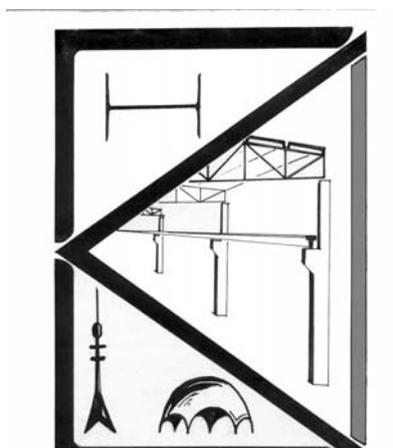


МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Промышленное и гражданское строительство»

ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

*Методические рекомендации к курсовому проектированию
для студентов специальности 1-70 02 01
«Промышленное и гражданское строительство»
очной и заочной форм обучения*



Могилев 2021

УДК 624.011.1
ББК 38.7
Д51

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Промышленное и гражданское строительство»
«30» августа 2021 г., протокол № 1

Составитель канд. техн. наук, доц. Ю. Г. Москалькова

Рецензент канд. техн. наук, доц. О. В. Голушкова

В методических рекомендациях к курсовому проектированию приведены требования к выполнению курсовой работы по дисциплине «Диагностика технического состояния зданий и сооружений», рассмотрены основные положения действующих ТНПА по вопросам обследования зданий, установления технического состояния конструкций, назначения категории технического состояния на основании выявленного физического износа отдельных групп конструктивных элементов.

Учебно-методическое издание

ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Ответственный за выпуск	С. В. Данилов
Корректор	Т. А. Рыжикова
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 115 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2021

Содержание

Введение	4
1 Состав курсовой работы	5
1.1 Исходные данные для выполнения курсовой работы	5
1.2 Содержание расчетно-пояснительной записки	5
1.3 Графическая часть курсовой работы	5
2 Основные термины и определения	6
3 Категории технического состояния	9
4 Общее и детальное обследования	11
5 Оценка физического износа	15
6 Методы усиления строительных конструкций	22
Список литературы	24
Приложение А. Типы зданий для выполнения курсовой работы	25
Приложение Б	33
Приложение В	38

Введение

Методические рекомендации разработаны в соответствии с требованиями действующих ТНПА по диагностике технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений.

Целью курсовой работы является формирование у студентов знаний, умения и навыков, позволяющих применять оптимальные решения в практической работе с решением задач в области технической эксплуатации, ремонта зданий, сооружений и усиления их элементов

Методические рекомендации предназначены для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» всех форм обучения при выполнении курсовой работы по дисциплине «Диагностика технического состояния зданий и сооружений», а также могут быть полезны при дипломном проектировании студентам строительного факультета.

Исходные данные для курсового проектирования принимаются студентами по заданию. В приложениях к рекомендациям приводятся ссылочные материалы и нужные сведения для выполнения курсовой работы.

Проект состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части.

Расчетно-пояснительная записка включает титульный лист, содержание (оглавление), введение, основную часть, список использованной литературы (допускается ссылаться только на действующие на момент выдачи задания ТНПА), приложения. Перечень действующих ТНПА доступен на <https://normy.by/fond.php> и <https://tnpa.by>.

Текст пояснительной записки приводится на стандартных страницах формата А4 (210 × 297 мм), рабочее поле которого ограничивается рамкой. Объем пояснительной записки – 30–40 листов. Оформление текстового материала должно соответствовать ГОСТ 2.105–95, ГОСТ 7.1–2003. Текст записки последовательно, в случае необходимости, делится на разделы, подразделы, пункты и подпункты. Разделы должны иметь порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами, в пределах всего документа; подразделы в пределах разделов; пункты в пределах подразделов; подпункты в пределах пунктов.

Графическая часть курсовой работы выполняется на пяти листах формата А3 (297 × 420 мм) и формируется в соответствии с требованиями ГОСТ 21.501–2011 *Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений* в объеме, достаточном для их реализации в производстве.

1 Состав курсовой работы

1.1 Исходные данные для выполнения курсовой работы

Исходные данные для проекта принимаются студентами по заданию, выдаваемому преподавателем. В приложении А приведены краткие описания и схемы зданий разных типов, а также удельный вес каждой группы конструкций в зданиях разных типов.

1.2 Содержание расчетно-пояснительной записки

Титульный лист.

Задание на курсовое проектирование.

Содержание.

Введение (краткая конструктивная характеристика здания, цели и задачи обследования и разработки мероприятий по реконструкции здания).

Анализ имеющихся дефектов в строительных конструкциях, их систематизация.

Определение категории технического состояния, физического износа конструкций и здания в целом.

Формирование дефектной ведомости с рекомендациями по усилению и ремонту конструкций.

Определение методов усиления строительных конструкций, описание принятых материалов, обоснование принятого материала, определение объемов материала на усиление.

Технология производства работ по усилению конструкций.

Поверочный расчет конструкций, относящихся к III и (или) IV категории технического состояния (КТС). Если таких конструкций нет, выполнить расчет плиты покрытия или перекрытия. Исходные данные для расчета принять согласно типовой серии, соответствующей варианту здания.

Общие указания по технической эксплуатации строительных конструкций, обследованию, охране труда и окружающей природной среды.

Список использованной литературы.

1.3 Графическая часть курсовой работы

Графическая часть курсовой работы представляется в следующем составе:

лист 1 – общие данные;

лист 2 – план на отметке +0,000 с нанесенными дефектами и категорией технического состояния (КТС), стен, колонн, а также с пометками по усилению строительных конструкций; разрез (продольный или поперечный) по зданию; ведомость железобетонных элементов с указанием их количества;

лист 3 – узлы усиления стен, колонн;

лист 4 – схема расположения элементов перекрытия (покрытия) с нанесенными дефектами и КТС, а также с пометками по усилению конструкций;

лист 5 – узлы усиления плит и (или) балок.

На листах приводят необходимые спецификации и текстовые указания по производству работ.

На схемах необходимо разместить основные разбивочные оси и дать привязку к ним основных конструкций.

На чертежах узлов должны быть показаны усиливаемые конструкции в тонких линиях и элементы усиления в толстых линиях.

2 Основные термины и определения

Ремонт (repairs) зданий, сооружений, инженерных и транспортных коммуникаций – совокупность работ и мероприятий по восстановлению работоспособности или исправности здания, сооружения, коммуникаций, их частей и/или элементов, включая строительные конструкции и инженерное оборудование, не подпадающих под определение реконструкции.

К ремонту относятся технические работы, связанные с восстановлением основных физико-технических и эстетических показателей (несущая способность, жесткость, теплозащита, отделка и т. д.), потребительских качеств, утраченных в процессе эксплуатации. В состав работ входят все виды ремонтных работ, в том числе аварийные работы, включая замену отдельных элементов или конструкций, местное утепление и звукоизоляция с применением современных материалов и технологий.

Ремонт зданий и сооружений может быть текущий и капитальный.

Капитальный ремонт (capital repairs) – ремонт, связанный с восстановлением основных физико-механических, эстетических и потребительских качеств зданий и сооружений, утраченных в процессе эксплуатации.

Выборочный капитальный ремонт производят в случаях:

- значительного износа отдельных конструкций, влияющего на сохранность остальных частей здания при экономической нецелесообразности комплексного ремонта здания;

- если комплексный ремонт здания может вызвать серьезные помехи в работе предприятия в целом или отдельного цеха.

Текущий ремонт (running repairs) – ремонт, который производится с целью предотвращения дальнейшего интенсивного износа, восстановления исправности и устранения повреждений конструкций и инженерного оборудования зданий и сооружений.

Реконструкция (reconstruction) – совокупность работ и мероприятий, направленных на использование по новому назначению зданий, сооружений, коммуникаций, их частей (включая отдельные помещения) и/или связанных с изменением их основных технико-экономических показателей, а также работы по модернизации зданий, сооружений, коммуникаций.

В состав реконструкции зданий, сооружений, инженерных и транспортных коммуникаций или их частей входит комплекс строительных работ и организационно-технических мероприятий, связанных с изменением нормативных тре-

бований и (или) основных технико-экономических показателей (количество или площади квартир, строительного объема или общей площади здания), увеличением объема услуг, изменением вместимости, пропускной способности и изменением направления и места расположения линейных сооружений.

Реконструкция зданий и сооружений может быть вызвана реконструкцией предприятия. К реконструкции предприятия относится переустройство или расширение цехов и объектов основного, подсобного и обслуживающего назначения, инженерных коммуникаций, изменение назначения предприятия, цеха или изменение их основных технико-экономических показателей.

Модернизация (modernization) – совокупность работ и мероприятий, связанных с повышением потребительских качеств зданий, сооружений, коммуникаций, их частей и (или) элементов, с приведением эксплуатационных показателей к уровню современных требований в существующих габаритах.

Модернизация является видом реконструкции, проводимой в существующих габаритах зданий, сооружений, коммуникаций.

В тексте Декрета Президента № 7 «О развитии предпринимательства» от 23 ноября 2017 г. появился новый термин «*техническая модернизация*».

Под технической модернизацией в целях Декрета № 7 понимается замена (установка нового) технологического оборудования с выполнением сопутствующих работ по устройству несущих оснований под оборудование, прокладке или замене отдельных внутренних инженерных сетей, связанных с функционированием технологического оборудования, устройству перегородок, отделочных и других работ, производимых внутри здания и не затрагивающих несущую способность конструкций. То есть для проведения технической модернизации предпринимателю не нужен проект и он не должен ставить в известность никакие инстанции. Под это определение попадают все строительные работы *по финишной отделке помещений и работы по размещению или замене технологического оборудования*, для чего может понадобиться устройство фундамента и перепланировка, которые *не затронут несущие стены*.

