

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Кумертауский филиал
федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Оренбургский Государственный Университет»
(Кумертауский филиал ОГУ)

Кафедра городского строительства и хозяйства

А.В. Хвастунов
И.И. Карпова

**Методические указания для выполнения
контрольной работы по дисциплине
«Усиление железобетонных и каменных
конструкций»**

для студентов, обучающихся по программам
высшего профессионального образования по направлению подготовки
270800.62 Строительство по профилю Городское строительство и хозяйство

Кумертау 2011г

УДК 624.012.35(075.8)
ББК 38.53я73

Хвастунов А.В., Карпова И.И.

- Х30 Методические указания для выполнения контрольной работы по дисциплине «Усиление железобетонных и каменных конструкций» / А.В. Хвастунов, И.И.Карпова; Кумертауский филиал ОГУ – Кумертау: Кумертауский филиал ОГУ, 2011. – 48 с.

Методические указания предназначены для выполнения контрольной работы по дисциплине «Усиление железобетонных и каменных конструкций» для студентов направления подготовки 270800.62 Строительство по профилю Городское строительство и хозяйство, всех форм обучения.

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры № протокола 4 «08» декабря 2011г.

Методические указания рекомендованы к изданию решением научно-методического совета Кумертауского филиала ОГУ, протокол № 2, от «01» декабря 2011.

УДК 624.012.35(075.8)
ББК 38.53я73

© Хвастунов А.В., Карпова И.И., 2011
© Кумертауский филиал ОГУ, 2011

Содержание

Введение.....	4
1 Оформление контрольной работы.....	5
1.1 Оформление пояснительной записки.....	5
1.1.1 Общие требования.....	5
1.1.2 Построение пояснительной записки.....	6
1.1.3 Изложение текста пояснительной записки.....	7
1.1.4 Оформление иллюстраций.....	8
1.1.5 Построение таблиц.....	9
1.1.6 Список использованных источников.....	10
1.1.7 Приложения.....	10
1.2 Оформление чертежей.....	11
2 Обследование бетонных (железобетонных) конструкций.....	11
3 Расчет физического износа, составление дефектной ведомости.	15
4 Расчет усиления бетонных (железобетонных) конструкций.....	18
Список использованных источников.....	31

Введение

Методические указания предназначены для выполнения контрольной работы по дисциплине «Усиление железобетонных и каменных конструкций» для студентов направления подготовки 270800.62 Строительство по профилю Городское строительство и хозяйство, всех форм обучения.

Контрольная работа выполняется в форме расчетно-графической работы. Целью выполнения контрольной работы является приобретение обучающимися опыта деятельности в проведении обследования, составления дефектной ведомости и выбора метода усиления конструкций зданий и сооружений.

Для выполнения контрольной работы может быть рекомендована литература, указанная в списке использованных источников.

1 Оформление контрольной работы

1.1 Оформление пояснительной записки

1.1.1. Общие требования

1. Пояснительная записка контрольной работы должна содержать следующие структурные элементы:

- титульный лист;
- задание на контрольную работу;
- содержание (приложение А);
- введение;
- основную часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

2. Текст выполняется на листах формата А4 (210x297 мм) по ГОСТ 2.301. Расстояние от краев листа до рамки со стороны подшивки должно быть 20 мм, остальные – 5мм; расстояние от текста до рамки рекомендуется оставлять не менее: в начале и конце строк соответственно 5 и 3 мм, сверху и снизу – 10 мм.

Текст выполняют одним из следующих способов:

– машинописным - через полтора-два интервала. Шрифт пишущей машинки должен быть четким, высотой не менее 2,5 мм, лента только черного цвета (полужирная). Формулы в машинописный текст вносят от руки;

– с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ (ГОСТ 2.004).

Допускается выполнять текст рукописным способом чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304 с высотой букв не менее 2,5 мм, а цифр – 5 мм. Цифры и буквы необходимо выполнять тушью или пастой (чернилами) черного цвета.

3. На компьютере текст должен быть оформлен в текстовом редакторе Word for Windows версии не ниже 6.0. Тип шрифта: Times New Roman Cyr. Шрифт основного текста: обычный, размер 14 пт. Шрифт заголовков разделов: полужирный, размер 16 пт. Шрифт заголовков подразделов: полужирный, размер 14 пт. Межсимвольный интервал: обычный. Межстрочный интервал: одинарный. Формулы должны быть оформлены в редакторе формул Equation Editor и вставлены в документ как объект.

Размеры шрифта для формул:

- обычный - 14 пт;
- крупный индекс - 10 пт;

- мелкий индекс - 8 пт;
- крупный символ - 20 пт;
- мелкий символ - 14 пт.

Необходимые схемы, таблицы, эскизы, выполняются на листах белой бумаги, кальки, или миллиметровки любых стандартных форматов.

4. Нумерация страниц должна быть сквозной.

Первой страницей является титульный лист, второй – задание, третьей – содержание, четвертой – введение и т.д. Номер страницы проставляется арабскими цифрами в правом нижнем углу. На первой странице (титульный лист) номер страницы не ставится.

5. Иллюстрации должны быть вставлены в текст:

- либо командами ВСТАВКА-РИСУНОК, которые позволяют вставить рисунки из коллекции, из других программ и файлов, со сканера, созданные кнопками на панели рисования, автофигуры, объекты Word Art, диаграммы (все иллюстрации, вставляемые как рисунок, должны быть преобразованы в формат графических файлов, поддерживаемых Word);
- либо командами ВСТАВКА-ОБЪЕКТ, при этом необходимо, чтобы объект, в котором создана вставляемая иллюстрация, поддерживался редактором Word стандартной конфигурации /1/.

1.1.2 Построение пояснительной записки

1. В общем случае текст пояснительной записки должен состоять из разделов: обследование бетонных (железобетонных) конструкций, дефектной ведомости, расчета усиления бетонных (железобетонных) конструкций. Каждый раздел пояснительной записки начинается с новой страницы.

2. Разделы должны иметь порядковые номера. Разделы могут быть разбиты на подразделы. Подразделы должны иметь порядковые номера в пределах каждого раздела.

Номера подразделов состоят из номеров разделов и подразделов, разделенных точкой.

3. Наименования разделов должны быть краткими, соответствовать содержанию и записываться в виде заголовка (в красную строку) прописными буквами.

Наименование подразделов записывают в виде заголовков строчными буквами (кроме первой прописной).

Подчеркивать заголовки и переносить слова в заголовках не допускается. Точку в конце заголовка не ставят.

Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Расстояние между заголовками и последующим текстом, а также между

заголовками раздела и подраздела должно быть равно трем межстрочным интервалам (10мм).

Расстояние между заголовками и последней строкой предыдущего текста (для тех случаев, когда конец одного и начало другого подразделов размещаются на одной странице) – 15мм /1/.

1.1.3 Изложение текста пояснительной записки

1. В тексте должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами или общепринятые в научно-технической литературе.

2. Условные буквенные обозначения величин, а также условные графические обозначения должны соответствовать требованиям государственных стандартов.

Если в пояснительной записке принята особая система сокращения слов или наименований, то в ней должен быть приведен перечень принятых сокращений, который помещают в конце пояснительной записки.

3. В тексте, за исключением формул, таблиц и рисунков, не допускается:

- применять математический знак минус (-) перед отрицательными значениям величин (следует писать слово «минус»);

- применять знак « \emptyset » для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»). При указании размера или предельных отклонений диаметра на чертежах, помещенных в тексте документа, перед размерным числом следует писать знак « \emptyset »;

- применять без числовых значений математические знаки, например: $>$ (больше), $<$ (меньше), $=$ (равно), \geq (больше или равно), \leq (меньше или равно), \neq (не равно), а также № (номер), % (процент);

- применять индексы стандартов, технических условий без регистрационного номера.

4. В пояснительной записке следует применять стандартизованные единицы физических величин, их наименования и обозначения в соответствии с ГОСТ 8.417. Наряду с единицами СИ, при необходимости, в скобках указывают единицы ранее применявшихся систем, разрешенных к применению.

5. В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами.

Значения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под формулой. Значение каждого символа дают с новой строки в той последовательности, в которой они

приведены в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

Пример - Плотность теплового потока q , Вт/м², вычисляют по формуле:

$$q = \alpha (T_{ж} - T_{ст}), \quad (2)$$

где α - коэффициент теплоотдачи, Вт/(м² К);

$T_{ж}$ - температура жидкости, К;

$T_{ст}$ - температура поверхности теплообмена, К.

Формулы нумеруются по разделам арабскими цифрами, в пределах записки, которые ставят на уровне формулы справа в круглых скобках. Одну формулу обозначают – (1).

Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой.

Пример - В формуле (3.1)

Ссылки в тексте на номер формулы дают в скобках, например, «...в формуле (1)».

После расшифровки формулы, с новой строки в неё подставляют числовые значения входящих параметров и приводят результат вычисления с обязательным указанием единицы физической величины /1/.

1.1.4 Оформление иллюстраций

1. Иллюстрации (рисунки, чертежи, схемы, диаграммы) выполняют на листах пояснительной записки выпускной работы или на листах чертежной бумаги формата А4 (210x297 мм) ГОСТ 2.301 карандашом или черной тушью. Разрешается выполнять на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ. Допускается выполнять иллюстрации на листах формата А3 (297x420 мм). Иллюстрации располагают после первой ссылки на них.

2. Допускается помещать иллюстрации вдоль длинной стороны текста с поворотом документа по часовой стрелке для чтения.

3. Все иллюстрации нумеруют арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если один рисунок в тексте, то следует указать «Рисунок 1».

4. Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой.

При ссылках на иллюстрации следует писать: «...в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «...в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах раздела.

5. Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом /1/:

Рисунок 1 - Элементы фермы

1.1.5 Построение таблиц

1. Цифровой материал оформляют в виде таблиц согласно ГОСТ 2.105. Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если в тексте одна таблица, она должна быть обозначена «Таблица 1». Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

Пример - Таблица 1.1

Слово «Таблица» и наименование помещают над таблицей следующим образом:

Таблица 1 – Показатели работы транзистора в разных режимах

На все таблицы должны быть ссылки в тексте. При ссылке пишут слово «Таблица» с указанием её номера.

