



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный
технический университет**

Кафедра «Технология строительного производства»

ТЕХНОЛОГИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Практикум

**Минск
БНТУ
2013**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Технология строительного производства»

ТЕХНОЛОГИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Практикум для студентов специальности
1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»

Минск
БНТУ
2013

УДК 69.059.7(076.5)

ББК 38.7-09я7

Т38

С о с т а в и т е л и :

С. Н. Леонович, Н. Л. Полейко, Д. Ю. Снежков

Р е ц е н з е н т ы :

С. Н. Ковшар, Г. П. Пастушков

Технология реконструкции зданий и сооружений : практикум Т38 для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» / сост.: С. Н. Леонович, Н. Л. Полейко, Д. Ю. Снежков. – Минск : БНТУ, 2013. – 118 с.
ISBN 978-985-550-060-6.

Практикум подготовлен в соответствии с программой дисциплины «Технология реконструкции зданий и сооружений» на кафедре «Технология строительного производства» Белорусского национального технического университета.

В издании освещен перечень основных видов работ, выполняемых при текущем и капитальном ремонтах, при модернизации зданий и сооружений, а также при реставрации материальных недвижимых историко-культурных ценностей. Приводится классификация причин, вызывающих необходимость усиления строительных конструкций, а также классификация способов их усиления. Также указываются характерные деформации зданий и сооружений при изменении условий строительства и эксплуатации, освещаются некоторые вопросы строительного материаловедения при выполнении строительно-монтажных работ.

УДК 69.059.7(076.5)

ББК 38.7-09я7

ISBN 978-985-550-060-6

© Белорусский национальный
технический университет, 2013

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
<i>Практическая работа № 1.</i> Основные виды работ по реконструкции зданий и сооружений.....	4
<i>Практическая работа № 2.</i> Арматура железобетонных конструкций, применяемая при реконструкции зданий и сооружений.....	22
<i>Практическая работа № 3.</i> Электроды для дуговой сварки арматуры в строительстве.....	46
<i>Практическая работа № 4.</i> Контроль качества строительного раствора в построечных условиях при реконструкции зданий и сооружений.....	53
<i>Практическая работа № 5.</i> Способы разрушения бетонных, железобетонных и каменных конструкций при реконструкции зданий и сооружений.....	59
<i>Практическая работа № 6.</i> Классификация причин, вызывающих необходимость усиления строительных конструкций.....	66
<i>Практическая работа № 7.</i> Классификация способов усиления, применяемых при реконструкции зданий и сооружений.....	77
<i>Практическая работа № 8.</i> Оценка дефектов и повреждений железобетонных конструкций по характеру образования и раскрытия силовых трещин.....	83
<i>Практическая работа № 9.</i> Физический и моральный износ зданий и сооружений.....	102
<i>Практическая работа № 10.</i> Использование ультразвукового импульсного метода для определения прочности бетона эксплуатируемых железобетонных конструкций.....	108

ВВЕДЕНИЕ

В процессе подготовки студентов по дисциплине «Технология реконструкции зданий и сооружений» формируются знания о технологических методах, средствах реконструкции зданий и сооружений, принципах анализа и организации инженерной деятельности.

Возрастающая интенсификация строительных процессов усиливает роль знаний характеристик исходных материалов и конечной продукции, параметров технологического цикла.

Инженер, являясь непосредственным руководителем работы, должен владеть теоретическими основами строительного материаловедения, позволяющими глубже усвоить обобщающие фундаментальные положения теоретического курса, понять смысл требований технических нормативно-правовых актов (ТНПА), предъявляемых к материалам, и ограничений к их применению в конструкциях, различающихся по назначению и условиям эксплуатации.

Реконструкция зданий и сооружений является приоритетным направлением решения важнейших задач градостроительства и реформирования жилищно-коммунального хозяйства и производственных мощностей. Разработка эффективных методов и новых технологий реконструкции жилых, общественных и производственных зданий, обеспечивающих повышение их долговечности, эксплуатационной надежности, комфорта и энергоресурсосбережения, является весьма актуальной.

Материалы практикума посвящены решению практических вопросов, возникающих при выполнении работ по реконструкции зданий и сооружений.

Практическая работа № 1

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ РАБОТ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Цель работы: ознакомиться с перечнем основных видов работ, выполняемых при реконструкции зданий и сооружений.

Содержание работы

Реконструкция – это комплекс технических мероприятий, направленных на переустройство объектов основного, вспомогательного и обслуживающего назначения с целью увеличения производственных мощностей в более короткие сроки по сравнению с новым строительством, позволяющий временно устранить или снизить моральный износ здания.

Реконструкция зданий представляет собой их переустройство с изменением назначения, внутреннего или внешнего вида. При реконструкции здания, кроме работ по капитальному ремонту, выполняются работы, связанные с новым строительством. Вместе с тем при капитальном ремонте и реконструкции могут выполняться однотипные работы. Однако следует правильно квалифицировать те или иные работы: либо ремонт, либо реконструкция зданий.

Ремонт зданий и сооружений может быть *текущий* и *капитальный*. **Текущий** ремонт может быть *плановый* (профилактический) и *непредвиденный* (экстренный ликвидационный, в срочном порядке) и позволяет восстанавливать работоспособность отдельных элементов здания, повысить их технологичность. **Капитальный ремонт** – это комплекс технических мероприятий, направляемых на восстановление первоначальных эксплуатационных качеств как зданий и сооружений в целом, так и отдельных конструкций. Капитальный ремонт может быть *выборочным* либо *комплексным* и относится к ремонтно-восстановительным работам, проведение которых позволяет восстановить работоспособность всего здания в целом.

1.1. Перечень основных видов работ, выполняемых при текущем ремонте зданий и сооружений

1. Основные виды работ для фундаментов стен подвальных помещений:

1) заделка и расшивка стыков, швов, трещин, восстановление отдельных мест облицовки стен со стороны подвальных помещений, цоколей;

2) ремонт входов в подвал, окон, приямков;

3) восстановление отдельных участков гидроизоляции стен подвальных помещений;

4) пробивка (заделка) отверстий, гнезд, борозд;

5) устройство (заделка) вентиляционных продухов, патрубков;

6) замена отдельных участков отмостки по периметру здания, сооружения;

7) герметизация вводов в подвальные помещения и технические подполья;

8) устройство маяков на стенах для наблюдения за деформациями.

2. Основные виды работ для стен:

1) заделка трещин, расшивка швов, восстановление облицовки отдельных участков площадью до 2 м²;

2) герметизация стыков элементов полносборных зданий и заделка выбоин и трещин на поверхности блоков и панелей;

3) пробивка (заделка) отверстий, гнезд, борозд;

4) смена отдельных венцов, элементов каркаса, укрепление, утепление, конопатка пазов, смена участков обшивки деревянных стен;

5) закладка проемов в стенах;

6) постановка на раствор отдельных выпавших камней;

7) утепление промерзающих участков стен (устранение сырости и продуваемости) в отдельных помещениях (по стояку или в одном уровне квартиры) с разработкой проектной документации и согласованием ее с местными исполнительными и распорядительными органами в области архитектурной деятельности;

8) прочистка и ремонт вентиляционных каналов и вытяжных устройств.

3. Основные виды работ для перекрытий:

1) временное крепление перекрытий;

2) частичная замена и усиление отдельных элементов деревянных перекрытий (участков межбалочных заполнений, дощатой подшивки, отдельных балок), восстановление засыпки и смазки; антисептирование и огнезащита древесины;

3) заделка швов в стыках сборных железобетонных перекрытий;

4) заделка выбоин и трещин в железобетонных конструкциях;

5) утепление верхних полок стальных балок и их окраска;

6) утепление на отдельных участках чердачных перекрытий.

4. Основные виды работ для крыш:

1) замена отдельных лежней, мауэрлатов и обрешетки;

2) антисептическая и огнезащита деревянных конструкций;

3) все виды работ по устранению мелких неисправностей крыши;

4) укрепление и частичная замена водосточных труб и покрытий мелких архитектурных элементов фасада;

5) ремонт (частичная замена: не более 40 %) отдельных участков кровель или покрытий кровель, включая узлы примыкания к вертикальным поверхностям;

6) частичная замена парапетных плит, пожарных лестниц, стремянок, гильз, ограждений крыш, устройств заземлений, антенн, антенн для радио- и телевизионных антенн;

7) устройство или восстановление защитного слоя рулонных и мастичных кровель;

8) восстановление гидроизоляции отдельных элементов кровли;

9) замена или ремонт выходов на крышу, слуховых окон и специальных люков.

5. Основные виды работ для оконных и дверных заполнений, светопрозрачных конструкций:

1) замена заполнений дверных проемов, восстановление отдельных элементов оконных, витражных и витринных заполнений, частичная замена (не более 40 %) в здании заполнений оконных и витражных проемов при их износе 60 % и более;

2) установка приборов для самозакрывания дверей, пружин, упоров;

3) замена оконных и дверных приборов;

4) замена разбитых стекол, стеклоблоков;

5) врезка форточек и открывающихся фрамуг;

6) установка противопожарных дверей и люков.

6. Основные виды работ для перегородок:

- 1) укрепление, усиление, замена отдельных участков деревянных перегородок;
- 2) заделка трещин в плитных перегородках, перекладка отдельных участков;
- 3) улучшение звукоизоляционных свойств перегородок (заделка сопряжений со смежными конструкциями и другие работы).

7. Основные виды работ для лестниц, балконов, крылец, зонтов, козырьков над входами в подъезды и балконами верхних этажей:

- 1) заделка выбоин, трещин ступеней и площадок;
- 2) замена отдельных ступеней, проступей, подступенков;
- 3) ремонт плит балконов (заделка выбоин, трещин), замена и укрепление металлических перил, балконных решеток, экранов балконов и лоджий;
- 4) частичная замена элементов деревянных лестниц;
- 5) частичная или полная замена поручней лестничных и балконных ограждений;
- 6) ремонт входов в здание.

8. Основные виды работ для полов:

- 1) замена или ремонт покрытия пола в отдельных помещениях без изменения конструкции;
- 2) замена (устройство) гидроизоляции полов в отдельных санитарных узлах с полной сменой покрытия;
- 3) заделка выбоин, трещин в цементных, бетонных, асфальтовых полах и основаниях под полы;
- 4) сплачивание дощатых полов;
- 5) устранение просадки пола первого этажа по грунту.

9. Основные виды работ для печей:

- 1) все виды работ по устранению неисправностей печей и дымоходов, перекладка их в отдельных квартирах;
- 2) перекладка отдельных участков патрубков, боровов.

10. Основные виды работ для внутренней отделки:

- 1) восстановление штукатурки и облицовки стен и потолков, в том числе подвесных отдельными местами;
- 2) выравнивание стен и потолков с применением листовых и погонажных материалов;
- 3) восстановление и укрепление лепных декоративных деталей;
- 4) все виды малярных работ;

5) приведение отделки стен и потолков на путях эвакуации в соответствие с требованиями ТНПА.

11. Основные виды работ для наружной отделки:

- 1) пескоструйная очистка, промывка, окраска участков фасадов;
- 2) восстановление участков штукатурки и облицовки;
- 3) укрепление и снятие с фасада угрожающих падением архитектурных деталей, облицовочных плиток, отдельных кирпичей; восстановление лепных деталей;
- 4) наружная окраска окон, дверей, ограждений балконов, парапетных решеток, водосточных труб, пергол, цоколя;
- 5) восстановление домовых знаков, аншлагов;
- 6) ремонт фасадов, улучшение архитектурной выразительности фасадов.

12. Основные виды работ для отопления:

- 1) смена отдельных участков трубопроводов, секций отопительных приборов, отдельных неразборных отопительных приборов (пластинчатых и других), запорной и регулирующей арматуры, грязевиков, элеваторных узлов;
- 2) установка (при необходимости) воздушных кранов;
- 3) утепление труб, приборов, расширительных баков;
- 4) перекладка обмуровки котлов, дутьевых каналов, бортовых дымовых труб (в котельной);
- 5) смена отдельных секций у чугунных котлов, арматуры, контрольно-измерительных приборов, колосников;
- 6) замена электромоторов или насосов малой мощности;
- 7) восстановление частично разрушенной тепловой изоляции;
- 8) гидравлическое испытание и промывка системы;
- 9) промывка отдельных отопительных приборов внутридомового стояка;
- 10) регулировка и наладка систем отопления;
- 11) установка и замена приборов учета и регулирования тепловой энергии при локальном выполнении этих работ.

13. Основные виды работ для вентиляции:

- 1) смена отдельных участков и устранение неплотностей вентиляционных коробок, шахт, камер, воздухопроводов;
- 2) ремонт и замена вентиляторов, воздушных клапанов и другого оборудования;
- 3) ремонт, замена, установка дефлекторов, оголовков труб;

4) ремонт и накладка систем автоматического пожаротушения, дымоудаления, сигнализации.

14. Основные виды работ для водопровода, канализации, горячего водоснабжения (внутридомовых систем):

1) уплотнение соединений, устранение течи, утепление, укрепление трубопроводов, замена отдельных участков трубопроводов, фасонных частей, сифонов, трапов, ревизий, восстановление разрушенной теплоизоляции трубопроводов, гидравлическое испытание системы (стояков), ликвидация засоров, прочистка дворовой канализации, дренажа;

2) замена отдельных изношенных водоразборных кранов, смесителей душей, запорной арматуры, санитарно-технических приборов и оборудования (умывальников, унитазов и т. д.) в общественных зданиях;

3) утепление, замена арматуры водонапорных баков на чердаках;

4) замена отдельных участков и удлинение водопроводных наружных выпусков для поливки дворов и улиц;

5) замена пожарных кранов;

6) ремонт и замена насосов и электромоторов малой мощности;

7) замена отдельных узлов и водонагревательных приборов для ванн, укрепление и замена дымоотводящих патрубков, очистка водонагревателей и змеевиков от накипи и отложений;

8) прочистка канализации;

9) антикоррозийное покрытие, маркировка;

10) ремонт и замена регулирующей арматуры, контрольно-измерительных приборов;

11) промывка систем водопровода, канализации;

12) установка и замена приборов группового и поквартального учета холодного и горячего водоснабжения при локальном выполнении этих работ.

15. Основные виды работ для электротехнических и слаботочных устройств:

1) замена неисправных участков электрической сети здания;

2) замена вышедших из строя выключателей, штепселей, розеток и других приборов (кроме жилых помещений);

3) замена светильников, а также оградительных огней и праздничных иллюминаций;

4) замена предохранителей, автоматических выключателей, пакетных переключателей вводно-распределительных устройств, щитов;

5) замена электродвигателей и отдельных узлов электроустановок технических устройств;

6) обеспечение электробезопасности электроплит;

7) ликвидация отказов лифтов и систем диспетчерского контроля за их работой;

8) замена и установка автоматических систем контроля за работой центрального отопления внутридомовых сетей связи и сигнализации, контрольно-измерительных приборов;

9) подключение технических устройств зданий к районной или объединенной диспетчерским службам;

10) ремонт устройств электрической защиты металлических труб внутридомовых систем центрального отопления и водоснабжения от коррозии;

11) ремонт сетей радио, телевидения и телефонизации;

12) восстановление цепей заземления;

13) замена вышедших из строя датчиков, проводки и оборудования пожарной и охранной сигнализации.

16. Основные виды работ для внешнего благоустройства:

1) ремонт участков тротуаров, проездов, дорожек и площадок;

2) восстановление поврежденных зеленых насаждений, газонов;

3) ремонт, укрепление, замена отдельных участков ограждений и оборудования детских игровых, спортивных и хозяйственных площадок, дворовых уборных, мусорных ящиков, площадок и навесов для контейнеров-мусоросборников;

4) устройство и ремонт скамеек, установленных на придомовых территориях;

5) устройство или замена отмосток, устройство пандусов на крыльцах входов в здания.

17. Прочие работы:

1) укрепление и устройство металлических решеток, ограждающих окна помещений;

2) восстановление и устройство новых переходов на чердаке через трубы центрального отопления, вентиляционные короба;

3) замена или укрепление затворов мусоропроводов и мусороприемных люков, установка приспособлений для прочистки стволов;

4) наладка всех видов внутридомового оборудования.

1.2. Перечень основных видов работ, выполняемых при капитальном ремонте зданий и сооружений

Основные виды работ, выполняемые при капитальном ремонте зданий и сооружений:

- 1) устранение местных деформаций путем перекладки и усиления несущих конструкций зданий и сооружений;
- 2) перекладка и усиление фундаментов и стен подвалов, не связанные с надстройкой здания или дополнительными нагрузками;
- 3) усиление основания под фундаменты, не связанные с надстройкой здания или дополнительными нагрузками;
- 4) восстановление гидроизоляции фундаментов здания;
- 5) усиление (устройство) фундаментов под оборудование;
- 6) перекладка и усиление отдельных участков каменных стен и столбов, не связанные с надстройкой здания или дополнительными нагрузками;
- 7) восстановление или усиление отдельных простенков, перемычек, карнизов;
- 8) защита от шума и вибрации;
- 9) утепление (устранение сырости и продуваемости) отдельных фрагментов фасадов зданий (торца и др.);
- 10) укрепление, усиление или замена перегородок;
- 11) замена участков деревянных перекрытий на несгораемые перекрытия;
- 12) замена или усиление отдельных участков перекрытий и покрытий;
- 13) дополнительное утепление чердачных перекрытий и покрытий;
- 14) полная замена кровли или покрытия кровли, а также замена не более 40 % площадки кровли здания, в том числе с применением новых материалов;
- 15) замена покрытия пола с изменением его конструкции при износе 60 % и более;
- 16) полная замена заполнения оконных проемов здания, а также замена более 40 % оконных проемов здания при их износе более 60 %;
- 17) утепление вентиляционных шахт;
- 18) устройство козырьков над входами в подъезды, подвалы и над балконами верхних этажей;

- 19) ремонт и восстановление несущей способности балконов и лоджий; замена ограждений балконов и лоджий;
- 20) установка дверных кодовых замков и домофонов;
- 21) усиление лестничных маршей;
- 22) замена металлических лестниц, поврежденных коррозией;
- 23) устройство пожарных лестниц;
- 24) замена подвесных потолков;
- 25) восстановление придомового благоустройства и озеленение с применением современных материалов и технологий;
- 26) установка приспособлений для прочистки и санитарной обработки стволов мусоропроводов;
- 27) замена неисправных внутренних инженерных систем и оборудования зданий и сооружений, мусоропроводов;
- 28) замена систем газопотребления (трубопроводов, оборудования и т. п.), установка счетчиков газа;
- 29) замена лифтов и систем диспетчерского контроля за их работой;
- 30) замена и ремонт изношенных элементов внутриквартирных и наружных инженерных сетей;
- 31) ремонт и замена установок противопожарной автоматики, систем противодымной защиты и внутреннего противопожарного водопровода;
- 32) ремонт и устройство заземления, радиоприемных и телевизионных антенн;
- 33) замена и ремонт инженерного оборудования, обеспечивающего потребление коммунальных услуг (вводные устройства, блочные теплопункты, водомерные узлы и др.);
- 34) работы, выполняемые при текущем ремонте, сопутствующие капитальному ремонту;
- 35) другие работы, не противоречащие ТКП 45–1.01–4.

1.3. Перечень основных видов работ, выполняемых при модернизации зданий и сооружений

Основные виды работ, выполняемые при модернизации зданий и сооружений:

- 1) переоборудование неэксплуатируемых чердачных помещений в эксплуатируемые;
- 2) устройство в квартирах кухонь и санитарных узлов;

- 3) расширение жилой площади за счет подсобных помещений;
- 4) доведение инсоляции жилых помещений до нормативных требований;
- 5) ликвидация темных кухонь и входов в квартиры через кухни с устройством, при необходимости, встроенных помещений для лестничных клеток, санитарных узлов или кухонь;
- 6) перепланировка помещений без изменения их назначения;
- 7) устройство неотапливаемых кладовых и погребов под балконами и лоджиями первых этажей дома, а не в подвальных помещениях;
- 8) доведение всех элементов здания до современных нормативных требований по термическому сопротивлению (тепловая модернизация);
- 9) защита зданий от шума и вибрации;
- 10) устройство балконов, лоджий, веранд, террас, устройство входов в здания для маломобильных групп населения;
- 11) устройство лифтов, мусоропроводов, систем пневматического мусороудаления в домах с отметкой лестничной площадки верхнего этажа 11,2 м и выше;
- 12) полная замена деревянных перекрытий на негорючие перекрытия;
- 13) устройство новых подвесных потолков;
- 14) полная замена заполнений оконных проемов здания при их износе менее 60 % на изделия с теплотехническими характеристиками, отвечающими нормативным требованиям;
- 15) переустройство крыш (совмещенных – на чердачные, рулонных – на инверсионные и т. д.);
- 16) устройство оконных проемов и отдельных входов в стенах подвалов и цокольных этажей;
- 17) переоборудование систем отопления;
- 18) переустройство вентиляции;
- 19) переоборудование систем наружного газоснабжения;
- 20) установка приборов учета потребления газа;
- 21) замена печного отопления на отопление от ТЭЦ, районной котельной, крышной котельной или установка индивидуального отопительного оборудования;
- 22) оборудование систем холодного и горячего водоснабжения, наружным и внутренним противопожарным водопроводом, отоплением, канализацией, газоснабжением с присоединением к существующим магистральным сетям;

- 23) устройство повысительных насосных станций, тепловых узлов, бойлерных;
- 24) установка бытовых электроплит взамен газовых плит с заменой электропроводки и приборов учета;
- 25) автоматизация и диспетчеризация отопительных котельных, тепловых сетей, тепlopунктов и инженерного оборудования жилых домов;
- 26) установка нового технологического оборудования;
- 27) устройство и доведение до действующих нормативных требований установок пожарной автоматики, систем противодымной защиты и внутреннего противопожарного водопровода;
- 28) перевод существующей сети электроснабжения на повышенные расчетные нагрузки;
- 29) устройство внутрибытовых слаботочных телефонных, радиотрансляционных сетей и сетей кабельного телевидения;
- 30) замена инженерных систем при изменении расчетных расходов;
- 31) устройство новых тамбуров;
- 32) замена лифтов, влекущая изменение конструктивных решений лифтовой шахты, машинного отделения, количества остановочных пунктов, инженерного обеспечения;
- 33) доведение благоустройства дворовых территорий до действующих нормативных требований;
- 34) работы, выполняемые при текущем ремонте, сопутствующие модернизации;
- 35) другие работы, не противоречащие ТКП 45–1.01–4.

1.4. Перечень основных видов работ, выполняемых при реставрации материальных недвижимых историко-культурных ценностей

1. Основные виды работ для фундаментов:
 - а) столбчатых деревянных:
 - полная или частичная замена столбов с вывешиванием стен и антисептированием древесины;
 - замена деревянных столбов на отдельные каменные (бетонные) столбы или на ленточный фундамент;
 - б) каменных столбчатых и ленточных, цоколей:
 - заделка и расшивка швов и трещин, частичное восстановление разрушенных участков подземной части фундаментов и цоколя;

- устройство горизонтальной и вертикальной гидроизоляции, дренажных систем;
- укрепление подземной части бутовых и кирпичных фундаментов монолитным железобетоном;
- укрепление подземной части бутовых и каменных фундаментов и цоколя методом инъектирования;
- поэтапная перекладка фундаментов, утративших способность, с вывешиванием стен;
- раскрытие заложенных проемов, устройство отверстий для ввода инженерных коммуникаций с их последующей герметизацией;
- воссоздание отдельных участков отмостки или ее устройство по периметру здания;
- воссоздание или ремонт приямков и входов в подвалы здания;
- увеличение глубины заложения фундаментов;
- укрепление фундамента путем устройства корневидных буронаблюдательных свай.