Разрешительная документация на капитальный ремонт и техническую модернизацию объектов не требуется. Строительные работы при капитальном ремонте, работы по технической модернизации объектов выполняются на основании проектной документации без получения разрешительной документации, выдаваемой местными исполнительными и распорядительными органами. Субъект хозяйствования вправе приступить к выполнению работ при капитальном ремонте со дня, следующего за днем направления уведомления о проведении таких работ в органы государственного строительного надзора.

Дефект – каждое отдельное несоответствие здания и его отдельных элементов требованиям нормативных документов.

Обследование – комплекс работ по сбору, обработке, систематизации и анализу данных о техническом состоянии здания (его отдельных элементов), оценке его технического состояния и степени износа.

Обследование, как правило, состоит из трех этапов согласно [1, п. 12.1.4]:

1 этап – предварительный осмотр здания;

2 этап – общее обследование (по внешним признакам) [1, подразд. 12.2];

3 этап – детальное (инструментальное) обследование [1, подразд. 12.3].

Предварительный технический осмотр здания производят до составления технического задания на проведение обследования для уточнения цели и задач работы, предварительного определения объемов и сроков производства работ, объема имеющейся проектной, исполнительной и эксплуатационной документации, условий доступа к обследуемым элементам здания.

Для отдельных случаев согласно [1, п. 12.1.1] может быть достаточно проведения общего обследования здания. Если увеличение нагрузки на конструкции не предполагается, то при отсутствии значительных дефектов на этапе общего обследования по результатам оценки КТС конструкций в соответствии с [1, пп. 12.4.6–12.4.8] в отдельных случаях могут быть разработаны предложения по восстановлению конструкций без выполнения расчета. При этом может возникнуть необходимость дополнительного детального обследования отдельных элементов конструкций, например проведения физико-химических исследований поврежденного бетона для уточнения требуемых характеристик ремонтной системы.

Если предусмотрено увеличение нагрузки, или степень повреждения конструкции достаточно велика (выявлена III и выше категория технического состояния), или, например, требуется определить допустимую нагрузку на конструкцию, то после общего обследования необходимо произвести детальное обследование с последующим расчетом конструкций.

На любом этапе обследования при обнаружении элементов или узлов их сопряжения, находящихся в предаварийном состоянии (V категория технического состояния согласно [1, п. 12.4.6]), следует дать рекомендации по выполнению в срочном порядке противоаварийных мероприятий.

Техническое состояние – совокупность свойств, характеризующих на момент обследования степень соответствия здания, его элементов требованиям ТНПА и проектной документации.

Работоспособное состояние – техническое состояние здания, его отдельных элементов, не соответствующее хотя бы одному из требований проектной документации или ТНПА, но не препятствующее выполнению заданных функций.

Ограниченно работоспособное состояние – состояние здания, его отдельных элементов, при котором они способны частично выполнять требуемые функции при ограничении некоторых параметров режима эксплуатации.

Неработоспособное состояние – техническое состояние, при котором значение хотя бы одного показателя не обеспечивает выполнение зданием, его отдельными элементами заданных функций в соответствии с назначением, требованиями безопасности для жизни и здоровья людей, охраны окружающей природной среды.

Предельное (предаварийное) состояние – состояние здания (его отдельных элементов), при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или восстановление работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно вследствие появления чрезмерных прогибов, трещин, локального или общего разрушения и других признаков ресурсного отказа.

Авария – событие, происходящее по техногенным, конструктивным, производственным, технологическим, эксплуатационным причинам или в результате природно-климатических воздействий, интенсивность которых не превышает расчетных значений, заключающееся в обрушении (разрушении) здания, его отдельных частей, элементов и создающее угрозу для жизни и здоровья людей, наносящее ущерб окружающей природной среде или вызывающее нарушение (остановку) производственного процесса.

Износ – процесс ухудшения показателей эксплуатационных качеств здания или его отдельных элементов во времени с учетом изменяющихся к ним требований.

Моральный износ – несоответствие современным требованиям основных параметров здания, определяющих условия проживания или производства, объем и качество предоставленных услуг.

Физический износ – ухудшение технических и связанных с ними других показателей эксплуатационных качеств здания, его отдельных элементов.

Ветхое состояние – состояние здания, его отдельных элементов, соответствующее физическому износу:

– более 70 % – для зданий со стенами из каменных материалов;

– более 60 % – для зданий со стенами из дерева и прочих материалов, определенное в соответствии с ТКП 45-1.04-119 и требующее капитального ремонта, усиления или замены элементов или конструкций (уточняется расчетом).

3 Категории технического состояния

Техническое состояние конструкций характеризуется следующими категориями технического состояния (КТС):

I – исправное (хорошее) состояние;

II – работоспособное (удовлетворительное) состояние;

III – ограниченно работоспособное (не вполне удовлетворительное) состояние;

IV – неработоспособное (неудовлетворительное) состояние;

V – предельное (предаварийное) состояние.

Ниже приведена краткая характеристика категорий технического состояния (КТС) в соответствии с [1, п. 12.4.6].

I – *исправное (хорошее) состояние* – малозначительные дефекты устраняют в процессе установленного регламента технического обслуживания в соответствии с требованиями к техническому состоянию и эксплуатации помещений, строительных конструкций зданий [1, разд. 8]. При фактических нагрузках и воздействиях эксплуатация в соответствии с назначением допускается без ограничений до следующего очередного обследования в сроки, установленные в [1, разд. 5].

II – *работоспособное (удовлетворительное) состояние* – имеющиеся дефекты не приводят к нарушению работоспособности конструкции в данных

конкретных условиях эксплуатации, но в перспективе могут снизить ее долговечность. Дефекты устраняют в процессе технического обслуживания и текущего ремонта, уточненные сроки которого могут быть назначены аттестованным специалистом по обследованию зданий. При фактических нагрузках и воздействиях эксплуатация конструкции допускается без ограничений до очередного обследования в сроки, установленные в [1, разд. 5].

III – *ограниченно работоспособное (не вполне удовлетворительное) состояние* – имеющиеся дефекты оказывают некоторое влияние на несущую способность конструкции, но опасность внезапного разрушения отсутствует. Эксплуатация конструкции при фактических нагрузках допускается при периодическом контроле ее состояния, строгом соблюдении всех эксплуатационных требований, при возможных ограничениях на некоторые параметры эксплуатации. Требуется детальное обследование и расчет конструкции с оценкой степени ее нагруженности (степени нагруженности $CH \leq 0,95$ [1, п. 12.4.24]), а также разработка мероприятий по ремонту и при необходимости усилению конструкции. Неусиленные конструкции требуют повторного обследования в сроки, установленные аттестованным специалистом по обследованию зданий.

IV – *неработоспособное (неудовлетворительное) состояние* – значительная степень поврежденности конструкции или ее перегрузке ($CH > 1$ [1, п. 12.3.5]), высокой степени риска для людей и материальных ценностей в зоне расположения данной конструкции. Необходимо незамедлительное ограничение нагрузок, срочное усиление или замена конструкции (уточняется расчетом). Замена конструкции выполняется при значительной сложности или экономической нецелесообразности усиления.

В исключительных случаях до выполнения восстановительных работ допускается временная эксплуатация данного участка или здания в целом на срок, установленный аттестованным специалистом по обследованию зданий, при непрерывном осуществлении мониторинга за состоянием конструкции, с неукоснительным выполнением конкретных страховочных мероприятий (ограждение опасных зон, ограничение нагрузок, скорости и путей передвижения транспорта и т. п.).

V – *предельное (предаварийное) состояние* – характеризуется признаками утраты несущей способности конструкции и возможностью ее обрушения в ближайшее время. Эксплуатация опасной зоны или здания в целом запрещена. Требуется срочный вывод людей, разгрузка и (или) устройство временных креплений конструкции с последующей ее разборкой и заменой с обеспечением безопасных условий ведения демонтажных работ.

При принятии решения о необходимости усиления несущей конструкции учитывают только дефекты, непосредственно влияющие на ее несущую способность. В случае нарушения требований эксплуатационной пригодности следует предусматривать выполнение только необходимых ремонтно-восстановительных мероприятий (ремонт трещин и повреждений, восстановление защитного слоя бетона, восстановление защитного покрытия элементов).

Здания, сооружения, их отдельные участки или прилегающая территория могут быть в установленном порядке *признаны аварийно опасными*, если по ре-

результатам обследования несущих конструкций или других элементов (разрушение или обрушение которых может быть опасным для здоровья и жизни людей, сохранности материальных ценностей) выявлено следующее:

– не менее 20 % конструкций, расположенных в рассматриваемой зоне, относятся к IV или V категории технического состояния и в данной зоне высок риск возникновения аварийной ситуации и прогрессирующего обрушения; в этом случае запрещается эксплуатация всего здания;

– имеются отдельные конструкции, относящиеся к V категории технического состояния; в этом случае должна быть запрещена эксплуатация отдельного обособленного участка в зоне расположения аварийно опасной конструкции, в пределах которого может произойти локальное обрушение, не приводящее к последующему прогрессирующему обрушению всего здания.

К аварийно-опасным относятся, кроме того, здания, в которых органами государственного пожарного надзора выявлены нарушения противопожарных требований капитального характера и в которых содержится неисправное оборудование, представляющее опасность для здоровья и жизни людей, а также сохранности имущества.

4 Общее и детальное обследования

Для проведения обследования здание должно разбиваться на характерные зоны, назначаемые по следующим признакам: вид конструкций и инженерных систем; особенности нагрузок и воздействий. В пределах каждой зоны должны фиксироваться участки с различным состоянием конструкций.

При общем обследовании должен проводиться сплошной визуальный контроль обследуемых элементов здания и фиксирование всех явных дефектов.

Для выполнения полного (комплексного) детального обследования всего здания из общего количества подлежащих обследованию конструкций каждого вида (колонн, плит и т. д.) в каждой зоне здания формируют выборку для проведения детального обследования. Минимальное количество включаемых в выборку конструкций одного вида зависит от усредненного показателя КТС конструкции, определенного по результатам общего обследования; принимают по таблице 4.1 [1, таблица 12.1]. При этом в выборку включают конструкции с визуально различной степенью повреждения.