2. Таблица может иметь заголовки и подзаголовки. Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы, а подзаголовки - со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком.

3. Графы таблицы допускается нумеровать для облегчения ссылок в тексте, при делении таблицы на части, а также при переносе части таблицы на следующую страницу.

Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается. При необходимости нумерации показателей, параметров или других данных порядковые номера следует указывать в первой графе таблицы непосредственно перед их наименованием.

4. Если таблица не размещается на одном листе, допускается делить её на части. Слово «Таблица» указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы».

5. Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице физической величины, то её обозначение необходимо помещать над таблицей справа, а при делении таблицы на части - над каждой её частью.

6. Повторяющийся в графе текст, состоящий из одного слова, допускается заменять кавычками, если строки в таблице не разделены линиями. Если повторяющийся текст состоит из двух и более слов, то при первом повторении его заменяют словами «то же», а далее кавычками /1/.

1.1.6 Список использованных источников

1. В конце текста приводится список литературы, нормативно-технической и другой документации, использованной при составлении пояснительной записки и вычерчивании графического материала.

2. Литература записывается и нумеруется в порядке её упоминания в тексте. Оформление производится согласно ГОСТ 7.1.

Ссылки на литературные источники приводятся в тексте в косых скобках в порядке их перечисления по списку источников, например, /3/, /18/.

1.1.7 Приложения

1. Материал допускается помещать в приложениях. Приложениями могут быть, например, графический материал, таблицы большого формата, расчеты, описания аппаратуры и приборов, описания алгоритмов и программ задач, решаемых на ЭВМ и т.д. Приложения оформляют как продолжение работы на последующих листах.

2. Каждое приложение должно начинаться с нового листа с указанием наверху справа стороны страницы слова «Приложение» и его обозначения, а под ним в скобках для обязательного приложения пишут слово «обязательное», а для информативного – «рекомендуемое» или «справочное». Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают прописными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ.

Пример - Приложение В

Если в тексте одно приложение, то оно обозначается «Приложение А». Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте /1/.

1.2 Оформление чертежей

Для оформления чертежей необходимо использовать справочных пособий Георгиевского О.В. «Единые требования по выполнению строительных чертежей» и «Правила выполнения архитектурно-строительных чертежей», требованиями стандартов: СПДС, ЕСКД, ГОСТ 2.301-68.

Оформление штампа к чертежам указана в Приложении Б.

В состав чертежей входит: схемы расположения усиливаемых элементов здания, чертежи по усилению конструкций (узлы, планы, схемы, разрезы), спецификация. Чертежи выполняются на формате А2.

2 Обследование бетонных (железобетонных) конструкций

Влияние внешней среды, неблагоприятных физико-геологических процессов, высокотемпературного нагрева при пожаре, нарушение нормальных условий эксплуатации, увеличение по сравнению с проектной нагрузок, а также недоработки на стадии проектирования и строительства вызывают переход конструкций зданий и сооружений в техническое состояние, отличное от проектного.

В новом состоянии конструкции могут не удовлетворять предъявляемым требованиям по несущей способности, жесткости или трещиностойкости и долговечности.

Фактическое техническое состояние конструкций зданий и сооружений устанавливается в результате их обследования, поверочных расчетов и натурного испытания.

Обследование конструкций - первый этап в установлении их действительного технического состояния.

В состав обследования железобетонных конструкций входят следующие работы: изучение имеющейся проектной документации (технический паспорт здания, рабочие чертежи существующих конструкций, материалы завода-изготовителя, исполнительной документации, материалы по эксплуатации и др.), общий (предварительный) осмотр и детальное (инструментальное) обследование.

При наличии проектной документации определяют: продолжительность эксплуатации; размеры и конструктивную схему здания;

геометрические размеры и типы конструкций; номер и серию чертежей, по которым они разработаны; проектную расчетную схему конструкций; проектный класс (марку) бетона и армирование конструкций (вид, класс, способ анкеровки и расположение рабочей арматуры); конструктивные особенности узлов сопряжения элементов; вид и величину нагрузок; особенности технологического процесса и характеристики агрессивной среды; проектные инженерно-геологические и гидрогеологические условия площадки; в случае реконструкции - новые нагрузки, режимы эксплуатации и характеристики ожидаемой агрессивной среды.

В результате изучения технической производственной и эксплуатационной документации, опроса работников службы эксплуатации зданий и сооружений, работающих в здании людей, собираются данные: об имеющих место за период эксплуатации аварийных состояниях конструкций и деформации оснований, вызвавших их причинах; зонах конструкций с повышенной вибрацией; о выполненных ранее усилениях конструкций.

Предварительное обследование

В процессе предварительного осмотра устанавливаются: аварийные конструкции; конструкции, имеющие существенные дефекты и повреждения; конструкции с нарушением нормальных условий эксплуатации. В процессе предварительного осмотра при необходимости ориентировочно определяют прочность поверхностных слоев бетона на участках, где, согласно схеме работы конструкции, прочность бетона имеет наибольшее значение, методами пластической деформации (с помощью эталонных молотков Н.П.Кашкарова, И.А. Физделя), упругого отскока, экспертными методами, а также выборочно глубину нейтрализации бетона. Следует стремиться наносить удары по растворному участку бетона. При этом прочность бетона уточняется по результатам осмотра сколов бетона. Если скол произошел по контакту крупного заполнителя и растворной части, прочность бетона следует уменьшить на 5 - 10 МПа.

В результате предварительного осмотра намечаются участки для детального обследования.

К признакам, характеризующим аварийность железобетонных конструкций относятся: отслоение защитного слоя и продольные трещины вдоль рабочей арматуры в зоне ее анкеровки с явными признаками коррозии арматуры; пропитка нефтепродуктами в зоне анкеровки рабочей арматуры, снижающая ее сцепление с бетоном; уменьшение в результате коррозии поперечного сечения рабочей арматуры в растянутой зоне на 50%; разрывы отдельных стержней рабочей продольной и поперечной арматуры; в зоне среза наклонные трещины, пересекающие растянутую и сжатую зоны; в пролете конструкции нормальные трещины с разветвленными концами; выпучивание сжатой арматуры с признаками разрушения бетона сжатой

зоны; деформации закладных деталей с расстройством стыков; уменьшенная против требований норм площадь опирания сборных конструкций; значительные (более 1/50 пролета) прогибы изгибаемых элементов при наличии трещин в растянутой зоне с раскрытием более 0,5 мм.

При выявлении в процессе предварительного осмотра конструкций, находящихся в аварийном состоянии, необходимо выполнить первоочередные мероприятия по обеспечению безопасности (предотвратить доступ людей в зону возможного обрушения, разгрузить аварийные конструкции, установить временные страховочные крепления и т.п.).

При предварительном осмотре фиксируются дефекты и повреждения, снижающие несущую способность, жесткость и долговечность железобетонных конструкций: степень и площадь повреждений защитных покрытий; изменение цвета бетона, высолы и масляные пятна на поверхности; снижение прочности бетона сжатой зоны до 30%; наличие раковин и отколов в бетоне, оголение арматуры; нарушение сцепления арматуры с бетоном (по глухому стуку при простукивании, при наличии отслоения звук дребезжащий); отход анкеров от пластин закладных деталей из-за коррозии стали в сварных швах и смещение закладных деталей; заметные на глаз прогибы конструкций; трещины раскрытием свыше 0.5 мм и признаки разрушения сжатых элементов; непроектное выполнение узлов сопряжения; смещение конструкций в узлах и стыках и т.п.

Наличие коррозии стальной арматуры устанавливается визуально путем непосредственного осмотра оголенной арматуры, а также косвенно по появлению продольных трещин в защитном слое бетона или выступов продуктов коррозии стали на поверхности бетона.

При выполнении предварительного осмотра устанавливаются зоны с нарушением нормальных условий эксплуатации конструкций: увлажнение, попеременное замораживание-оттаивание в водонасыщенном состоянии, проливы технологических растворов и нефтепродуктов, вблизи и над источниками теплоизлучения, вибрация и ударные нагрузки и т.п.

Внешними признаками нарушения нормальных условий эксплуатации являются: изменение цвета бетона; на поверхности конструкций высолы, мокрые и масляные пятна, ржавчина, шелушение и растрескивание бетона; трещины вдоль арматуры, отслоение защитного слоя, коррозия арматуры и др.

По результатам предварительного осмотра с учетом выявленных дефектов и повреждений на момент обследования конструкция относится к одной из четырех категорий состояния:

I - конструкция удовлетворяет предъявляемым требованиям по несущей способности, жесткости и трещиностойкости. Долговечность конструкции, по сравнению с проектной, не снижена.

Характерные признаки: на поверхности бетона отсутствуют дефекты и повреждения, свидетельствующие о снижении несущей способности, или имеются отдельные раковины, поры, выбоины, волосные трещины.

Антикоррозионная защита конструкций и закладных деталей не нарушена. При вскрытии поверхность арматуры не имеет признаков коррозии. Глубина нейтрализации бетона защитного слоя не превышает половины его толщины. Прочность бетона не ниже проектной. Прогиб и ширина раскрытия трещин не превышает предельно допустимые значения.

II - конструкция удовлетворяет предъявляемым к ней требованиям по несущей способности, жесткости. Долговечность конструкции снижена.

Характерные признаки: изменен цвет бетона вследствие пересушивания, шелушение граней вследствие замораживания-оттаивания в водонасыщенном состоянии, на поверхности бетона мокрые или маслянистые пятна, высолы, небольшие сколы, оголение арматуры, на участках с недостаточной толщиной защитного слоя следы коррозии рабочей и распределительной арматуры. При вскрытии поверхность арматуры имеет коррозию в виде отдельных точек и пятен, язв и пластинок ржавчины нет. Уменьшение площади поперечного сечения вследствие коррозии не превышает 5%. Антикоррозионная защита конструкций и закладных деталей нарушена. Глубина нейтрализации бетона защитного слоя не превышает его толщины. Прочность бетона не ниже проектной. Прогиб не превышает предельно допустимого значения.

III - конструкция не удовлетворяет предъявляемым к ней требованиям по несущей способности, трещиностойкости или жесткости.