2. Основные виды работ для стен, колонн и перегородок:

а) деревянных каркасных, рубленых бревенчатых и брусчатых:

- затирка трещин в штукатурке, ремонт обшивки;
- ремонт штукатурки и замена отдельных досок обшивки;
- утепление промерзаемых и продуваемых участков стен;
- полная замена обшивки и штукатурки;
- полная переборка сруба с использованием старых материалов;
- химическая пропитка несущих стоек, подкосов и элементов сруба с целью укрепления деструктированной древесины;
- замена концов верхней и нижней обвязок несущих стоек;
- полная замена стен;
- антисептирование и противопожарная защита стен;
- конопатка швов в отдельных местах;
- замена нижнего и венчающего венцов, частичная переборка стен с добавлением нового материала;

б) каменных (кирпичных, бутовых):

- заделка швов и трещин, ремонт штукатурки;
- очистка лицевой поверхности кирпичной кладки;
- установка маяков и организация наблюдений за развитием деформаций;
- разборка аварийных участков кладки;
- укрепление кладки методом инъектирования;

- укрепление кладки путем устройства металлических или железобетонных обоев;
- укрепление стен путем устройства контрфорсов, монолитных поясов, металлических связей, тяжей и т. п.;
- замена отдельных участков разрушенной кладки с обеспечением совместной работы с аутентичными материалами;
- усиление или восстановление перемычек;
- полная перекладка стен, столбов и перегородок;
- раскрытие заложенных проемов, устройство отверстий, гнезд, штраб для прокладки инженерных коммуникаций;
- восстановление утраченных смежных объемов памятника с целью воссоздания первоначальной конструктивной схемы здания;
- временное крепление несущих стен и столбов.

3. Основные виды работ для перекрытий:

а) деревянных неотштукатуренных и оштукатуренных:

- заделка щелей и зазоров, затирка трещин и ремонт штукатурка;
- ремонт щитов наката или частичная их замена;
- полное воссоздание штукатурки;
- очистка деревянных несущих конструкций, усиление концов балок и балок в середине пролета;
- замена засыпки и обмазки;
- частичная замена несущих балок;
- полная замена перекрытия;
- антисептирование и противопожарная защита древесины;
- химическая пропитка древесины с целью укрепления разрушенных участков;
- временное крепление перекрытий;

б) кирпичных сводов:

- заделка трещин и зазоров, укрепление отдельных кирпичей при помощи металлических кляммеров;
- частичная перекладка распалубок и несущих арок (гуртов);
- укрепление кладки сводов методом инъектирования;
- повышение несущей способности сводчатых перекрытий путем устройства поддерживающих монолитных железобетонных конструкций или подвешивание их к монолитным железобетонным конструкциям;
- усиление несущих балок в случае устройства сводов по металлическим конструкциям;

- полная замена или создание сводчатых перекрытий;
- утепление перекрытий с устройством пароизоляции;
- полное или частичное оштукатуривание поверхности сводов;
- временное крепление сводчатых перекрытий, разборка аварийных участков;

4. Основные виды работ для лестниц:

а) деревянных:

- ремонт и замена ступеней, подступенков, элементов ограждения, перил, настила площадок;
- усиление тетив, элементов ограждений;
- полная замена конструкций лестниц;
- антисептирование и противопожарная защита древесины;

б) по стальным косоурам:

- заделка выбоин, трещин на ступенях и площадках;
- замена отдельных ступеней, усиление площадок;
- усиление стальных косоуров;
- реставрация или частичная замена элементов ограждений;
- воссоздание ограждений;
- реставрация или воссоздание каменной облицовки лестниц;
- полная замена лестниц;

в) кирпичных винтовых:

- заделка швов, трещин в ступенях и подступенках;
- замена отдельных кирпичей в массиве кладки лестницы.

5. Основные виды работ для крыш:

а) деревянных:

- замена мауэрлатов (частичная или полная);
- замена части стропильных ног;
- укрепление врубок стоек, подкосов, прогонов, лежней;
- частичная или полная замена обрешетки;
- укрепление несущих элементов стропильной системы;
- полная замена или воссоздание стропильной системы;
- временное крепление несущих элементов крыши;
- антисептирование и противопожарная защита древесины;
- химическая пропитка древесины с целью укрепления деформированных участков;

б) с металлодеревянными фермами:

- в части деревянных элементов (см. п.5, а);

– очистка от коррозии металлических элементов, их грунтовка и окраска;

– усиление металлических элементов или их замена.

6. Основные виды работ для кровель:

а) стальных:

– выборочный ремонт, покрытие и заделка свищей в местах повреждения;

– выборочный ремонт или полная замена настенных или подвесных желобов, разжелобков, водосточных труб, водометов и воронок, покрытие выступающих элементов фасада;

– полная замена кровли;

– реставрация декоративных элементов ограждения кровли;

б) черепичных:

– восстановление промазки между отдельными рядовыми элементами покрытия и в коньках;

– перекладка отдельных элементов (черепиц) покрытия;

– выборочный ремонт или полная замена настенных или подвесных желобов, разжелобков, водосточных труб, водометов и воронок, покрытие выступающих элементов фасада;

– полная замена кровли с устройством гидроизоляционного ковра;

в) драничных, тесовых, гонтовых:

– очистка поверхности кровли с заменой отдельных элементов (дранок, гонта, дощечек);

– полная замена кровельного покрытия с устройством гидроизоляционного ковра;

– антисептирование и противопожарная защита древесины;

– химическая пропитка древесины с целью укрепления разрушенных участков.

7. Основные виды работ для полов:

а) паркетных:

– циклевка отдельных участков;

– замена клепок, щитов, перестилка щитов отдельными частями;

– перестилка паркета с использованием старых материалов и ремонт основания;

– полная замена паркета;

б) дощатых:

– сплачивание и замена отдельных досок;

– перестилка полов с добавлением нового материала, замена лаг;

- полная замена полов, лаг, кирпичных столбиков;
- в) каменных (кирпичных, керамических, гранитных и т. п.):
- заделка трещин, зазоров, расшивка швов;
- замена отдельных элементов, ремонт основания;
- воссоздание покрытия пола с использованием аутентичных материалов, ремонт и укрепление основания;
- полная замена покрытия пола новыми материалами с устройством основания.

8. Основные виды работ для заполнения оконных и дверных проемов, ворот:

а) деревянных оконных блоков:

- ремонт и восстановление утраченных элементов с использованием новых материалов;
- очистка от наслоений красочных составов;
- конопатка сопряжений коробок со стенами;
- полная замена оконных блоков в соответствии с разработанной и утвержденной документацией;

б) металлических оконных блоков:

- очистка от коррозии, грунтовка и окраска;
- восстановление уплотнительных прокладок и замазки;
- ремонт переплетов с заменой отдельных элементов;
- полная замена оконных блоков в соответствии с разработанной и утвержденной документацией;

в) деревянных дверей и ворот:

- ремонт несущих и восстановление утраченных элементов с использованием новых материалов;
- очистка из наслоений красочных составов;
- уплотнение сопряжений коробок со стенами;
- полная замена дверных блоков ворот в соответствии с разработанной и утвержденной документацией.

9. Основные виды работ для металлических ворот, решеток, ограждений, скобянки, оконных приборов, завершений:

- реставрация аутентичных металлических элементов (очистка от коррозии, грунтовка и покраска, восполнение утраченных элементов);
- полное воссоздание в соответствии с разработанной и утвержденной документацией.

10. Основные виды работ для фасадов:

- очистка фасадных поверхностей;
- реставрация штукатурки;
- реставрация лепного декора;
- реставрация лицевой поверхности, кирпичной кладки;
- реставрация или воссоздание фасадных декоративных элементов из керамики, бетона, металла, натурального камня и дерева;
- реставрация или воссоздание покрасочного слоя;
- реставрация монументальной скульптуры и монументальной живописи.

11. Прочие работы:

- реставрация или воссоздание печей, каминов, предметов внутреннего убранства;
- реставрация воздушно-калориферной системы отопления;
- реставрация или воссоздание крылец, козырьков.

12. Консервационные работы:

- временное крепление или разборка участков здания;
- устройство временных или долгосрочных покрытий из рулонных или штучных материалов по деревянным несущим конструкциям;
- устройство бетонных или цементных коронок;
- временная закладка дверных и оконных проемов;
- устройство отмосток;
- укрепление каменных конструкций методом инъектирования;
- химическое укрепление лицевых поверхностей каменных и деревянных конструкций.

Литература

1. Технология реконструкции зданий и сооружений : учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» / С. Н. Леонович [и др.]. – Минск : БНТУ, 2010. – 550 с.

2. Ремонт, реконструкция и реставрация жилых и общественных зданий и сооружений : СНБ 1.04.02–2002.

3. Проектная документация на ремонт, модернизацию и реконструкцию жилых и общественных зданий и сооружений : ТКП 45–1.02–104–2008.

4. Ремонт, реконструкция и реставрация жилых и общественных зданий и сооружений : ТКП 45–1.04–206–2010.

Практическая работа № 2

АРМАТУРА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ПРИМЕНЯЕМАЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Цель работы: ознакомиться с классификацией, техническими характеристиками, назначением основных видов арматуры железобетонных конструкций, научиться определять их по внешнему признаку.

Содержание работы

Арматуру, применяемую в железобетонных конструкциях, делят на арматурные изделия: стержни, плоские и рулонные сетки, канаты, пространственные каркасы, закладные детали, фиксаторы арматуры и строповочные устройства.

Существуют различные виды арматуры.

Рабочая арматура – основной элемент, воспринимающий растягивающие, сжимающие и срезающие усилия, возникающие в железобетонных конструкциях от внешних нагрузок и внутренних напряжений. Вид и сечение рабочей арматуры определяется расчетом. Она может быть обычной или предварительно-напряженной.

Распределительная арматура – вспомогательный элемент, позволяющий распределять усилия между стержнями рабочей арматуры. Такая арматура может быть и монтажной, если одновременно со своими основными функциями она выполняет функции по фиксированию рабочей арматуры в проектном положении.

Конструктивная арматура – элемент, вводимый в конструкцию для сохранения ее целостности в процессе изготовления, транспортирования и монтажа.

Монтажная арматура – обеспечивает ориентацию рабочих стержней в толще бетонной конструкции.

Закладные детали – арматурный элемент, обеспечивающий соединение железобетонных конструкций при их монтаже на объектах. Эти детали выполняются из металлического листа и прокатных профилей, прикрепляются к арматурному каркасу конструкции сваркой или заанкериваются в бетон.

Количество арматуры в железобетонных конструкциях характеризуется *коэффициентом армирования*, т. е. отношением общей площади поперечного сечения рабочих стержней S_a к расчетной площади сечения бетона F_b :

$$\mu = \frac{S_a}{F_b} \cdot 100 \text{ \%}.$$

Процентное отношений минимальной площади сечения растянутой арматуры к площади расчетного сечения бетона зависит от класса бетона, а также от марки стали и вида арматуры и колеблется от 0,5 до 2 % при гибкой арматуре и обычно составляет более 3 % при жесткой арматуре.

Гибкой арматурой называются конструкции, изготовленные из стержней круглого, овального и квадратного сечения.

Жесткая арматура изготавливается из фасонного проката: уголков, двутавров, швеллеров и рельсов.

2.1. Классификация арматурной стали

Арматура изготавливается из стали различных видов и марок. Сталь представляет собой сплав железа с углеродом (до 2 %). Сталь получают путем передела чугуна в мартеновских печах, электропечах и конверторах.

Для изготовления арматурных стержней и проволоки применяются различные *малоуглеродистые, углеродистые и низколегированные* стали, которые могут быть классифицированы по способу выплавки, методам обработки, механическим свойствам, химическому составу, структуре, свариваемости и применению.

По способу выплавки арматурную сталь можно разделить на *мартеновскую* и *конверторную*. Самый распространенный метод получения арматурной стали – мартеновский, имеющий длительный цикл варки стали. Наряду с этим способом применяется конверторный способ с продувкой кислородом, имеющий более короткий цикл варки стали.

При каждом способе выплавки стали могут применяться различные способы ее раскисления.

В зависимости от интенсивности выделения газов, т. е. поведения жидкой стали в процессе ее затвердевания, влияющего на ее структурообразование, стали делятся на *кипящие, спокойные и полуспокойные*.

Максимальная химическая однородность стали в слитке наблюдается при спокойном ее раскислении, и, наоборот, максимальная структурная и химическая неоднородность проявляется у кипящей стали.

В зависимости от назначения стали подразделяются на три группы, поставляемые потребителю:

- группа А – *по механическим свойствам*;
- группа Б – *по химическому составу*;
- группа В – *по механическим свойствам и химическому составу*.

К арматурной стали обычно предъявляются требования групп А и В.

Для указания способа получения стали в индекс ее марки вводятся дополнительные обозначения (при мартеновском способе):

- для группы А – Ст. 3, Ст. 5, Ст. 6 пс.
- для группы В – В Ст. 3 кп.;
- для группы А – к Ст. 0, к Ст. 5 пс.
- для группы В – ВК Ст. 0.

В зависимости от методов обработки арматуры сталь выпускается:

- *горячекатаной*;
- *термически обработанной*;
- *холодно деформированной*.

Горячекатаная арматура гладкого цилиндрического и периодического профиля получается путем прокатки заготовок в горячем состоянии через вальцы прокатных станов.

Для повышения механических свойств горячекатаные стержни могут упрочняться различными методами.

При термическом упрочнении сталь подвергается закалке в воде и низкотемпературному отпуску, а при холодном деформировании – силовому удлинению.

По механическим свойствам арматура должна соответствовать гарантированным параметрам по временному сопротивлению разрыву σ_b , по пределу текучести σ_t и относительному удлинению Δl при растяжении, углу загиба и числу перегибов в холодном состоянии.

По химическому составу арматурная сталь подразделяется на марки в зависимости от содержания в ней основных химических элементов.

В зависимости от содержания углерода и легирующих добавок – Si (кремния), Mn (марганца), Cr (хрома), Cu (меди) – арматурные стали делятся:

- на углеродистые (содержание углерода составляет 0,8–4,6 %): Сталь 70, Сталь 80, У-8;
- малоуглеродистые (содержание углерода – до 0,4 %) Ст. 3, Ст. 5;
- низколегированные (содержание кремния – 1 %, марганца – 2 %, хрома – 1,5 %): 25Г2С, 35ГС, 20ХГ2Ц (табл. 2.1 и 2.2).

Таблица 2.1

Механические свойства низколегированных арматурных сталей

Марка арматурной стали	Диаметр, мм	Механические свойства при растяжении		
		Нормативное сопротивление σ_b , МПа	Предельная текучесть σ_T , МПа	Относительное удлинение Δl , %
18Г2С	40–90	50	30	14
18Г2С	6–9	60	40	14
25Г2С	6–9	60	40	14
35ГС	6–9	60	40	14
80С	10–18	90	60	6
20ХГ2Ц	10–32	90	60	6
20ХГСТ	10–18	90	60	6
23Х2Г2Т	10–22	105	80	7
20ГС	10–25	90	60	8
20ГС	10–25	100	80	7
20ГС	10–25	120	100	6

Примечания.

1. Угол загиба в холодном состоянии для марок 18Г2С, 25Г2С и 35ГС равен 90°, для остальных марок – 45°.

2. Соотношение толщины оправки к диаметру арматуры для марок 18ГС, 25ГС и 35 ГС составляет 1 : 3, для остальных марок – 1 : 5.

Таблица 2.2

Химический состав низколегированных сталей

Марка стали	Содержание элементов, %							
	Углерод С	Кремний Si	Марганец Mn	Циркон Zr	Титан Ti	Хром Cr	Никель Ni	Медь Cu
18Г2С	0,14–0,23	0,6–0,9	1,2–1,6	–	–	< 0,3	< 0,3	< 0,3
25Г2С	0,2–0,29	0,6–0,9	1,2–1,6	–	–	< 0,3	< 0,3	< 0,3
35ГС	0,3–0,37	0,6–0,9	1,2–1,6	–	–	< 0,3	< 0,3	< 0,3
20ХГ2Ц	0,19–0,26	0,4–0,7	1,5–1,9	0,07–0,14	–	0,9–1,2	–	–
20ХГСТ	0,18–0,25	1,0–1,3	1,0–1,3	–	0,08–0,15	–	–	–
23ХГ2Т	0,19–0,26	0,4–0,7	1,4–1,7	–	0,02–0,08	1,35–1,7	–	–
80С	0,74–0,82	0,6–1,0	0,5–0,8	–	–	< 0,3	< 0,3	< 0,3
20ГС	0,17–0,22	0,5–0,8	0,8–1,3	–	–	–	–	–

Для маркировки сталей каждому легирующему элементу присваивается определенная буква:

Г – марганец; С – углерод; Х – хром; Н – никель; Р – фосфор.

Например, сталь содержащая 0,20–0,29 % углерода, 1,2–1,6 % марганца, 0,6–0,9 % кремния обозначается маркой 25Г2С.

Структура арматурной стали зависит от содержания углерода и методов ее обработки. Холодная обработка стали вытяжкой и прокатом обеспечивает волокнистую структуру, а термическая – приводит к образованию *мелкодисперсной структуры*.

По свариваемости арматурную сталь выделяют:

- на хорошо свариваемую – Ст. 3, Ст. 5;
- удовлетворительно свариваемую – 25Г2С, 35ГС;
- ограниченно свариваемую (термически упрочненную);
- несвариваемую – 65ГС, 80С.

По области применения арматурная сталь подразделяется на применяемую для железобетонных конструкций с *ненапрягаемой арматурой* и *предварительно-напряженной арматурой*.

Арматурная сталь, применяемая для изготовления арматурных элементов, поставляется:

- круглой;
- периодического профиля;
- серповидного профиля;
- винтового профиля;
- арматурными канатами – двухпрядевыми (К–2×3, К–2×7), трехпрядевыми (К–3×3, К–2×7).

Арматурные изделия

Арматурные стержни для армирования конструкции изготавливают из углеродистых, малоуглеродистых и низколегированных сталей.

Арматурная сталь в зависимости от назначения делится на классы (см. табл. 2.3 и 2.4).

Таблица 2.3

Классификация ненапрягаемой арматуры

Класс арматуры согласно изменению № 1 к СНБ 5.03.01–02	Класс арматуры согласно изменению № 4 к СНиП 2.03.01–84	Класс арматуры согласно СНиП 2.03.01–84	ТНПА, регламентирующий качество арматуры	Вид арматуры
S240	A240	A–I	ГОСТ 5781	Стержневая гладкая
S400	A400	A–III	ГОСТ 5781 СТБ 1701	Стержневая периодического кольцевого профиля
			ГОСТ 10884 СТБ 1704	Стержневая периодического серповидного профиля
S500	A500	–	ГОСТ 10884 СТБ 1704	Стержневая периодического серповидного профиля
			ГОСТ 5781 СТБ 1701	Стержневая периодического кольцевого профиля
			ГОСТ 5781	Стержневая гладкая
	Vp–I	Vp–I	ГОСТ 6727	Проволока с вмятинами
	B500	–	СТБ 1341	Проволока гладкая

Арматурная сталь класса S240 изготавливается круглой и гладкой, а классов S400–S1200 – периодического кольцевого и периодического серповидного профилей.

Таблица 2.4

Классификация напрягаемой арматуры

Класс арматуры согласно изменению № 1 к СНБ 5.03.01-02	Класс арматуры согласно изменению № 4 к СНиП 2.03.01-84	Класс арматуры согласно СНиП 2.03.01-84	ТНПА, регламентирующий качество арматуры	Вид арматуры
S800	A800	A-V	ГОСТ 5781 СТБ 1706	Стержневая периодического кольцевого профиля
			ГОСТ 10884 СТБ 1706	Стержневая периодического серповидного профиля
S1200	A1200	A-VII	ГОСТ 10884 СТБ 1706	Стержневая периодического серповидного профиля
			ГОСТ 5781	Стержневая периодического кольцевого профиля
S1400	диаметром 3, 4, 5 мм B-II	B-II	ГОСТ 7348	Проволока гладкая
	диаметром 3, 4, 5 мм B _p -II	B _p -II		Проволока с вмятинами
	K-7	K-7	ГОСТ 13840	Канаты
	K-19	K-19	ТУ 14-4-22	Канаты

В табл. 2.3 и 2.4. конкретный вид стержневой арматуры (горячекатаной, термомеханически упрочненной) не указывается, при ее обозначении используется обозначение соответствующего класса горячекатаной арматуры (например, под классом A800 подразумевается арматура классов A800, Ат800К, Ат800СК).

Арматуру ненапрягаемую подразделяют на классы S240, S400, S500. Арматуру класса S240 изготавливают с гладким профилем путем горячей прокатки арматуры класса S400 с конфигурацией периодического профиля в соответствии с рис. 2.1, а, класса S500 с конфигурацией периодического профиля в соответствии с рис. 2.1, а, б, в.

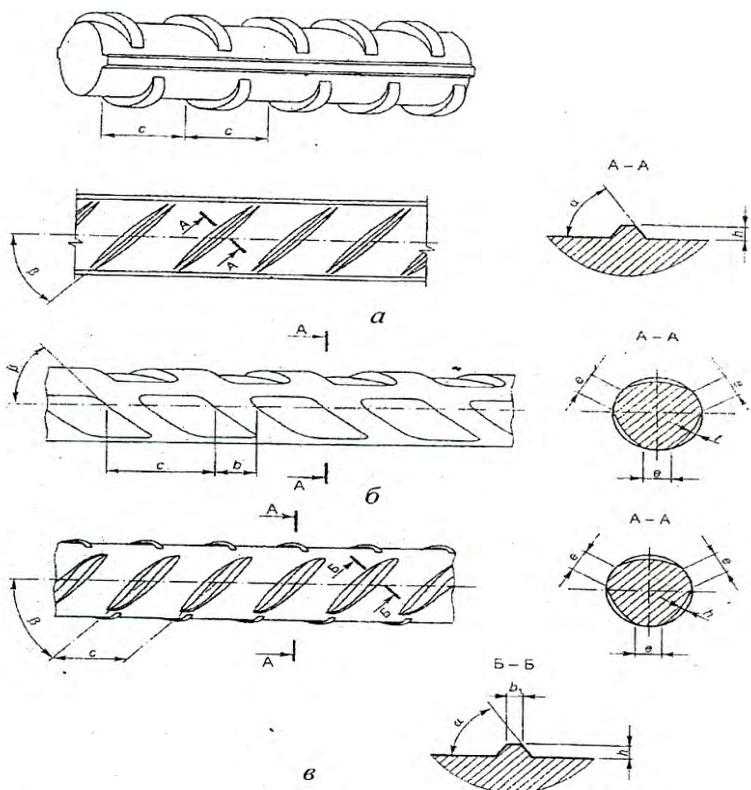


Рис. 2.1. Конфигурация арматуры периодического профиля:
а – класса S400 или S500 *б, в* – класса S500;

α – угол наклона фронтальной поверхности поперечного ребра; β – угол наклона поперечного ребра; b_1 – толщина ребра; c – шаг ребер; e – ширина продольного ребра; h – высота ребра; b – ширина проекции ребра на продольную ось

Условное обозначение арматуры состоит из диаметра, класса арматуры и обозначения стандарта.

Примеры условного обозначения

1. Арматура диаметром 5 мм, класса S500, изготовленная по СТБ 1704–2006: 5 S500 СТБ 1704–2006.

2. Арматура диаметром 20 мм, класса S240, изготовленная по СТБ 1704–2006: 20 S240 СТБ 1704–2006.

Стержни арматуры класса S240 изготавливают из углеродистой стали Ст. 3, а для арматуры классов S400–S800 используют легированные стали.

Механические характеристики арматуры классов S240–S500 должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 2.5.

Таблица 2.5

Механические свойства арматуры классов S240–S500

Наименование показателя	Класс арматуры			
	S240	S400	S500 ¹	
Профиль	Гладкий	См. рис. 2.1, а	См. рис. 2.1, а	См. рис. 2.1, б, в
Номинальный диаметр $d_{\text{ном}}$, мм	6–40	6–40	6–40	4–16
Физический или условный предел текучести R_e , МПа, не менее	240	400	500	500
Отношение временного сопротивления разрыву к физическому или условному пределу текучести R_m / R_e , не менее	1,6	1,25	1,08	1,05 ²
Полное относительное удлинение при максимальной нагрузке A_{gt} , %, не менее	–	–	5,0	2,5 ³
Относительное удлинение δ_5 , %, не менее	25	16	14	12 ⁴
Испытания на изгиб в холодном состоянии: – угол изгиба, ° – диаметр оправки, мм	180° 0,5 $d_{\text{ном}}$	90° 3 $d_{\text{ном}}$	90° 3 $d_{\text{ном}}$	180° ⁵ 3 $d_{\text{ном}}$

¹ Для арматуры класса S500, изготовленной путем холодного деформирования, все механические свойства принимать как для арматуры класса S500, выполненной по рис. 2.1, б.