В таблице 4.1 усредненный показатель КТС принимают с округлением. Значения применяют для жилых и общественных зданий, а также для производств со среднеагрессивной средой. Для производств со слабоагрессивной (неагрессивной) и сильноагрессивной средой количество обследуемых конструкций в рассматриваемой зоне соответственно уменьшают или увеличивают на 30 %, а при обнаружении конструкций IV и V категории технического состояния – увеличивают на 30 % и 40 % соответственно. При отсутствии проектной и исполнительной документации и (или) при предполагаемом увеличении нагрузок, а также если в процессе обследования выявлено, что параметры уже обследованных однотипных конструкций одного вида существенно различаются

между собой, указанные в таблице 4.1 значения увеличивают еще на 50 %. В отдельных случаях дополнительно может потребоваться сплошной контроль всех конструкций, производимый только по показателям, по которым были выявлены критические дефекты.

Таблица 4.1 – Объем выборки из числа оставшихся конструкций

Усредненный показатель КТС для группы конструкций одного вида (УП)	Количество обследуемых конструкций из одной генеральной совокупности, не менее	
	%	шт.
1	7	2
2	15	4
3	20	6

Для решения отдельных задач по конкретному объекту взамен комплексного детального обследования всего здания может потребоваться выборочное детальное обследование конструкций одного вида или обследование всех конструкций только на отдельном участке здания. В таких случаях количество конструкций, подлежащих обследованию, назначают с учетом конкретных задач, указанных в техническом задании.

При общем обследовании для последующей оценки СФИ (поэлементного и усредненного) и (или) категории технического состояния (КТС) следует производить сплошной визуальный контроль, а также необходимые измерения обследуемых элементов здания и фиксировать все явные дефекты. Подробный перечень дефектов, контролируемых при обследовании, приведен в ТКП 45-1.04-37 [3].

При определении остаточной стоимости здания следует производить оценку среднего физического износа (СФИ), в остальных случаях – оценку КТС.

На основании результатов, полученных на этапе общего обследования здания, должны быть выполнены:

- общая оценка КТС конструкций и при необходимости инженерных систем здания, их пригодности к эксплуатации, в отдельных случаях с разработкой указаний (рекомендаций) по ремонту или другим дальнейшим действиям;
- оценка необходимости проведения детального обследования с определением участков его проведения.

При оценке несущих свойств конструкций дефекты для отнесения их к разряду критических (1 класс), значительных (2 класс) и малозначительных (3 класс) разделяют на две группы:

- а) дефекты, которые характеризуют показатели качества, имеющие нормируемые численные значения;
- б) дефекты, связанные с нарушением технологии производства работ, или повреждения, не имеющие нормируемых численных значений.

Для *дефектов группы а)* класс дефекта определяется по величине превышения или занижения Δ (в небезопасную сторону) фактического значения кон-

тролируемого параметра X_i по сравнению с его предельным (максимальным или минимальным) значением по формуле

$$\Delta = \frac{X_i - X_{\min(\max)}}{X_{\min(\max)}}, \quad (4.1)$$

где $X_{\min(\max)}$ – предельные значения, определяемые в соответствии с проектной документацией и ТНПА.

При этом дефекты подразделяются на:

- критические (1 класс) – $\Delta > 40 \%$;
- значительные (2 класс) – $10 \% < \Delta \leq 40 \%$;
- малозначительные (3 класс) – $\Delta \leq 10 \%$.

Для *дефектов группы б)* отнесение того или иного дефекта к определенному классу производится на основе анализа его последствий, степени влияния на основные показатели эксплуатационных качеств рассматриваемого элемента здания.

Различают две степени ответственности элемента или его части, в которых обнаружен дефект, за его работоспособность.

К *первой степени ответственности* относят элементы или их составные части (для сложных элементов), локальный отказ которых может привести к полному или ограниченному отказу системы элементов, к значительному снижению показателей эксплуатационных качеств конструкций или помещений, к существенному ухудшению основных технико-экономических показателей.

Ко *второй степени ответственности* относят элементы или их составные части, не относящиеся к первой степени.

По количеству (степени распространения) дефектов в элементе или на рассматриваемом участке различают:

- *единичные* дефекты, занимающие до 10 % площади, линейного размера или количества;
- *многочисленные* – свыше 10 % до 40 %;
- *массовые* – свыше 40 %.

Степень нагруженности CH определяется по формуле

$$CH = S_d / R_d, \quad (4.2)$$

где S_d – расчетное усилие в конструкции от фактических нагрузок;

R_d – расчетное сопротивление конструкции при ее фактических характеристиках с учетом влияния имеющихся дефектов.

По результатам обследования здания составляется дефектная ведомость. В нее вносят данные, полученные в ходе обследования и характеризующие конструкции ремонтируемого здания: дефекты, расписанные по отдельным видам конструкций с указанием размеров и расположения, а также рекомендации по восстановлению эксплуатационных качеств строительных конструкций и используемые при этом материалы. Также на листах графической курсовой ра-

боты следует разработать обмерочные чертежи, на которых нанесены выявленные дефекты.

В зависимости от класса дефектов, степени их распространения, а также от назначенной степени ответственности участка (элемента конструкции или системы), в котором обнаружены данные дефекты, определяют категорию его технического состояния в соответствии с таблицей 4.2 [1, таблица 12.3]. Для отнесения конструкции к конкретной КТС (категории технического состояния) достаточно наличия указанного в таблице 4.2 сочетания параметров дефектов в любом из элементов (участков) конструкции определенной степени ответственности.

Таблица 4.2 – Определение категории технического состояния

Степень распространения дефектов (повреждений)	КТС для классов дефектов		
	Критические (1 класс) $\Delta > 40 \%$	Значительные (2 класс) $10 \% < \Delta \leq 40 \%$	Малозначительные (3 класс) $\Delta \leq 10 \%$
Массовые > 40 %	<u>V</u> IV, V	<u>IV, V</u> III	<u>III</u> II, III
Многочисленные 10 %...40 %	<u>V</u> IV	<u>IV</u> II, III	<u>II, III</u> II
Единичные < 10 %	<u>IV, V</u> III, IV	<u>III</u> II	<u>II</u> I

Примечания.

- 1 Римскими цифрами обозначена категория технического состояния конструкций.
- 2 В числителе приведены категории для элементов 1-й степени ответственности, в знаменателе – 2-й степени ответственности.
- 3 При оценке степени распространения дефектов определение доли дефектов различного вида в общем объеме элемента (участка элемента) производят суммированием площади (линейного размера, количества и т. д.) дефектов двух максимальных классов, выявленных обследованием в данном элементе (участке).
- 4 Класс дефектов принимают по максимальному классу всех обнаруженных видов дефектов в данном элементе (участке)

В зависимости от категории технического состояния конструкций принимается решение о необходимой степени детализации последующих этапов обследования или о возможных мерах по восстановлению эксплуатационных качеств конструкций.

Перечень соответствующих мероприятий по восстановлению эксплуатационных качеств конструкций при необходимости уточняется детальным обследованием конструкций и расчетами на действующие или предполагаемые нагрузки.

При обследовании индивидуальные значения КТС проставляют на схемах расположения сборных элементов у каждого элемента или в пределах контура ячеек в осях выделенных участков здания для элементов, возводимых на месте (стены из штучных материалов, монолитные плоскостные конструкции, ленточные фундаменты, кровля и т. п.).

При заполнении эксплуатационно-технического паспорта (ЭТП) или внесении в него изменений значения усредненного показателя УП КТС могут быть занесены в карточку учета технического состояния.

Долю конструкций (их участков) с конкретным показателем КТС $П$ в общем объеме конструкций данного вида определяют по формуле

$$Д = V_{П} / V_{О}, \quad (4.3)$$

где $V_{П}$ – объем (количество, площадь, длина и т. д.) конструкций (их участков), имеющих данный показатель КТС ($П$ принимают равным 1...5);

$V_{О}$ – общий объем (количество, площадь, длина и т. д.) оцененных конструкций данного вида.

Усредненный показатель КТС для группы конструкций одного вида вычисляют по формуле

$$УП = \sum_{1}^{5} ПД_{П}, \quad (4.4)$$

где $П$ – показатель КТС.

Усредненный показатель КТС для всех групп конструкций данного вида (для всех этажей, фасадов и т. д.) ориентировочно определяют как среднее арифметическое по усредненному показателю каждой группы.

5 Оценка физического износа

Основными параметрами, определяющими физический и моральный износ зданий, являются [2]: техническое состояние и эксплуатационные характеристики конструкций, элементов, инженерных систем здания; соответствие архитектурно-планировочного решения и благоустройства требованиям ТНПА; соответствие степени инженерного обеспечения требованиям ТНПА.

Физический износ на момент его оценки выражается отношением стоимости объективно необходимых ремонтных работ, устраняющих повреждения элементов или здания в целом, к восстановительной стоимости.

Физический износ элемента здания, имеющего различную степень износа отдельных участков, определяют с учетом объема данных участков в общем объеме элемента [2, приложение А, пример А.1].

Физический износ здания в целом определяют сложением степеней износа его отдельных элементов, соответствующих по удельному весу их стоимости в общей восстановительной стоимости здания. Усредненные доли восстановительной стоимости укрупненных конструктивных элементов зданий приведены в [2, приложение В].

Примерные усредненные удельные веса укрупненных конструктивных элементов приведены в [2, приложение В]. При выполнении курсовой работы следует использовать таблицу А.1.

Численные значения физического износа следует округлять [2, подразд. 4.5]:

- для отдельных участков конструкций, элементов и систем – до 10 %;
- для конструкций, элементов и систем – до 5 %;
- для здания (сооружения) в целом – до 1 %.

Моральный износ на момент его оценки выражается отношением стоимости экономически целесообразных работ по реконструкции (модернизации) здания или его отдельных элементов к восстановительной стоимости.