Характерные признаки: имеются повреждения, свидетельствующие о снижении несущей способности, но на момент обследования не угрожающие безопасности работающих, продольные трещины вдоль рабочей арматуры в пролете, пластинчатая ржавчина на арматуре и закладных деталях, потеря площади сечения рабочей арматуры вследствие коррозии превышает 5%, трещины в сжатой зоне и в зоне среза. Прочность бетона ниже проектной на 20% и более. Нарушение крепления поперечной арматуры к продольной. Пропитка бетона нефтепродуктами в пролете. Уменьшение площади опирания конструкции по сравнению с проектной. Прогиб конструкций превышает предельно допустимое значение более, чем на 30%.

IV - конструкция не удовлетворяет предъявляемым к ней требованиям по несущей способности. Существует угроза безопасности работающих.

Категория технического состояния конструкции в процессе детального обследования и поверочных расчетов уточняется. Исходя из категории состояния выбираются методы восстановления и усиления конструкций.

Детальное (инструментальное) обследование

Детальное обследование выполняется с целью уточнения исходных данных, необходимых для выполнения поверочных расчетов и оценки технического состояния конструкции. Если оценку состояния конструкций

можно выполнить исходя из проектных данных и по результатам предварительного осмотра согласно 3.25, то детальное обследование такой конструкции может не производиться.

При детальном обследовании конструкций определяется прочность бетона, вид и прочностные свойства арматуры, геометрические размеры, армирование и толщина защитного слоя, глубина нейтрализации бетона защитного слоя, ширина раскрытия трещин в бетоне, прогиб конструкции, степень коррозии арматуры, закладных деталей и сварных швов узловых соединений, фактические нагрузки и эксплуатационные воздействия, уточняются расчетные схемы, дефекты и повреждения.

В процессе детального обследования конструкций отбираются образцы бетона и арматуры для проведения физико-механических и физико-химических исследований в лабораторных условиях. Места отбора проб определяются в наименее напряженных зонах, чтобы несущая способность конструкции была обеспечена с учетом ослабления, или должно быть предусмотрено усиление в процессе отбора образцов приваркой к арматуре равнопрочных накладок и обетонированием.

3 Расчет физического износа, составление дефектной ведомости

Физический износ является критерием оценки технического состояния здания в целом и его конструктивных элементов и инженерного оборудования.

Величина физического износа определяет такие характеристики объекта как *стоимость* и *надежность*.

Физический износ – это частичная или полная потеря элементами здания своих первоначальных технических и эксплуатационных качеств.

Многие факторы влияют на время достижения зданием предельно допустимого износа, принятого 70% для зданий с каменными стенами и 65% - для деревянных зданий. Такие здания подлежат сносу по ветхости.

Основными факторами, влияющими на время достижения зданием предельно допустимого физического износа, являются:

- качество применяемых строительных материалов;
- периодичность и качество проводимых ремонтных работ;
- качество технической документации;
- качество конструктивных решений при капитальном ремонте;
- период использования здания;
- плотность населения.

При неиспользовании здания физический износ увеличивается в несколько десятков раз быстрее, чем при нормальной эксплуатации.

Значительное влияние на рост физического износа оказывают различные нарушения норм эксплуатации: несвоевременное проведение ремонтных работ, нарушение температурно-влажностного режима работы помещений, увеличение нагрузок на конструкции и пр.

Также на скорость физического износа влияет *долговечность* отдельных элементов здания. Долговечность характеризуется временем, в течение которого сохраняются эксплуатационные качества на заданном в проекте (нормах) уровне при условии проведения ремонтных работ. Долговечность зависит от физико-технических характеристик конструкций: прочности, тепло-, звукоизоляции, герметичности и других параметров.

По долговечности элементы здания делятся на три группы:

I группа - *несменяемые элементы* (фундаменты, стены, каркас железобетонный, железобетонные перекрытия, покрытия), срок службы таких элементов совпадает со сроком службы здания и составляет 100-150 лет;

II группа - *сменяемые при комплексном капитальном ремонте с одновременной модернизацией* (перегородки, полы, окна, двери, инженерное оборудование, деревянные перекрытия, крыши и др.), срок службы таких элементов составляет 25-50 лет;

III группа - *сменяемые при выборочном и планово-предупредительном ремонтах* (кровля, внутренняя и наружная отделка (без штукатурки), стыки панелей и др.), срок службы таких элементов составляет 5-9 лет /4/.

Пример 1. При обследовании каменных ленточных фундаментов обнаружены следующие признаки износа: на участке № 1 (удельный вес 10 %) – выпучивание и искривление цоколя; на участке № 2 (60 %) – следы увлажнения цоколя, отдельные глубокие трещины шириной до 5 мм; на участке № 3 (20 %) – следы увлажнения цоколя. Определить физический износ фундаментов.

Решение. Оцениваем физический износ фундаментов ленточных каменных по таблице 3 ВСН /4/.

Участок № 1 – наличие одного из трех признаков износа в интервале 41-60 %, износ 40 % (округление до 10 %).

Участок № 2 – наличие двух признаков износа из четырех в интервале 21-40 %, износ $(40-21) \cdot (2-1) / (4-1) + 21 = 27 \% \approx 30 \%$.

Участок № 3 – наличие одного признака износа из четырех в интервале 21-40 %, износ 20%.

Расчет физического износа фундаментов приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Физический износ фундаментов

Наименование участка	Удельный вес участка, %	Физический износ, %	Расчет $\frac{\Phi_i \cdot P_i}{100\%}$	Доля износа, %
Участок №1	10	40	40·10/100	4
Участок №2	60	30	30·60/100	18
Участок №3	20	20	20·20/100	4
Итого				26 ≈ 25

Износ фундаментов составляет 25 % (округление до 5 %).

Данный раздел расчетно-графической работы выполняется в виде таблиц 2. Для определения степени повреждения см. Приложения В-Е.

Таблица 2 – Выявление дефектов и степени повреждения

Обследуемые конструкции	Повреждения	Степень повреждения	Методы устранения дефекта

4 Расчет усиления бетонных (железобетонных) конструкций

Расчет усиления сборных железобетонных многопустотных плит перекрытия наращиванием сверху

Плита перекрытия имеет следующие параметры: бетон класса В15, $R_b=8,5$ МПа; рабочая арматура сетки класса АП; $R_s=280$ МПа; $A_s=7,85$ см² (10Ø10АП); полезная высота сечения $h_0=0,05$ м.

Решение. Определяю несущую способность плиты до усиления:

- устанавливаю характеристики сечения:

$$x = \frac{R_s \cdot A_s}{R_b \cdot b}; \quad (1)$$

$$x = \frac{280 \cdot 7,85 \cdot 10^{-4}}{8,5 \cdot 1} = 0,025 \text{ м.}$$

$$\xi = \frac{x}{h_0}; \quad (2)$$

$$\xi = \frac{0,25}{0,05} = 0,5 < \xi_R = 0,68.$$

Используя значение ξ определяем

$$\alpha_0 = 0,375.$$

Находим изгибающий момент, воспринимаемый нормальным сечением плиты:

$$M_r = \alpha_0 \cdot R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2, \quad (3)$$

где γ_{b2} – коэффициент условия работы.

$$M_r = 0,375 \cdot 8,5 \cdot 10^3 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,05^2 = 7,17 \text{ кН/м.}$$

Расчетная нагрузка, воспринимаемая сечением:

$$q = \frac{8 \cdot M_r}{l}; \quad (4)$$

$$q = \frac{8 \cdot 7,17}{3} = 6,37 \text{ кН/м.}$$

Определяем несущую способность усиленной плиты:

$$x_1 = \frac{280 \cdot 7,5 \cdot 10^{-4}}{11,5 \cdot 1} = 0,019 \text{ м;}$$

$$\xi = \frac{0,19}{0,11} = 0,173;$$

$$\alpha_0 = 0,158;$$

$$M_1 = 0,158 \cdot 11,5 \cdot 10^3 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,11^2 = 19,8 \text{ кН/м;}$$

$$q_u = \frac{8 \cdot 19,9}{3} = 17,6 \text{ кН/м.}$$

Расчет усиления железобетонных балок устройством шпренгеля

Геометрические параметры конструкции усиления: расстояние от торца балки до места перегиба стержневой арматуры шпренгеля $a_1 = 1,2$ м; высота шпренгеля – $h_1 = 0,6$ м; смещение верхнего узла системы относительно оси симметрии балки $e_1 = 0,2$ м; диаметр и площадь сечения стержневой арматуры шпренгеля – $d_{s1} = 32$ мм, $A_{s1} = 1608$ мм².

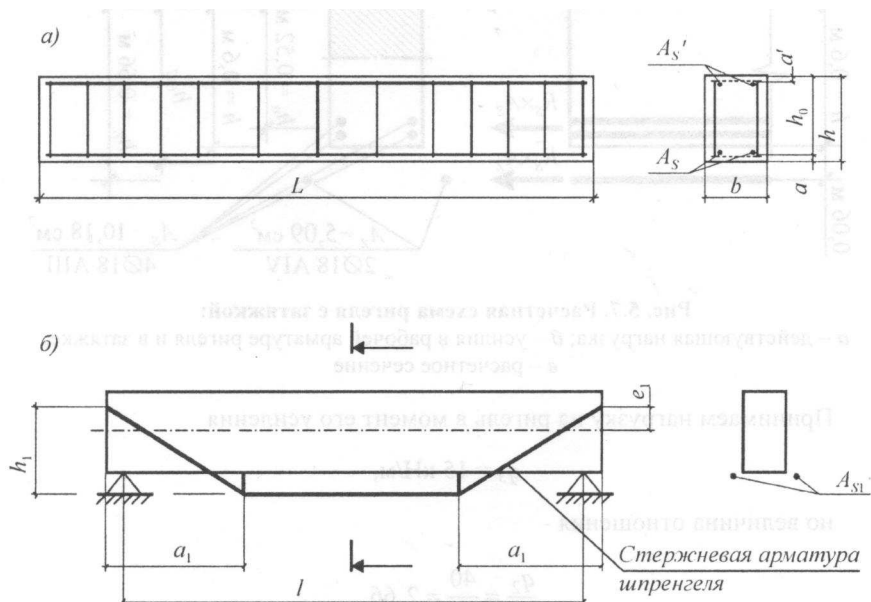


Рисунок 1 – Усиление балки шпренгелем
а – армирование балки; б – схема усиления

Усиление балок предварительно напряженными затяжками часто используется при реконструкции производственных зданий, при этом практически не уменьшается полезный объем помещения, и монтаж ведется без остановки производственного цикла. Балка, усиленная затяжкой, превращается из изгибаемого элемента во внецентренно сжатую комбинированную систему, напряженное состояние которой является функцией нескольких параметров, в том числе и усилия предварительного обжатия затяжкой.

