О стойкости деревянных, клееных конструкций подробно описано в работах В.М. Хрулева [2] и его соратников [3, 4]; о стойкости теплоизоляционных, стеновых материалов можно узнать в работах [5, 6], а композиционных материалов – в работах [7 – 9]. Кроме материалов, на долговечность объектов влияет целый комплекс факторов, начиная от проектирования, в котором заложены мероприятия по защите от коррозии, и заканчивая ремонтными работами.

Цель настоящей работы: систематизировать, собрать основные факторы, которые могут продлить срок службы зданий, в том числе жилых домов.

Повышение эксплуатационной стойкости строительных материалов, изделий и конструкций, из которых создаются строения, состоит из *первичной* (активной) и *вторичной* (пассивной) защиты. Первичная защита предполагает создание условий, при которых коррозия материалов будет сведена к минимуму. Мероприятия по защите материалов от коррозии выполняются, прежде всего, на стадии проектирования строения. Предполагаются следующие виды активных мероприятий на различных этапах строительства объектов:

- разработка генерального плана предприятия;
- организация технологического процесса;
- выбор материалов с технико-экономическим обоснованием;
- выбор формы элементов строительных конструкций, исключающий образование застойных зон;
- воздействие агрессивной среды;

– ремонт как фактор, повышающий долговечность объекта, установление основных видов дефектов и способов их устранения;

– снос жилого фонда как последний этап функционирования объекта (на примере города Новокузнецка).

Ниже приведено описание перечисленных этапов.

Разработка генерального плана предполагает размещение цехов промышленных объектов с учетом розы ветров, направления потока грунтовых вод, исключая коррозионное воздействие с подветренной стороны и в зоне действия агрессивных вод. Рекомендуется блокировать цеха с агрессивной средой. Особое внимание уделяется складам щелочей и кислот. Самой распространенной агрессивной средой является влага. При отсутствии вертикальной планировки осадки могут сливаться в ливневую канализацию, где должна быть предусмотрена защита от коррозии.

По степени агрессивности сред предприятия делятся на группы: с долговечностью 5 лет – химическая, пищевая, металлургическая промышленность и др.; с долговечностью 10 лет – ликероводочное производство; с высокой долговечностью – парфюмерное производство, производство строительных материалов, изделий, конструкций и др.

По степени опасности воздействия на конструкции: внутри помещения, выше уровня отметки пола «0,000» – наружная часть емкостей, верхняя часть стен (возможно испарение влаги); на уровне пола «0,000» – полы, фундаменты, внутренняя часть емкостей (длительное увлажнение, плюс ударная нагрузка); внутри помещения, надземная часть, примыкающая к полу – нижняя часть стен и колонн (возможно частичное увлажнение при гигиенической уборке снаружи помещения, выше уровня пола «0,000» (УФ излучение, температура, ветер, осадки); ниже уровня пола «0,000» (контакт с почвой, промерзание, грунтовые воды, механическая нагрузка, но нет солнечного света).

Организация технологического процесса предусматривает меры, направленные на недопущение контакта агрессивных сред со

строительными конструкциями, что обеспечивается следующими способами:

- герметизация оборудования с целью предотвращения утечек;
- организованный отвод и улавливание технологических выбросов;
- электроизоляция и заземление оборудования, препятствующие утечке электрического тока.

Выбор материалов для конструкций сопровождается анализом стойких материалов для конкретных условий эксплуатации и выбором наиболее приемлемых с экономической точки зрения. Основным материалом для строительства – это бетон и железобетон. Для повышения коррозионной стойкости железобетонных конструкций важным является, прежде всего, повышение плотности бетона, например за счет ограничения использования материалов водонепроницаемостью до W8. Повысить плотность, прочность и трещиностойкость бетона можно, например, если применять уплотняющие добавки: нитрат железа, сульфат железа, пластификаторы, суперпластификаторы, добавки нового поколения Glenium, за счет введения мелкой фибры из минерального волокна. Для повышения химической стойкости бетона рекомендуется применение цемента с содержанием $C_3S < 65 \%$, $C_3A < 7 \%$, $C_3A + C_4AF < 22 \%$.