² Для арматуры диаметром 4,0; 5,0; 5,5 мм R_m / R_e принимается не менее 1,03.

³ Для арматуры диаметром 4,0; 5,0; 5,5 мм A_{gt} принимается не менее 1,5 %.

⁴ Для арматуры диаметром 4,0; 5,0 мм контролируется δ_{100} , принимаемое не менее 2,5 %.

⁵ Для арматуры диаметром 4,0; 5,0 мм выполняют испытания на перегиб по ГОСТ 1579–80. Минимальное количество перегибов – 5.

Арматура, предназначенная для предварительного напряжения при изготовлении железобетонных конструкций, подразделяется по прочности на классы S800, S1200, S1400 (см. рис. 2.2, 2.3, 2.4).

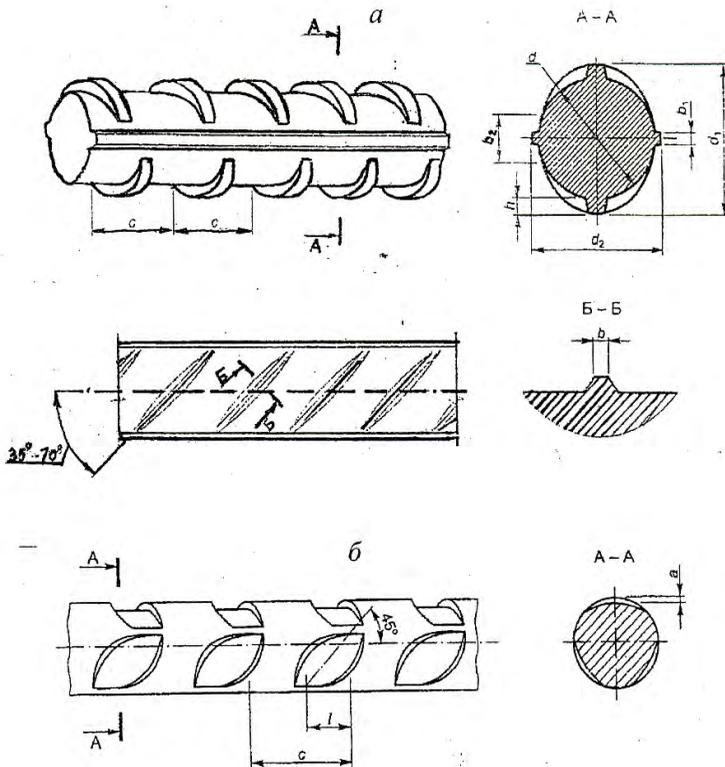


Рис 2.2. Конфигурация периодического профиля арматуры:
 а – класс S800 и S1200; б – класс S1400; a – глубина углубления;
 c – шаг ребер; l – проекция углубления на продольную ось

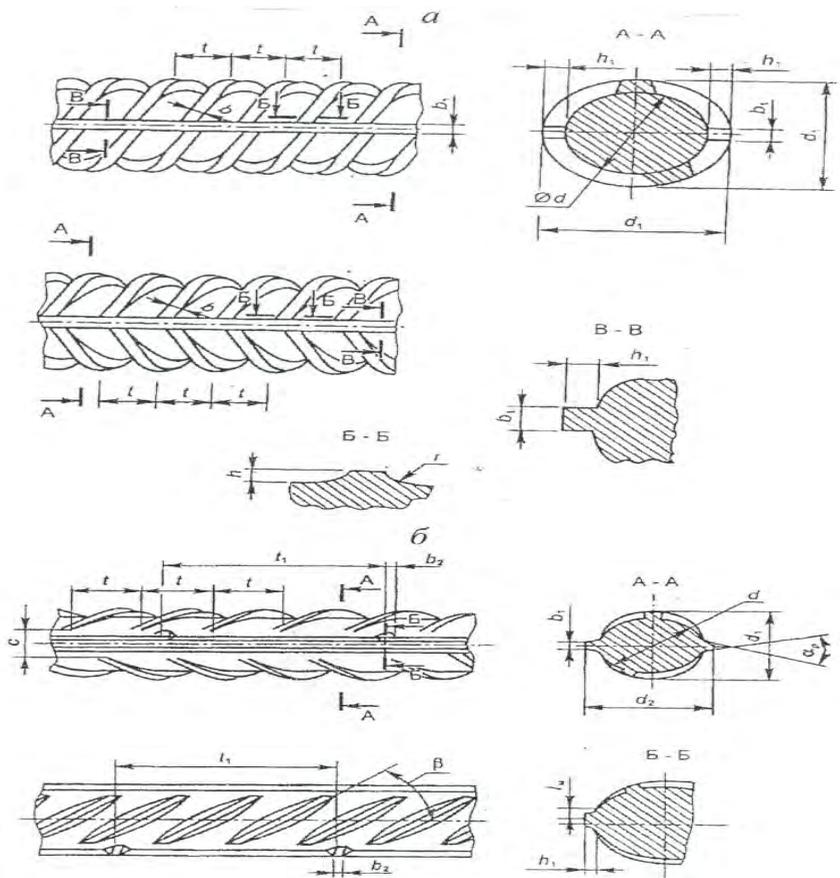


Рис. 2.3. Арматурная сталь, применяемая для изготовления
напрягаемых элементов:
a – стержневая горячекатаная периодического профиля;
б – стержневая термомеханически упрочненная серповидного профиля

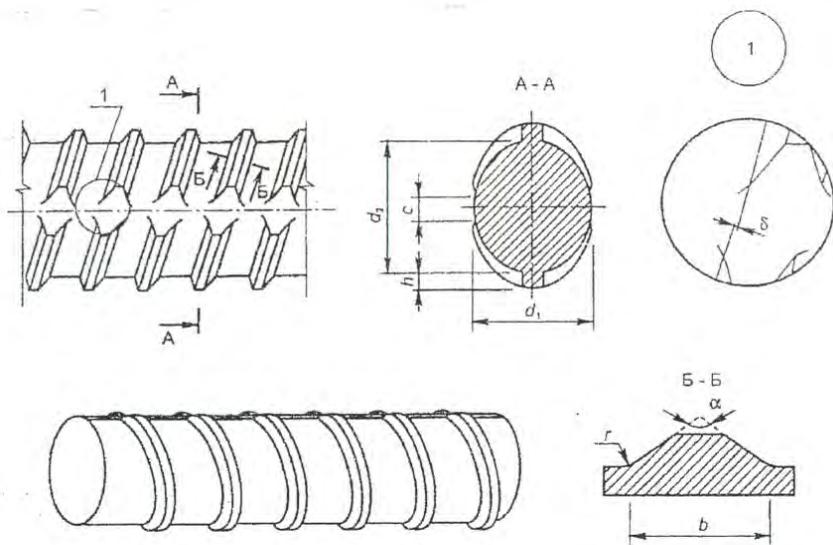


Рис. 2.4. Арматурная сталь винтового профиля

Арматуру классов S800 и S1200 изготавливают в виде стержней с периодическим профилем, класса S1400 – в виде проволоки с гладким или периодическим профилем (рис. 2.5)

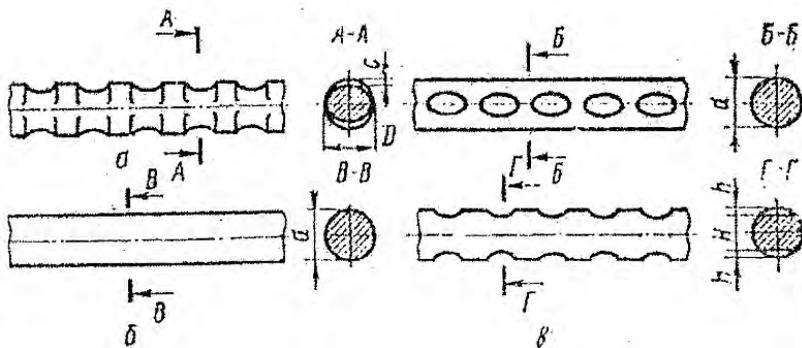


Рис. 2.5. Проволочная арматура Вр-I (а), В-I, В-II (б) и Вр-II (в)

Механические свойства арматуры классов S800 и S1200 должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 2.6, класса S1400 – в табл. 2.7.

Таблица 2.6

Механические свойства арматуры классов S800 и S1200

Наименование показателя	Класс арматуры	
	S800	S1200
Номинальный диаметр $d_{ном}$, мм	10–40	10–40
Условный или физический предел текучести R_e , МПа, не менее	800	1200
Временное сопротивление разрыву R_m , МПа, не менее	1000	1450
Полное относительное удлинение при максимальной нагрузке A_{gt} на участке 500 мм, %, не менее	3,5	
Относительное удлинение δ , %, не менее	8	6
Относительное равномерное удлинение δ_p , %, не менее	2	
Испытания на изгиб в холодном состоянии: – угол изгиба, ° – диаметр оправки, мм	45° 5 $d_{ном}$	

Таблица 2.7.

Механические свойства арматуры класса S1400

Наименование показателя	Класс арматуры S1400
Номинальный диаметр $d_{ном}$, мм	3–8
Условный или физический предел текучести R_e , МПа, не менее	1400
Временное сопротивление разрыву R_m , МПа, не менее	1750
Относительное удлинение δ_{100} , %, не менее	4
Количество перегибов для номинальных диаметров, мм, не менее: – трех – четырех – пяти	9/8 7/6 5/3

Примечание. В числителе приведены значения для арматуры с гладким профилем, в знаменателе – с периодическим.

Стальную холоднотянутую проволоку выпускают двух типов: В-I и Вр-I (ГОСТ 6727-80) из низкоуглеродистой стали – для ненапрягаемой арматуры и В-II и Вр-II (ГОСТ 7348-81) из углеродистой стали – для напрягаемой арматуры.

Буква **р** в обозначениях указывает на то, что проволока рифленая, имеет вмятины, расположенные по длине с двух противоположных сторон седловидной формы для Вр-I (см. рис. 2.5, а) и цилиндрической формы для Вр-II (см. рис. 2.5, в). Поверхность В-I и – В-II – гладкая (см. рис. 2.5, б).

Механические свойства проволоки зависят от ее диаметра. С увеличением диаметра снижается прочность и увеличивается относительное удлинение. Проволока В-I и Вр-I выпускается диаметром 3, 4 и 5 мм с временным сопротивлением разрыву 850–550 МПа. Проволока В-II и Вр-II выпускается диаметром 3, 4, 5, 6, 7 и 8 мм с временным сопротивлением разрыву соответственно 1900–1400 МПа и 1800–1300 МПа.

При изготовлении стержневой арматуры длина отдельных стержней может быть любой. Она ограничивается условиями транспортирования и удобства укладки в опалубку и формы. Нарастивание стержней осуществляют контактной стыковой сваркой.

Стержни периодического профиля выполняют без крюков. Растянутые гладкие стержни, входящие в состав вязаных сеток и каркасов, должны заканчиваться крюками или лапками (рис. 2.6).

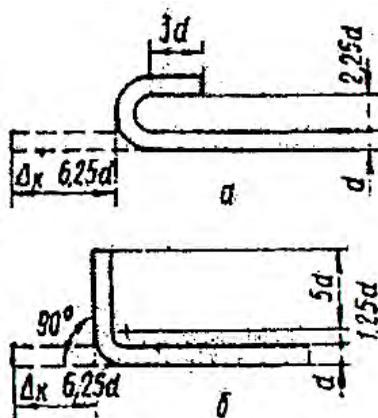


Рис. 2.6. Размеры крюка (а) и лапки (б) на концах круглых гладких стержней рабочей арматуры

Сетки для армирования железобетонных конструкций в зависимости от поставки применяют рулонные (при диаметре продольных стержней до 7 мм) или плоские (при диаметре продольных стержней 8 и более мм). Сетки изготавливают с прямоугольным контуром и взаимно перпендикулярным расположением стержней. Допустимое расстояние между осями одного направления должно быть не менее 50 мм. Ширина рулонных сеток в осях крайних продольных стержней не должна превышать 3500 мм, плоских – 2500 мм, длин l плоских сеток – 9000 мм (см. рис. 2.7).

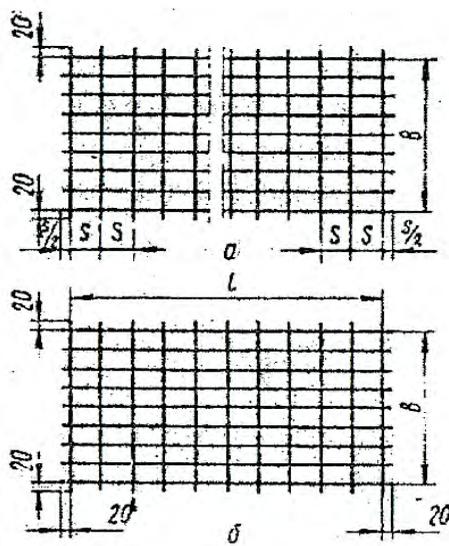


Рис. 2.7. Рулонная (а) и плоская (б) сварные сетки армирования железобетонных конструкций

Канаты стальные арматурные К-7 (ГОСТ 13840-78) применяют для изготовления напрягаемой арматуры. Канаты изготавливают из стальной углеродистой проволоки правой свивки с линейным касанием проволок. Канаты выпускают с условным диаметром, d равным 4, 5, 6, 7, 9, 12 и 15 мм (рис. 2.8, а). Длина отрезков при поставках, как правило, не менее 1000 м.

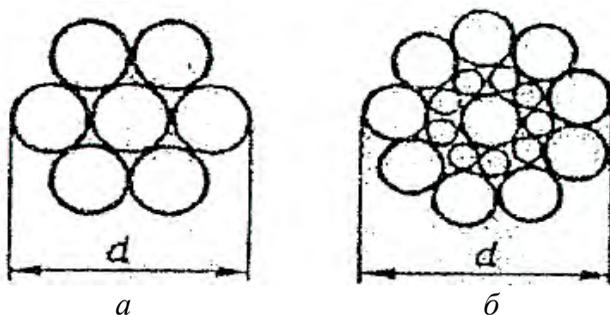


Рис. 2.8. Схема поперечного сечения стальных арматурных канатов: а – К-7; б – К-19

Канаты стальные арматурные К-19 (рис. 2.8, б) предназначены для изготовления напрягаемой арматуры. Канат состоит из центральной прямолинейной проволоки диаметром 4,2 мм, обвитой по спирали двумя слоями по девять проволок одинакового диаметра в каждом слое: в первом – проволоками диаметром 2 мм; во втором – диаметром 3,5 мм. В канатах не должно быть оборванных и перекрещивающихся проволок. Проволоки при свивке должны плотно прилегать одна к другой, иметь одинаковое натяжение и не раскручиваться после снятия перевязок.

Пространственные арматурные каркасы для армирования линейных элементов типа колонн, балок, свай и т. п. изготавливают из плоских или гнутых сеток, стержней и специальной арматуры (рис. 2.9), которые соединяют с помощью сварки.

Пространственные каркасы для армирования плоских железобетонных элементов типа плит, стеновых панелей и т.п. изготавливают следующим образом: плоские сетки, состоящие из двух продольных и расчетного количества поперечных стержней (типа «лесенка»), соединяют посредством стержней, привариваемых контактной сваркой (рис. 2.10, а); плоские сетки типа «лесенка» располагают во взаимно перпендикулярных плоскостях, а их пресечения соединяют контактной сваркой или вязкой (рис. 2.10, б).

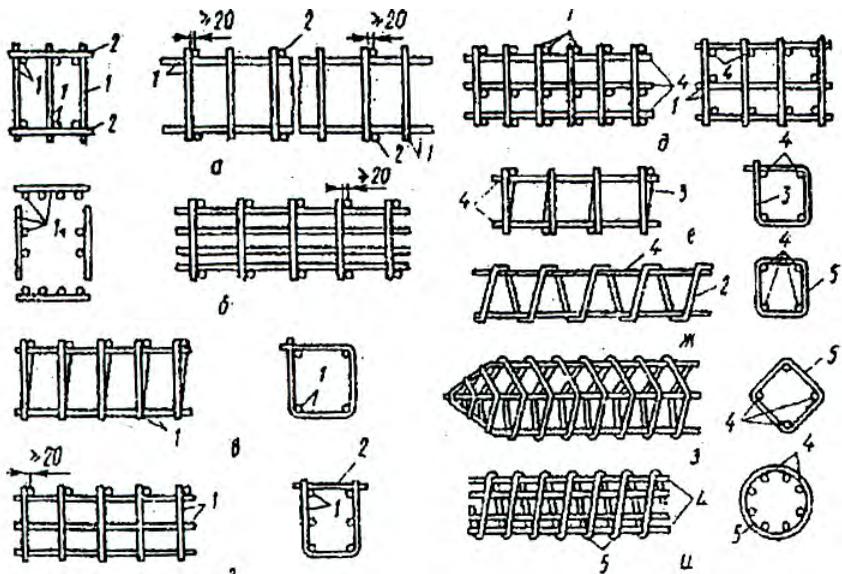


Рис. 2.9. Примеры устройства пространственных арматурных каркасов: *а* – из плоских сеток, соединенных стержнями; *б* – объединением сеток сваркой; *в, г* – из гнутых сеток; *д* – из плоских сеток и продольных стержней; *е* – из продольных стержней и хомутов; *ж, з, и* – из продольных стержней с поперечной спиральной арматурой; 1 – сетки; 2 – соединительные стержни; 3 – хомуты; 4 – стержни продольной арматуры; 5 – поперечная спиральная арматура

Пространственный каркас ребристых или плоских элементов собирают из сеток типа «лесенка» по одному из вышеперечисленных способов и дополняют одной или двумя плоскими сетками, соединяя пересечения сваркой или вязкой (2.10, в).

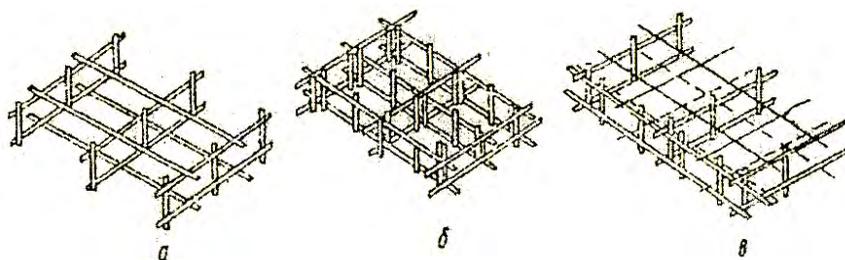


Рис. 2.10. Примеры конструкций пространственных каркасов для армирования плоских железобетонных элементов:

- а* – из плоских сеток типа лесенка и соединительных стержней;
б – из плоских сеток типа лесенка одного направления и таких же сеток другого направления, но меньшей высоты; *в* – то же, с добавлением одной или двух плоских сеток

Для соединения железобетонных конструкций между собой и крепления к ним элементов различного назначения (ограждений, элементов сетей, оборудования и т. п.) применяют закладные детали.

Они состоят из одного или нескольких стальных элементов и устанавливаются в опалубочные формы до бетонирования. Закладные детали закрепляют в бетоне с помощью анкерных стержней или приваривают к рабочей арматуре.

Применяют закладные детали двух типов: из листового, сортового или фасонного проката с приваренными анкерами (рис. 2.11) и состоящие только из листового, сортового или фасонного проката (в том числе и штампованные).

Закладные детали могут иметь устройства для крепления к формам (например, отверстия в пластинах), упоры для работы на сдвиг, арматурные коротыши, служащие для фиксации положения рабочей арматуры или самой закладной детали, болты для соединения сборных элементов и т. п. Для закладных и накладных деталей применяют прокатанную углеродистую сталь марки С 38/23 по ГОСТ 380–71. Анкеры закладных деталей изготавливают преимущественно из арматуры классов S400 и S500. Анкеры из арматурной стали класса S240 должны иметь на концах крюки, шайбы или высаженные головки. Закладные детали должны иметь антикоррозионное защитное покрытие.

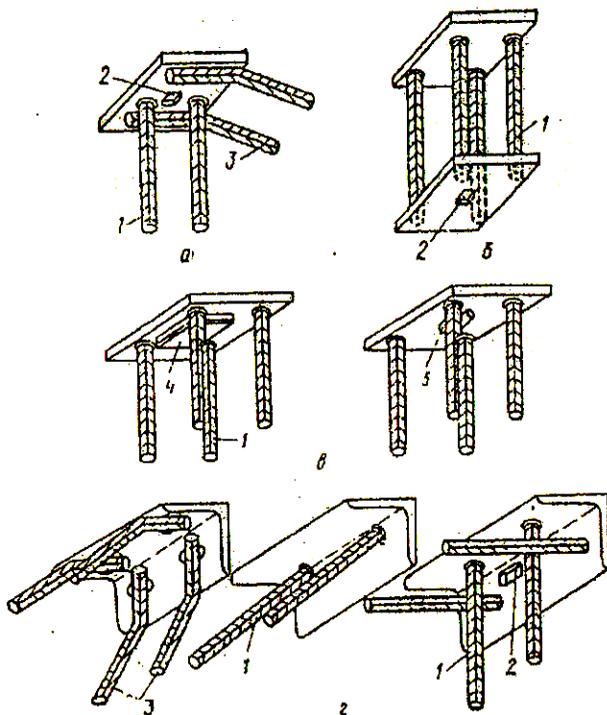


Рис. 2.11. Примеры конструкций закладных деталей:
а – деталь с касательными и нормальными анкерами;
б – деталь типа двойной столик; *в* – деталь типа столик;
г – детали с применением угловой стали;
 1, 3 – нормальные и касательные анкера (приваренные в тавр и внахлестку); 2 – отверстие для фиксации;
 4 – упор, работающий в двух направлениях;
 5 – упор, работающий в одном направлении

Строповочные устройства

Предназначены для захвата и подъема элементов сборных железобетонных конструкций грузозахватными приспособлениями при снятии их с форм, а также при погрузочно-разгрузочных и монтажных работах. Наиболее распространенные строповочные устройства – петли (рис. 2.12).

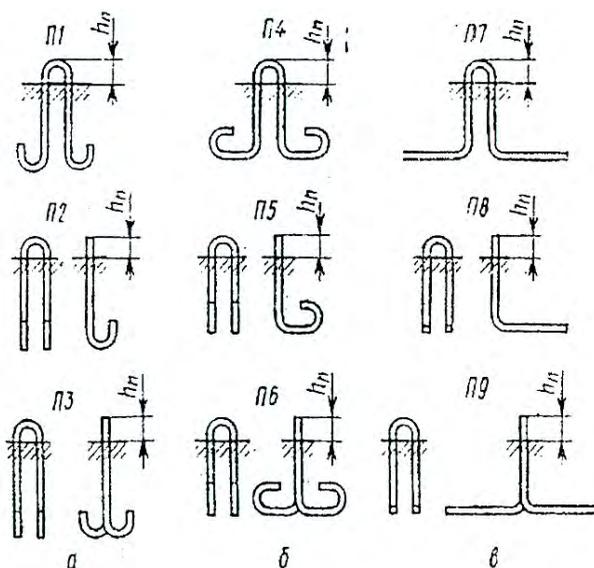


Рис. 2.12. Строповочные петли:

а – из арматурной стали класса S240, свободно размещаемые в изделии;
б, в – из арматурной стали класса S240, размещаемые в стесненных условиях

Высоту проушины петли h_n в зависимости от диаметра стержня d принимают равной $h + d$, где h принимает значение 60, 80, 150 мм, а d – соответственно 6–18, 20–22, 25–32 мм.

Для изготовления строповочных петель применяют арматурную сталь класса S240 марок БСтЗсп и ВСтЗпс.