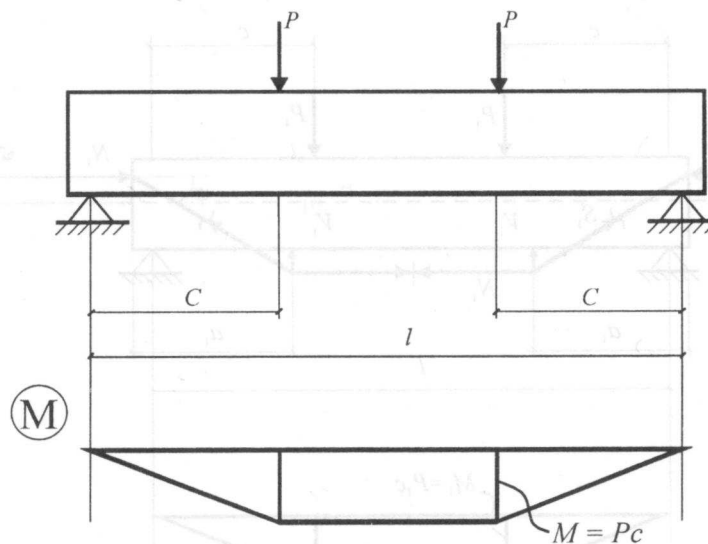


Рисунок 2 – Схема нагружения балки.
Эпюра изгибающих моментов

Пример 3. Сосредоточенная нагрузка на балку $P=45\text{кН}$. Конструкция балки: класс бетона В20; $\gamma_{b2} \cdot R_b=0,9 \cdot 11,5=10,35$ МПа; $E_b=27 \cdot 10^3$ МПа; продольная арматура балки и затяжки шпренгеля класса АIII; $R_s=365$ МПа; $E_s=20 \cdot 10^4$ МПа; коэффициент $\xi_R=0,627$.

Геометрические размеры и армирование балки рисунок 1. Длина балки L – 6м; расчетный пролет балки l – 5,8 м; высота сечения h – 500 мм; ширина сечения b – 300 мм. Диаметр и площадь сечения растянутой арматуры d_s - 18 мм, $A_s = 509$ мм²; диаметр и площадь сечения сжатой арматуры d'_s - 10 мм, $A'_s = 157$ мм²; расстояние от граней сечения до центра тяжести соответственно растянутой и сжатой арматуры $a=a'=30$ мм.

Решение. Рабочая высота сечения:

$$h_0 = h - a; \quad (5)$$

$$h_0 = 0,5 - 0,03 = 0,47 \text{ м.}$$

Высота сжатой зоны,

$$x = \frac{R_s A_s + R'_s A'_s}{R_b \cdot b}; \quad (6)$$

$$x = \frac{365 \cdot 5,09 + 365 \cdot 1,57}{10,35 \cdot 30} = 4,1 \text{ см.}$$

Относительная высота сжатой зоны:

$$\xi = \frac{x_0}{h_0}; \quad (7)$$

$$\xi = \frac{4,1}{47} = 0,089; \xi < \xi_R; 0,089 < 0,627.$$

Величина изгибающего момента находится по формуле:

$$M = [R_b \cdot b \cdot x(h_0 - 0,5x) + R'_s \cdot A' \cdot (h_0 - a')]; \quad (8)$$

$$M = 10,53 \cdot 10^3 \cdot 0,041 \cdot (0,47 - 0,5 \cdot 0,041) + 365 \cdot 10^3 \cdot 1,57 \cdot 10^{-4} \cdot (0,47 - 0,03) = 82,5 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

Изгибающий момент от внешней нагрузки при $C = 2,2$ м.

$$M_p = P \cdot C; \quad (9)$$

$$M_p = 45 \cdot 2,2 = 99 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

Так как $M < M_p$; $82,5 < 99$ – требуется усиление.

Расчетная схема усиленной балки представлена на рисунке.

Определяем расчетные параметры комбинированной системы.

Момент инерции железобетонной балки

$$I_b = \left[\frac{b \cdot h^3}{12} + \alpha \cdot A_s \cdot (0,5 \cdot h - a)^2 \right]; \quad (10)$$

$$I_b = \left[\frac{0,3 \cdot 0,5^3}{12} + 7,4 \cdot 5,09 \cdot 10^{-4} \cdot (0,5 \cdot 0,5 - 0,03)^2 \right] = 33,07 \cdot 10^{-4} \text{ м}^4.$$

$$\text{где } \alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{20 \cdot 10^4}{27 \cdot 10^3} = 7,4.$$

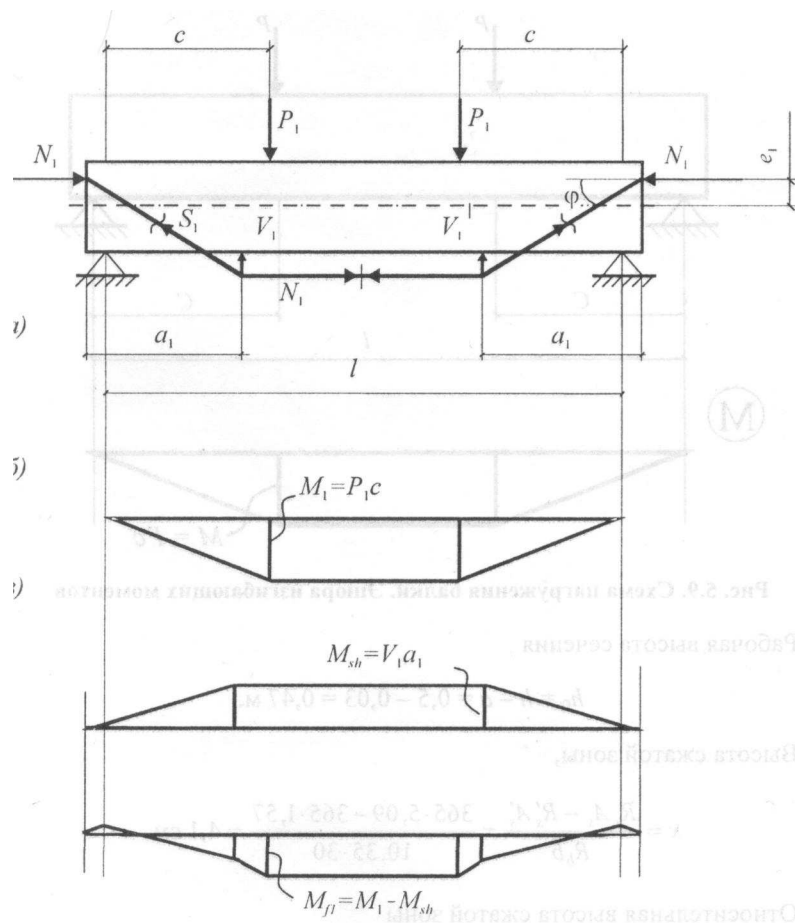


Рисунок 3 – Расчетная схема усилий балки. Эпюры изгибающих моментов.
 а – от разрушающей нагрузки в не усиленной балке; б – от реактивного усилия в стойках шпренгеля; в – от разрушающей нагрузки в усиленной балке

Угол наклона шпренгельной арматуры к продольной балки:

$$\varphi = \tan \frac{h_1}{a_1}; \quad (11)$$

$$\varphi = \tan \frac{0,6}{1,2} = 27^\circ.$$

Расчетные параметры:

$$k_1 = \frac{E_b \cdot I_b}{E_{s1} \cdot A_{s1} \cdot h_1}; \quad (12)$$

$$k_1 = \frac{27 \cdot 10^6 \cdot 33,07 \cdot 10^{-4}}{20 \cdot 10^7 \cdot 16,08 \cdot 10^{-4} \cdot 0,6} = 0,46.$$

$$k_3 = \frac{1}{\cos^3 30}; \quad (13)$$

$$k_3 = \frac{1}{0,707} = 1,41.$$

Находим отношение $\frac{L}{a_1} = \frac{6}{1,2} = 5$.

Вычисляем параметр А в зависимости от отношения $\frac{L}{a_1}$:

$$A = \frac{l}{0,48 \cdot k_1 \cdot k_3 + 0,88 \cdot h_1 + 0,72 \cdot k_1}; \quad (14)$$

$$A = \frac{6}{0,48 \cdot 0,46 \cdot 1,41 + 0,88 \cdot 0,6 + 0,72 \cdot 0,46} = 5,13.$$

Вычисляем усилия в элементах шпренгеля от принятой нагрузки, для этого находим $x_1 = \frac{c}{l} = \frac{2,2}{6} = 0,37$, коэффициент $\alpha_1 = 0,132$.

$$N_1 = A \cdot \alpha_1 \cdot P_1; \quad (15)$$

$$N_1 = 5,13 \cdot 0,132 \cdot 45 = 30,5 \text{ кН.}$$

$$V_1 = N_1 \cdot \tan \varphi; \quad (16)$$

$$V_1 = 30,5 \cdot 0,5 = 15,25 \text{ кН.}$$

$$S_1 = \frac{N_1}{\cos \alpha}; \quad (17)$$

$$S_1 = \frac{30,5}{0,891} = 34,23 \text{ кН.}$$

Находим разгружающий момент в балке от реактивного усилия в стойках шпренгеля:

$$M_{sh} = V_1 \cdot a_1; \quad (18)$$

$$M_{sh} = 15,25 \cdot 1,2 = 18,3 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Определяем изгибающий момент в балке после усиления:

$$M_{f1} = M_1 - M_{sh}; \quad (19)$$

$$M_{f1} = 99 - 18,3 = 80,7 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Проверяем условие $M_{f1} < M$; $80,7 < 82,5$ – условие выполняется.