Выбор эффективных элементов конструкций. Для уменьшения коррозии рекомендуется создание конструкций с наиболее компактной формой сечений. Следует применять безбалочные решения междуэтажных перекрытий, сплошные или замкнутые сечения, которые имеют преимущество перед решетчатыми, бесфонарными шатровыми – перед фонарными и т.д.

Защита конструкций от воздействия агрессивных сред осуществляется применением ингибиторов коррозии или с помощью средств для нейтрализации стоков [10 – 12]. При проектировании конструкций, предназначенных для эксплуатации в агрессивной среде, их коррозионную стойкость следует обеспечивать за счет применения коррозионно-стойких материалов, добавок, повышающих коррозионную стойкость и защитную способность стальной арматуры; за счет снижения водо- и газопроницаемости технологическими приемами; необходимо установление требований к категории трещиностойкости, ширине расчетного раскрытия трещин, толщине защитного слоя [13, 14].

При проектировании конструкций следует предусматривать различные покрытия:

- лакокрасочные при действии газообразных и твердых сред (аэрозоли);
- лакокрасочные толстослойные (мастичные) при действии жидких сред, при непосредственном контакте покрытия с твердой агрессивной средой;
- оклеенные при действии жидких сред, в грунтах, в качестве непроницаемого подслоя в облицовочных покрытиях;
- облицовочные, в том числе из полимербетонов при действии жидких сред, в грунтах, в качестве защиты от механических повреждений оклеенного покрытия;
- пропиточные (уплотняющие) химически стойкими материалами при действии жидких сред, в грунтах;
- гидрофобизационные при периодическом увлажнении водой или атмосферными осадками, образовании конденсата, в качестве обработки поверхности до нанесения грунтовочного слоя под лакокрасочные покрытия;
- биоцидные при воздействии грибов и бактерий, выделяющих кислоты.

Коррозионно-стойкие материалы. К таким относятся:

I Неорганические материалы: горные породы: кислые (кислотостойкие горные породы (гранит)); основные (осадочные горные породы (кальцит, доломит)), защищают от действия щелочей.

К неорганическим материалам также относятся *керамика кислотоупорная; бетон кислотоупорный; серные мастики*, полученные на основе расплава технической серы и кислотостойких наполнителей [15]; *стекло и каменное литье* в виде плиток и облицовок в среде с содержанием кислот, щелочей до 20 %. В качестве наполнителя эффективно использовать специальные сетки или волокна.

Кроме того, сюда относят *углеродные и углеграфитовые, графитовые изделия*, которые применяют для внутренней облицовки технологического оборудования; в качестве матрицы используют пироуглерод, коксовые остатки термореактивных смол, каменноугольного или нефтяного пека; в качестве волокон-наполнителей применяют высокопрочные *углеродные волокна*, такие как нити (непрерывные и рубленые), жгуты, ткани.

II Органические материалы: материалы на основе полимеров – это полимербетоны класса В 25-80, стеклопластики, растворы, мастики на основе эпоксидных, полиэфирных, акриловых, фурановых и других смол, в соответствии с ГОСТ 25246. Сюда же относят:

– *гуммировочные материалы* – листовые, мастичные и жидкие резиновые смеси, латексные композиции;

– *защитные покрытия на основе битумов* (композиций «битум + полимер» применяются для защиты от кислот);

– *лакокрасочные покрытия* – в слабоагрессивной среде применяют лакокрасочные материалы: алкидные, масляные, нитроцеллюлозные, ПВА, латексные; перхлорвиниловые. В среде средней степени агрессивности используют покрытия типа кремнийорганических, полиуретановых, эпоксидных, на основе ГКЖ для защиты бетонов, древесины, металла. В условиях сильной агрессии (жидкие, редко газообразные среды) используют покрытия: перхлорвиниловые, на основе каучуков, мастичные материалы;

– *порошковые краски* как покрытие наносят в кипящем слое или электростатическом поле на металлические изделия и оборудование, это композиции на основе полиэтилена, полипропилена, эпоксидов [12].