Фиксаторы арматуры и закладных деталей

Фиксаторы арматуры и закладных деталей применяют для фиксации проектного положения арматуры и закладных деталей. Это приспособления однократного использования, остающиеся, извлекающиеся из бетона до и после его твердения, а также специальные детали, прикрепляемые к поверхности формы или опалубки и не препятствующие извлечению железобетонного элемента из формы или снятия с него опалубки.

Применяют фиксаторы (рис. 2.13), обеспечивающие заданную толщину защитного слоя бетона для арматуры или заданные расстояния между арматурными изделиями и стержнями, а также обеспечивающие одновременно оба требования.

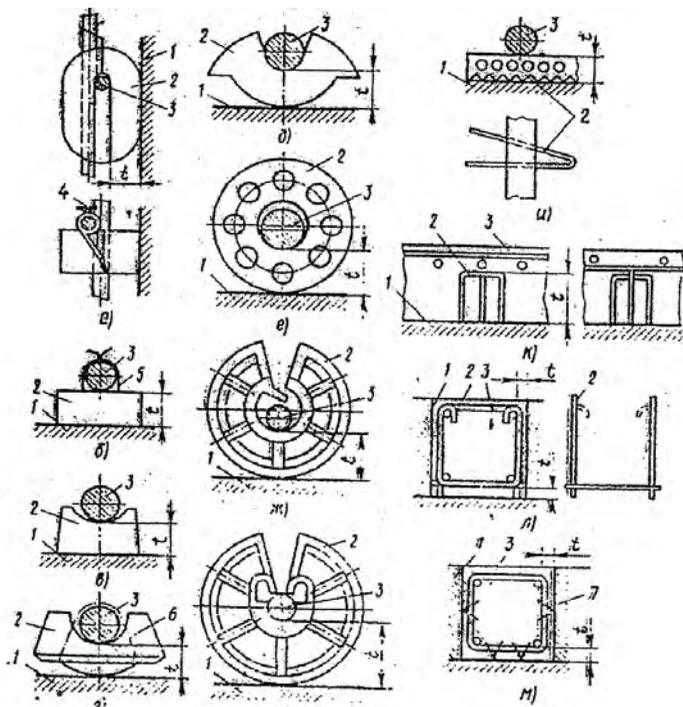


Рис. 2.13. Фиксирующие устройства однократного использования, обеспечивающие требуемую толщину защитного слоя бетона:
а, б, в – фиксаторы с большой поверхностью контакта с формой, изготовленные из цементно-песчаного раствора;
д – то же, из асбестоцемента; *е, ж, з* – то же, из арматурной стали;
1 – рабочая поверхность формы; *2* – фиксатор; *3* – фиксируемая арматура;
4 – скрутка из вязальной проволоки; *5* – вязальная проволока, заделанная в фиксатор; *б* – эластичное кольцо; *7* – упоры, привариваемые к арматуре

Толщину защитного слоя t , как правило, принимают кратной 5 мм. Запрещается применять в качестве фиксаторов обрезки арматурных стержней, стальные пластины, деревянные элементы и т. п.

В железобетонных конструкциях сохранность арматуры обеспечивается путем тщательной фиксации ее в формах так, чтобы отклонение фактической толщины защитного слоя от проектной не превышало предусмотренного ГОСТ 13015–83.

Для обеспечения правильного положения арматуры в форме применяют инвентарные фиксаторы многократного и однократного использования.

Для изготовления изделий, предназначенных для эксплуатации в агрессивных средах, рекомендуется использовать фиксаторы из плотного цементно-песчаного раствора с соотношением компонентов 1 : 2 или пластмассовые с точечным касанием поверхности бетона.

Замена арматуры

В железобетонных конструкциях применяют различные виды и марки сталей. Замена стали марки, указанной в проекте, сталью другой марки, а также замена стержней одного диаметра другим должны производиться с соблюдением следующих требований:

1. Выбор вида и марки стали для арматуры железобетонных конструкций должен производиться в соответствии с требованиями ТНПА.

2. При замене стержней из стали одной марки или вида стержнями другой марки стали или вида расчетная площадь сечения арматуры должна изменяться обратно пропорционально расчетным сопротивлениям запроектированной и фактически применяемой стали:

$$S_1 R_1 = S_2 R_2;$$

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{R_2}{R_1},$$

где S – площадь сечения арматурных стержней;

R – нормативные сопротивления стали.

3. При замене стержней одного диаметра стержнями другого диаметра из стали той же марки суммарная площадь сечения арматуры должна быть равновелика площади сечения, предусмотренной проектом:

$$\sum S_1 = \sum S_2,$$

где S – площадь сечения арматурных стержней.

4. Замена арматуры может быть оценена коэффициентом замены

$$K_3 = 1 + \frac{Q_3 - Q_n}{Q_n},$$

где Q_n – вес арматурной конструкции запроектированной согласно требованиям конструктора;

Q_3 – вес конструкции с вариантом замены арматуры.

Литература

1. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов без предварительного напряжения арматуры к СНиП 2.03.01–84. – М. : Стройиздат, 1989. – 192 с.

2. Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия : ГОСТ 5781–82.

3. Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций. Технические условия : ГОСТ 10884–94.

4. Проволока из углеродистой стали для армирования предварительно напряженных железобетонных конструкций. Технические условия : ГОСТ 7348–81.

5. Проволока из низкоуглеродистой стали холоднотянутая для армирования железобетонных конструкций. Технические условия : ГОСТ 6727–80.

6. Канаты стальные арматурные К7. Технические условия : ГОСТ 13840–68.

7. Сетки сварные для железобетонных конструкций. Технические условия : ГОСТ 8478–81.

8. Арматурные и закладные изделия сварные, соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций : ГОСТ 10922–90.

9. Руководство по производству арматурных работ. – М. : Стройиздат, 1977. – 255 с.

10. Бетонные и железобетонные конструкции : СНБ 5.03.01-02.

11. Изменение № 1 СНБ 5.03.01–02.
12. Производство сборных бетонных и железобетонных изделий : СНБ 5.03.02–03.
13. Изделия из тяжелого бетона предварительно напряженные. Правила изготовления : ТКП 45–5.03–12–2005.
14. Сталь арматурная горячекатаная, упрочненная вытяжкой : СТБ 1701–2006.
15. Арматура ненапрягаемая для железобетонных конструкций. Технические условия : СТБ 1704–2006.
16. Арматура напрягаемая для железобетонных конструкций. Технические условия : СТБ 1706–2006.
17. Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры : ГОСТ 14.098–91.
18. Арматура холоднодеформированная гладкая из низкоуглеродистой стали для железобетонных изделий : СТБ 1341–2002.
19. Несущие и ограждающие конструкции : СНиП 3.03.01–87.
20. Производство бетонных работ на строительной площадке : П2–2000 к СНиП 3.03.01–87.
21. Мадатян, С. А. Арматура железобетонных конструкций / С. А. Мадатян. – М. : Воентехлит, 2000. – 256 с.
22. Проволока. Метод испытания на перегиб : ГОСТ 1579–80.

Практическая работа № 3

ЭЛЕКТРОДЫ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ АРМАТУРЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Цель работы: приобрести навыки качественного применения электродов для дуговой сварки арматуры.

Содержание работы

Электроды для ручной дуговой сварки арматуры выпускают в виде стальных стержней со специальным защитным покрытием, а для полуавтоматической и автоматической – в виде бухт (мотков) из сварочной проволоки.

Электроды стержневые со специальным защитным покрытием для ручной дуговой сварки арматуры изготавливают согласно ГОСТ 9466–75 и ГОСТ 9467–75. В качестве материала стержней электродов используют низкоуглеродистую стальную проволоку Св–08, Св–08А и Св–08ГА согласно ГОСТ 2246–70 (табл. 3.1).

Согласно ГОСТ 9466–75 стержневые электроды выпускают диаметром 1,6–12 мм, длиной 200–450 мм. При сварке арматуры наиболее часто применяют электроды следующих размеров (рис. 3.1): $d = 2,5$ и 3 мм при $L = 350$ мм; $d = 4$ мм при $L = 350$ мм или 450 мм; $d = 5, 6, 8, 10$ и 12 мм при $L = 450$ мм.

В состав специального защитного покрытия входят вещества, стабилизирующие горение сварочной дуги, защищающие от воздействия атмосферных газов, раскисляющие и легирующие сталь сварной ванны, а также связующие.

К стабилизаторам относятся углекислый калий K_2CO_3 (поташ), мел $CaCO_3$, диоксид титана TiO_2 (рутил). При высоких температурах эти вещества разлагаются, а затем калий К, кальций Са, титан Тi отдают электроны в газовый столб сварочной дуги, т. е. ионизируют его.

Таблица 3.1

Химический состав сварной проволоки по ГОСТ 2246–70

Марка сварочной проволоки	Содержание элементов, %										
	Углерод С	Марганец Mn	Кремний Si	Хром Cr	Никель Ni	Сера S	Фосфор P	Алюминий Al	Титан Ti	Церий Ce	Цирконий Zr
Св–08	Менее 0,1	0,35–0,60	Менее 0,03	Не более 0,15	Не более 0,3	Не более 0,04	Не более 0,04	Менее 0,01	–	–	–
Св–08А	То же	0,35–0,60	Менее 0,03	Не более 0,12	Не более 0,025	Не более 0,025	Не более 0,03	Менее 0,01	–	–	–
Св–08ГА	То же	0,8–0,11	Менее 0,06	Не более 0,1	Не более 0,25	Не более 0,03	Не более 0,03	–	–	–	–
Св–10ГА	Менее 0,12	1,1–1,4	Менее 0,06	Не более 0,2	Не более 0,3	Не более 0,025	Не более 0,03	–	–	–	–
Св–20 ГСТЮА	0,17–0,23	0,9–1,2	0,6–0,9	Не более 0,3	Не более 0,4	Не более 0,025	Не более 0,02–0,03	Не более 0,2–0,5	Не более 0,1–0,2	0,3–0,45	–
Св–15 ГСТЮЦА	0,12–0,18	0,6–1,0	0,45–0,85	Не более 0,3	Не более 0,4	Не более 0,025	Не более 0,02–0,03	Не более 0,2–0,5	Не более 0,05–0,2	Более 0,04	Не более 0,05–0,15
Св–10Г2	Менее 0,1	1,5–1,9	Менее 0,06	Не более 0,2	Не более 0,3	Не более 0,03	Не более 0,03	–	–	–	–
Св–08АА	Менее 0,1	0,35–0,6	0,03	Не более 0,1	Не более 0,25	Не более 0,02	Не более 0,02	Менее 0,01	–	–	–
Св–08Г2С	0,05–0,11	1,8–2,1	0,7–0,95	Не более 0,2	Не более 0,25	Не более 0,025	Не более 0,03	–	–	–	–
Св–08ГС	Менее 0,1	1,4–1,7	0,6–0,85	Не более 0,2	Не более 0,25	Не более 0,025	Не более 0,03	–	–	–	–

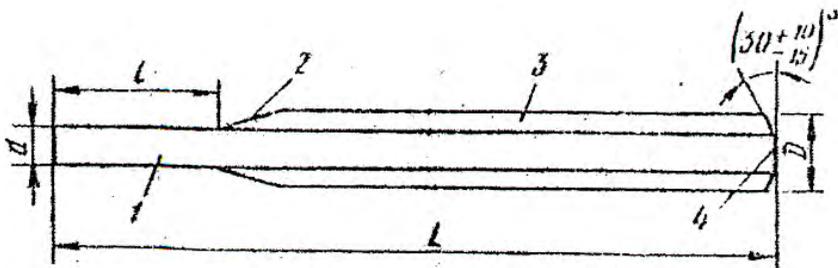


Рис. 3.1. Электрод для электросварки:
 1 – стержень; 2 – участок перехода; 3 – покрытие;
 4 – контактный торец без покрытия

Защитные вещества делятся на газообразующие (крахмал, древесная мука) и шлакообразующие (ортоклаз, флюорит, мрамор, гранит). При горении сварочной дуги первые образуют над поверхностью сварной ванны среду защитного газа CO , а вторые расплавляются и, обладая меньшей плотностью, чем расплавленная сталь, находятся на поверхности. Таким образом, расплавленная сталь в сварной ванне оказывается защищенной от воздействия атмосферных газов.

Раскисляющие вещества (алюминий, ферросилиций, ферромарганец) расплавляясь, переходят в сталь, улучшая тем самым механические свойства стали сварного шва.

Легирующие добавки (феррохром, ферромолибден, ферротитан), попадая в сталь сварной ванны, повышают ее прочность, пластичность, ударную вязкость.

Связующим наиболее часто является жидкое стекло, которое может быть также и стабилизатором горения сварочной дуги.

При сварке арматуры применяют электроды с покрытием следующих видов: рутиловым, рутиловым с железным порошком, фтористо-кальцевым (основным), фтористо-кальцевым с железным порошком.

По толщине специального защитного покрытия выпускают следующие марки электродов: с тонким покрытием (условный индекс М), средним покрытием (С), толстым покрытием (Д) и особо толстым покрытием (Г).

Характеристикой покрытия служит отношение D / d (см. рис. 3.1).

- для электродов с тонким покрытием $D/d < 1,2$;
- для электродов со средним покрытием $1,2 < D/d < 1,45$;
- для электродов с толстым покрытием $1,45 < D/d < 1,8$;
- для электродов с особо толстым покрытием $D/d > 1,8$.

В зависимости от механических характеристик стали, а также содержания в ней серы и фосфора электроды делятся на типы, приведенные в табл. 3.2.

Специальное защитное покрытие электрода должно быть однородным, прочным, плотным, без трещин, вздутий и наплывов, включений неразмешанных компонентов, отколов. От контактного торца электрод I группы может не иметь покрытия на длину не более половины диаметра, но не более 3 мм.

Таблица 3.2

Характеристики электродов, применяемых при арматурных работах в строительстве

Тип электродов	Механические характеристики металла шва или наплавленного металла при использовании электродов диаметром $>2,5$ мм		
	Временное сопротивление разрыву δ_b , МПа	Относительное удлинение δ , %	Ударная вязкость, Дж / см ²
Э42	420	18	80
Э42А	420	22	150
Э46	460	18	80
Э46А	460	22	140
Э50	500	16	70
Э50А	500	20	130
Э55	550	20	120
Э60	600	18	60

Примечание. Цифра в индексе электрода обозначает прочность на разрыв наплавленного металла или шва в МПа, которой можно достичь, применяя данный электрод. Буква «А» означает, что электрод повышает пластичность и ударную вязкость металла шва.

На поверхности покрытия электродов I и II групп допускаются следующие дефекты:

- продольные волосные трещины и местные сетчатые растрескивания – не более двух на электрод, при этом длина одной трещины или участка растрескивания должна быть не более 15 мм для электродов I группы и не более 10 мм – для электродов II группы;

- поры диаметром не более 1,5 толщины покрытия: для электродов I группы – не более трех штук на 100 мм его длины, а для электродов II группы – не более двух штук на 100 мм его длины;

- продольные риски глубиной до 1/4 толщины покрытия в количестве не более четырех штук, при общей протяженности не более 25 мм на одном электроде;

- местные вмятины глубиной 1/2 толщины покрытия в количестве не более четырех штук на одном электроде;

- разность толщины покрытия диаметрально противоположных участков не должна превышать для электродов диаметром 6 мм и более: для I группы – 0,3 мм, для II группы – 0,27 мм, для III группы – 0,24 мм.

Толщина специального защитного покрытия электрода определяется в трех местах на расстоянии 50–100 мм одного от другого по длине. Толщину покрытия измеряют с погрешностью не более 0,01 мм.

Прочность специального защитного покрытия определяют путем сбрасывания на гладкую стальную плиту электродов диаметром более 4 мм с высоты 0,5 м, электродов диаметром менее 4 мм – с высоты 1 м. При этом отколы покрытия могут иметь суммарную протяженность не более 5 % от длины покрытой части электрода.

Для сварки разнородных сталей выбор электродов нужно производить для марки стали меньшей прочности.

В случаях, когда один из соединяемых арматурных элементов выполнен из стали Ст. 3, а другой – из среднеуглеродистой или низкоуглеродистой стали либо в соединении имеется хотя бы один арматурный элемент из стали Ст. 5 или 35ГС, нужно применять электроды Э42А – для соединений с протяжными швами и Э50А–Э55 для соединений с заваркой торцов стержней.

При отсутствии электродов, предназначенных для сварки при питании дуги переменным током, можно, в виде исключения, использовать электроды, рассчитанные на применение при питании

дуги только постоянным током. Для этого помимо сварочного трансформатора надлежит включить в сварную цепь осциллятор.

Заменять электроды на другие, понижающие прочность металла шва, не допускается без согласования с проектной организацией. Однако во всех случаях нельзя заменять электроды с фтористо-кальцевым покрытием Э42А–Э55 на электроды с рутиловыми покрытиями Э42–Э46.

Электроды с фтористо-кальцевым покрытием Э42А–Э55 можно использовать лишь для сварки при предельно короткой дуге.

Для наплавки швов на швы, ранее наплавленные электродами неизвестной марки, необходимо применять электроды с рутиловым покрытием (Э42 или Э46). Если в соединении имеются арматурные стержни класса S400 или более высокого класса, то ранее сваренные швы или точки должны быть полностью удалены, а новые швы или точки – наплавлены электродами с фтористо-кальцевыми покрытиями.

При длительном (более трех месяцев) хранении на складе или хранении более пяти суток на месте производства работ электроды следует подвергать прокалке в электрическом шкафу, даже при отсутствии визуально заметной влажности покрытия. Прокалку электродов в пламенных печах не допускается. Прокалку электродов Э42 следует производить при температуре 180 °С в течение 1 ч, а электродов Э42А–Э55 – при температуре 400–450 °С в течение 1–2 ч.

При обнаружении влажности покрытия или большой влажности швов такая прокалка электродов обязательна независимо от срока хранения электродов.

Электроды диаметром до 4 мм рекомендуется применять для сварки в потолочном положении, а диаметром 5 мм – для сварки в вертикальном и нижнем положении.

При хранении на месте производства работ электроды должны находиться в водонепроницаемых закрывающихся коробках, которые не должны оставаться на рабочем месте по окончании рабочей смены.

Литература

1. Мисник, И. Б. Ручная дуговая сварка металлов / И. Б. Мисник. – М. : Высшая школа, 1981. – 207 с.

2. Костяев, П. С. Материаловедение для арматурщиков-бетонщиков и арматурщиков-электросварщиков / П. С. Костяев. – М. : Высшая школа, 1985. – 191 с.

3. Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки стали и наплавки. Классификация и общие технические условия: ГОСТ 9466–75.

4. Электроды металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы : ГОСТ 9467–75.

5. Проволока стальная сварочная. Технические условия : ГОСТ 2246–70.

6. Руководство по производству арматурных работ. – М. : Стройиздат, 1977. – 255 с.

Практическая работа № 4

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНОГО РАСТВОРА В ПОСТРОЕЧНЫХ УСЛОВИЯХ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Цель работы: приобрести навыки качественного приема строительного раствора на реконструируемый объект.

Содержание работы

Раствор строительный – искусственный камневидный материал, представляющий собой затвердевшую смесь вяжущего, мелкого заполнителя, необходимых добавок и воды.

Растворная смесь, готовая к применению (РСГП) – перемешанная смесь вяжущего, необходимых добавок, мелкого заполнителя и воды, полностью затворенная водой.

Растворная смесь предварительного изготовления (РСПИ) – перемешанная и частично затворенная водой до подвижности 1–3 см смесь вяжущего, необходимых добавок и мелкого заполнителя, затворяемая водой перед применением.

Растворная смесь сухая (РСС) – перемешанная смесь сухих компонентов (вяжущего, мелкого заполнителя и необходимых добавок), затворяемая перед применением водой или водной дисперсией полимеров.

Классификация растворных смесей и строительных растворов. Их условное обозначение

1. Растворные смеси классифицируют по степени готовности:
 - на растворные смеси, готовые к применению;
 - растворные смеси предварительного изготовления;
 - растворные смеси сухие.
2. По назначению растворы подразделяют:
 - на монтажные (кладочные);
 - штукатурные;
 - облицовочные;
 - растворы для стяжек.

3. По применяемым вяжущим растворы подразделяют:

– на простые (на вяжущем одного вида – цементные, известковые, гипсовые);

– сложные (на смешанных вяжущих).

4. По средней плотности растворы подразделяют:

– на тяжелые;

– легкие.

Условное обозначение растворной смеси при заказе должно состоять из сокращенного обозначения смеси по степени готовности, назначения раствора, вида применяемого вяжущего, марки по прочности на сжатие, марки смеси по подвижности и обозначение стандарта.

При обозначении подвижности смеси должны быть указаны:

– марка по подвижности на месте применения (рабочая подвижность);

– значение подвижности на период транспортирования (транспортная подвижность для смесей предварительного изготовления).

Примеры условного обозначения:

1. Растворная смесь предварительного изготовления, кладочная, на цементном вяжущем марки по прочности М75, марки по подвижности Пк2, с транспортной подвижностью 3 см:

РСПИ, кладочная, цементная, М75, Пк2(3), СТБ 1307–2002.

2. Растворная смесь сухая штукатурная, с толщиной наносимого покрытия менее 5 мм, на цементном вяжущем, марки по прочности М75, марки по подвижности Пк2:

РСС, штукатурная (менее 5 мм), цементная, М75, Пк2, СТБ 1307–2002.

Технические требования

Растворные смеси приготавливают в соответствии с требованиями технологической документации. Определение подвижности, плотности растворной смеси и прочности на сжатие являются обязательными для всех видов раствора.

В зависимости от растворной подвижности растворные смеси подразделяют на марки в соответствии с табл. 4.1.

Марки растворных смесей

Марка по подвижности	Норма подвижности по погружению конуса, см
Пк1	От 1 до 4 см включительно
Пк2	Свыше 4 до 8 см включительно
Пк3	Свыше 8 до 12 см включительно
Пк4	Свыше 12 до 14 см включительно

Подбор состава растворных смесей (РСГП, РСПИ) должен осуществляться с учетом возможной потери подвижности в период транспортирования. Сроки использования растворных смесей должны определяться потребителем при заказе. При прогнозировании использования растворных смесей РСГП, содержащих цементное вяжущее, позднее 2 ч с момента приготовления в их состав следует вводить добавки, заменяющие схватывание растворной смеси. Запрещается добавлять воду в схватившиеся растворные смеси.

Нормируемые показатели качества растворов должны быть обеспечены в проектном возрасте.

За проектный возраст растворов, если иное не установлено в проектной документации, следует принимать:

- 7 сут – для растворов, приготовленных без применения гидравлических вяжущих;
- 28 сут – для растворов, приготовленных с применением гидравлических вяжущих.

Прочность растворов на сжатие в проектном возрасте характеризуется марками М4, М10, М50, М75, М100, М150, М200. Марку прочности на сжатие назначают и контролируют для всех видов растворов.

Средняя плотность в проектном возрасте должна быть для растворов:

- тяжелых – 1500 кг/м^3 и более;
- легких – менее 1500 кг/м^3 .

Морозостойкость растворов характеризуют марками по морозостойкости F10, F15, F25, F35, F50, F75, F100, F150, F200.

Нормируемое значение средней плотности раствора, марку раствора по прочности на сжатие, морозостойкости, прочности сцепления с основанием, прочность на растяжение при изгибе устанавливают в нормативно-технической, технологической или проектной документации.

Для растворов марок по прочности на сжатие М4 и М10, а также для растворов, приготовленных без применения гидравлических вяжущих, марки по морозостойкости не назначают и не контролируют.

Определение подвижности и плотности растворной смеси

Подвижность растворной смеси – это способность легко растекаться по поверхности камня тонким слоем и заполнять все неровности основания. Степень подвижности растворной смеси определяют с помощью прибора по глубине погружения в растворную смесь стального эталонного конуса.

Для определения подвижности раствора конус наполняют смесью на 1 см ниже уровня его краев. Уложенный раствор штыкуют 25 раз стержнем диаметром 10–12 мм и встряхивают 5–6 раз легким постукиванием сосуда о стол. Острие конуса приводят в соприкосновение с поверхностью раствора в сосуде, делают отсчет и опускают конус. После того как конус перестанет опускаться, снимают второй отсчет.