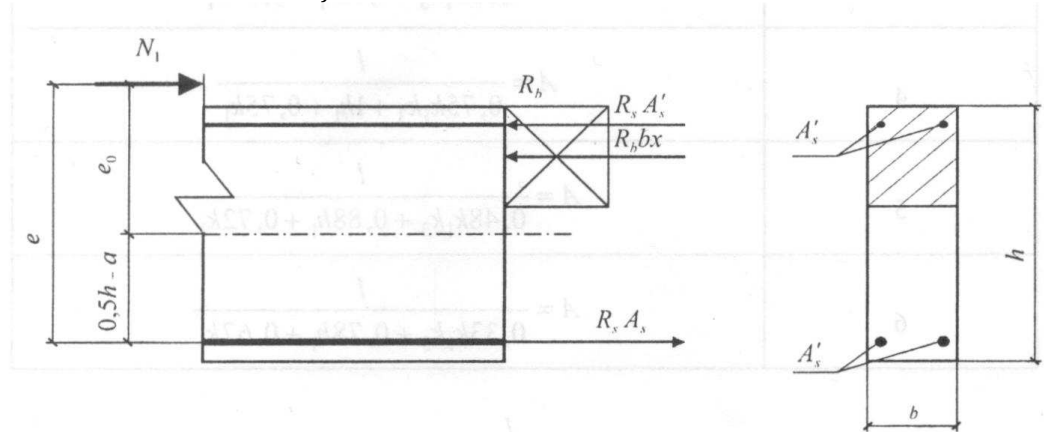


Рисунок 4– Схема усилий в нормальном сечении усиленной балки

Железобетонная балка, усиленная шпренгелем, под нагрузкой начинает работать, как внецентренно сжатый элемент. Следовательно, необходимо дополнительно выполнить проверку прочности нормального сечения при внецентренном сжатии.

Вычисляем эксцентриситет продольной силы N_1 относительно центра тяжести сечения:

$$e_0 = \frac{M_{f1} + N_1 \cdot e_1}{N_1}; \quad (20)$$

$$e_0 = \frac{80,7 + 30,5 \cdot 0,2}{30,5} = 2,84 \text{ м.}$$

Находим эксцентриситет продольной силы N_1 относительно центра тяжести растянутой арматуры:

$$e = e_0 + (0,5 \cdot h - a); \quad (21)$$

$$e = 2,84 + (0,5 \cdot 0,5 - 0,03) = 3,06 \text{ м.}$$

Определяем изгибающий момент:

$$M = N_1 \cdot e; \quad (22)$$

$$M = 30,5 \cdot 3,06 = 93,33 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Относительная высота сжатой зоны:

$$\xi = \frac{N_1 + R_s \cdot A_s - R_s \cdot A'_s}{R_b \cdot b \cdot h_0}; \quad (23)$$

$$\xi = \frac{30,5 + 365 \cdot 10^3 \cdot 5,09 \cdot 10^{-4} - 365 \cdot 10^3 \cdot 1,57 \cdot 10^{-4}}{10,35 \cdot 10^3 \cdot 0,3 \cdot 0,47} = 0,109.$$

Проверяем условие $\xi < \xi_R$; $0,109 < 0,627$. Высота сжатой зоны бетона $x = \xi \cdot h_0 = 0,109 \cdot 0,47 = 0,051$ м.

Находим момент внутренних сил:

$$M = 10,53 \cdot 10^3 \cdot 0,3 \cdot 0,051 \cdot (0,47 - 0,5 \cdot 0,051) + 365 \cdot 10^3 \cdot 1,57 \cdot 10^{-4} \cdot (0,47 - 0,03) = 94,89 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

Проверяем условие $M_r < M$; $94,89 < 93,33$ кН·м – условие выполняется, следовательно, прочность усиленной балки достаточная.

Расчет усиления железобетонных колонн устройством железобетонной обоймой

Одним из простых типов железобетонных обоек являются обоймы с обычной ненапрягаемой арматурой без связи арматуры усиления с существующей арматурой. При этом необходимо обеспечить совместную работу «старого» и «нового» бетона, которая достигается технологическими приемами. С этой целью иногда в усиливаемой колонне устраивают борозды, оголяют арматуру (продольную и поперечную) колонны, с поверхности арматуры удаляют ржавчину и соединяют их с продольной арматурой усиления.

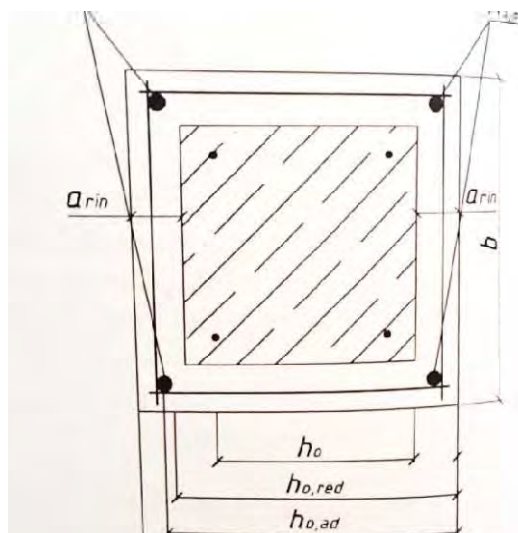


Рисунок 5 – К расчету усиления колонн железобетонной обоймой

Толщина железобетонной обоймой определяется расчетом и конструктивными требованиями (диаметром продольной и поперечной арматуры, толщиной защитного слоя и т.п.). толщина обоймы не превышает

300 мм. Площадь рабочей арматуры определяется по расчету и принимается диаметром не менее 16 мм для стержней, работающих на сжатие, и не менее 12 мм для стержней, работающих на растяжение. Поперечную арматуру принимают диаметром не менее 8 мм для сварных каркасов (для вязанных каркасов не менее 6 мм). Шаг поперечных стержней для сварных каркасов устанавливают не более 200 мм и не более 15 диаметров продольной арматуры. В местах концентрации напряжений шаг хомутов несколько уменьшается.

При расчете усиления сжатой колонны ободом, определяют размеры поперечного сечения (ширину b , высоту h) и расчетную длину l_0 , вид и класс бетона, вид, класс и площадь, арматуру (растянутую - A_s и сжатую A'_s) усиливаемого элемента.

Вычисляют нагрузку, действующую на элемент до и после реконструкции N , N_{tot} и их длительную часть N_l , $N_{l,tot}$.

Проверяют, удовлетворяется ли условие $l_0 / h \leq 20$. Если оно удовлетворяется, колонну рассчитывают как центрально сжатый элемент (в противном случае как внецентренно сжатый элемент). Находя соотношение N_l / N по значениям N_l / N и l_0 / h определяют коэффициент φ_b , а в зависимости от значения A_{sm} определяют коэффициент φ_r . Вычисляют коэффициент

$$\alpha = \frac{R_{sc}(A_s + A'_s)}{R_b \cdot b \cdot h_0}; \quad (24)$$

$$\varphi_1 = \varphi_b + 2 \cdot (\varphi_r - \varphi_b) \cdot \alpha.$$

Проверяют условие $\varphi_1 \leq \varphi_r$. Если оно удовлетворяется, принимают $\varphi = \varphi_1$, если нет – принимают $\varphi = \varphi_r$.

Определяют коэффициент η по формуле

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}}, \quad (25)$$

где N_{cr} – условная критическая сила

$$N_{cr} = \frac{6,9 \cdot E_b}{l_0^2} \cdot \left[\frac{0,214 \cdot I}{\varphi_e \cdot (0,3 + \delta_e)} + \alpha \cdot I_s \right], \quad (26)$$

здесь E_b – начальный модуль упругости существующего бетона; I – момент инерции сечения колонны; I_s – момент инерции арматуры колонны; φ_e – коэффициент, определяемый по формуле

$$\varphi_e = 1 + \beta \cdot \frac{N_l}{N}, \quad (27)$$

где принимают $\beta = 1,0$ для тяжелого бетона.

Находят случайные эксцентриситет приложения усилий N , N_{tot} относительно центра растянутой арматуры:

$$e_a = \frac{h}{30}, \quad e_a = \frac{l}{600}, \quad e_a = 1 \text{ см} \quad (28)$$

δ_e – относительное значение эксцентриситета продольной силы, равное e_a / h , но принимают не менее $\delta_{e,min} = 0,15$.

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b}, \quad (29)$$

$$I_s = \mu \cdot b \cdot h_0 \cdot (0,5 \cdot h - a)^2, \quad (30)$$

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12}. \quad (31)$$

где E_s - начальный модуль упругости существующей арматуры; α – соотношение модулей упругости арматуры и бетона; μ – коэффициент армирования; a – толщина защитного слоя бетона, принимаемая конструктивно.

Проверяют условия прочности по формуле

$$N_{tot} \leq \eta \cdot \varphi (R_b \cdot A + R_{sc} \cdot (A_s + A'_s)), \quad (32)$$

где A – площадь сечения бетона усиливаемой колонны; R_{sc} – расчетное сопротивление арматуры при сжатии.

Если усиление не удовлетворяется, усиливают колонну.

Назначают вид и класс бетона и арматуры и выписывают из справочника $R_{b,ad}$, $R_{sc,ad}$, $R_{s,ad}$. Вычисляют толщину обоймы по формуле:

$$a_{rin} = a'_{rin} = h_0 \cdot \frac{R_b}{R_{b,ad}} \cdot \left(1 - \frac{N_n}{N_{tot}}\right), \quad (33)$$

где N_n – несущая способность сечения до реконструкции.

Толщину обоймы принимают не менее 50 мм и не более 150 мм. Определяем приведенное расчетное сопротивление бетона:

$$R_{b,red} = \frac{R_b \cdot A + R_{b,ad} \cdot A_{ad}}{A_{tot}}, \quad (34)$$

где $A_{ad} = A_{tot} - A$ – площадь сечения обоймы.

Требуемая площадь сечения дополнительной арматуры вычисляется по формуле

$$N_{tot} \leq \eta \cdot \varphi \cdot (R_{b,red} \cdot A_{tot} + R_{sc} \cdot (A_s + A'_s) + R_{sc,ad} \cdot A_{s,ad}), \quad (35)$$

$$A_{s,ad,mp} = \frac{\frac{N_{tot}}{\eta\varphi} - R_{b,red} \cdot A_{tot} - R_{sc} \cdot (A_s + A'_s)}{R_{sc,ad}}. \quad (36)$$

По сортаменту принимают два или три стержня в зависимости от размеров сечения колонны, с $A_{s,ad} \geq A_{s,ad,mp}$.