При антикоррозионной защите полов самый эффективный способ защиты – устройство монолитных полов. *Наливные полы* устраивают по цементно-песчаной стяжке, связующие – акриловые, полиуретановые, эпоксидные. Каркасные полы устраивают на огрунтованное бетонное основание.

При эксплуатации зданий важное место занимает их *своевременный ремонт*. Он включает: *техническое обслуживание* (ТО) зданий и сооружений – это комплекс работ по контролю их технического состояния, поддержанию работоспособности и исправности, наладке, регулировке, подготовке сезонной эксплуатации отдельных элементов и зданий в целом, а также соблюдению в них и на прилегающих территориях экологических требований [16 – 18].

Для продления срока службы зданий применяют:

– *капитальный ремонт* (КР) – это комплекс ремонтно-восстановительных работ с целью усиления или восстановления с целесообразным улучшением эксплуатационных показателей и повышением надежности элементов зданий и сооружений [19];

– *текущий ремонт* (ТР) – это комплекс ремонтно-строительных работ по поддержанию эксплуатационных качеств зданий и сооружений путем наладки систем, восстановления защитных покрытий и устранения небольших повреждений;

– *планово-предупредительные ремонты* (ППР) – это ремонты, которые проводятся в сроки, заранее оговоренные в проекте на каж-

дый элемент здания, в соответствии с «Правилами и нормами технической эксплуатации жилищного фонда», «Положениями о планово-предупредительных ремонтах». Примерные сроки ППР для кровли, конструкций кровли – срок службы 100 лет; для рулонной и металлической – 20 лет (ППР через 5 лет с частотой контроля два раза в год). Наружные стены по сроку службы делятся на: кирпичные – 100 лет, керамзитобетонные – 80, из ячеистых бетонов – 50 лет, ППР через 5 лет. Оконные и столярные изделия служат 50 лет, ППР через 5 лет, частота контроля – через 5 лет. Системы центрального отопления устанавливаются со сроком службы 25 лет, ППР – 5 лет, контрольная проверка – 1 раз в год (подключение отопления). Для водопровода и канализационного оборудования – 25 лет, ППР – 10 лет, контроль – от рекламации. У лифтового оборудования срок службы 33 года, ППР – 5 лет, профилактика – по инструкции.

Цель технической эксплуатации состоит в «торможении» износа здания. Капитальный ремонт, то есть усиление и замена конструкций и инженерного оборудования позволяют замедлить износ и благодаря этому продлить срок службы здания. Физический износ можно уменьшить путем капитального ремонта, а моральный – только реконструкцией (табл. 1, 2).

При ремонте чаще всего встречаются нижеперечисленные дефекты.

Основные дефекты в каркасных зданиях – узловые соединения элементов каркаса, особенно в колоннах. Дефекты возможны из-за просадки грунтов, сейсмических воздействий, перегрузки конструкций, просчетов при проектировании. Способы устранения дефектов колонн и каркаса следующие: инъектирование трещин – введение под давлением через штуцер (пакер) полимеррастворов, полиуретановых композиций; устройство железобетонных обойм по адгезионной промазке; оклеивание стеклотканью на эпоксидных смолах; устройство стальной рубашки.

Дефекты перекрытий. Для устранения «клавишности» перекрытий необходима замена раствора в швах на полимерцементный раствор или мелкозернистый бетон по адгезионной подмазке. Возможно предварительное армирование стыков на дополнительную нагрузку.

Усиление фундамента осуществляется за счет устройства приливов – башмаков – к существующему фундаменту, устройства железобетонных рубашек, при бетонировании по адгезионной подмазке с анкерровкой арматуры в усиливаемом фундаменте.