Подвижность растворной смеси будет соответствовать глубине погружения конуса в раствор в сантиметрах и определяют как разность между вторым и первым отсчетом.

Плотность растворной смеси определяют с помощью цилиндрического сосуда объемом 1 л. Сосуд наполняют растворной смесью, после этого смесь уплотняют 25-кратным штыкованием стальным стержнем диаметром 10–12 мм с последующим встряхиванием сосуда 5–6 раз и легким постукиванием его о стол. Сосуд со смесью взвешивают и из полученного значения вычисляют массу сосуда.

Определение прочности раствора

Основным качественным показателем строительного раствора является его марка по прочности, которую определяют путем испытания в возрасте 28 суток трех образцов-кубов размером 70,7 × 70,7 × 70,7 мм.

При испытании растворной смеси подвижностью 5 см и более образцы-кубы изготавливают в металлических формах без поддонов, установленных на кирпич, а растворных смесей подвижностью менее 5 см – в формах с поддоном.

Предел прочности на сжатие для каждого образца вычисляют как частное от деления разрушающей нагрузки (Н) на рабочую площадь образца (см²). За конечный результат принимают среднее арифметическое результатов испытаний трех образцов-кубов.

Расчет объема готовой к применению растворной смеси и предварительно изготовленной смеси

Проверка объема поставляемой смеси заключается в осуществлении контрольного взвешивания и расчета объема растворной смеси, готовой к применению, получаемой из растворной смеси предварительного изготовления по следующей зависимости:

$$V = \frac{M_{\text{тр}}}{(\rho_{\text{РСГП}} - \rho_{\text{РСПИ}})}, \text{ л/м}^3,$$

где $M_{\text{тр}}$ – масса смеси в транспортном средстве, кг;

$\rho_{\text{РСПИ}}$ – объем воды, который необходимо добавить в растворную смесь предварительного изготовления (РСПИ) для приготовления растворной смеси, готовой к применению (РСГП) требуемой подвижности (в соответствии с документом о качестве), л/м³;

$\rho_{\text{РСГП}}$ – согласованная между потребителем и изготовителем плотность растворной смеси, готовой к применению, кг/м³.

Определение прочности на сжатие раствора, взятого из швов кирпичной кладки

1. Прочность раствора определяют путем испытания на сжатие кубов с ребром 2–4 см, изготовленных из двух пластинок взятых из горизонтальных швов кирпичной кладки (см. рис. 4):

$$R = K \frac{P}{A}, \text{ Мпа,}$$

где P – разрушающая нагрузка, Н;

A – площадь поперечного сечения, мм²;

K – коэффициент, учитывающий размеры образца: $K = 0,8$ при размере грани куба 40 мм; $K = 0,65$ при размере грани куба 20 мм.

2. Пластинки изготавливают в виде квадрата, сторона каждого в 1,5 раза должна превышать толщину пластинки, равную толщине шва.

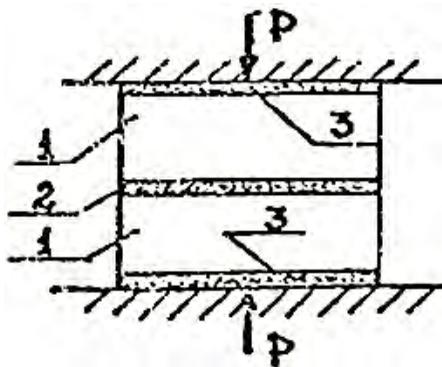


Рис. 4. Схема испытания образцов раствора, взятого из швов кирпичной кладки:

1 – квадратные пластины раствора, выпиленные из плиток, отобранных в горизонтальных швах кладки; 2 – склеивающий слой гипса; 3 – выравнивающий слой гипсового теста

3. Склеивание пластинок раствора для получения кубов с ребром 2–4 см и выравнивание их поверхностей производят при помощи тонкого слоя гипсового теста (1–3 мм).

4. Образцы следует испытывать через сутки после изготовления.

Литература

1. Смеси растворные и растворы строительные. Технические условия : СТБ 1307–2002.

2. Растворы строительные. Методы испытаний : ГОСТ 5802–86.

Практическая работа № 5

СПОСОБЫ РАЗРУШЕНИЯ БЕТОННЫХ, ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ И КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.

Цель работы: ознакомиться со способами разрушения бетонных, железобетонных и каменных конструкций при реконструкции зданий и сооружений.

Содержание работы

В состав подготовительных работ при реконструкции входят следующие работы: разборка зданий и удаление конструктивных элементов, высвобождение и расчистка места строительства с последующей вывозкой строительных отходов, складирование на площадке годных для дальнейшего использования материалов, деталей и конструкций.

В процессе разборки зданий осуществляют работы по демонтажу, разборке, частичному и полному разрушению конструкций.

Демонтаж строительной конструкции – механизированный процесс по ее удалению в неразрушенном виде с использованием грузоподъемных, такелажных и транспортных средств. В процессе демонтажа конструкций производят частичное разрушение отдельных крепежных и связевых элементов.

Разборка строительной конструкции – процесс по частичному ее разрушению с целью членения на отдельные элементы и последующей их вывозки.

Разборка зданий может быть полной или частичной. *Полная* разборка зданий и их отдельных конструктивных элементов осуществляется при сносе или значительной реконструкции зданий и сооружений, *частичная* – при капитальном ремонте здания, его отдельных частей или секций.

До начала разборки здания производят обследование технического состояния зданий и его конструкций с целью установления их фактического состояния, размеров, массы, способов соединения конструкций между собой, всех других факторов, которые способны повлиять на выбор способов производства работ.

Работы по разборке и разрушению конструкций должны выполняться в строгом соответствии с проектом производства работ

(ППР) и технологическими картами с обязательным технико-экономическим обоснованием в каждом конкретном случае.

На рис. 5.1 представлена схема последовательности разработки организационных решений по разборке зданий с учетом повторного использования конструкций и материалов.



Рис. 5.1. Схема организации процессов разрушения конструкций:
I этап – подготовка; II этап – разрушение; III этап – удаление обломков;
IV этап – повторное использование конструкций и материалов

Демонтаж и разборка зданий и сооружений может осуществляться поэлементно или укрупненными блоками. Демонтаж конструкций здания выполняют, как правило, в процессе их замены.

Строительные конструкции, подлежащие разрушению, подразделяются на полностью или частично разрушаемые.

К *полностью разрушаемым конструкциям* относятся фундаменты, разбираемые в стесненных условиях, деревянные или другие перекрытия, треснувшие своды, к *частично разрушаемым* – бетонные основания и полы, стены и перегородки, кирпичные, железобетонные покрытия и перекрытия.

К *средствам разрушающего действия* относятся навесные клин и шармолоты, импульсные водометы, отбойные молотки, бетоноломы, навесные гидро- и пневмомолоты, клиновые раскалыватели, взрывчатые вещества, гидровзрыв, электрогидравлический эффект и др.

К *средствам расчленяющего действия* относятся ручные сверлильные станки с алмазными сверлами, кислородное копье, электрические бороздоделы, газоструйное порошково-кислородное копье, порошково-кислородный резак, установки плазменной резки.

Выбор того или иного способа разборки обосновывается в каждом конкретном случае технико-экономическими расчетами (см. рис. 5.2).

Способ разрушения конструкций ударными нагрузками (рис. 5.2) применяют для разрушения сводчатых кирпичных, бетонных и железобетонных перекрытий, а также для разрушения кирпичных стен и перегородок.

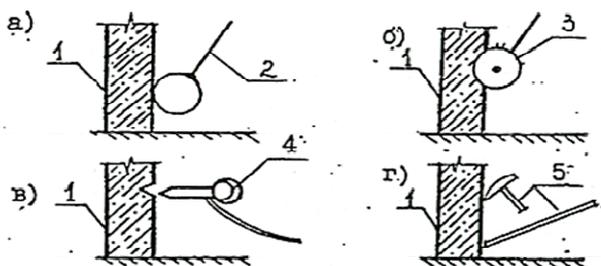


Рис. 5.2. Механический способ разрушения:

а – дробление на куски ударными нагрузками; *б* – расчленение на блоки отрезными дисками; *в* – расчленение на блоки с применением средств малой механизации; *г* – расчленение на блоки в ручную;

1 – разрушаемая конструкция; *2* – клин или шар молот; *3* – алмазный отрезной диск; *4* – пневматический или электрические молотки; *5* – кирка, лом

Обрушение отдельных сооружений и конструкций, отсекая их от основной части зданий, выполняют с помощью бульдозеров и тракторов (см. рис. 5.3).

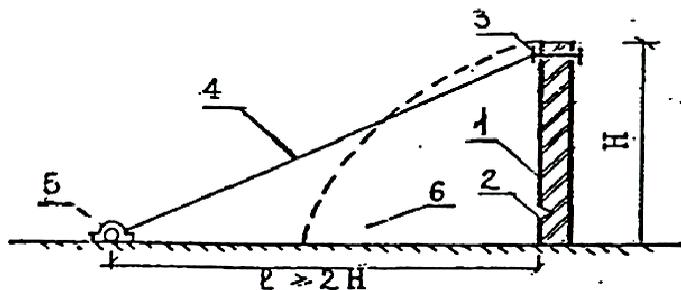


Рис. 5.3. Статический способ разрушения с последующим разрушением конструкции:

- 1 – обрушаемая конструкция; 2 – врубка на четверть толщины конструкции;
- 3 – конструкция в зоне приложения статической нагрузки; 4 – конструкции передающие усилие (тяги, упоры, балки, стойки и т. п.); 5 – устройства, создающие статическую нагрузку (лебедки, домкраты, клинья и т. п.);
- 6 – зона обрушения

Взрывные работы могут выполняться для разрушения и дробления каменных, бетонных и железобетонных конструкций (рис. 5.4). Принцип обрушения зданий сооружений на свое основание заключается в образовании взрывом сквозного подбоя по периметру здания или сооружения. В результате взрыва объект падая на свое основание, разрушается. Высота развала обычно не превышает $1/3$ высоты здания, а ширина развала в стороны за периметр здания $1/2$ высоты стен. Обрушение зданий и сооружений осуществляется зарядами в шпурах. При обрушении зданий на основание шпуры размещают в два ряда в шахматном порядке. Расстояние между шпурами в ряду составляет 80–140 %, а между рядами 75–100 % от глубины шпура.

Разрушение фундаментов взрывом может производиться на открытых площадках и внутри помещений. Взрывание фундаментов внутри здания необходимо вести только «на рыхление».

Обрушение зданий и сооружений производится на их основание или в заданном направлении (направленное разрушение). В задан-

ном направлении рекомендуется обрушать высотные сооружения и элементы (дымовые трубы, башни и т. д.), высота которых в четыре раза и более превышает размер горизонтального сечения, измеряемый в направлении от валки.

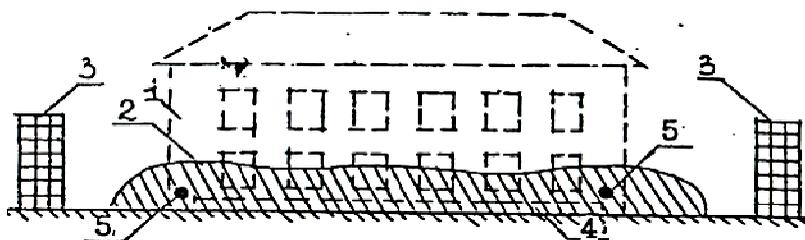


Рис. 5.4. Использование взрыва:

1 – обрушаемое здание; 2 – обрушенное здание; 3 – предохранительные экраны (тюки прессованной соломы, камыша, хвороста, связанные сеткой из стальной проволоки); 4 – предохранительный экран из тюков соломы или старых автомобильных покрышек (от сотрясения грунта); 5 – взрывчатые вещества в шпурах стен

Способ невзрывчатого разрушающего средства (НРС) основывается на увеличении его объема при гидратации, с образованием трещин в конструкции. Окончательное разрушение конструкции происходит за счет обрушения.

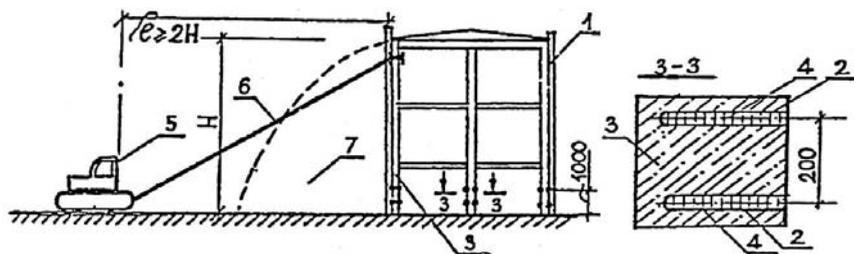


Рис. 5.5. Использование невзрывчатого средства (НРС) с последующим обрушением:

1 – обрушаемое каркасное здание; 2 – наклонные под углом 70° шпуры в колоннах, выполняемые при помощи пневмоперфораторов; 3 – железобетонные колонны; 4 – суспензия НРС, заливаемая в шпуры (через 24–28 ч твердения создается давление и образуются трещины в колоннах); 5 – трактор; 6 – стальной трос, прикрепленный к обрушаемому зданию «на удавку»; 7 – зона обрушения

Гидровзрывной способ можно применять для разрушения конструкций коробчатой формы, резервуаров и т. п., а также кирпичной кладки, бетона и железобетона, находящихся на земле (рис. 5.6). Этот способ рекомендуется применять при необходимости достижения минимального радиуса разлета осколков. Его отличие от взрывного способа состоит в том, что свободное пространство в шпуре заполняется водой или глинистым раствором.

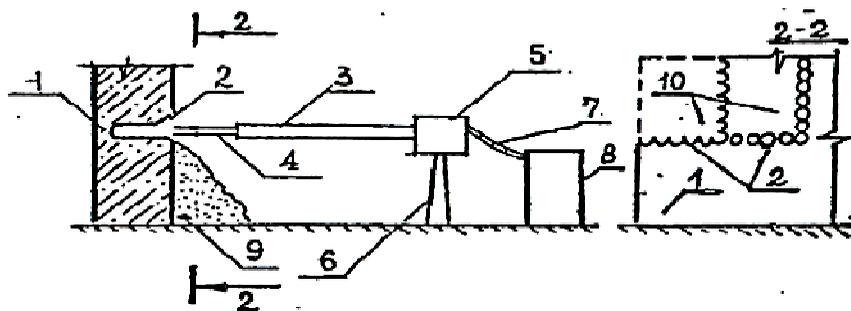


Рис. 5.6. Гидравлический способ разрушения с использованием струи воды:
 1 – конструкция, расчленяемая на блоки; 2 – отверстия, штрабы, выбиваемые в конструкции; 3 – наконечник гидропушки или гидроагрегата; 4 – струя воды;
 5 – гидропушка или гидроагрегат; 6 – приспособление для фиксации гидроагрегата; 7 – гибкий шланг, подающий воду; 8 – емкость с водой;
 9 – выбиваемый материал разрушаемой конструкции; 10 – блоки, отчлененные от разрушаемой конструкции

Термический способ разрушения монолитных конструкций основан на использовании мощного источника тепла в форме высокотемпературного газового потока или электрической дуги (рис. 5.7). Термическую резку бетона или железобетона успешно осуществляют устройством, получившим название *кислородного копья*. Принцип его действия заключается в плавлении бетона продуктами сгорания железа в струе кислорода, поступающего в сгораемую трубку в количестве, достаточном для горения и выноса шлака из прорезаемой конструкции.

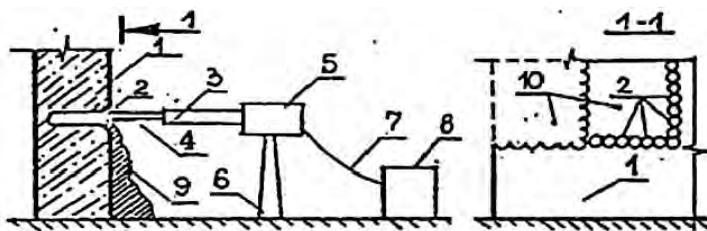


Рис. 5.7. Термический способ разрушения с использованием электрической дуги или газового потока («кислородное копье»):

- 1 – конструкция, расчленяемая на блоки; 2 – штрабы, прожигаемые в конструкции; 3 – графитовые (угольные электроды (два основных и один вспомогательный для зажимания дуги) или стальная труба ($d = 17-20$ мм), заполненная стальными прутками; 4 – электрическая дуга ($t_{гор} = 4000$ °С) или газовый поток; 5 – держатель электрода или трубы; 6 – приспособление для фиксации держателя; 7 – многожильные медные токопроводы или гибкий армированный шланг; 8 – трансформатор или баллоны с кислородом; 9 – расплав материала разрушаемой конструкции (шлак); 10 – блоки, отчлененные от разрушаемой конструкции

Электрогидравлический способ используют для разрушения монолитных бетонных и кирпичных массивов, используя установку, основанную на электрогидравлическом эффекте.

Гидроскальвание применяют для разрушения монолитных бетонных и кирпичных массивов, основано на применении гидравлических раскалывателей, представляющих клиновые устройства с гидроцилиндрами. Клиновое устройство вставляется в заранее пробуренную скважину и с помощью гидроцилиндра приводится в действие. Усилие, развиваемое гидроцилиндром, увеличивается в несколько раз с помощью клина. Разрушение происходит бесшумно и без разлета кусков. Небольшие габариты установки обеспечивают ее применение в стесненных условиях.

Литература

1. Технология реконструкции зданий и сооружений : учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» / С. Н. Леонович [и др.]. – Минск : БНТУ, 2010. – 550 с.
2. Мальганов, А. И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий : атлас схем и чертежей / А. И. Мальганов, В. С. Плевков, А. Н. Полищук. – Томск : Томский межотраслевой ЦНТИ, 1990. – 316 с.

Практическая работа № 6

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИЧИН, ВЫЗЫВАЮЩИХ НЕОБХОДИМОСТЬ УСИЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Цель работы: изучить причины, вызывающие необходимость усиления строительных конструкций при реконструкции зданий и сооружений.

Содержание работы

Причинами возникновения дефектов и аварий может быть некачественное проектирование, изготовление и монтаж конструкций, а также физический износ конструкций в результате интенсивной или длительной эксплуатации, нарушение правил эксплуатации, износ конструкций в результате поражения коррозией, внешние воздействия среды, стихийные бедствия (рис. 6.1).

Ошибки при проектировании

К наиболее распространенным ошибкам при проектировании относятся:

- неудачно выбранная расчетная схема всего здания или отдельных конструкций;
- проектирование зданий без достоверных геологических исследований грунтов основания;
- занижение сочетаний расчетных нагрузок;
- ошибки в назначении марок стали, классов бетона и арматуры;
- неправильное размещение связей и жестких диафрагм;
- малая глубина заложения фундаментов;
- отсутствие учета влияния новых фундаментов пристраиваемых зданий к существующим;
- отсутствие авторского и технического надзора за выполнением строительно-монтажных работ.



Рис. 6.1. Классификация причин, вызывающих необходимость усиления строительных конструкций

Ошибки при проведении строительно-монтажных работ

К наиболее распространенным ошибкам при проведении строительных работ относятся (см. рис. 6.2 – 6.7):

- неправильная геодезическая разбивка осей, несоблюдение вертикальности стен, колонн;
- отступление от правил производства работ, особенно в зимний период;
- несвоевременная постановка связей;
- несоблюдение технологий бетонных работ;
- некачественное выполнение соединений на сварке, болтах, заклепках и клее;
- перегрузка конструкций увеличенной массой элементов, большие толщины стяжек;
- пропуск деформационных швов, отсутствие гидроизоляции.

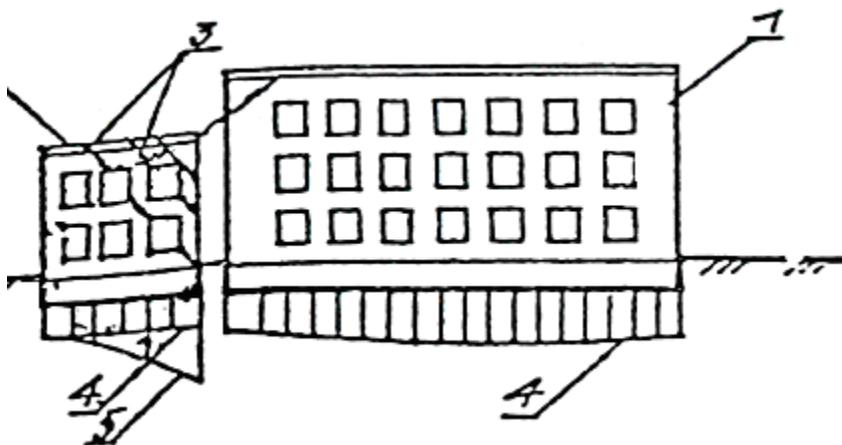


Рис. 6.2. Деформации при возведении нового здания возле существующего:
1 – возводимое новое здание; 2 – соответствующее здание; 3 – места появления трещин и развития повреждений конструкций; 4 – эпюра осадок фундаментов;
5 – эпюра дополнительных осадок фундаментов

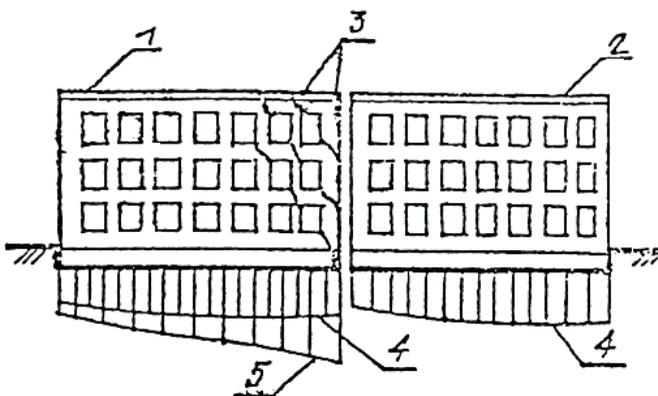


Рис. 6.3. Деформации при возведении зданий в несколько очередей:
 1, 2 – соответственно здания первой и второй очередей строительства;
 3 – места появления трещин и развития повреждений конструкций;
 4 – эпюра осадок фундаментов; 5 – эпюра дополнительных осадок фундаментов

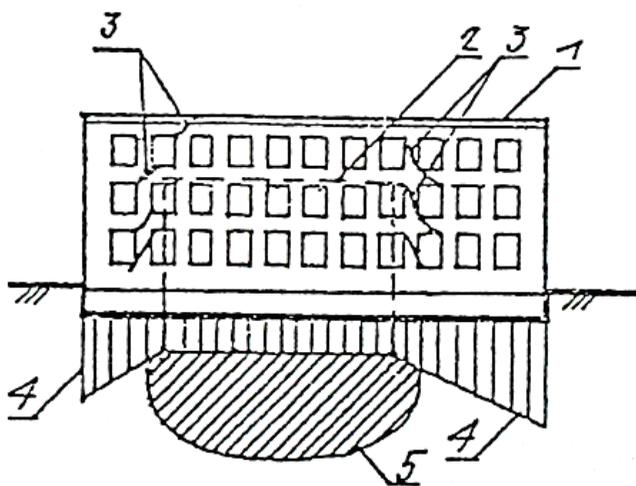


Рис. 6.4. Деформации при строительстве нового здания на месте снесенного:
 1 – возводимое новое здание; 2 – существующее ранее старое здание;
 3 – места появления трещин и развития повреждений конструкций;
 4 – эпюра осадок фундаментов нового здания; 5 – граница зоны уплотненного грунта