Расчет усиления ленточного фундамента с увеличением ширины подошвы

Выбираю усиление фундамента с помощью металлического траверса из двух швеллеров.

Учитывая, что ширины подошвы усиливаемого фундамента равна 1м, расчетное сопротивление грунта - 220,35кПа =, шаг траверс принимаю 1м. После усиления фундамент должен воспринимать нагрузку в 877,5 кН/м.

Поскольку фундамент ленточный рассчитываю участок фундамента длиной в 1м.

Требуемая ширина подошвы фундамента равно:

$$b_1 = \frac{P}{l \cdot R}, \quad (37)$$

$$b_1 = \frac{877,5}{1 \cdot 220,35} = 3,98\text{м} = 4\text{м}.$$

Ширина полос обетонировки d фундамента с каждой стороны:

$$d = 0,5 \cdot (b_1 - b), \quad (38)$$

где b – ширина подошвы существующего фундамента.

$$d = 0,5 \cdot (4 - 1) = 1,5\text{м}.$$

Нагрузка, воспринимаемая фундаментом от давления грунта $\sigma_{гр} = R = 220,35 \text{ кН/м}^2$, на ширину 0,75м и длину 1м равна:

$$F_d = \sigma_{гр} \cdot d \cdot l, \quad (39)$$

$$F_d = 220,35 \cdot 0,75 \cdot 1 = 165\text{кН}.$$

Полученная нагрузка будет восприниматься каждой консолью траверсы и вызывать в ней изгибающий момент:

$$M_d = F_d \cdot l_k, \quad (40)$$

где l_k – длина консоли траверса.

$$M_d = 165 \cdot 0,625 = 103,13 \text{ кНм.}$$

Принимаю сечение траверсы из двух швеллеров. Требуемый момент сопротивления равен:

$$W_{тр} = \frac{M_d}{R}, \quad (41)$$

где R – расчетное сопротивление стали ВСтЗпс, принятое по /6/.

$$W_{тр} = \frac{1031300}{2350} = 438,9 \text{ см}^3.$$

Принимаю траверсу из двух швеллеров № 24П:

$$2 \cdot W_x = 2 \cdot 243 = 486 \text{ см}^3 > 438,9 \text{ см}^3.$$

Новые полосы шириной d работают как неразрезные железобетонные балки. Они воспринимают давление грунта и опираются сверху на траверсы. Расчетный момент в этих балках равен:

$$M = \frac{q_{гр} \cdot l^2}{12}, \quad (42)$$

где $q_{гр} = \sigma_{гр} \cdot d = 220,35 \cdot 0,75 = 165 \text{ кН.}$

$$M = \frac{165 \cdot 1^2}{2} = 82,5 \text{ кНм.}$$

Задаю высоту фундамента 0,5м и защитный слой бетона до рабочей арматуры 70мм, арматуру Ø10АШ. Имею рабочую высоту сечения балок $h_0 = 50 - 7 - 0,5 = 42,5 \text{ см.}$

Требуемое сечение арматуры класса АШ при $R_a = 3750 \text{ кг/см}^2$:

$$A_a = \frac{M}{0,8 \cdot h_0 \cdot R_a}, \quad (43)$$

$$A_a = \frac{8250}{0,8 \cdot 42,5 \cdot 3750} = 0,06 \text{ см}^2.$$

По конструктивным соображениям при $d \geq 150 \text{ мм}$ принимаю два каркаса с верхней и нижней арматурой из Ø8АШ, поперечные стержни арматуры из Ø6АІ с шагом 250мм.

Список использованных источников

1. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*.-М.:ОАО «ЦПП», 2011.
2. СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. – М.: ГУП ЦПП, 2004.
3. СП 52-102-2004. Предварительно напряженные железобетонные конструкции. – М.: ГУП ЦПП, 2005.
4. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. – М.: ООО «Анатилик», 2012.
5. Байкой В.Н. Железобетонные конструкции: общий курс / В.Н. Байков, Э.Е. Сгалов. – М.: Стойиздат, 1991.
6. Бондаренко С.В. Усиление железобетонных конструкций при реконструкции зданий / С.В. Бондаренко, Р.С. Санжеровский. – М.:Стройиздат, 1990.
7. Обследование и испытание зданий и сооружений: Учеб. Пособие для вузов / В.Г. Козачек, Н.В. Нечаев, С.Н. Нотенко и др.; под ред. В.И. Ртмшина. – М.: Высш.шк., 2004.
8. Технические вопросы реконструкции и усиления зданий: Учебное пособие./Ю.С. Пириев – М.: Издательство АВС, 20113. – 120с.
9. Техническая эксплуатация и реконструкция здания: Учебное пособие./ И.С. Гучкин – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. – 296с.

Приложение А

Содержание

Введение.....	4
1 Обследование бетонных (железобетонных) конструкций.....	5
2 Расчет физического износа, составление дефектной ведомости	11
3 Расчет усиления бетонных (железобетонных) конструкций.....	16
Заключение.....	24
Список использованных источников.....	31

Приложение Б

Шифр специальности
Вид работ
Наименование работы
Перечислить все, что на листе

Степени повреждения бетонных и железобетонных и характеризующие их признаки

Степень повреждения	Снижение несущей способности, %	Характерные виды повреждения	Рекомендации по устранению повреждений
1	2	3	4
I — незначительная	0—5	Видимые повреждения и дефекты, свидетельствующие о снижении несущей способности и эксплуатационной пригодности, отсутствуют	Необходимость в ремонтно-восстановительных работах отсутствует
II — слабая	До 15	Состояние поверхности бетона конструкции незначительно отличается от неповрежденных конструкций. Защитный слой бетона откалывается с трудом по углам на глубину до 10 мм; при оценке прочности бетона зубилом остается неглубокий след, звук звонкий, при царапании остаются малозаметные штрихи. При температурном воздействии изменение цвета бетона незначительное. Температурно-усадочные трещины на поверхности бетона отсутствуют	Проверочные расчеты несущей способности конструкции. Если расчетом подтверждается ее достаточная несущая способность, временное усиление не требуется. Иначе — восстановление поврежденного защитного слоя бетона

34

**П
Р
И
Л
О
Ж
Е
Н**

1	2	3	4
III — средняя	До 25	Поверхность бетона конструкции покрыта сеткой неглубоких температурно-усадочных трещин, защитный слой бетона при простукивании молотком	Проверочный расчет несущей способности конструкции. Временное усиление конст-
V — полное разрушение	Свыше 50 или при полной потере несущей способности конструкции	В конструкции имеются трещины с шириной раскрытия 1—5 мм, трещины в сжатой зоне (раздавливание бетона), трещины в опорных узлах (нарушающие анкеровку рабочей арматуры). Остаточные прогибы конструкции в 5—10 раз превышают предельно допустимые. При простукивании бетона звук глухой, зубило легко вбивается в бетон на глубину до 20 мм. Оголение арматуры, выпучивание сжатой арматуры, разрыв растянутой арматуры. Потеря устойчивости и выпучивание сжатых элементов. Нарушение сцепления арматуры с бетоном, при температурном воздействии следы огненной эрозии на глубину более 30 мм	Разборка аварийных конструкций. Ограждение зоны аварийных конструкций
		В случае температурного воздействия цвет бетона сильно изменяется (до белого). Прогиб статически определяемой конструкции превышает предельно допустимый в 2—4 раза.	

Категория состояния конструкции	Признаки при обследовании		Коэффициенты изменения		
	визуальном	детальном (инструментальном)	$K_{из}$	$K'_{из}$	$K''_{из}$
1	2	3	4	5	6
<p><i>1. Исправное</i> — отсутствуют видимые дефекты и повреждения, свидетельствующие о снижении несущей способности и эксплуатационной пригодности конструкции; необходимости в ремонтно-восстановительных работах на момент обследования нет</p>	<p>На поверхности бетона видимых дефектов и повреждений нет или имеются отдельные раковины, выбоины, волосяные трещины; антикоррозионная защита закладных деталей не нарушена, поверхность арматуры при вскрытии чистая; глубина карбонизации бетона не превышает половины толщины защитного слоя; ориентировочная прочность бетона не ниже проектной</p>	<p>Прочность бетона не ниже проектной; скорость ультразвуковых волн (УЗВ) более 4 км/с; на отдельных участках (не более 20 % общего числа замеренных) величина защитного слоя бетона меньше проектной до 20 %, и марка по водонепроницаемости — на одну ступень; величина прогиба и ширина раскрытия трещин не превышают допустимую по нормам; расчетное сопротивление арматуры составляет не менее 0,95 величины, принятой нормами для соответствующего класса; потери площади сечения рабочей арматуры отсутствуют</p>	1	1	1

категории

технического состояния

**бетонных и железобетонных конструкций
и характеризующие их признаки**

1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
<p><i>III. Ограниченно работоспособное</i> — есть повреждения, свидетельствующие о снижении несущей способности и эксплуатационной пригодности конструкции, но на момент обследования не угрожающие безопасности работающих и обрушению; требуется усиление</p>	<p>Пластинчатая ржавчина на стержнях оголенной арматуры в зоне продольных трещин или на закладных деталях; трещины в растянутой зоне бетона, превышающие их допустимое раскрытие; бетон в растянутой зоне на глубине защитного слоя между стержнями арматуры легко крошится; снижение ориентировочной прочности бетона в сжатой зоне изгибаемых элементов до 30 %, провисание отдельных стержней распределительной арматуры; выпучивание хомутов; разрыв отдельных из них; уменьшенная против требований норм (проекта) площадь опирания сборных элементов (см. примеч. 1)</p>	<p>Прочность бетона основного сечения элемента ниже проектной; скорость УЗВ менее 3 км/с; потеря прочности рабочей арматуры и закладных деталей вследствие коррозии превышает 5 %, ширина раскрытия трещин, вызванная эксплуатационными воздействиями на уровне арматуры, превышает допустимую по действующим нормам; трещины в сжатой зоне и в зоне главных растягивающих напряжений; прогибы элементов, вызванные эксплуатационными воздействиями, превышают допустимые более чем на 30 %</p>	0,80	0,90	0,80