Определение физического износа здания в целом удобно выполнять в виде таблицы (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Определение физического износа здания в целом

Наименование элемента здания	Удельный вес укрупненных конструктивных элементов, %	Удельный вес каждого элемента, %	Расчетный удельный вес элемента, %	Физический износ элементов здания Φ_k , %		Соответствующий показатель КТС
				По результатам обследования	Средневзвешенное значение	
1	2	3	4	5	6	7
Пояснение к заполнению ячеек таблицы и расчету показателей						
Наименование укрупненных элементов здания по таблице А.1	Удельный вес укрупненных элементов здания согласно таблице А.1	Назначается произвольно. Сумма значений по каждой группе конструкций должна составлять 100 %	Определяется удельный вес каждой выделенной части в укрупненных группах конструкций по отношению ко всем конструкциям в здании: $\frac{\text{Ст. 2} \times \text{Ст. 3}}{100 \%}$	Заполняется согласно заданию. В случае указания нескольких значений износа группу конструкций разбить на соответствующее количество частей	Средневзвешенное значение физического износа каждой группы конструкций по отношению ко всем конструкциям здания: $\frac{\text{Ст. 4} \times \text{Ст. 5}}{100 \%}$	КТС согласно [1, таблица 13.1]
	Сумма всех чисел в столбце должна составлять 100 %		Сумма всех чисел в столбце должна составлять 100 %		Физический износ здания в целом определяется как сумма всех значений с округлением до 1 %: $\Phi_z = \sum \Phi_i$	

В курсовой работе по имеющимся дефектам и их характеристикам согласно заданию для трех групп конструкций требуется определить физический износ на основании имеющихся дефектов. Для этого следует использовать таблицы, приведенные в ТКП 45-1.04-119 [2, п. 5], а также таблицы Б.1–Б.4.

Если согласно заданию приведенные дефекты могут означать разную степень физического износа, группу конструкций следует разделить на участки с разной степенью физического износа (в таблице 5.1 в столбце 5 и, соответственно, в столбце 3 указать удельный вес каждого участка произвольно, но таким образом, чтобы суммарно он составлял 100 %).

Оценку состояния жилого здания по физическому износу и определение потребности в капитальном ремонте можно выполнить согласно таблице В.1.

Показатель КТС (индивидуальный или усредненный показатель) элементов здания при технической инвентаризации в зависимости от СФИ (или наоборот) следует определять по таблице 5.2 [1, таблица 13.1]. Промежуточные значения параметров определяют линейной интерполяцией.

Таблица 5.2 – Ориентировочный физический износ здания в зависимости от КТС

Средний физический износ здания, %	Показатель КТС (II, VII)
10	1
30	2
50	3
70	4
90	5

В рамках курсовой работы необходимо рассчитать карточку учета технического состояния элементов здания. В таблице 5.3 приведен пример заполнения карточки учета технического состояния элементов здания [1, таблица Г.2].

Для упрощения расчетов допускается не разбивать укрупненные группы конструкций на части по этажам и по виду (например, фундаменты на отдельно стоящие – ФО – и ленточные – ФЛ).

По значениям усредненных показателей VII КТС для всех групп конструкций данного вида можно рассчитать показатель КТС для здания в целом, умножив VII на расчетный удельный вес элемента.

Пример – В задании на курсовое проектирование дано, что фундаменты имеют физический износ 20 %; стены и перегородки – 15 % и 10 %; перекрытия – 10 %; крыша, кровля – 25 % и 55 % соответственно; полы керамические – 35 %; линолеумные – 60 %; окна, двери – 40 % и 40 % соответственно; отделка: окраска водными составами – 20 %; масляная окраска – 25 %; оклейка обоями – 20 %; облицовка керамической плиткой – 20 %; штукатурка – 10 %; инженерно-техническое оборудование: горячее водоснабжение – 20 %; отопление – 60 %; холодное водоснабжение – 30 %; канализация – 25 %; электроснабжение – 20 %.

Таблица 5.3 – Форма и пример заполнения карточки учета технического состояния элементов здания

Но- мер	Вид и тип кон- структивного элемента зоны (оси, этаж, от- метки)		Объем/доля (V_n / D_n) элементов (количе- ство, площадь, длина) от их общего объема V_o , относящиеся к данной КТС					Σ	Усреднен- ный пока- затель КТС УП для груп- пы кон- струкций данного вида	Усреднен- ный пока- затель КТС для всех групп кон- струкций данного вида	При- ме- ча- ние
			I	II	III	IV	V				
			П								
			1	2	3	4	5				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Фунда- менты, пог. м, шт.	ФО, шт.	100/ 0,5	40/ 0,2	40/ 0,2	20/ 0,1	0/0	200 шт./1,0 (100 %)	1,9	1,72	
		ФЛ, пог. м	250/ 0,55	100/ 0,2	100/ 0,2	0/0	0/0	450 пог. м/1,0 (100 %)	1,55		
<p><i>Примечание</i> – УП КТС рассчитаны по формуле (4.4) [1, формула (12.4)] следующим образом: $УП_{ФО} = 0,5 \cdot 1 + 0,2 \cdot 2 + 0,2 \cdot 3 + 0,1 \cdot 4 + 0 \cdot 5 = 1,9$; $УП_{ФЛ} = 0,55 \cdot 1 + 0,2 \cdot 2 + 0,2 \cdot 3 + 0 \cdot 4 + 0 \cdot 5 = 1,55$</p>											

Для определения состояния конструкций и инженерного оборудования выписываем признаки износа, количественную оценку и примерный состав работ в таблицу 5.4 (данные для системы горячего водоснабжения можно принять по системе холодного водоснабжения).

Таблица 5.4 – Физический износ конструкций здания

Наименование конструкций	Признаки износа	Количественная оценка	Физи- ческий износ, %	Примерный состав работ
1	2	3	4	5
Фундаменты	Мелкие трещины в цо- коле, местные наруше- ния штукатурного слоя и стен	Ширина раскры- тия трещин до 1,5 мм	20	Затирка трещин
Стены	Отслоение и отпадение штукатурки стен, карни- зов и перемычек, вывет- ривание швов, ослабление кирпичной кладки, выпа- дение отдельных кирпи- чей, трещины в карнизах и перемычках, увлажне- ние поверхности стен	Глубина разру- шения швов в стене 0,5 см на площадь 10 %	15	Ремонт, штукатурка или расшивка швов, очистка фасадов
Перегородки	Мелкие трещины в ме- стах сопряжения перего- родок с перекрытием, редкие сколы	Ширина трещин – 1 мм, площадь повреждения – до 5 %	10	Уплотнение и задел- ка примыканий

Продолжение таблицы 5.4

1	2	3	4	5
Перекрытие	Трещины в швах между плитами	Ширина трещин – 2 мм	10	Расшивка швов
Лестницы	Выбоины и сколы местами в ступенях, перила повреждены, лестничные площадки имеют трещины поперек рабочей зоны	Ширина трещин 1 мм	25	Заделка отбитых мест, ремонт перил. Усиление железобетоном лестничных площадок
Лоджии, балконы	Мелкие повреждения металлических обделок и ограждений, наличие мелких усадочных трещин	Повреждения на площади 5 %. Суммарная длина усадочных трещин на 1 м – 1 м	10	Ремонт металлических обделок, ограждений, затирка трещин
Кровля, крыши	Вздутие поверхности, трещины, разрывы местами верхнего слоя кровли, требующего замены 10 % кровли, коррозия и повреждение настенных желобов, решеток ограждений. Проникание влаги в местах примыкания к вертикальным поверхностям (дымоходов, вентканалов, стен сопряжения), повреждение деталей водоприемного устройства		35	Смена верхнего слоя рубероида с разрезкой вздувшихся мест и дополнительное покрытие еще одним слоем кровельного материала. Ремонт желобов, ограждений и водоприемных воронок
Полы	Керамические (отсутствие отдельных плиток, местами вздутие и отслоение на площади равной 25 %)		35	Частичная замена плиток покрытия с добавлением плиток местами
	Линолеумные (материал пола истерт, пробит, порван по всей площади помещения, просадка основания 10 % площади пола)		60	Полная замена покрытия пола с использованием части старого материала
Окна	Оконные переплеты разошлись, покоробились и расшатаны в углах, часть приборов повреждена или отсутствует. Отсутствуют отливы и остекления		40	Ремонт переплетов, укрепление соединений накладками. восстановление остекления с добавлением нового материала 30 %
Двери	Дверные полотна осели или имеют неплотный притвор по периметру коробки, дверные приборы частично утрачены или неисправны. Деревянные коробки перекошены, наличники повреждены		40	Ремонт дверных полотен и коробок с заменой 50 % приборов
Окраска водными составами	Окрасочный слой имеет местами потемнения, загрязнен, в отдельных местах поврежден		20	Промывка поверхности и покраска за 1 раз
Масляная окраска	Потемнение, загрязнение окрасочного слоя, матовые пятна и подтеки		25	Промывка поверхности и покраска за 1 раз

Окончание таблицы 5.4

1	2	3	4	5
Оклейка обоями	Трещины, загрязнения и обрывы в углах и местах установки электрических приборов, дверных проемов. Обесцвечивание и потемнение рисунка		20	Оклейка отдельных мест
Облицовка керамической плиткой	Частичное выпадение или неплотное прилегание плиток на площади 25 %		20	Замена отдельных плиток местами количеством 10 штук
Штукатурка	Волосяные трещины и сколы местами		10	Затирка трещин со шпатлевкой
Горячее водоснабжение	Ослабление стальных набивок, выход из строя части запорной арматуры, отдельные нарушения теплоизоляционного материала магистралей и стояков		20	Набивка сальников, замена прокладок, устройство теплоизоляции трубопровода
Отопление	Массовое повреждение трубопроводов (стояков и магистралей). Сильная коррозия, следы точечного ремонта (хомуты, заварка). Неудовлетворительная работа отопительных приборов и запорной арматуры, их закипание, нарушение теплоизоляции трубопроводов		60	Полная замена системы
Холодное водоснабжение	Капельные течи в местах врезки кранов и запорной арматуры, отдельное повреждение трубопроводов, повреждение коррозией отдельных участков трубопроводов. Утечки воды в 10 % приборов и смывных бачков		30	Частичная замена кранов и запорной арматуры, ремонт отдельных участков трубопроводов, восстановление отдельных участков трубопроводов и их окраска
Канализация	Наличие течи в местах присоединения приборов 5 % всего количества, повреждение эмалированных покрытий моек, умывальников, унитазов. Повреждение отдельных мест трубопроводов, значительное повреждение трубопроводов из полимерных материалов		25	Заделка мест присоединения приборов и ремонт чугунных труб в отдельных местах, частичная замена ПВХ трубопроводов, замена отдельных приборов
Электроснабжение	Неисправность, ослабление крепления, отсутствие отдельных приборов. Следы коррозии на поверхности металлических шкафов и частичное повреждение деревянных крышек		20	Установка недостающих приборов, крепление приборов. Ремонт электрощитовых шкафов

Определение физического износа здания в целом выполняем в виде таблицы 5.5 (на основании таблицы 5.2).