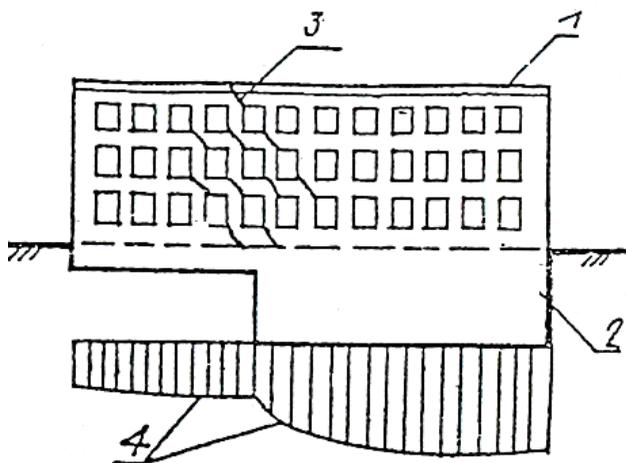


Рис. 6.5. Деформации при неправильном устройстве фундаментной части здания:
 1 – возводимое здание; 2 – фундаментная часть здания; 3 – места появления трещин и развития повреждений конструкций; 4 – эпюра осадок фундаментов

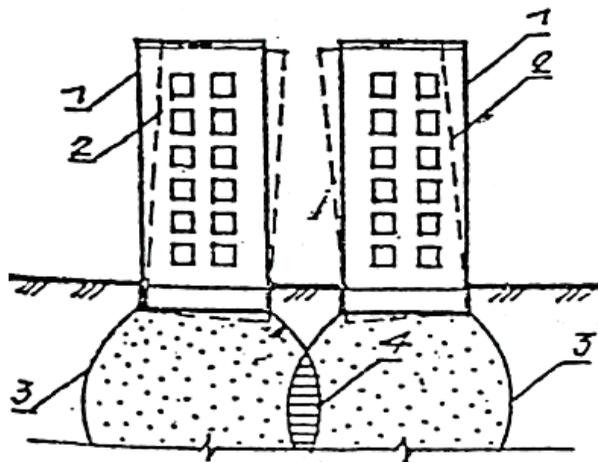


Рис. 6.6. Деформации в виде встречного наклона смежных зданий:
 1 – проектное положение смежных высотных зданий; 2 – положение здании после их наклона (крена), вызванного взаимным давлений от фундаментов;
 3 – границы зоны уплотненного грунта; 4 – зона дополнительного уплотнения основания

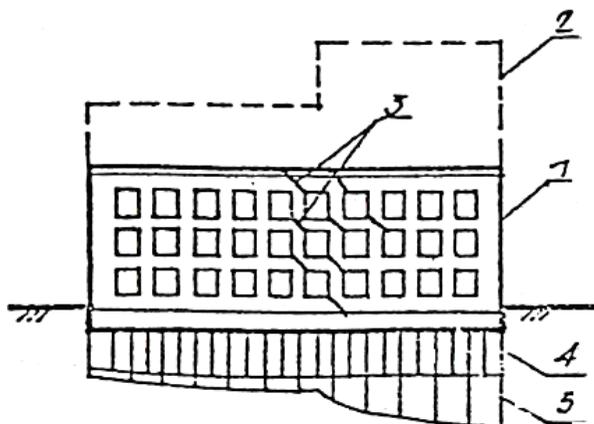


Рис. 6.7. Деформации при надстройке дополнительных этажей над зданием:
 1 – существующее здание; 2 – надстройка над существующим зданием;
 3 – места появления трещин и развития повреждений конструкций;
 4, 5 – соответственно эпюры осадок фундаментов до и после надстройки
 дополнительных этажей

Неправильная эксплуатация зданий и конструкций

К неправильной эксплуатации зданий и конструкций относятся (см. рис. 6.8, 6.9):

- отсутствие периодического осмотра зданий и их профилактических ремонтов;
- перегрузка конструкций оборудованием, снегом, внеузловая подвеска к фермам коробов и трубопроводов во время ремонтов;
- устройство непредусмотренных проектом отверстий в несущих конструкциях, разрезка профилей, арматуры;
- пролив жидкостей, кислот, масел на несущие конструкции;
- попадание атмосферной и технической воды, замачиванием грунтов основания;
- выемка грунтов вблизи существующих фундаментов, их замачивание и промерзание;

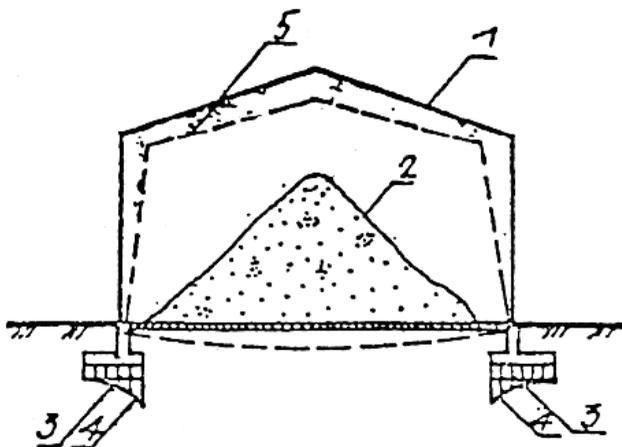


Рис. 6.8. Деформации при перегрузке пола в складском здании сыпучим материалом:
 1 – проектное положение здания; 2 – сыпучий материал; 3 – эпюры осадок до и после укладки сыпучего материала; 5 – положение здания после его деформации

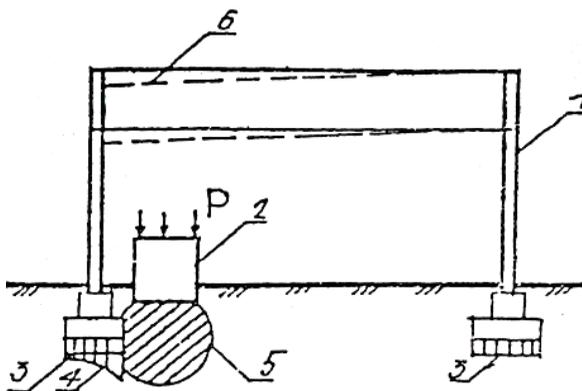


Рис. 6.9. Деформации при устройстве фундаментов под тяжелое оборудование:
 1 – эксплуатируемое здание; 2 – дополнительно устанавливаемое тяжелое оборудование; 3 – эпюры осадок фундаментов эксплуатируемого здания; 4 – эпюры осадок фундаментов здания после установки тяжелого оборудования; 5 – граница зоны уплотненного грунта; 6 – положение здания после его деформации

Внешние воздействия

- К внешним воздействиям на строительные конструкции относятся
- температурные воздействия, осадки, воздушный поток, радиация;
 - газы, химические вещества;
 - биологические вредители;
 - шум, звуковые колебания, вибрации;
 - землетрясения, ураганы, наводнения;
 - блуждающие токи;
 - оползни, морозное пучение грунтов (см. рис. 6.10 – 6.15).

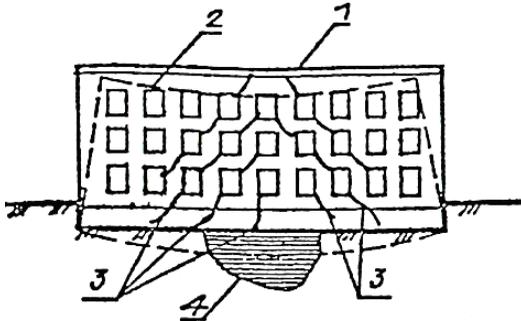


Рис. 6.10. Деформации в виде прогиба здания при наличии в основании слабого грунта:

- 1, 2 – соответственно положение здания до и после деформации;
3 – места появления трещин и развития повреждений конструкций;
4 – слабый грунт (линза, участок дополнительного замачивания и др.)

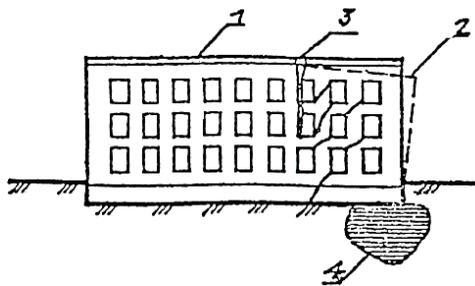


Рис. 6.11. Деформации в виде переноса здания при наличии в основании слабого грунта:

- 1, 2 – соответственно положение здания до и после деформации;
3 – места появления трещин и развития повреждений конструкций;
4 – слабый грунт (линза, участок дополнительного замачивания и др.)

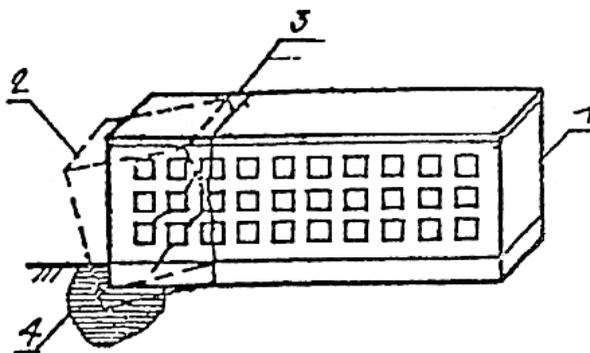


Рис. 6.12. Деформации в виде кручения здания при аварийном замачивании основания:

- 1, 2 – соответственно положение здания до и после деформации;
 3 – места появления трещин и развития повреждений конструкций;
 4 – аварийное замачивание грунтов в угловой части здания

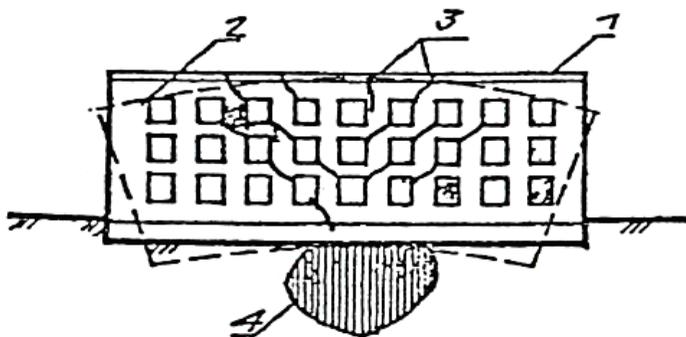


Рис. 6.13. Деформации в виде выгиба здания при наличии в основании малосжимаемого грунта:

- 1, 2 – соответственно положение здания до и после деформации;
 3 – места появления трещин и развития повреждений конструкций;
 4 – малосжимаемый грунт (линза или инородные малосжимаемые включения)

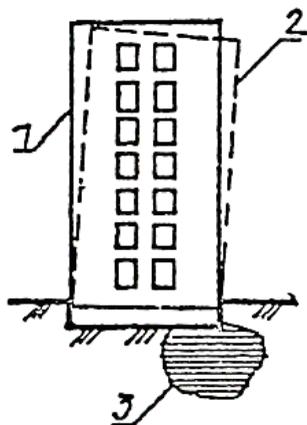


Рис. 6.14. Деформации в виде крена здания при наличии в основании слабого грунта:
 1, 2 – соответственно положение здания до и после деформации;
 3 – слабый грунт (линза, участок замачивания основания вдоль одной из стен здания и др.)

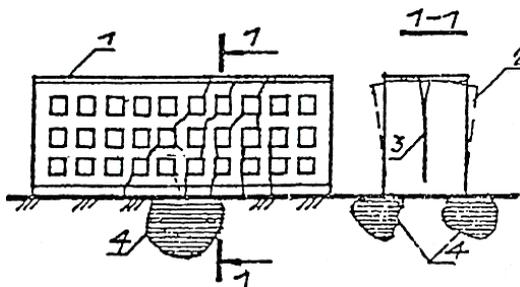


Рис. 6.15. Деформации в виде разлома здания при аварийном замачивании основания:
 1, 2 – соответственно положение здания до и после деформации;
 3 – места появления трещин и развития повреждений конструкций;
 4 – аварийное замачивание грунтов основания на различных участках здания

Деформации конструкций от повышенных температур и огня

Под влиянием высоких температур (свыше 250 °С) и при пожарах в эксплуатируемых зданиях возможны крупные деформации и обрушения. Это вызвано следующими причинами:

– нагревом стальных конструкций и арматуры в железобетонных и армированных каменных конструкциях приводит к падению ее прочности и удлинению, что приводит к изменению геометрии конструкции и большим деформациям. Сжатые армированные зоны конструкций при разогреве и удлинении арматуры разрушаются;

– бетон и каменная кладка при ограниченных деформациях испытывают большие температурные напряжения, что вызывает потерю их несущей способности;

– бетон и каменная кладка становятся хрупкими из-за мгновенного изменения объема кварцевой составляющей при температуре более 500 °С;

– при тушении пожара водой бетонные и каменные конструкции, охлаждаются неравномерно что вызывает в них трещинообразование.

Влияние отрицательных температур на основания зданий

При отрицательных температурах основания под фундаментами, состоящие преимущественно из глинистых и пылеватых грунтов, мелких и среднезернистых песков, примерзают, что вызывает увеличение их объема – пучение грунтов. Это происходит потому, что в этих грунтах вода в связанном состоянии в капиллярах находится выше грунтовых вод, а при замерзании верхних слоев грунта происходит подсосывание воды из нижних слоев. При этом объем увеличивается, и при температуре –22 °С давление от льда вызывает разрушение фундаментов и вышележащих стен.

При строительстве новых зданий вблизи существующих необходимы мероприятия, которые бы препятствовали увлажнению оснований существующих фундаментов при отрывке вблизи них новых котлованов и последующему их промерзанию с образованием деформаций внутри зданий.

Коррозионное разрушение конструкций

К причинам коррозионного разрушения металлических и неметаллических конструкций относятся физические, химические, электрохимические и биологические воздействия.

Процессы коррозии неметаллических материалов отличаются от процессов коррозии металлов. Если для металлов коррозия проис-

ходит на границе металла и среды, то коррозия пористых неметаллов происходит на границе со средой и в глубине материала, что обуславливается процессами диффузии.

Степень воздействия агрессивных сред на неметаллические конструкции определяется:

– для *газовых сред* – видом и концентрацией газов, растворимостью газов в воде, влажностью и температурой;

– для *жидких сред* – наличием и концентрацией агрессивных агентов, температурой;

– для *твердых тел* – дисперсностью, растворимостью в воде, гигроскопичностью, влажностью окружающей среды.

Среды по степени воздействия на конструкции подразделяются на неагрессивные, слабоагрессивные, среднеагрессивные и сильноагрессивные.

Наиболее вредное воздействие на конструкции оказывают:

– углекислый газ, сернистый ангидрид, фтористый водород, а также щелочи и кислоты;

– масла, нефть, нефтепродукты, растворители, различные виды сельскохозяйственных удобрений.

Защиту строительных конструкций от коррозии выполняют в зависимости от агрессивности среды и видов строительных материалов в соответствии со строительными нормами.

Литература

1. Технология реконструкции зданий и сооружений : учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» / С. Н. Леонович [и др.]. – Минск : БНТУ, 2010. – 550 с.

2. Мальганов, А. И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий. Атлас схем и чертежей / А. И. Мальганов, В. С. Плевков, А. Н. Полищук. – Томск : Томский межотраслевой ЦНТИ, 1990. – 316 с.

Практическая работа № 7

КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ УСИЛЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Цель работы: ознакомиться с классификацией способов усиления строительных конструкций

Содержание работы

В отечественной и зарубежной практике накоплено множество различных способов и конструктивных приемов усиления. Главным фактором, влияющим на выбор проекта реконструкции является достижение следующих наиболее важных результатов:

- 1) минимальных сроков производства работ по усилению;
- 2) низких трудозатрат при проведении работ по усилению конструкций;
- 3) надежности усиленной конструкции.

Выделяют два основных направления при производстве усиления конструкций:

- без разгрузки конструкций;
- с разгрузением конструкций.

К первому направлению относят два метода усиления:

- с изменением расчетной схемы и напряженного состояния строительной конструкции;
- без изменения расчетной схемы и напряженного состояния конструкции.

При производстве работ по усилению с разрушением конструкции можно условно выделить:

- способы усиления при полном разгрузении с последующим исключением конструкции из работы и ее заменой на новую;
- способы усиления при частичном разгрузении конструкции.

Представление о многообразии различных способов и конструктивных решений усиления можно объединить в три группы:

- группа I. Усиление без нагрузки конструкции с изменением расчетной схемы и напряженного состояния;

– группа II. Усиление без разгрузки конструкции и без, изменения расчетной схемы напряженного состояния;

– группа III. Усиление с частичным разгрузением конструкции.

Группа I. Усиление без разгрузки конструкции с изменением расчетной схемы и напряженного состояния (рис. 7.1):

– усиление предварительно-напряженными распорками, стойками, затяжками, обоймами;

– установка шарнирно-стержневых цепей, дополнительных жестких и упругих опор;

– дополнительная горизонтальная или шпренгельная предварительно-напряженная арматура (затяжка).

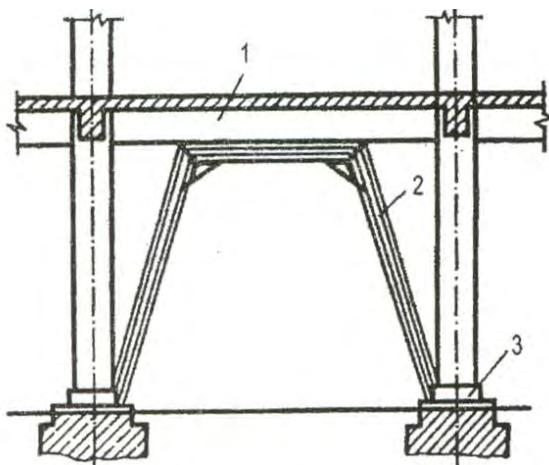


Рис. 7.1. Усиление с изменением конструктивной схемы

(дополнительной жесткой опорой – металлическим порталом):

1 – усиливаемая конструкция; 2 – подведенный металлический портал;

3 – плита основания

Группа II. Усиление без разгрузки конструкции и без изменения расчетной схемы напряженного состояния:

– железобетонная рубашка, обойма, одно- и двухстороннее наращивание;

– торкретирование и набрызгивание бетона (как правило, с добавлением арматуры);

– местное усиление накладными хомутами, дополнительной поперечной арматурой и др.;

– усиление с использованием усиливающих элементов, присоединяемых к основной конструкции на клею, либо с помощью высокопрочных болтовых стяжек.

Группа III. Усиление с частичным разгрузением конструкции:

– устройство дополнительных металлических и железобетонных балок (рис. 7.2, 7.3);

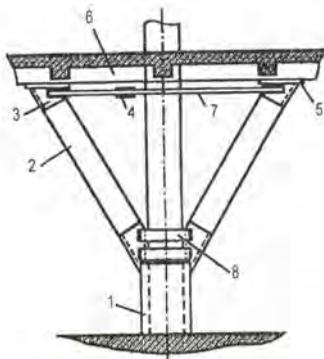


Рис. 7.2. Усиление с частичным разгрузением конструкции (дополнительная жесткая опора – сборные железобетонные подкосы): 1 – обойма; 2 – подкосы; 3 – оголовник; 4 – натяжная муфта; 5 – подкладка; 6 – усиливаемый ригель; 7 – затяжка; 8 – планки

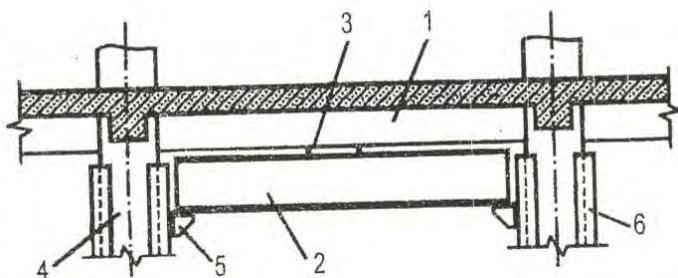


Рис. 7.3. Усиление частичным разгрузением конструкции (дополнительная упругая опора – балкой на кронштейнах): 1 – усиливаемая балка; 2 – усиливающая балка; 3 – подклинка; 4 – колонна; 5 – опорный кронштейн; 6 – металлическая обойма

– установка предварительно-напряженных разгружающих ферм и кронштейнов (рис. 7.4);

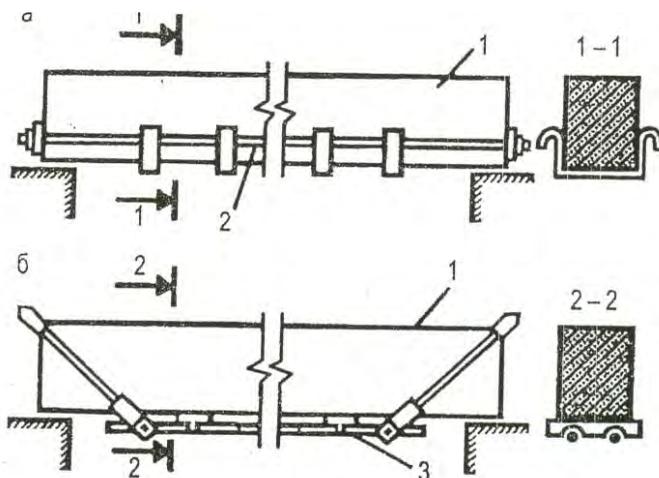


Рис. 7.4. Усиление предварительно-напряженными элементами:
а – усиление затяжкой; *б* – усиление предварительно-напряженными шпренгелями;
1 – усиливаемая балка; *2* – затяжка – предварительно-напряженный шпренгель

– установка разгружающих систем металлических и железобетонных конструкций и др.

На рис. 7.5 приведена классификация, в основу которой положены способы усиления конструкции. На рис. 7.6 представлена развернутая, обобщающая различные приемы усиления, классификация, основанная на анализе работы конструкции с точки зрения ее напряженно-деформированного состояния, расчетной схемы и требуемого изменения несущей способности.

С помощью клеев возможна установка дополнительной арматуры на полимерном растворе (рис. 7.7, 7.8, 7.9), приклеивание листового металла, приклеивание стеклоткани, соединение отдельных элементов на клею, применение углеродной ленты.