Методика определения физического износа гражданских зданий

Физический износ	Состояние конструкций	Примерная стоимость ремонта
0 – 20 %, состояние хорошее	Повреждений и деформаций нет, имеются отдельные мелкие дефекты, нет следов устранения дефектов	0 – 11 % от первоначальной стоимости
21 – 40 %, состояние удовлетворительное	Имеются следы ремонтов, небольшие трещины на перекрышках, отдельные волосяные трещины на потолках. В целом конструктивные элементы пригодны для эксплуатации, но требуется некоторый капитальный ремонт	12 – 36 % от первоначальной стоимости
41 – 60 %, состояние неудовлетворительное	Имеется много следов ремонтов, искривление горизонтальных линий, трещины в кладке, отслоение пола, большое количество поврежденных ступеней. Эксплуатация возможна при условии значительного капитального ремонта	37 – 90 % от первоначальной стоимости
61 – 80 %, ветхое здание	Открытые трещины, большие искривления, отклонение стен от вертикали, массовое повреждение пола, перекошенные окна и двери, большое количество поврежденных ступеней, аварийное состояние несущих конструкций. Можно использовать, если будут проведены охранные мероприятия или полная замена конструктивных элементов	91 – 120 %
81 – 100 %, негодное здание	Здание находится в опасном состоянии: стены разрушены и деформированы, прогибы потолков, искривление горизонтальных линий, внутренняя отделка полностью разрушена. Восстановлению не подлежит	Не оценивается

Основные дефекты наружных стен – это промерзание, утрата герметичности стыков. Способы устранения дефектов стен состоят в установке дренажных отверстий в наружных стенах, просушке, заливке полости заливочным пенопластом; в наклейке теплоизоляции, устройстве «мокрого» или вентилируемого фасада; в повышении культуры производства.

Конечной стадией существования объекта является его снос. Ниже приведены данные о положении жилищного фонда, выстроенного в 1920 – 1960-е гг. в г. Новокузнецке. Около 35 % жилых домов Новокузнецка нуждается в реконструкции, модернизации или сносе. В настоящее время из зданий, имеющих моральный износ 17 – 23 %, составляют постройки 20 – 40-х годов, из них 40 % находятся в аварийном состоянии, 50 % требуют капитального ремонта; 40 % – панельные здания первых серий постройки 60-х годов. Панельные «хрущевки» были признаны критической проблемой. В 60-е годы в СССР был выполнен грандиозный план по переселению людей из землянок и бараков в индустриальное жилье. В настоящее время ресурс этих построек, рассчитанных на 40 лет, истек, и их необходимо

сносить или модернизировать. При постройке панельных домов их первоначальная стоимость была в 100 раз меньше домов «сталинской» застройки и составляла 200 долл./м². Высота помещений 2,48 м, площадь кухонь 5,5 м², квартир около 37 м². Однако панельные здания не полностью исчерпали свой технический ресурс. Для устранения морального износа необходима реконструкция, вертикальная перепланировка, создание двухуровневых квартир. При сносе пятиэтажек для расселения жильцов необходимо построить в три раза больше квартир, чем было.

Предложения по реконструкции панельных и ветхих домов:

– снос;

– модернизация: надстройка 4-5 этажей на внешнем фундаменте или строительство мансардной надстройки (двух этажей из легких конструкций, например, из ячеистобетонных блоков или устройство деревянных мансард).

Выводы. Для обеспечения долговечности строений необходимо учесть комплекс мероприятий, которые включают проектирование; разработку генерального плана; организацию технологического процесса; монтаж; выбор