Таблица 5.5 – Определение физического износа здания в целом

Наименование элемента здания	Удельный вес укрупненных конструктивных элементов, %	Удельный вес каждого элемента, %	Расчетный удельный вес элемента, %	Физический износ элементов здания Φ_k , %		КТС по результатам обследования
				По результатам обследования	Средневзвешенное значение	
Фундаменты	7	100	7	20	1,4	II
Стены	23	86	19,78	15	2,967	II
Перегородки		14	3,22	10	0,322	II
Перекрытия	6	100	6	10	0,6	II
Крыша	4	40	1,6	35	0,56	III
Кровля		60	2,4			
Полы:	11					
керамические		7	0,77	35	0,2695	III
линолеумные		58	6,38	60	3,828	IV
бетонные		35	3,85	60	2,31	IV
Окна	10	56	5,6	40	2,24	III
Двери		44	4,4	40	1,76	III
Отделка:	17					
штукатурка		35	5,95	10	0,595	II
водная покраска		6	1,02	20	0,204	II
плитка		8	1,36	20	0,272	II
масляная покраска		10	1,7	25	0,425	II
обои		41	6,97	20	1,394	II
Инженерное оборудование	14	100	14	31	4,34	III
Прочее:	8					
балконы, лоджии		31	2,48	10	0,248	II
лестницы		24	1,92	15	0,288	II
остальное	45	3,6	20	0,72	II	
Итого	100		100		$\Phi_z = 24,74$	

Полученный физический износ округляем до 1 %. Следовательно, физический износ здания составляет 25 %.

Согласно величине физического износа здание в целом может быть отнесено ко II КТС.

Заполняем карточку учета технического состояния элементов здания (таблица 5.6). В таблице 5.6 условно указан только удельный вес без указания количества элементов. При выполнении курсовой работы должны быть составлены ведомости конструктивных элементов с указанием их количества,

которое также должно быть учтено в карточке технического состояния элементов здания.

Таблица 5.6 – Карточка учета технического состояния элементов здания

Но- мер	Вид и тип кон- структивного элемента зоны (оси, этаж, от- метки)	Объем / доля (V_n / D_n) элементов (коли- чество, площадь, длина) от их общего объема V_o , относящиеся к данной КТС						Усреднен- ный пока- затель КТС УП для груп- пы кон- струкций данного вида	Усреднен- ный пока- затель КТС для всех групп кон- струкций данного вида	При- ме- ча- ние
		I	II	III	IV	V	Σ			
		II								
		1	2	3	4	5				
1	Фундаменты	0	1	0	0	0	1	2	2	
2	Стены	0	1	0	0	0	1	2	2	
3	Перекрытия	0	1	0	0	0	1	2	2	
4	Крыша, кровля	0,6	0	0,4	0	0	1	1,8	1,8	
5	Полы	0	0	0,07	0,93	0	1	3,93	3,93	
6	Проемы	0	0	1	0	0	1	3	3	
7	Отделка	0	1	0	0	0	1	2	2	
8	Инженерное оборудование	0	0	1	0	0	1	3	3	
9	Прочее	0	1	0	0	0	1	2	2	

6 Методы усиления строительных конструкций

В курсовой работе необходимо разработать мероприятия и представить необходимые чертежи, выполненные в масштабе, по восстановлению эксплуатационных качеств (усилению или ремонту) двух конструкций, указанных в задании. В пояснительной записке должна быть подробно рассмотрена технология производства работ для реализации выбранного метода, описаны основные применяемые материалы, инструменты и механизмы.

Конструкции существующих зданий и сооружений усиливаются в двух случаях.

1 В процессе эксплуатации в силу разных причин в конструкциях возникли дефекты и повреждения (трещины, искривления, провисания, коррозия и т. п.). Способы усиления в этом случае зависят от вида и степени повреждений, а сами конструкции усиления и сечения их элементов определяются расчетами, которые учитывают остаточную несущую способность существующих конструкций и действующие на них нагрузки. Иногда при аварийном состоянии эксплуатируемых конструкций усиление представляет собой проведение неотложных оперативных противоаварийных мер временного характера, когда вопрос стоит о предотвращении обрушения, и времени для тщательной разработки, изготов-

ления и монтажа усиливающих конструкций не всегда остается, тогда зачастую приходится принимать решения, наиболее простые и быстро осуществимые.

2 Предполагается увеличение нагрузок на конструкции (при реконструкции зданий, надстройке, перепланировке помещений, замене оборудования и т. п.). В этом случае необходимость усиления конструкций определяется расчетом их действительной несущей способности (с учетом характеристик материалов, наличия дефектов и фактических размеров сечений) и сравнением ее с усилиями от новых ожидаемых нагрузок.

Проектирование усиления или восстановления зданий и сооружений следует производить на основе следующих данных:

- технического обследования и обмеров поврежденных конструктивных элементов здания;

- наличия у заказчика или у строительной организации необходимых для восстановления строительных конструкций и материалов, в том числе номенклатуры строительных конструкций и материалов, централизованной поставки;

- имеющихся в распоряжении строительной организации необходимых строительных машин и механизмов;

- геологических и климатических условий района строительства;

- технико-экономического обоснования восстановления.

Следует также использовать имеющуюся в наличии ранее разработанную проектную документацию, паспорта и чертежи конструкций.

Усиливающие конструкции проектируют с использованием различных материалов: обычно металла и железобетона, реже из каменной кладки, древесины и полимеррастворов. Технология усиления монолитным железобетоном требует мокрых процессов, как правило, случаев устройства опалубки, иногда использования строительных лесов и времени для набора бетоном проектной прочности, что неизбежно приводит к продолжительному выводу из эксплуатации помещений или их отдельных участков. Поэтому, если есть возможность выбора вариантов, на практике отдают предпочтение металлу, хотя по стоимости и эксплуатационным затратам он дороже железобетона и во многих случаях нуждается в специальной защите от огня и коррозии.

Элементы усиления необходимо проектировать, как правило, ориентируясь на полное изготовление их в заводских условиях. В отдельных случаях допускается изготовление деталей усиления с припуском и последующей обработкой на месте установки.

Список литературы

1 Техническое состояние зданий и сооружений: СН 1.04.01–2020. – Введ. 23.03.2021 (с отменой ТКП 45-1.04-305–2016 (33020)). – Минск : М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2020. – 73 с.

2 Здания и сооружения. Оценка степени физического износа: ТКП 45-1.04-119–2008. – Введ. 01.03.2009 (взамен ВСН 53–86(р)). – Минск: М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2008. – 46 с.

3 Обследование строительных конструкций зданий и сооружений. Порядок проведения: ТКП 45-1.04-37–2008*. – Переиздание (июнь 2014 г.) с Изменением № 1 (введено в действие с 01.07.2014 приказом Минстройархитектуры № 36 от 12.02.2014); введ. 29.12.2008 (взамен ВСН 57–88(р)). – Минск: М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2015. – 42 с.

4 Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Беларусь [Электронный ресурс]: Закон Республики Беларусь от 5 июля 2004 г. № 300-З. – Режим доступа: <http://kodeksy-by.com>. – Дата доступа: 28.08.2021.

5 Обследование и испытание зданий и сооружений: учебное пособие для вузов / В. Г. Козачек [и др.]; под ред. В. И. Римшина. – Москва: Высшая школа, 2004. – 447 с.: ил.

6 **Калинин, А. А.** Обследование, расчет и усиление зданий и сооружений: учебное пособие / А. А. Калинин. – Москва: АСВ, 2002. – 160 с.

7 Рекомендации по оценке состояния и усилению строительных конструкций промышленных зданий и сооружений / НИИСК. – Москва: Стройиздат, 1989. – 104 с.

8 Технология реконструкции зданий и сооружений: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»: в 2 ч. / С. Н. Леонович [и др.]; под ред. С. Н. Леоновича. – Минск: БНТУ, 2018. – Ч. 1. – 2018. – 279 с.

9 Технология реконструкции зданий и сооружений: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»: в 2 ч. / С. Н. Леонович [и др.]; под ред. С. Н. Леоновича. – Минск: БНТУ, 2018. – Ч. 2. – 2018. – 289 с.

Тип 2 – трехэтажное здание общественного назначения с несущим железобетонным каркасом (железобетонные колонны, ригели пролетом 6 м, ребристые плиты перекрытий, двухскатные балки покрытия, ребристые плиты покрытия) с наружными навесными трехслойными панелями.

Тип 7 – трехэтажное здание общественного назначения с несущим железобетонным каркасом (железобетонные колонны, ригели пролетом 7,2 м и ребристые плиты перекрытий, двухскатные балки покрытия, ребристые плиты покрытия) с наружными навесными трехслойными панелями.