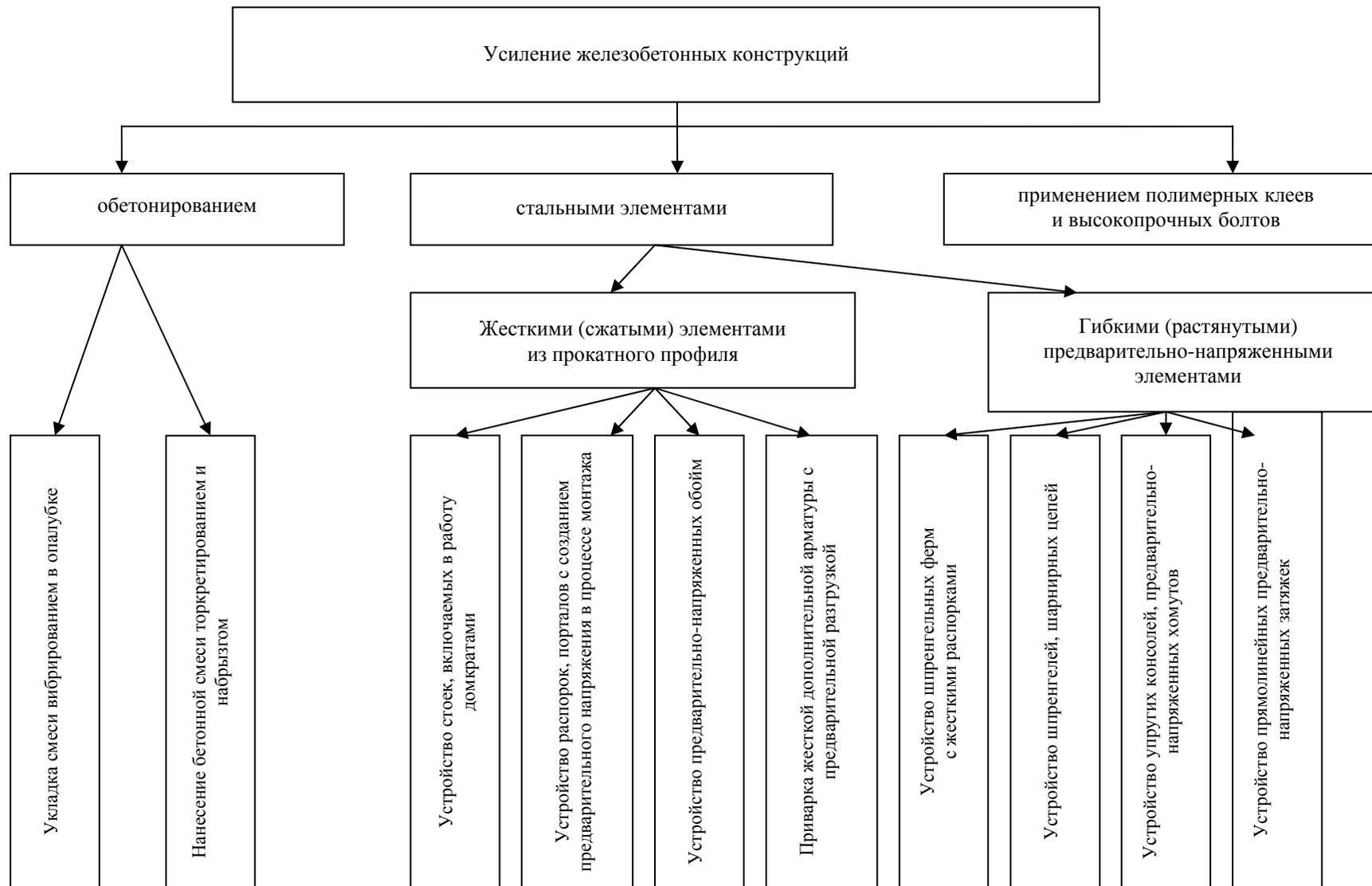


Рис. 7.5. Классификация способов усиления железобетонных конструкций по виду материала усиления

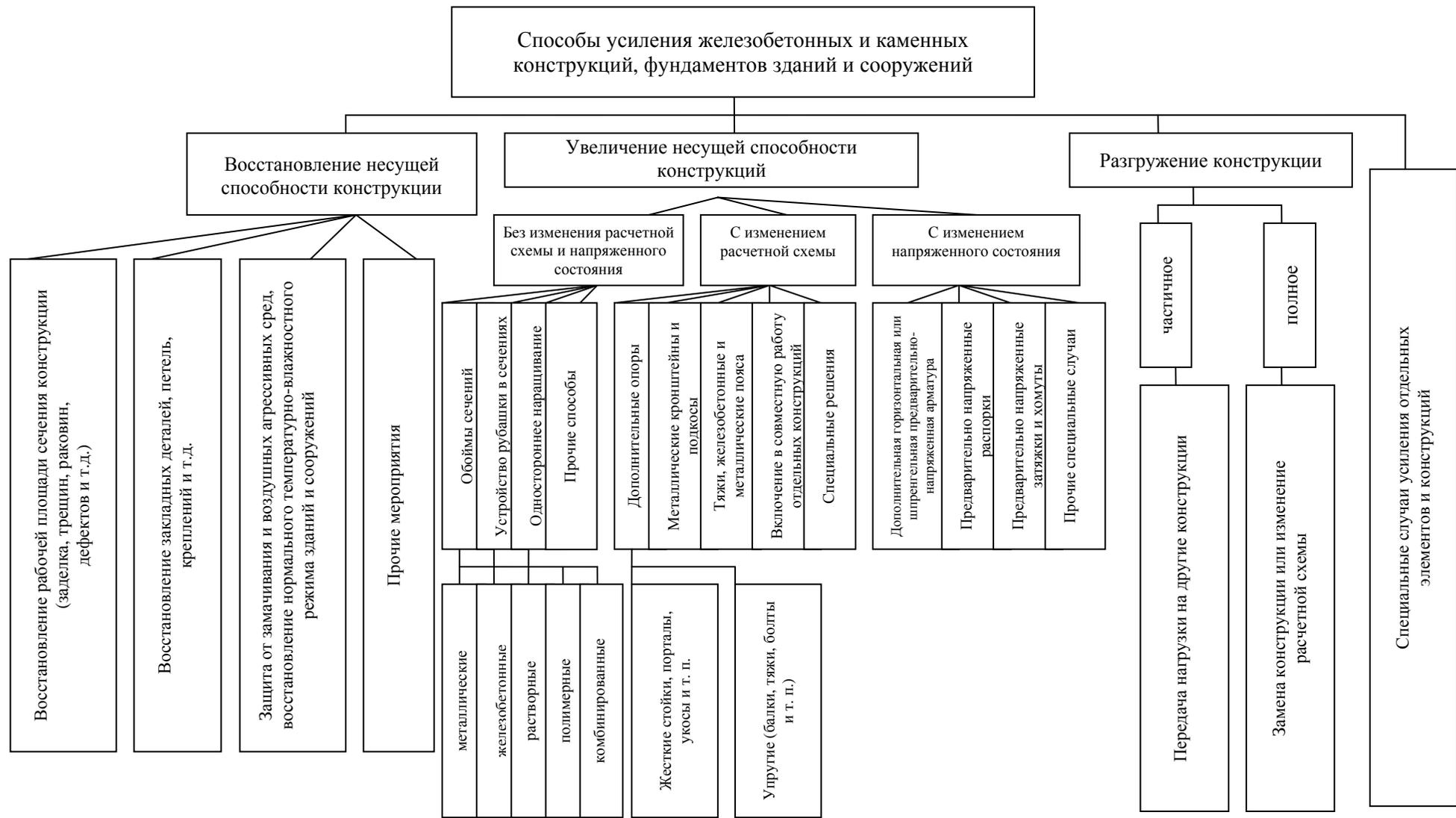


Рис. 7.6. Классификация способов усиления строительных конструкций

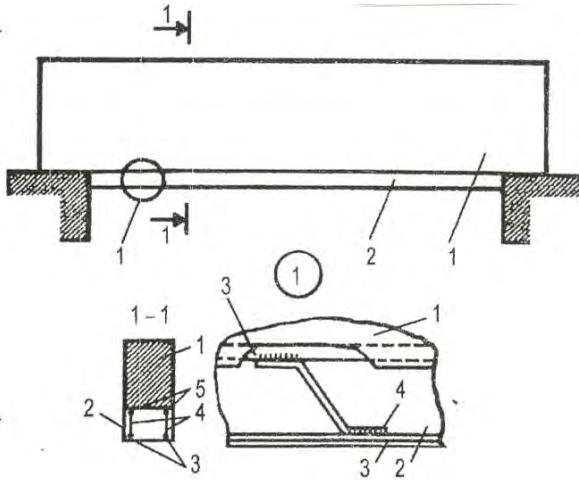


Рис. 7.7. Усиление балки наращиванием:
 1 – усиливаемая балка; 2 – железобетонное наращивание;
 3 – продольная арматура усиления; 4 – арматурные отгибы;
 5 – оголенная арматура балки (участки с шагом через 1,0 м)

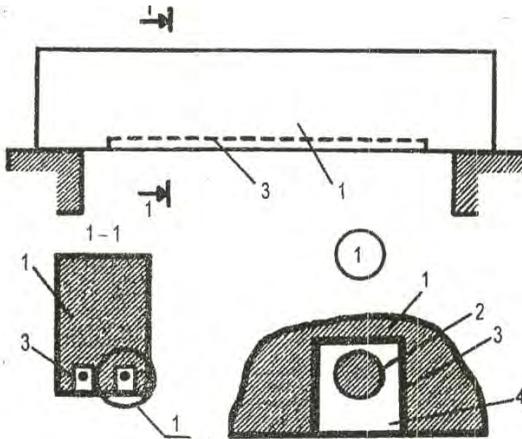


Рис. 7.8. Усиление балки с помощью установки дополнительной арматуры на полимеррастворе:
 1 – усиливаемая балка; 2 – дополнительная арматура;
 3 – пазы в бетоне, прорезанные фразой;
 4 – защитно-конструкционный полимерраствор

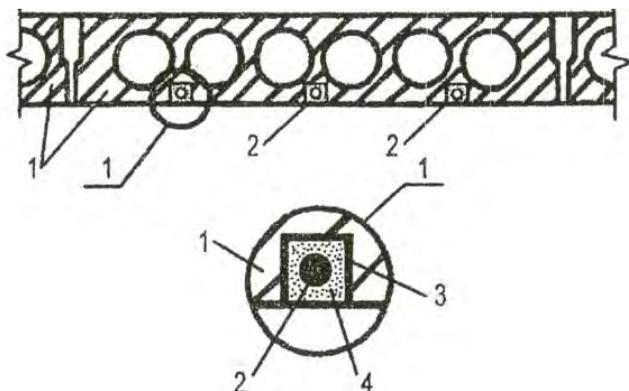


Рис. 7.9. Усиление плиты перекрытия установкой дополнительной арматуры на растворе:

- 1 – усиливаемая плита; 2 – дополнительная арматура;
 3 – пазы в бетоне, прорезанные фрезой;
 4 – защитно-конструкционный полимерраствор

Литература

1. Технология реконструкции зданий и сооружений : учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» / С. Н. Леонович [и др.]. – Минск : БНТУ, 2010. – 550 с.

2. Мальганов, А. И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий. Атлас схем и чертежей / А. И. Мальганов, В. С. Плевков, А. Н. Полищук. – Томск : Томский межотраслевой ЦНТИ, 1990. – 316 с.

Практическая работа № 8

ОЦЕНКА ДЕФЕКТОВ И ПОВРЕЖДЕНИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПО ХАРАКТЕРУ ОБРАЗОВАНИЯ И РАСКРЫТИЯ СИЛОВЫХ ТРЕЩИН

Цель работы: ознакомиться с методиками оценки дефектов и повреждений железобетонных конструкций по характеру трещинообразования.

Содержание работы

Основными дефектами железобетонных конструкций, в той или иной мере влияющими на их несущую способность, долговечность и эксплуатационные свойства являются:

- трещины, превышающие допустимые величины по любой из групп предельных состояний;
- превышающие допустимые нормы прогибы и перемещения;
- раковины и сколы;
- отслоение защитного слоя;
- раздробленные бетоны в сжатых элементах и сжатых зонах;
- коррозия арматуры;
- обрывы стержней и арматуры;
- потери сцепления арматуры с бетоном;
- дефекты защитных покрытий;
- отклонения от проекта по габаритам конструкций, опорным узлам сечения арматуры.

Согласно действующим в настоящее время принципам проектирования и расчета несущих конструкций по предельным состояниям при обследовании все обнаруженные дефекты необходимо разделять на следующие типы:

- дефекты, указывающие на угрозу снижения или необеспечения несущей способности;
- дефекты, недопустимые с позиций пригодности конструкций к нормальной эксплуатации.

Общие сведения о трещинах

Одним из наиболее характерных дефектов бетонных и железобетонных конструкций являются трещины. В зависимости от категории трещиностойкости, связанной с условиями эксплуатации, видом (классом) арматуры, напряженным состоянием сечений (растяжение, сжатие) и продолжительностью раскрытия, предельно допустимая ширина раскрытия трещин в условиях неагрессивной среды колеблется от 0,1 до 0,4 мм.

Для первой категории трещиностойкости образование трещин вообще не допускается (рис. 8.1).

Различают трещины, проявившиеся в железобетонных конструкциях в процессе изготовления, транспортировки и монтажа, а также трещины от эксплуатационных нагрузок и воздействия окружающей среды.

К трещинам, появившимся в доэксплуатационный период, относятся:

- усадочные трещины, вызванные быстрым высыханием поверхностного слоя бетона и сокращением его объема, а также трещины от набухания бетона;
- трещины, вызванные неравномерным охлаждением бетона;
- трещины, вызванные большим гидратационным нагревом при твердении бетона в массивных конструкциях;
- трещины технологического происхождения, возникшие в процессе изготовления конструкций;
- трещины в сборных железобетонных элементах силового происхождения, вызванные неправильным складированием, транспортировкой и монтажом, при которых конструкции подвергались силовым воздействиям от собственного веса по схемам, не предусмотренным проектом.

Трещины, появившиеся в эксплуатационный период, можно разделить на следующие виды:

- трещины, возникшие в результате температурных деформаций из-за нарушений требований устройства температурных швов или неправильного расчета статически неопределимой системы на температурные воздействия;

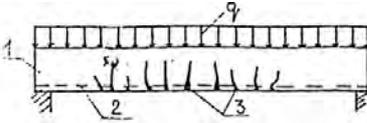
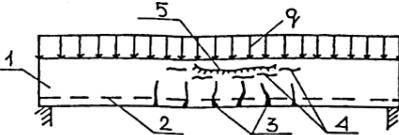
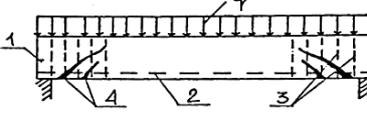
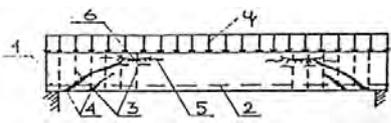
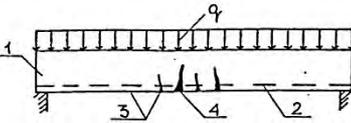
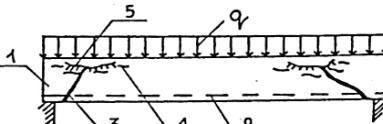
<p>РАСКРЫТИЕ НОРМАЛЬНЫХ ТРЕЩИН В РЕЗУЛЬТАТЕ ТЕКУЧЕСТИ РАСТЯНУТОЙ АРМАТУРЫ В НОРМАЛЬНОМ СЕЧЕНИИ</p>  <p>1 – изгибаемый элемент; 2 – рабочая арматура растянутой зоны (классов S 400, S 500, S 800), напряжения в котором достигли предела текучести; 3 – нормальные трещины в растянутой зоне ширины раскрытия равной или более 1,5 мм</p>	<p>РАЗДРОБЛЕНИЕ БЕТОНА СЖАТОЙ ЗОНЫ В НОРМАЛЬНОМ СЕЧЕНИИ</p>  <p>1 – изгибаемый элемент; 2 – рабочая арматура растянутой зоны; 3 – нормальные трещины в растянутой зоне ширины раскрытия менее 1,5 мм; 4 – трещины в сжатой зоне в нормальном сечении (раздробление бетона); 5 – отслоение бетонных лещадок в сжатой зоне сечения</p>	<p>РАСКРЫТИЕ НАКЛОННЫХ ТРЕЩИН В РЕЗУЛЬТАТЕ ТЕКУЧЕСТИ ПРОДОЛЬНОЙ РАСТЯНУТОЙ И ПОПЕРЕЧНОЙ АРМАТУРЫ В НАКЛОННОМ СЕЧЕНИИ</p>  <p>1 – изгибаемый элемент; 2 – рабочая арматура растянутой зоны, напряжения в котором достигли предела текучести в наклонном сечении; 3 – поперечная арматура, напряжения в которой достигли предела текучести в наклонном сечении; 4 – наклонные трещины ширины раскрытия равной или более 1,5 мм</p>
<p>РАЗДРОБЛЕНИЕ БЕТОНА СЖАТОЙ ЗОНЫ НАД НАКЛОННОЙ ТРЕЩИНОЙ</p>  <p>1 – изгибаемый элемент; 2 – рабочая арматура растянутой зоны; 3 – поперечная арматура; 4 – наклонные трещины ширины раскрытия менее 1,5 мм; 5 – трещины в сжатой зоне по наклонному сечению над наклонной трещиной (раздробление бетона); 6 – отслоение лещадок в сжатой зоне сечения</p>	<p>РАЗРЫВ РАСТЯНУТОЙ АРМАТУРЫ</p>  <p>1 – изгибаемый элемент; 2 – рабочая арматура растянутой зоны; 3 – нормальные трещины в растянутой зоне; 4 – зона разрыва растянутой арматуры</p>	<p>РАСКРЫТИЕ НАКЛОННЫХ ТРЕЩИН И РАЗДРОБЛЕНИЕ БЕТОНА ИЗ-ЗА НАРУШЕНИЯ СЦЕПЛЕНИЯ АРМАТУРЫ С БЕТОНОМ</p>  <p>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</p>

Рис. 8.1. Оценка разрушения железобетонных изгибаемых элементов по характеру образования и раскрытия силовых трещин

– трещины, вызванные неравномерностью осадки грунтового основания, что может быть связано с нарушением требований устройства осадочных деформационных швов, аварийным замачиванием грунтов, проведением земляных работ в непосредственной близости от фундаментов без обеспечения специальных мер;

– трещины, обусловленные силовым воздействием, превышающим способность железобетонных элементов воспринимать растягивающие напряжения.

С точки зрения напряженно-деформированного состояния конструкции, трещины можно разделить по их значению, т. е. влиянию на несущую способность:

- трещины, указывающие на аварийное состояние конструкций;
- трещины, увеличенные водопроницаемостью бетона;
- трещины, снижающие долговечность конструкции из-за интенсивной коррозии арматуры, бетона;
- трещины, вызывающие опасения в надежности конструкций.

Исследуя характер распространения и раскрытия видимых трещин, в большинстве случаев можно определить причину их образования, а также оценить степень опасного состояния конструкций.

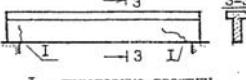
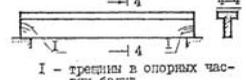
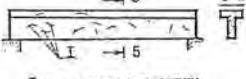
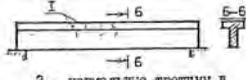
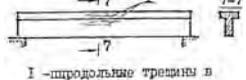
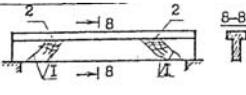
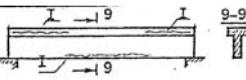
Трещины от силового воздействия обычно располагаются перпендикулярно действию главных растягивающих напряжений (рис. 8.1, табл. 8.1).

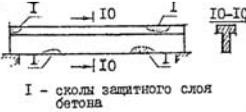
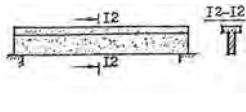
Таблица 8.1

Характерные дефекты и повреждения железобетонных балок

Вид повреждения	Схема повреждения	Причины повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений
Нормальные трещины в растянутой зоне	 <p>I – нормальные трещины в растянутой зоне</p>	Действие изгибающего момента при перегрузке; снижение прочности бетона; уменьшение диаметра арматуры в коррозии	Усиление по расчету нормальных сечений; защита от коррозии; заделка трещин

Продолжение табл. 8.1

Вид повреждения	Схема повреждения	Причины повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений
Наклонные трещины у опор	 <p>1 - наклонные трещины</p>	<p>Действие поперечной силы и изгибающего момента при перегрузке; снижение прочности бетона; недостаточная площадь поперечной арматуры</p>	<p>Усиление по расчету наклонных сечений; защита от коррозии; заделка трещин</p>
Приопорные трещины	 <p>1 - приопорные трещины</p>	<p>Нарушение анкеровки рабочей арматуры; проскальзывание арматуры</p>	<p>Усиление по расчету опорных участков балки</p>
Раздробление бетона опорных частей	 <p>1 - трещины в опорных частях балки</p>	<p>Раскалывание опорных частей балок предварительно напряженной арматурой</p>	<p>Усиление опорных частей балки</p>
Усадочные трещины	 <p>1 - усадочные трещины</p>	<p>Температурно-влажностные и усадочные деформации бетона</p>	<p>Инъектирование глубоких трещин, затирка поверхностных трещин</p>
Нормальные трещины в сжатой зоне	 <p>2 - нормальные трещины в сжатой зоне</p>	<p>Большие усилия обжатия предварительно напряженной арматурой при изготовлении, перевозке и складировании</p>	<p>Усиление по расчету</p>
Продольные трещины в сжатой зоне	 <p>1 - продольные трещины в сжатой зоне</p>	<p>Раздавливание сжатой зоны бетона вследствие перегрузки или снижения прочности бетона</p>	<p>Усиление сжатой зоны балки</p>
Раздробление бетона между наклонными трещинами	 <p>1 - наклонные трещины; 2 - раздробленный бетон</p>	<p>Раздавливание бетона от действия главных сжимающих напряжений вследствие перегрузки или снижения прочности бетона</p>	<p>Усиление балки</p>
Трещины вдоль арматуры, ржавые подтеки	 <p>1 - трещины вдоль арматуры</p>	<p>Коррозия арматуры в результате нарушения защитного слоя бетона, действия агрессивных средств</p>	<p>Восстановление защитного слоя бетона, защита арматуры от коррозии; усиление балки по расчету</p>

Вид повреждения	Схема повреждения	Причины повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений
Сколы защитного слоя бетона	 <p>I - сколы защитного слоя бетона</p>	Механические повреждения при перевозке и эксплуатации, коррозия арматуры; огневое воздействие	Восстановление разрушенных участков; защита от агрессивного действия среды; усиление по расчету
Отслоение лещадок бетона	 <p>I - отслоившиеся лещадки бетона</p>	Огневое воздействие; давление новообразований (солей, льда)	Восстановление поврежденных участков; защита от агрессивного действия среды, усиление по расчету
Шелушение поверхности бетона		Воздействие агрессивных сред, попеременное замораживание-оттаивание или увлажнение-высыхание	Защита от агрессивного воздействия среды; восстановление разрушенных поверхностей балки

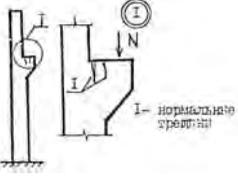
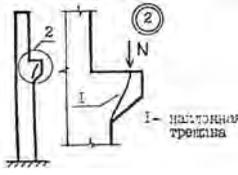
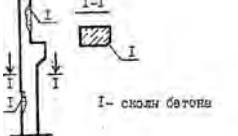
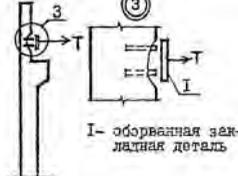
Усадочные трещины в плоских конструкциях распределяются хаотично по объему, а в конструкциях сложной конфигурации концентрируются в местах сопряжения элементов (узлы ферм, сопряжение полки и ребер в плитах).

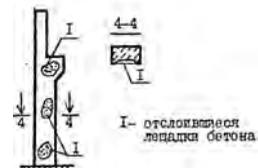
Трещины в изгибаемых элементах

Характерными являются трещины, возникающие в изгибаемых элементах-балках, перпендикулярные (нормальные) продольной оси вследствие появления растягивающих напряжений в зоне действия максимальных изгибающих моментов, и трещины, наклонные к продольной оси, вызванные главными растягивающими напряжениями в зоне действия существенных перерезывающих сил и изгибающих моментов (рис. 8.1, табл. 8.2).

Таблица 8.2

Трещины вдоль продольной арматуры в сжатых элементах

Вид повреждения	Схема повреждения	Причины повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений
<p>Нормальные трещины в консолях</p>	 <p>I - нормальная трещина</p>	<p>Под действием изгибающего момента при перегрузке, увеличении эксцентриситета приложения нагрузки; уменьшение диаметра арматуры вследствие коррозии</p>	<p>Усиление консоли колонны по расчету</p>
<p>Наклонные трещины в консолях</p>	 <p>I - наклонная трещина</p>	<p>Под действием поперечной силы при перегрузке; снижение прочности бетона; уменьшение диаметра арматуры (хомутов и отгибов) вследствие коррозии</p>	<p>Усиление консоли колонны по расчету</p>
<p>Сколы бетона на ребрах</p>	 <p>I - сколы бетона</p>	<p>Механические повреждения при перевозке и эксплуатации; коррозия арматуры; огневые воздействия</p>	<p>Восстановление сколоты участков; защита от коррозии; усиление по расчету</p>
<p>Стесывание части сечения</p>	 <p>I - стесанные участки колонны; 2 - мостовой край; 3 - напольный транспорт</p>	<p>Механические повреждения мостовым краном при деформации колонны; повреждения напольным транспортом</p>	<p>Предотвращение деформаций колонны; восстановление разрушенных участков; усиление по расчету</p>
<p>Обрыв закладных деталей</p>	 <p>I - оборванная закладная деталь</p>	<p>Перегрузки и динамические воздействия при работе мостовых кранов</p>	<p>Восстановление закладных деталей</p>

Вид повреждения	Схема повреждения	Причины повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений
Обрыв выпусков арматуры	 <p>I - обрывные выпуски арматуры</p>	Перегрузка неразрезанного ригеля; уменьшение диаметра выпуска вследствие коррозии	Восстановление узлов крепления ригеля с колонной
Отслоение лещадок бетона	 <p>I - отслаившаяся лещадка бетона</p>	Огневое воздействие при пожаре; давление новообразований (солей, льда)	Восстановление поврежденных участков; усиление колонных по расчету
Шелушение поверхности бетона	 <p>I - шелушение поверхности бетона</p>	Воздействие агрессивных сред; попеременное замораживание-оттаивание бетона или увлажнение-высыхание	Защита от агрессивного воздействия среды; восстановление поверхности бетона

Нормальные трещины имеют максимальную ширину раскрытия в крайних растянутых волокнах сечения элемента. Наклонные трещины начинают раскрываться в средней части боковых граней элемента – в зоне действия максимальных касательных напряжений, – а затем развиваются в сторону растянутой грани.