1	2	3	4	5	6
<p><i>IV. Недопустимое</i> — есть повреждения, свидетельствующие об опасности пребывания людей в районе обследуемых конструкций; требуются немедленные страховочные мероприятия: ограничение нагрузок (недопущение складирования материалов, деталей и др.; ограничение грузоподъемности кранов и их сближения), устройство предохранительных сеток и др.</p>	<p>Дефекты в средних пролетах многопролетных балок и плит; разрывы отдельных частей арматуры в растянутой зоне; разрыв хомутов в зоне наклонной трещины; раздробление бетона; выкрашивание крупного заполнителя в сжатой зоне; трещины; уменьшенная против требований норм и проекта площадь опирания сборных элементов (см. примеч. 1)</p>	<p>Не производится</p>	<p>—</p>	<p>—</p>	<p>—</p>

1	2	3	4	5	6
<p><i>V. Аварийное</i> — есть повреждения, свидетельствующие о возможности обрушения конструкций; требуются немедленная разгрузка конструкции и устройство временных креплений</p>	<p>Трещины, в том числе пересекающие опорную зону и зону анкеровки; отход анкеров от пластин закладных деталей из-за коррозии стали в сварных швах или вследствие других причин: деформация закладных и соединительных элементов; расстройство стыков элементов с взаимным смещением последних; смещение опор; значительные (более 1/150 пролета) прогибы изгибаемых элементов при наличии трещин в растянутой зоне с раскрытием более 1,0 мм; разрыв отдельных стержней рабочей арматуры в растянутой зоне; выпучивание арматуры в сжатой зоне, раздробление бетона и выкрашивание заполнителя в сжатой зоне; уменьшенная против требований норм и проекта площадь опирания сборных элементов (см. примеч. 1)</p>	<p>То же</p>	<p>—</p>	<p>—</p>	<p>—</p>

Примечания: 1. При уменьшении против требований норм и проекта площади опирания сборных элементов необходимо провести ориентировочный расчет опорного элемента на срез и смятие бетона. В расчете учитываются фактические нагрузки и средняя фактическая прочность бетона.

2. Для отнесения конструкции к указанным в таблице категориям состояния достаточно наличия хотя бы одного признака, характеризующего эту категорию.

3. $K_{из}$, $K'_{из}$, $K''_{из}$ — коэффициенты, учитывающие изменение свойств бетона, арматуры и сцепления арматуры с бетоном соответственно.

Оценка разрушений железобетонных изгибаемых элементов по характеру образования и раскрытия силовых трещин

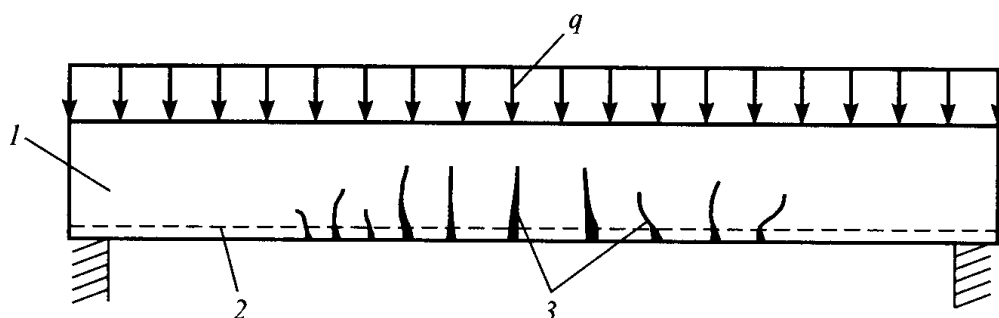


Рисунок 1 – Оценка по раскрытию трещин в нормальном сечении:

1 – изгибаемый элемент; 2 – рабочая арматура растянутой зоны (классы А-I, А-II, А-III, Вр-I), напряжения в которой достигли предела текучести; 3 – нормальные трещины в растянутой зоне шириной раскрытия не менее 0,5мм.

Если нормальные трещины образуются в растянутой зоне и их причина обусловлена текучестью арматуры, то конструкция непригодна к дальнейшей эксплуатации. Предел текучести арматуры устанавливают по ширине раскрытия трещин (0,5 мм и боле).

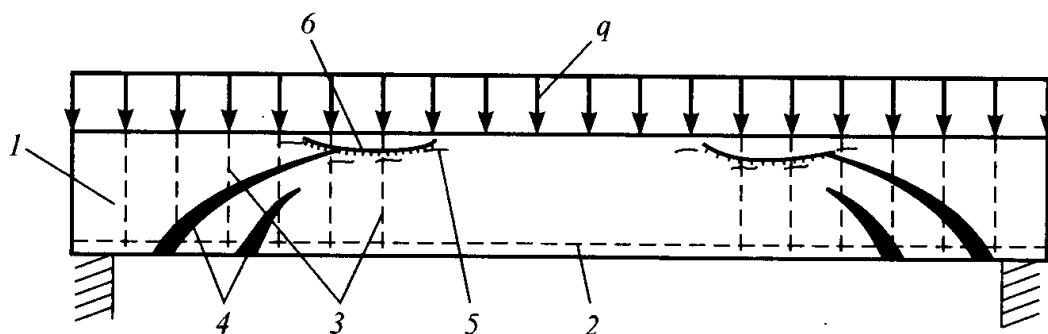


Рисунок 2 – Оценка по раздроблению бетона сжатой зоны над наклонной трещиной:

1 – изгибаемый элемент; 2 – рабочая арматура растянутой зоны; 3 – поперечная арматура; 4 – наклонные трещины шириной раскрытия более 1,0 мм; 5 – трещины в сжатой зоне по наклонному сечению над наклонной трещиной (раздробление бетона); 6 – отслоение площадок в сжатой зоне сечения.

Если произошло раздробление бетона сжатой зоны над наклонной трещиной, то конструкция непригодна к дальнейшей эксплуатации.

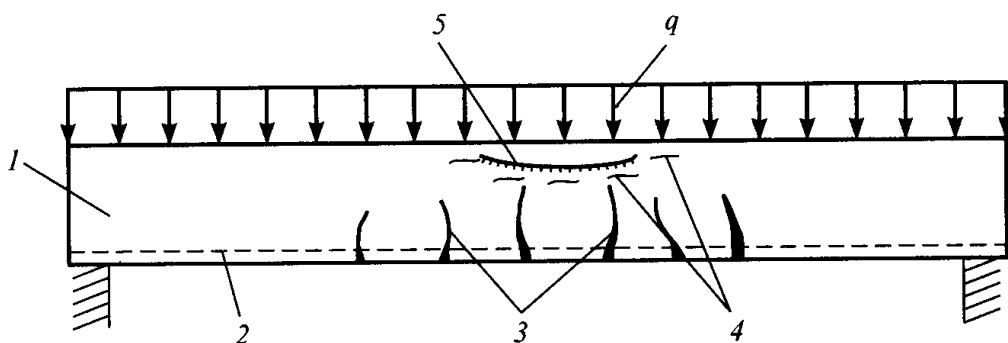


Рисунок 3 – Оценка по раздроблению бетона сжатой зоны над наклонной трещиной:

1 – изгибаемый элемент; 2 – рабочая арматура растянутой зоны; 3 – нормальные трещины в растянутой зоне; 4 – трещины в сжатой зоне в нормальном сечении (раздробление бетона); 5 – отслоение бетонных площадок в сжатой зоне сечения.

Если произошло раздробление бетона в сжатой зоне в нормальном сечении, то конструкция непригодна к дальнейшей эксплуатации.

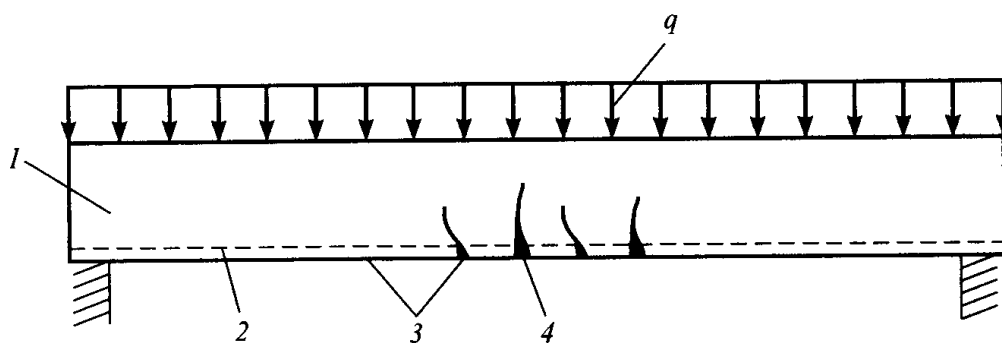


Рисунок 4 – Оценка по разрыву части растянутой арматуры:

1 – изгибаемый элемент; 2 – рабочая арматура растянутой зоны; 3 – нормальные трещины в растянутой зоне; 4 – зона разрыва части растянутой арматуры.

Если произошел разрыв растянутой арматуры, то конструкция непригодна к дальнейшей эксплуатации.

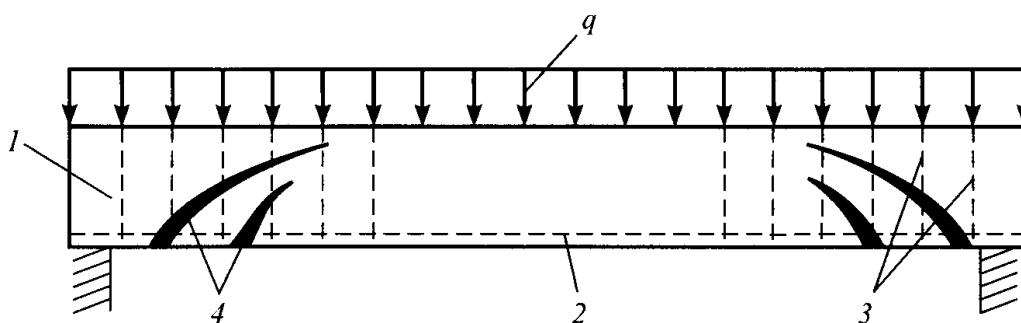


Рисунок 5 – Оценка по раскрытию трещин в наклонном сечении:

1 – изгибаемый элемент; 2 – рабочая арматура растянутой зоны, напряжения в которой достигли предела текучести в наклонном сечении; 3 – поперечная арматура, напряжения в которой достигли предела текучести в наклонном сечении; 4 – наклонные трещины шириной раскрытия, равной или более 1,0мм.