Схема зданий типов 2 и 7 приведена на рисунке А.2.

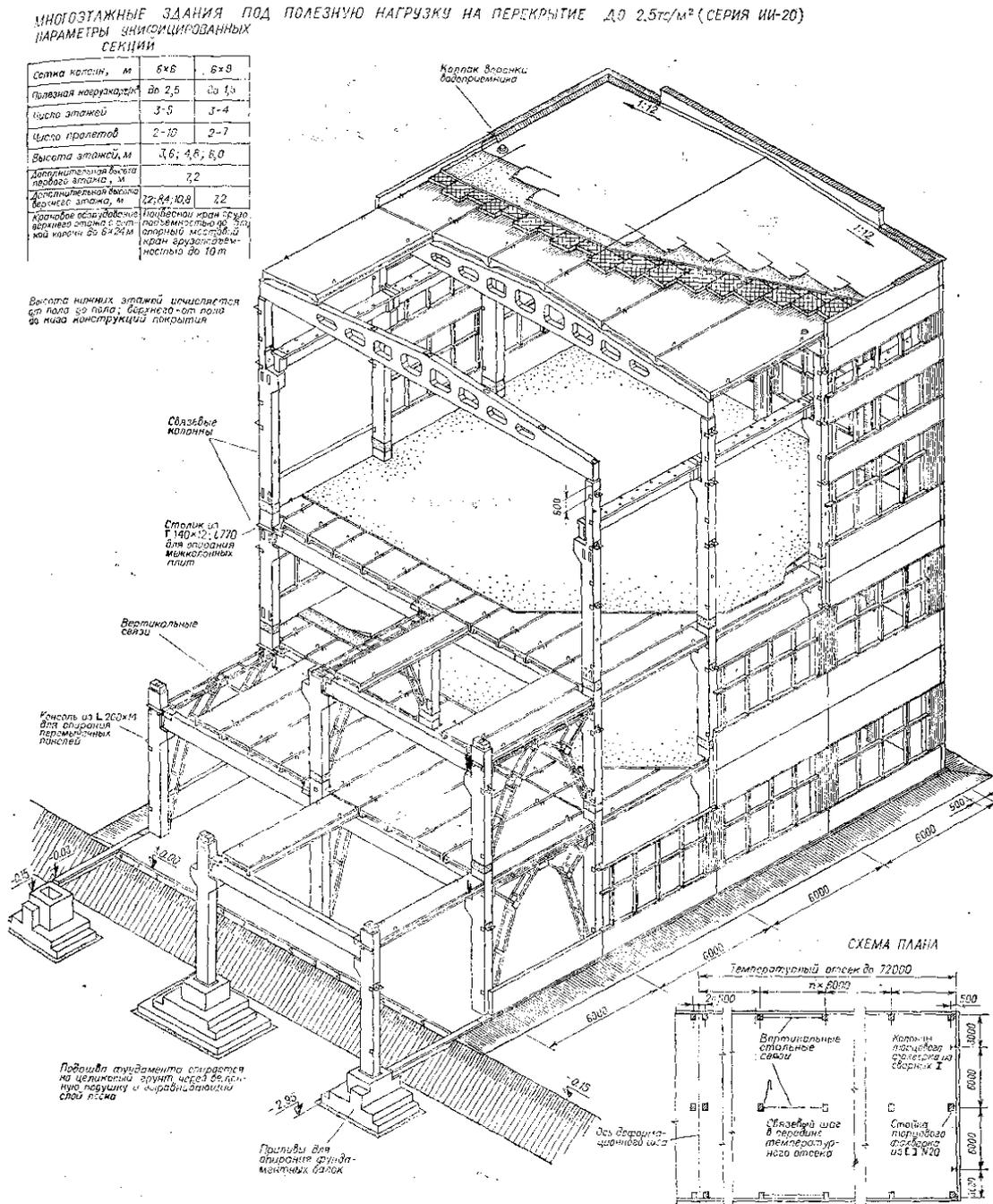
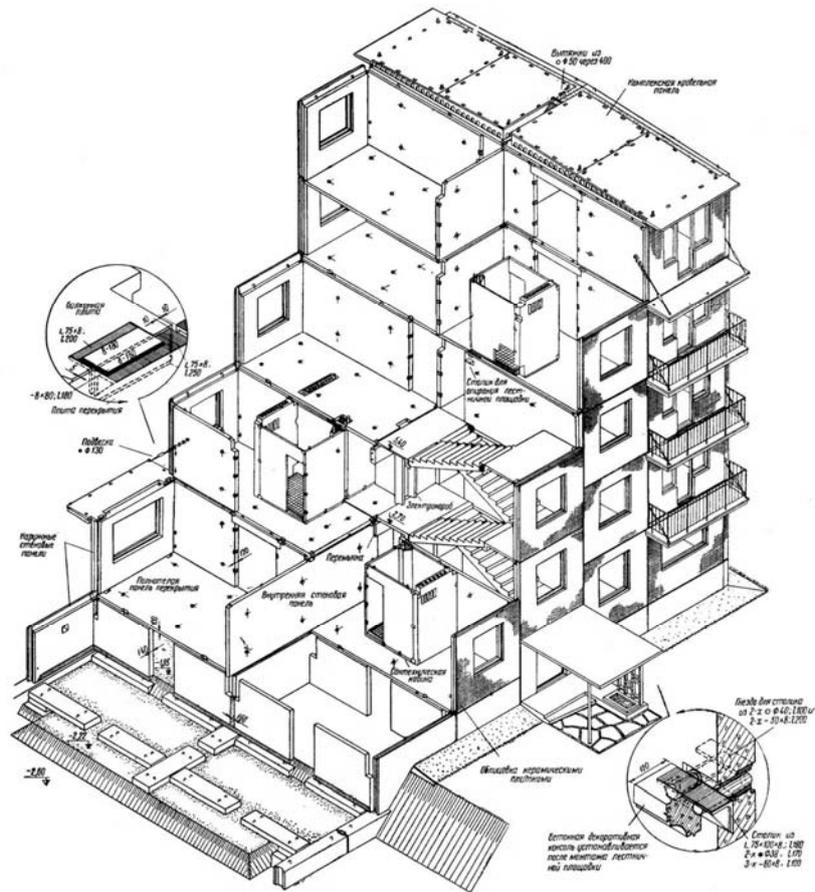


Рисунок А.2 – Схематичное изображение зданий типов 2 и 7

Тип 4 – четырехэтажное жилое здание с несущими наружными керамзитобетонными панельными стенами и внутренними колоннами, с плоскими железобетонными настилами, с перекрываемым пролетом 4,8 м.

Тип 9 – четырехэтажное жилое здание с несущими наружными керамзитобетонными панельными стенами и внутренними колоннами, с плоскими железобетонными настилами, с перекрываемым пролетом 5,4 м.

Схема зданий типов 4 и 9 приведена на рисунке А.4.



РЯДОВАЯ СЕКЦИЯ 2+2+2 ШИРОТНОЙ ОI

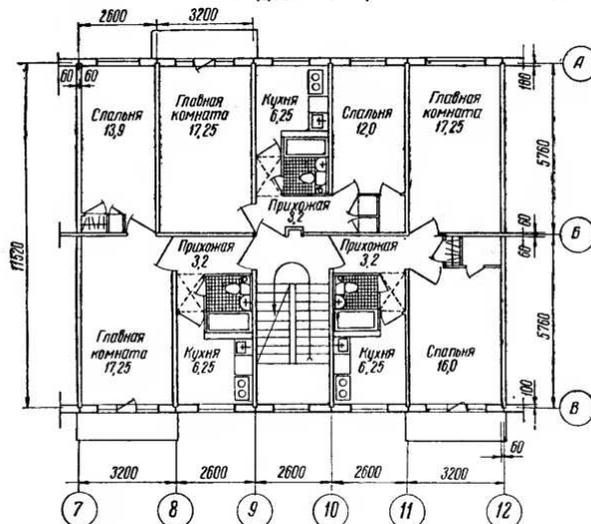


Рисунок А.4 – Схематичное изображение зданий типов 4 и 9

Удельный вес каждой группы конструкций в зданиях разных типов приведен в таблице А.1.

Таблица А.1 – Удельные веса укрупненных конструктивных элементов здания

Наименование элементов здания	Типы 1, 6 (одноэтажное здание промышленного назначения)	Типы 2, 7 (трехэтажное здание общественного назначения)	Типы 3, 8 (девятиэтажное здание административного назначения)	Типы 4, 9 (четырёхэтажное жилое здание с несущим наружными стенами и внутренними колоннами)	Типы 5, 10 (четырёхэтажное жилое здание с несущим кирпичными стенами)
Фундаменты	13	8	7	8	9
Несущие и ограждающие стены	12	6	6	8	13
Элементы каркаса здания (колонны)	13	10	8	4	0
Перегородки	5	12	10	11	12
Перекрытия	0	23	25	24	23
Несущие конструкции покрытия	15	9	6	8	7
Кровля	10	5	5	6	5
Полы	9	6	11	8	8
Окна и двери	5	3	3	5	5
Отделочные покрытия	10	12	14	11	10
Внутренние сети и системы	8	6	5	7	8

В таблице А.2 приведены индивидуальные задания для выполнения поверочных расчетов в курсовой работе по дисциплине «Диагностика технического состояния зданий».

Прочность бетона необходимо определить методом укоренной оценки по результатам испытаний (результаты испытаний принять по таблице А.2). Класс арматуры – согласно типовой серии для рассматриваемой конструкции.

Номер варианта принимается в соответствии с порядковым номером в списке группы.