Оценка морального износа гражданских зданий

Моральный износ	Характеристика
0 – 15 %	Планировка квартир пригодна для посемейного расселения, дом оснащен всеми видами благоустройства, перекрытия и перегородки нестаревающие
16 – 25 %	Не хватает отдельных видов благоустройства (например, ванн); перекрытия и перегородки частично или полностью деревянные
26 – 35 %	Планировка квартирная, но неудобна для посемейного заселения, отсутствуют некоторые виды благоустройства (горячая вода, лифт, мусоропровод, телефон, ванны), перекрытия полностью деревянные
36 – 45 %	Планировка различная, в отдельных частях здания не совпадает по вертикали, непригодна для посемейного расселения, темные и проходные кухни
> 45 %	Расположение помещений бессистемное, не совпадает по вертикали, непригодно для посемейного расселения – многоквартирное коммунальное жилье, санузлы могут располагаться над комнатами или кухнями

формы и эффективного материала для элементов строительных конструкций. Необходимо предусмотреть мероприятия по обеспечению коррозионной стойкости материалов, изделий и конструкций, своевременно выполнять все виды ремонта: планово-предупредительный, текущий, капитальный и устранять все дефекты здания. Анализ жилого фонда г. Новокузнецка показал, что ресурс жилого фонда, выстроенного в 1920 – 1960 гг. и рассчитанного на 40 лет, истек, и здания требуют или сноса, или модернизации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рахимов Р.З. Долговечность строительных материалов. – Казань: изд. КХТИ, 1988. – 81 с.
2. Хрулев В.М. Прогнозирование долговечности клеевых соединений деревянных конструкций. – М.: Стройиздат, 1981. – 128 с.
3. Мартынов К.Я. Комплексная защита древесины в строительных изделиях и конструкциях. – Новосибирск: Наука, 1996. – 123 с.
4. Машкин Н.А. Повышение стойкости и долговечности модифицированной полимера древесины. – Новосибирск: изд. НГАСУ, 1996. – 64 с.
5. Бобров Ю.Л. Долговечность теплоизоляционных минераловатных материалов. – М.: Стройиздат, 1987. – 168 с.
6. Завадский В.Ф., Кара-Сал Б.К. Современные системы утепления и долговечности стен зданий. – Кызыл: изд. ТывГУ, 2005. – 85 с.
7. Соломатов В.И. Химическое сопротивление композиционных строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1987. – 264 с.
8. Долговечность строительных конструкций и сооружений из композиционных материалов / В.Ш. Барбакадзе и др. – М.: Стройиздат, 1993. – 251 с.
9. Игнатова О.А. Долговечность строительных материалов. – Новосибирск: изд. НГАСУ (Сибстрин), 2011. – 156 с.
10. Коррозия бетона, железобетона, методы их защиты / В.М. Москвин и др. – М.: Стройиздат, 1980. – 553 с.
11. Скороходов В.Д., Шестакова С.И. Защита неметаллических строительных материалов от биокоррозии. – М.: Высшая школа, 2004. – 202 с.
12. Шевяков В.П., Жолудов В.С. Защита от коррозии промышленных зданий и сооружений. – М.: ТОО «Редакция газеты «Архитектура», 1995. – 168 с.
13. ГОСТ Р 52804-2007. Защита бетона и железобетона от коррозии. Методы испытаний.
14. СНиП 2.03.11-85. Защита строительных конструкций от коррозии: введ. в действ. 1986-01-01.
15. Соколов В.А., Чекулаева Е.И. Кислотоупорные футеровочные, винилпластовые и гуммировочные работы: учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1990. – 175 с.
16. Материалы и технологии ремонта, реставрации и реконструкции зданий и сооружений: учебное пособие / А.Т. Пименов и др. – Новосибирск: изд. НГАСУ (Сибстрин), 2008. – 276 с.
17. Техническое обслуживание и ремонт зданий и сооружений: справоч. пособие / Под ред. М.Б. Бойко. – М.: Стройиздат, 1993. – 205 с.
18. Эксплуатация жилых зданий / Э.М. Ариевич и др. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1991. – 510 с.
19. Нечаев Н.В. Капитальный ремонт жилых зданий. – М.: Стройиздат, 1990. – 78 с.

© 2017 г. В.Ф. Панова, И.В. Камбалкина,
С.А. Панов

Поступила 5 июня 2017 г.