Если образовались наклонные трещины и их причина обусловлена текучестью продольной и поперечной арматуры, то конструкция непригодна к дальнейшей эксплуатации. Предел текучести арматуры устанавливается по ширине раскрытия трещин (1,0 мм и более).

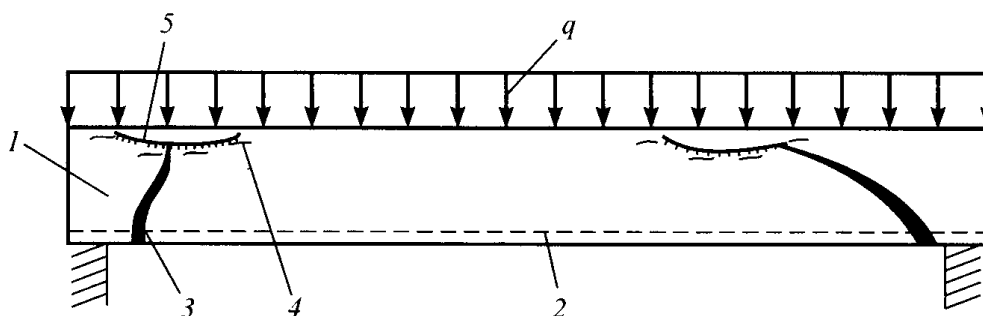


Рисунок 6 – Оценка по раскрытию трещин и раздроблению бетона в наклонном сечении:

1 – изгибаемый элемент; 2 – рабочая арматура растянутой зоны, выдернутая из опорных частей вследствие нарушения ее сцепления с бетоном или раскола торцов около опорных зон; 3 – наклонные трещины; 4 – трещины в сжатой зоне по наклонному сечению (раздробление бетона); 5 – отслоение бетонных лещадок в сжатой зоне сечения.

Если образовались трещины в приопорной зоне, произошло раздробление бетона сжатой зоны и их причина обусловлена нарушением анкеровки арматуры, конструкция непригодна к дальнейшей эксплуатации.

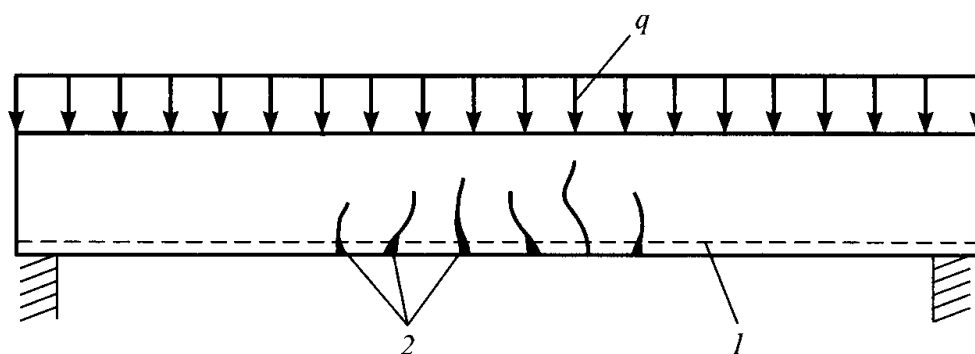


Рисунок 7 – Оценка повреждений железобетонных конструкций по кратковременному образованию и раскрытию нормальных трещин:

1 – изгибаемый элемент; 2 – нормальные трещины.

Если ширина раскрытия нормальных трещин больше предельно допустимых величин, но не более 1,0мм, то конструкция требует усиления, поскольку данные трещины ухудшают эксплуатационные свойства, способствуют физическому износу, снижают долговечность конструкции.

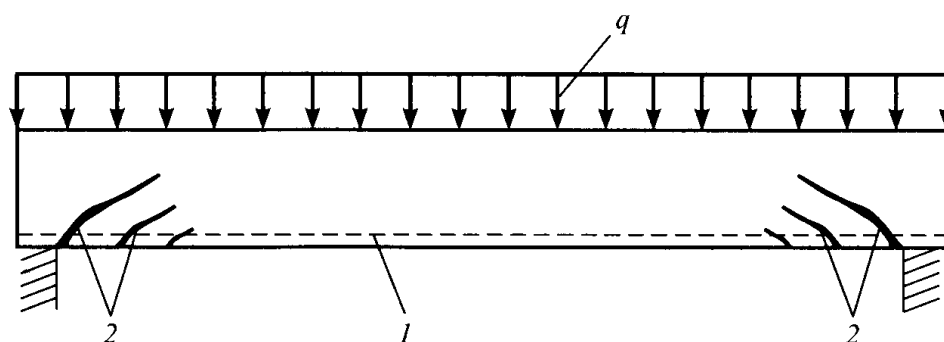


Рисунок 8 – Оценка повреждений железобетонных конструкций по образованию и раскрытию наклонных трещин:

1 – изгибаемый элемент; 2 – нормальные трещины.

Если ширина раскрытия нормальных трещин больше предельно допустимых величин, но не более 1,0мм, то конструкция требует усиления, поскольку данные трещины ухудшают эксплуатационные свойства, способствуют физическому износу, снижают долговечность конструкции.

Оценка технического состояния железобетонных конструкций по их прогибам

Конструкция не отвечает требованиям нормальной эксплуатации

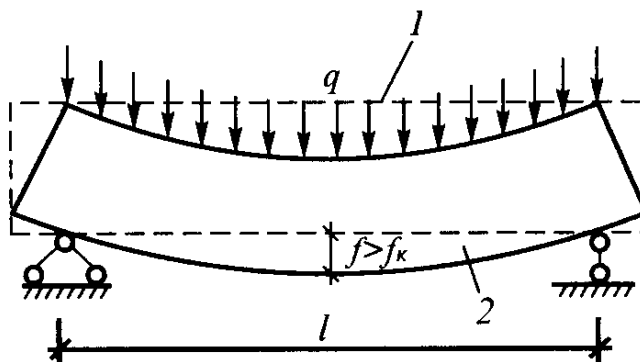


Рисунок 8 – Характеристика прогиба:

1 – состояние конструкции до приложения нагрузки; 2 – состояние конструкции после приложения нагрузки.

Если прогиб конструкции, приведенный на рисунке 8, превышает предельно допустимый прогиб f_k , то конструкция отвечает требованиям нормальной эксплуатации и требует усиления.

Предельно допустимые прогибы железобетонных конструкций

По- зиция	Элемент конструкции	Прогиб конструкции, f_k
1	Перекрытие с плоским потолком и элемент покрытия (кроме указанных в п. 3) при пролетах, м: $l < 6$ $6 < l < 7,5$ $l > 7,5$	$l / 200$ 30 мм $l / 250$
2	Перекрытие с ребристым потолком и элемент лестницы при пролетах, м: $l < 5$ $5 < l < 10$ $l > 10$	$l / 200$ 25 мм $l / 400$
3	Элемент покрытия сельскохозяйственных зданий производственного назначения при пролетах, м: $l < 6$ $6 < l < 10$ $l > 10$	$l / 150$ 40 мм $l / 250$

Конструкция находится в аварийном состоянии

Если прогибу f конструкции превышает величину прогибов, приведенных на рисунках 9 и 10, то конструкция находится в аварийном состоянии и требует усиления или замены.

Характеристика прогибов

Текучесть арматуры, которая характеризуется прогибом конструкции на величину, превышающую $1/50$ пролета.

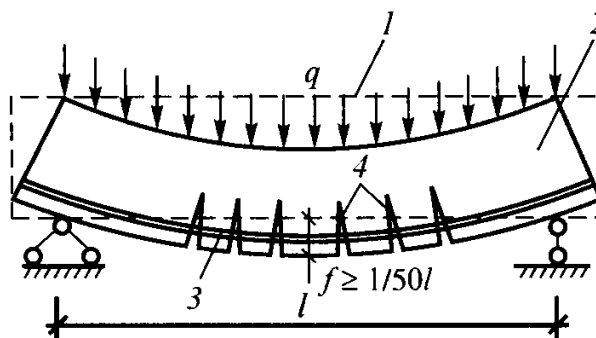


Рисунок 9 – Характеристика прогиба:

1 – состояние конструкции до приложения нагрузки; 2 – состояние конструкции после приложения нагрузки; 3 – рабочая арматура, напряжения в которой достигли предела текучести; 4 – трещины в растянутой зоне.

Раздробление бетона от сжатия одновременно с текучестью арматуры, что характеризуется прогибом конструкции в 1,5 раза и более, превышающим прогиб от контрольной нагрузки.

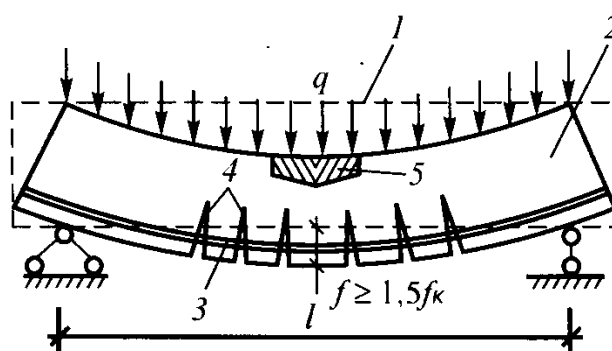


Рисунок 10 – Характеристика прогиба:

1 – состояние конструкции до приложения нагрузки; 2 – состояние конструкции после приложения нагрузки; 3 – рабочая арматура, напряжения в которой достигли предела текучести; 4 – трещины в растянутой зоне; 5 – раздробление бетона сжатой зоны; l – пролет балок или плит; для консолей значение l принимается равным удвоенному вылету консоли.

Предельно допустимые прогибы f_k обусловлены эстетическими требованиями.

Из условия зыбкости добавочный прогиб для не связанных с соседними элементами плит перекрытий, лестничных маршей, площадок и т.д. от кратковременного действия сосредоточенной нагрузки 1кН при наиболее невыгодной схеме ее приложения должен быть не более 0,7мм.