Таблица А.2 – Результаты испытаний для определения фактической прочности бетона

Номер испытания	Прочность бетона $f_{cm,i}$, МПа						
1	2	3	4	5	6	7	8
Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3		Вариант 4	
1	40,8	1	43,3	1	37,2	1	36,4
2	28,9	2	27,0	2	40,2	2	38,5
3	47,3	3	41,7	3	35,7	3	31,2
4	28,9	4	41,1	4	47,3	4	41,7
5	27,2	5	37,5	5	33,7	5	41,6
6	39,6	6	43,2	6	44,9	6	40,8
7	40,8	7	40,2	7	39,3	7	42,8
8	45,1	8	28,2	8	53,2	8	36,2
9	43,2	9	37,6	9	39,3	9	47,6
10	45,2	10	35,8	10	42,9	10	35,1
Вариант 5		Вариант 6		Вариант 7		Вариант 8	
1	30,7	1	34,2	1	27,3	1	24,7
2	26,8	2	38,8	2	33,5	2	23,3
3	35,5	3	29,7	3	35,7	3	19,1
4	37,4	4	34,8	4	25,7	4	24,1
5	35,1	5	34,2	5	42,3	5	24,6
6	40,7	6	34,2	6	28,3	6	24,4
7	31,1	7	29,0	7	28,4	7	24,3
8	28,0	8	35,1	8	25,7	8	28,6
9	37,0	9	43,0	9	28,7	9	37,2
10	40,5	10	23,2	10	25,6	10	22,2
Вариант 9		Вариант 10		Вариант 11		Вариант 12	
1	40	1	19,6	1	9,8	1	32,1
2	39,6	2	24,5	2	8,2	2	27,9
3	37,1	3	19,1	3	10,4	3	29,4
4	37,3	4	21,0	4	11,2	4	32,7
5	36,7	5	16,9	5	7,3	5	34,0
6	37,2	6	23,6	6	7,2	6	31,6
7	36,4	7	17,9	7	7,5	7	38,3
8	31,8	8	21,3	8	7,6	8	34,2
9	33,1	9	26,7	9	6,9	9	33,5
10	29,1	10	17,2	10	9,3	10	27,7
Вариант 13		Вариант 14		Вариант 15		Вариант 16	
1	33,3	1	33,2	1	7,7	1	10,3
2	27,9	2	37,0	2	13,3	2	7,5
3	33,0	3	44,3	3	11,1	3	10,5
4	34,6	4	44,4	4	12,1	4	7,2
5	38,7	5	30,0	5	9,0	5	10,2
6	37,1	6	37,5	6	13,5	6	8,1
7	34,8	7	34,0	7	8,9	7	15,2
8	42,9	8	33,3	8	15,2	8	7,1
9	37,5	9	41,2	9	10,7	9	10,1
10	32,9	10	34,2	10	9,9	10	7,5

Окончание таблицы А.2

1	2	3	4	5	6	7	8
Вариант 17		Вариант 18		Вариант 19		Вариант 20	
1	35,5	1	44,2	1	18,6	1	36,4
2	22,1	2	44,4	2	8,5	2	28,2
3	26,0	3	43,9	3	8,8	3	27,6
4	24,7	4	39,1	4	10,1	4	26,8
5	30,5	5	46,6	5	7,6	5	39,0
6	26,6	6	49,7	6	7,8	6	32,8
7	43,7	7	40,1	7	8,1	7	32,4
8	31,4	8	49,3	8	10,1	8	22,0
9	25,8	9	50,0	9	10,8	9	33,3
10	35,9	10	43,2	10	7,0	10	35,3
Вариант 21		Вариант 22		Вариант 23		Вариант 24	
1	11,8	1	50,3	1	12,8	1	38,5
2	10,1	2	47,7	2	11,1	2	47,2
3	12,9	3	47,1	3	12,1	3	27,2
4	11,6	4	44,7	4	14,8	4	32,5
5	17,9	5	45,8	5	15,7	5	41,0
6	10,3	6	49,9	6	12,7	6	40,6
7	14,7	7	47,0	7	14,4	7	36,1
8	9,9	8	48,4	8	10,2	8	28,1
9	12,5	9	55,0	9	13,7	9	37,3
10	12,2	10	40,6	10	14,6	10	36,1
Вариант 25		Вариант 26		Вариант 27		Вариант 28	
1	23,6	1	13,0	1	28,5	1	12,1
2	25,2	2	10,1	2	38,0	2	11,0
3	24,6	3	15,0	3	30,1	3	19,6
4	24,1	4	14,0	4	29,0	4	8,4
5	24,3	5	16,5	5	36,2	5	9,9
6	24,8	6	15,0	6	37,0	6	12,2
7	23,9	7	9,3	7	38,9	7	9,7
8	23,8	8	15,7	8	28,0	8	11,0
9	25,0	9	25,4	9	28,3	9	9,4
10	24,8	10	15,1	10	31,5	10	7,2
Вариант 29		Вариант 30		Вариант 31		Вариант 32	
1	31,0	1	20,2	1	47,0	1	8,9
2	24,0	2	22,0	2	48,4	2	7,3
3	35,0	3	35,5	3	55,0	3	7,2
4	24,2	4	28,1	4	40,6	4	7,5
5	36,0	5	32,9	5	53,6	5	7,6
6	34,0	6	28,5	6	47,3	6	6,9
7	23,8	7	44,5	7	44,9	7	9,3
8	34,0	8	32,6	8	52,3	8	10,8
9	37,2	9	34,3	9	41,0	9	10,1
10	36,0	10	40,2	10	54,0	10	8,6

Приложение Б (справочное)

Физический износ строительных конструкций и рекомендации по их устранению приведены в таблицах Б.1–Б.4, составленных согласно [2, п. 5].

Таблица Б.1 – Дефекты и повреждения несущих стен

Признак износа	Количественная оценка	Физический износ, %	Рекомендация по устранению
1	2	3	4
<i>Стены несущие кирпичные</i>			
1 Отдельные неглубокие трещины и выбоины	Ширина трещин до 1 мм	до 10	Расшивка трещин, заполнение их ремонтными составами
2 Глубокие трещины и отпадение штукатурных и отделочных слоев местами, выветривание раствора швов	То же до 2 мм, глубина – до 1/3 толщины стены, разрушение швов на глубину до 1 см на площади до 10 %	11...20	Расшивка трещин и пустошовки, нанесение защитных и ремонтных слоев и составов
3 Отслоение и отпадение отделочных слоев местами на плоскости стены, карнизов и перемычек; выветривание раствора швов; ослабление кирпичной кладки; выпадение отдельных кирпичей	Глубина разрушения швов до 2 см на площади до 30 %. Ширина трещин более 2 мм	21...30	Заполнение мест ослаблений бетоном на мелкозернистом заполнителе, восстановление штукатурных и отделочных слоев по пп. 1 и 2
4 Высолы и следы увлажнения стен	На площади до 50 %	21...30	Зачистка стен от следов замочания и высолов, просушивание стен, восстановление штукатурных и отделочных слоев
5 Массовое выпучивание с отпадением отделочных слоев; выветривание раствора швов; ослабление кирпичной кладки стен, перемычек с выпадением отдельных кирпичей	Глубина разрушения швов до 4 см на площади до 50 %	31...40	Демонтаж незакрепленных слоев, работы по пп. 1–3, оштукатуривание стен по стальной сетке
6 Сквозные трещины в перемычках и под оконными проемами, выпадение кирпичей, незначительное отклонение от вертикали и выпучивание стен	Отклонение стены от вертикали не более 1/200 высоты помещения, прогиб стены до 1/200 длины деформируемого участка	41...50	Работы по пп. 1–3, 5, усиление перемычек

Окончание таблицы Б.1

1	2	3	4
7 Многочисленные прогрессирующие сквозные трещины, ослабление и частичное разрушение кладки, заметное искривление стен	Выпучивание стены с прогибом более 1/200 длины деформируемого участка	51...60	Устройство «силовых» обоев или рубашек; устройство «силовых» поясов; усиление простенков; работы по пп. 3
8 Разрушение кладки	–	61...70	Переустройство кладки
<i>Стены из несущих панелей</i>			
1 Повреждение обрамлений выступающих частей фасада, местами мелкие выбоины	Повреждения на площади до 10 %	До 10	Заделка выбоин, трещин ремонтно-восстановительными составами
2 Трещины, выветривание раствора стыков, мелкие повреждения облицовки или фактурного слоя	То же, ширина трещин до 1 мм	11...20	Расшивка трещин и пуштошкови, нанесение защитных и ремонтных слоев и составов, восстановление фактурных слоев и облицовки
3 Массовое отслоение, выветривание раствора стыков; повреждение облицовки или фактурного слоя панелей, вертикальные несилловые трещины	Повреждения на площади до 20 %, ширина трещин до 2 мм	21...30	Демонтаж незакрепленных слоев, работы по пп. 1–3, оштукатуривание стен по стальной сетке
4 Следы протечек через стыки внутри здания	Повреждения на площади до 20 %, ширина трещин до 2 мм	21...30	Очистка швов и стыков, зачистка стен от следов замокания, просушивание стен, восстановление штукатурных и отделочных слоев
5 Промерзание стен, разрушение заделки стыков, сквозные трещины в стенах, наклонные трещины в перемычках и опорных узлах	Промерзание в 5 % помещений, ширина сквозных трещин до 2 мм	31...40	Восстановление заделки швов; устройство «силовых» штукатурных обоев, усиление перемычек, утепление стен
6 Мокрые пятна, высолы и следы протечек внутри помещения разрушение бетона в опорных узлах	Повреждения в 10 % помещений, наружные повреждения на площади до 30 %	41...50	Зачистка стен от следов замокания и высолов, просушивание стен, в восстановление штукатурных и отделочных слоев
7 Выпучивание или смещение панелей, разрушение узлов крепления панелей, сквозные трещины в стенах и перемычках, коррозия арматуры и закладных изделий	Прогиб панели до 1/200 ее длины, ширина трещин до 5 мм	51...60	Усиление панелей, восстановление защитного слоя, усиление узлов
8 Горизонтальные и вертикальные линии стен искривлены, панели отошли от основных конструкций, в панелях глубокие трещины, нарушение работы узлов	Прогиб панели более 1/200 ее длины, ширина трещин более 5 мм	61...70	Замена ненесущих стеновых панелей на кладку

Таблица Б.2 – Дефекты и повреждения перегородок

Признак износа	Количественная оценка	Физический износ, %	Рекомендация по устранению
1 Трещины в местах сопряжения с плитами перекрытий и заполнения дверных проемов	Ширина трещин до 2 мм	До 20	Расшивка и последующая заделка трещин
2 Отслоение раствора в стыках, трещины на наружной поверхности, следы протечек в помещениях	То же до 5 мм	21...40	Восстановление заделки швов, расшивка и ремонт трещин, просушивание стен и восстановление отделочных слоев
3 Большие сколы и сквозные трещины в панелях в местах примыкания к перекрытиям; выбоины, разрушение защитного слоя бетона панелей; трещины по всей панели или в теле кладки	То же до 3 мм	41...60	Расшивка и заделка трещин, усиление перегородок
4 Заметное выпучивание, горизонтальные трещины на поверхности, оголение арматуры, выпадение кирпичей	Прогиб панели до 1/100 длины или высоты панели	61...80	Усиление перегородок или их полная замена

Таблица Б.3 – Дефекты и повреждения колонн и столбов

Признак износа	Количественная оценка	Физический износ, %	Рекомендация по устранению
1	2	3	4
<i>Столбы кирпичные</i>			
1 Трещины в кладке и штукатурке, выветривание раствора швов, отдельные отколы, незначительное расслоение отдельных кирпичей	Ширина трещин до 1 мм. Разрушение швов на глубину до 10 мм на площади до 10 %. Отколы глубиной до 40 мм	До 40	Ремонт кладки и штукатурки по месту
2 Выпучивание и отклонение от вертикали, сквозные трещины в разных направлениях, выветривание раствора швов, ослабление кирпичной кладки, смятие кирпича под опорными подушками	Выпучивание до 1/150 высоты помещения. Отклонение от вертикали до 3 см. Выветривание швов на глубину до 40 мм на площади до 50 %. Отколы глубиной в 0,5 кирпича	41...60	Усиление колонны путем взятия ее в обойму

Окончание таблицы Б.2

1	2	3	4
<i>Колонны железобетонные (сборные и монолитные)</i>			
1 Волосяные трещины в растянутой зоне колонны, по всей высоте колонны, по краям консоли и колонны; раковины и выбоины, искривление колонны в пределах допустимых значений	Ширина трещин до 0,5 мм. Выбоины глубиной до 5 мм не более трех на 1 м ²	До 40	Мероприятия по текущему ремонту: заделка трещин, отколов и выбоин
2 Трещины в растянутой и сжатой зонах, по периметру основания и на уровне консоли; отслоение защитного слоя бетона. Оголение арматуры и нарушение ее сцепления с бетоном; глубокие сколы бетона; искривление колонны	Ширина трещин до 2 мм. Искривление колонны до 1/200 ее высоты	41...60	Заделка трещин инъекцией ремонтного состава в трещину; устройство обойм усиления
3 Трещины по всей высоте колонны в растянутой зоне, сквозные трещины в основании колонны, на уровне верха консоли; отслоение защитного слоя бетона в растянутой зоне по всей высоте колонны; коррозия и местами разрывы арматуры; искривление колонны	Ширина трещин до 2 мм	61...80	Замена поврежденного бетона; армирование и бетонирование разрушенных участков; устройство обойм; замена колонн

Таблица Б.4 – Дефекты и повреждения перекрытий

Признак износа	Количественная оценка	Физический износ, %	Рекомендация по устранению
1	2	3	4
<i>Перекрытия из сборного железобетонного настила</i>			
1 Трещины в швах между плитами	Ширина трещин до 2 мм	До 10	Расшивка швов с их последующей заделкой
2 Незначительное несилевое смещение плит относительно друг друга по высоте вследствие деформаций, отслоение выравнивающего слоя в заделке швов	Смещение плит по высоте до 1,5 см. Повреждения на площади до 10 %	11...20	Выравнивание поверхности потолка в помещении штукатурными наметами
3 Значительное смещение плит перекрытий относительно друг друга (несилевое) по высоте, следы протечек в местах опирания плит на наружные стены	Смещение плит по высоте до 3 см. Повреждения на площади до 20 %	21...30	Выравнивание поверхности потолка в помещении штукатурными наметами по сетке
4 Трещины в плитах, следы протечек или промерзания на плитах и на стенах в местах опирания	Ширина трещин до 1 мм	31...40	Усиление опорных участков плит; заделка пустот в торцах в местах опирания на стены

Окончание таблицы Б.4

1	2	3	4
5 Поперечные трещины в плитах без оголения арматуры, прогиб плит	То же до 2 мм. Прогиб до 1/100 пролета	41...50	Усиление плит путем добавления рабочей арматуры (по расчету)
6 Глубокие поперечные трещины с оголением арматуры, прогрессирующее смещение плит из плоскости с заметным прогибом	Ширина трещин более 2 мм. Прогиб до 1/80 пролета	51...60	Усиление плит и опорных участков, заделка трещин
7 Многочисленные глубокие трещины в плитах, смещение плит из плоскости, заметный прогиб плит	Прогиб более 1/80 пролета	61...80	Полная замена участков перекрытия
<i>Железобетонные балки покрытий и перекрытий</i>			
1 Отдельные трещины в растянутой зоне, местами незначительное увлажнение, поверхностные сколы в растянутой зоне, прогиб	Ширина трещин до 1 мм. Глубина сколов до 3 мм, до трех на 1 м ²	До 40	Восстановление путем инъекции цементного раствора в трещины, нанесение цементной штукатурки или ремонтного состава
2 Трещины в различных направлениях, следы увлажнения бетона атмосферными и агрессивными водами, отслоение защитного слоя бетона в растянутой зоне, оголение и коррозия арматуры, механические повреждения и глубокие сколы бетона на большой площади балки, прогиб	Ширина трещин до 2 мм. Коррозия арматуры до 10 % сечения. Прогиб до 1/150 пролета	41...60	Инъекция раствора в трещины, в необходимых случаях добавление арматуры и бетонирование разрушенного участка; усиление по расчету
3 Трещины по всей длине и высоте балки в середине пролета и в растянутой зоне, следы постоянного увлажнения бетона атмосферными и агрессивными водами, оголение и сильная коррозия арматуры, местами разрывы арматуры, крупные выбоины и сколы бетона в сжатой зоне	Ширина трещин более 2 мм. Коррозия арматуры более 10 % сечения. Прогиб более 1/150 пролета	61...80	Замена балок перекрытия

Приложение В (справочное)

Оценку состояния жилого здания по физическому износу и определение потребности в капитальном ремонте можно выполнить согласно таблице В.1 (под нормальной эксплуатацией понимается эксплуатация без ограничений).

Таблица В.1 – Группировка жилых зданий по физическому износу

КТС	Примерный показатель общего износа	Общая характеристика жилых зданий	Потребность в капитальном ремонте
1	2	3	4
I	До 10 %	Неисправности основных строительных конструкций (фундаментов, стен, перекрытий, перегородок, крыши, оконных и дверных заполнений, покрытий полов) и инженерного оборудования отсутствуют или имеются незначительные, не препятствующие нормальной эксплуатации здания	Нормальная эксплуатация обеспечивается техническим обслуживанием и текущим ремонтом
II	От 10 % до 20 %	То же при незначительных неисправностях инженерного оборудования, крыши, внешнего благоустройства наружных коммуникаций, фасадов. Нормальная эксплуатация здания при значительной неисправности внешнего благоустройства затруднена, при значительной неисправности инженерного оборудования, крыши, наружных коммуникаций возможна со значительными ограничениями	Для обеспечения нормальной эксплуатации необходим капитальный ремонт отдельных элементов здания (инженерного оборудования, кровельного покрытия, внешнего благоустройства, наружных коммуникаций)
	Св. 20 % до 30 %	Неисправности фундаментов, стен, перекрытий, перегородок отсутствуют или незначительны. Оконные и деревянные заполнения, покрытия полов имеют значительные неисправности при массовом их распространении. Неисправности крыши, инженерного оборудования, наружных коммуникаций незначительны. Эксплуатация здания возможна с ограничениями	Для обеспечения нормальной эксплуатации необходим капитальный ремонт здания с восстановлением или заменой всех неисправных элементов

Окончание таблицы В.1

1	2	3	4
III	Св. 30 % до 50 %	Фундаменты, стены, перекрытия, перегородки имеют значительные неисправности при ограниченном распространении. Оконные и деревянные заполнения, крыша, покрытия полов, инженерное оборудование имеют значительные неисправности при массовом их распространении. Эксплуатация здания возможна со значительными ограничениями	Для обеспечения нормальной эксплуатации необходим капитальный ремонт (реконструкция) здания с восстановлением или частичной заменой фундаментов, стен, перекрытий, перегородок, а также восстановлением или заменой оконных и дверных заполнений, покрытий полов, кровли, инженерного оборудования
IV	Св. 50 % до 70 % для каменных зданий; св. 50 % до 65 % для деревянных зданий	Фундаменты, стены и перекрытия имеют значительные неисправности при массовом их распространении. Эксплуатация здания должна быть прекращена для проведения капитального ремонта	Для обеспечения нормальной эксплуатации необходим капитальный ремонт (реконструкция) здания с восстановлением фундаментов и стен, полной или близкой к полной замене перекрытий, перегородок, крыши
V	Св. 70 % для каменных зданий; св. 65 % для деревянных зданий	Основные конструкции здания (фундаменты, стены и перекрытия) не способны выполнять заданные функции из-за физического износа. Эксплуатация здания должна быть прекращена, продолжение ее возможно при проведении охранно-поддерживающих работ	Капитальный ремонт здания экономически нецелесообразен