Раздробление бетона сжатой зоны сечений изгибаемых элементов указывает на исчерпание несущей способности конструкции.

Трещины в предварительно напряженных балках

Балки, армированные высокопрочной арматурой, изготавливаются предварительно напряженными с повышенными требованиями по трещиностойкости, поэтому появление в них широко раскрытых трещин всегда свидетельствует либо о серьезных технологических недоработках, либо о перегрузках (рис. 8.2, 8.3).

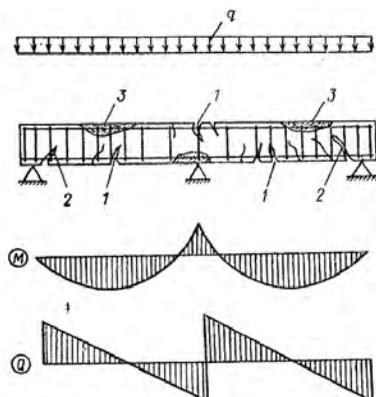


Рис. 8.2. Характерные трещины в изгибаемых железобетонных элементах, работающих по балочной схеме:

- 1 – нормальные трещины в зоне максимального изгибающего момента;
- 2 – наклонные трещины в зоне максимальной поперечной силы;
- 3 – трещины и раздробление бетона в сжатой зоне элемента

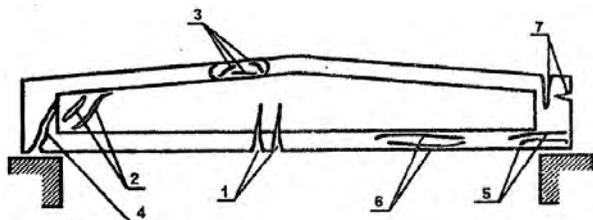


Рис. 8.3. Трещинообразование в предварительно напряженной стропильной балке

Причины возникновения указанных на рис. 8.3 трещин различны. Так, трещины 1 возникают вследствие или малого предварительного напряжения (больших потерь предварительного напряжения) арматуры или вследствие перегрузки балки по нормальному сечению. Также и трещины 3 говорят о перегрузке нормального сечения.

Трещины 2 свидетельствуют о перегрузке наклонных сечений балки т. е. несоответствии класса бетона проекту или его заниженное значение, большой шаг поперечной арматуры.

Низкий класс бетона, его недостаточная прочность в момент создания предварительного напряжения вызывает нарушение анкеровки преднапряженной арматуры и трещины 4.

Трещины 5, 6 вызваны силовым воздействием при обжатии бетона арматурой. Они свидетельствуют о недостаточном косвенном армировании в зоне заанкеривания предварительно напряженной арматуры. Трещины 5, 6 говорят о низкой прочности бетона в момент обжатия.

Трещины 7 могут быть вызваны непроектным соединением закладных деталей смежных с балкой конструкций и закладных балки.

Трещины в сжатых элементах.

Появление продольных трещин вдоль арматуры (рис. 8.4) в сжатых элементах свидетельствует о разрушениях, связанных с потерей устойчивости (выпучиванием) продольной сжатой арматуры из-за недостаточного количества поперечной (косвенной) арматуры.

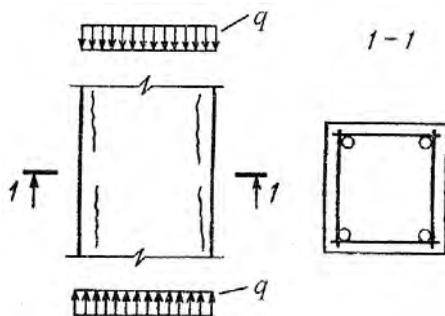


Рис. 8.4. Трещины вдоль продольной арматуры в сжатых элементах

Вообще же дефекты в виде трещин и отслоения бетона вдоль арматуры железобетонных элементов могут быть вызваны и коррозионным разрушением арматуры. В этих случаях происходит нарушением сцепления продольной и поперечной арматуры с бетоном. Нарушение сцепления арматуры с бетоном за счет коррозии можно установить простукиванием поверхности бетона, при этом прослушиваются пустоты.

Продольные трещины вдоль арматуры с нарушением сцепления ее с бетоном могут быть вызваны и температурными напряжениями при эксплуатации конструкций с систематическим нагревом свыше 300 °С или после действия пожара.

Характер трещинообразования ствола железобетонной колонны зависит от эксцентриситета приложения нагрузки. При больших эксцентриситетах в растянутой зоне могут образовываться широко раскрытые горизонтальные трещины, свидетельствующие о перегрузке колонны или ее недостаточном армировании. При малых эксцентриситетах появляются вертикальные трещины, являющиеся следствием перегрузки колонны или низкого класса бетона. Появление вертикальных «силовых» трещин часто провоцируется усадочными, совпадающими с ними по направлению. Картина трещинообразования в колоннах представлена на рис. 8.5, а описание их характерных дефектов и повреждений – в табл. 8.2.

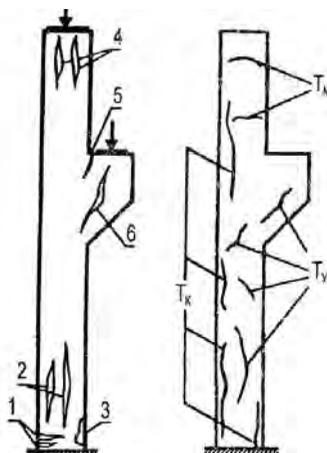


Рис. 8.5. Причины трещинообразования в колоннах сплошного сечения:

a – трещины от действия эксплуатационных нагрузок;

- 1 – перегрузка колонны по нормальному сечению, недостаточное количество рабочей продольной арматуры; 2 – перегрузка ствола колонны при малом эксцентриситете нагрузки, низкий класс бетона; 3 – большой шаг поперечных сечений, плохое приваривание поперечных стержней к продольным, потеря местной устойчивости сжатой продольной арматуры;
- 4 – отсутствие косвенного армирования оголовка колонны, низкий класс бетона;
- 5 – недостаточное количество продольной арматуры в консоли, перегрузка консоли; 6 – недостаточное армирование консоли горизонтальными и наклонными стержнями, низкий класс бетона, перегрузка консоли; *b* – трещины от усадки бетона T_y коррозии арматуры T_k монтажных нагрузок T_m

Трещины в стропильных фермах

Соединение элементов фермы в узлах создает предпосылки для концентрации в них разнородных по знаку и характеру напряжений: сжимающих, растягивающих, касательных. В результате концентрации напряжений узлы подвержены наиболее интенсивному трещинообразованию и требуют значительного расхода арматуры. Большие растягивающие усилия в нижнем поясе приводят к появлению сквозных вертикальных трещин, а сжимающие усилия в верхнем поясе – к появлению несквозных горизонтальных трещин.

Изучая картину трещинообразования в раскосной стропильной ферме сегментного очертания, представленную на рис. 8.6, можно выделить несколько групп трещин:

- напорные опорного узла (трещины 1, 2, 3);
- лучеобразные вертикальные (трещины 4);
- лучеобразные горизонтальные (трещины 5, 6, 7);
- перпендикулярные оси элементов фермы (трещины 8, 9);
- продольные в сжатых элементах (трещины 10);
- монтажные (трещины 11);
- нормальные в растянутых элементах (трещины 12, 13).

Трещины опорного узла ферм по своей природе близки к трещинам на опорах балок. Появление горизонтальных трещин в нижнем напряженном поясе 6 свидетельствует об отсутствии или недостаточности поперечного армирования в обжатом бетоне. Нормальные (перпендикулярные к продольной оси) трещины типа 9 появляются в растянутых стержнях при необеспеченности трещиностойкости элементов. Причем следует обратить внимание на то обстоятельство, что снятие внешней нагрузки на ферму, уменьшая растягивающие усилия в нижнем поясе, приводит к закрытию трещин типа 9, но при этом может вызвать увеличение раскрытия трещин типа 4, 5.

Появление повреждений в виде лещадок типа 13 свидетельствует об исчерпании прочности бетона на отдельных участках сжатого пояса или на опорах.

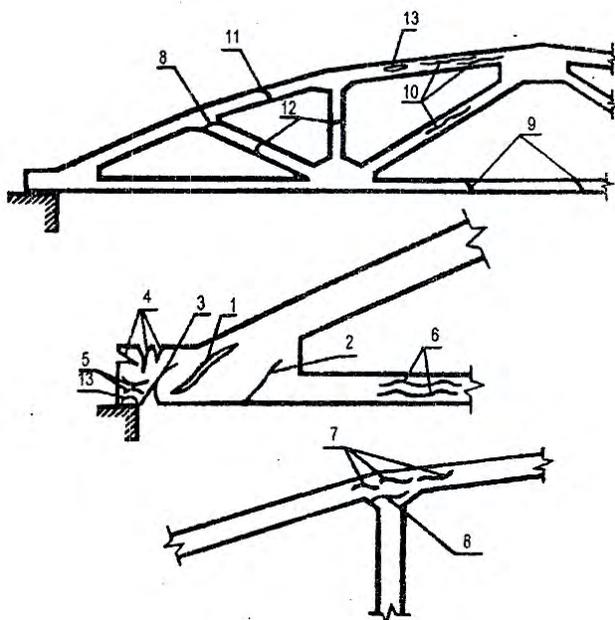


Рис. 8.6. Причины трещинообразования в стропильной раскосной ферме:
 1 – низкий класс бетона, недостаточное количество поперечной арматуры: большой шаг стержней, малый диаметр; 2 – недостаточное преднапряжение продольной арматуры, проскальзывание ее в зоне заанкеривания, недостаточное количество поперечной арматуры; 3 – нарушение анкеровки преднапряженной арматуры: низкий класс бетона, недостаточная прочность бетона на момент обжатия; 4 – недостаточное косвенное армирование от усилий обжатия преднапряженной арматуры; 5, 6 – отсутствие косвенного армирования (сетки, замкнутые хомуты) в зоне заанкеривания преднапряженной арматуры, низкая прочность бетона на момент обжатия, наклонные трещины в верхнем поясе; 7 – недостаточное косвенное армирование узла поперечными стержнями (сетками); 8 – недостаточное заанкеривание рабочей арматуры растянутого элемента в узле фермы, слабое косвенное армирование узла; 9 – недостаточное преднапряжение нижнего пояса, перегрузка фермы; 10 – низкий класс бетона, перегрузка фермы; 11 – изгиб из плоскости фермы при монтаже, перевозке, складировании; 12 – перегрузка фермы, смещение арматурного каркаса относительно продольной оси элемента; 13 – откол лещадок

Трещины в плитах перекрытия и сборных панелях перекрытий

Для плит перекрытий характерно развитие трещин силового происхождения на нижней растянутой поверхности плит с различным соотношением сторон (рис. 8.7). При этом бетон сжатой зоны может быть не нарушен. Смятие бетона зоны указывает на опасность полного разрушения плиты.

Перекрытия промышленных предприятий находятся в сложных условиях, испытывая технологические перегрузки, ударные и вибрационные воздействия, разрушающее влияние технических масел и других агрессивных сред, что приводит к их быстрому износу, а, следовательно, и к появлению трещин. Как видно на рис. 8.7, характер трещин, обусловленных силовым воздействием, зависит от статической схемы плиты перекрытия: вида и характера действующей нагрузки, способа армирование и соотношения пролетов. При этом трещины располагаются перпендикулярно главным растягивающим напряжениям.

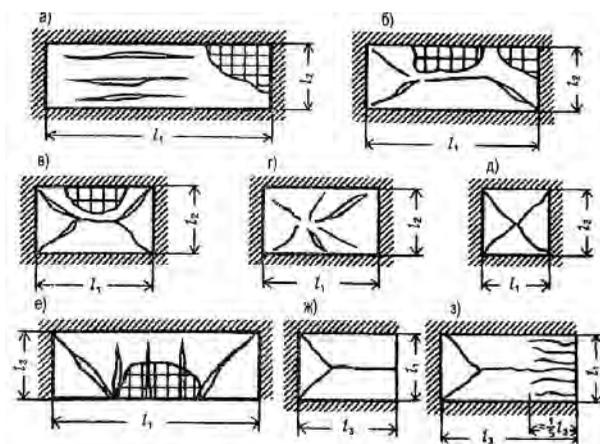


Рис. 8.7. Характерные «силовые» трещины на потолочной поверхности плит, нагруженных равномерно-распределенной (а, б, в, д, е, ж, з) и сосредоточенной (з) нагрузками:

- а – работающих по балочной схеме при $l_1 / l_2 \geq 3$; б – опертых по контуру при $2 < l_1 / l_2 < 3$; в, з – то же, при $l_1 / l_2 \leq 2$; д – то же, при $l_1 / l_2 = 1$;
- е – опертых по трем сторонам, при $l_3 / l_1 < 1,5$; з – то же, при $l_3 / l_1 > 1,5$

Причинами широкого раскрытия «силовых» трещин обычно являются перегрузка плиты, недостаточное количество рабочей арматуры или неправильное ее размещение (сетка смещена к нейтральной оси). Если ширина раскрытия трещин превышает 0,3 мм, плиты усиливаются методом наращивания с дополнительным армированием.

В местах приложения больших сосредоточенных сил усиливается зона, воспринимающая нагрузку, для чего используются различные распределительные устройства (стальные листы, балки, густоармированная набетонка и др.).

Трещины силового характера (см. рис. 8.7) достаточно легко отличить от усадочных и вызванных коррозией арматуры (последние представлены на рис. 8.8).

Усадочные трещины при ширине раскрытия до 0,1 мм не опасны и обычно устраняются отштукатуриванием поверхности. Характер образования трещин от эксплуатационной нагрузки ребристых панелей перекрытий практически не отличается от ранее рассмотренных конструкций: балок и плит (рис. 8.8, табл. 8.3).

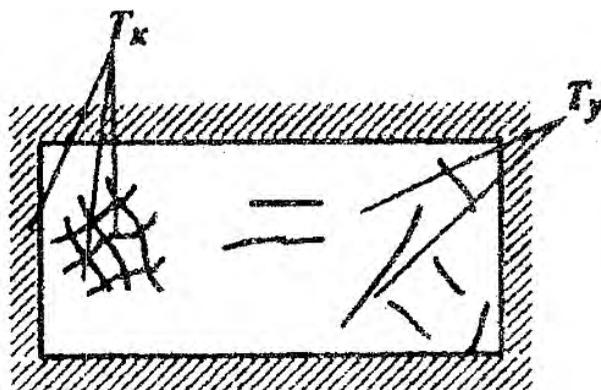
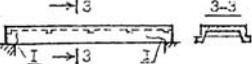
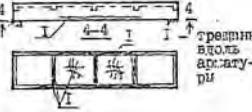
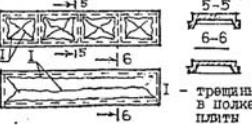
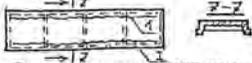
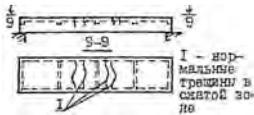
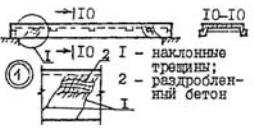
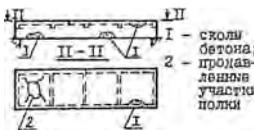
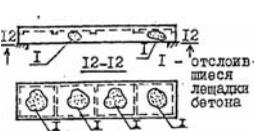
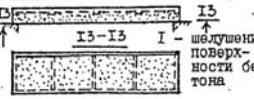


Рис. 8.8. Трещины на потолочной поверхности плиты перекрытия, образовавшиеся от усадки бетона и коррозии арматуры:
 T_k – трещины от коррозии; T_y – трещины от усадки бетона

Таблица 8.3

Характерные дефекты и повреждения

Вид повреждения	Схема повреждения	Причины повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений
Нормальные трещины в растянутой зоне	 <p>I - нормальные трещины в растянутой зоне</p>	Действие изгибающего момента при перегрузке, снижение прочности бетона, уменьшение диаметра в результате коррозии	Усиление по расчету нормальных сечений; защита от коррозии; заделка трещин
Наклонные трещины у опор	 <p>I - наклонные трещины у опор</p>	Действие поперечной силы и изгибающего момента при перегрузке, снижение прочности бетона, уменьшение площади поперечной арматуры	Усиление по расчету наклонных сечений; защита от коррозии; заделка трещин
Приопорные трещины	 <p>I - приопорные трещины</p>	Нарушение анкеровки, проскальзывание арматуры	Усиление опорных участков плит
Трещины вдоль арматуры, ржавые подтеки	 <p>трещины вдоль арматуры</p>	Коррозия арматуры в результате нарушения защитного слоя бетона и воздействия агрессивных сред	Восстановление защитного слоя бетона; защита арматуры от коррозии; усиление плиты по расчету
Трещины по контуру полки плит	 <p>I - трещины в полке плиты</p>	Действие изгибающего момента при перегрузке, снижение прочности бетона, уменьшение диаметра в результате коррозии	Усиление по расчету полки и плиты; защита арматуры от коррозии; заделка трещин
	 <p>I - трещины по контуру полки плиты</p>	Недостаточная анкеровка арматуры полки в продольных ребрах	Усиление полки плиты
Усадочные трещины	 <p>I - усадочные трещины</p>	Усадочные и температурно-влажностные деформации бетона	Шпатлевка поверхностных трещин; инъектирование глубоких трещин

Вид повреждения	Схема повреждения	Причины повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений
Нормальные трещины в сжатой зоне	 <p>1 - нормальные трещины в сжатой зоне</p>	Большие усилия обжатия напрягаемой арматуры при изготовлении плиты; неправильная перевозка и складирование	Усиление по расчету
Раздробление бетона между наклонными трещинами	 <p>1 - наклонные трещины; 2 - раздробленный бетон</p>	Раздавливание бетона главными сжимающими напряжениями при перегрузке, снижение прочности бетона	Усиление плиты
Сколы бетона, продавливание полки	 <p>1 - сколы бетона; продавленные участки полки</p>	Механические повреждения при перевозке и эксплуатации; оголение арматуры с целью подвески технологического оборудования	Восстановление разрушенных участков, снятие подвесок и креплений; устройство распределительных устройств
Отслоение лещадок бетона	 <p>1 - отслоившиеся лещадки бетона</p>	Огневое воздействие; коррозия арматуры; давление новообразований (льда, солей)	Восстановление поврежденных участков; усиление по расчету; защита от агрессивного воздействия среды
Шелушение поверхности бетона	 <p>1 - шелушение поверхности бетона</p>	Воздействие агрессивных сред; попеременное замораживание-оттаивание или увлажнение-высыхание	Защита от агрессивного воздействия среды; восстановление поврежденных поверхностей бетона

Однако в железобетонных конструкциях часто встречаются и технологические дефекты в виде щелеобразных раковин и усадочных трещин. К ним относятся трещины, идущие вдоль арматурных стержней и возникающие от разрыва уплотненной бетонной смеси при вибрировании, продольные щелеобразные раковины под арматурными стержнями от зависания бетонной смеси, трещины от температурной деформации при пропаривании, усадочные трещины при жестком режиме тепловлажностной обработки, высоком расхо-

де вяжущего, большом водоцементном отношении. Для многупустотных панелей перекрытий характерны технологические трещины в ребрах между пустотами, образующиеся при вытягивании пуансонов, а также продольные трещины в верхней полке вдоль пустот (рис. 8.9, 8.10).

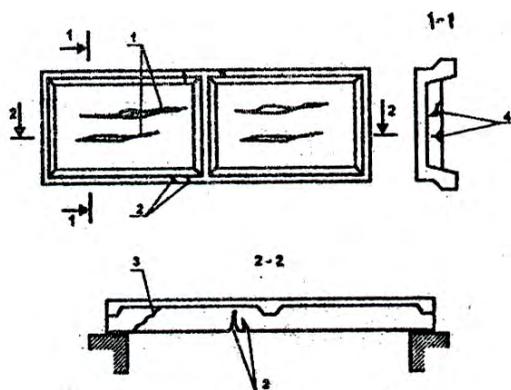


Рис. 8.9. «Силловые» трещины на потолочной поверхности ребристой панели перекрытий:

1 – в полке панели; 2 – нормальные в продольном ребре; 3 – наклонные в продольном ребре; 4 – продольные в поперечном ребре

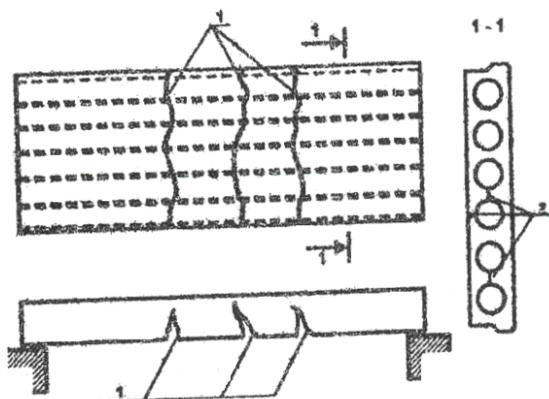


Рис. 8.10. «Силловые» и технологические трещины в пустотной панели перекрытия:

1 – «силловые» трещины; 2 – технологические трещины

Силовые трещины в пустотных панелях соответствуют недостаточной прочности по нормальному сечению.

Панели перекрытий с технологическими трещинами шириной раскрытия более 0,2 мм ремонтируются или отбраковываются.

Литература

1. Технология реконструкции зданий и сооружений : учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» / С. Н. Леонovich [и др.]. – Минск : БНТУ, 2010. – 550 с.

2. Мальганов, А. И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий. Атлас схем и чертежей / А. И. Мальганов, В. С. Плевков, А. Н. Полищук. – Томск : Томский межотраслевой ЦНТИ, 1990. – 316 с.

Практическая работа № 9

ФИЗИЧЕСКИЙ И МОРАЛЬНЫЙ ИЗНОС ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ»

Цель работы: приобрести понятия о физическом и моральном износе зданий и сооружений.

Содержание работы:

В процессе эксплуатации здания и сооружения подвергающаяся моральному и физическому износу.

Физический износ – потеря прочности основных элементов зданий и сооружений, снижение их устойчивости и эксплуатационной надежности в результате внешних и внутренних воздействий, условий и длительности эксплуатации.

Величина физического износа – это количественная оценка технического состояния, показывающая долю ущерба по сравнению с первоначальным состоянием технических и эксплуатационных свойств конструкций зданий и сооружений.

Состояние строительных конструкций находится в прямой зависимости от сроков службы и дефектов, допущенных при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий.

Физическому износу подвержены все здания и сооружения, при этом износ каждого объекта имеет специфические особенности, свой характер.

В течение всего периода эксплуатации здания его физический износ будет повышаться, так как при ремонте практически нельзя полностью восстановить все первоначальные качества. Процесс физического износа зданий и сооружений в процессе эксплуатации состоит из трех характерных периодов (табл. 9.1, 9.2).

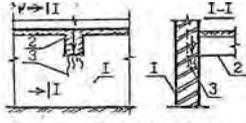
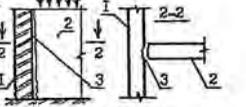
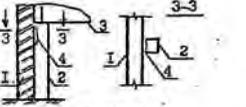
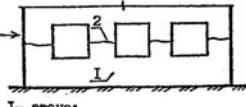
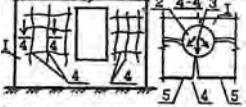
Период физического износа. В этот период происходит загрузка несущих конструкций полезной нагрузкой.

На техническое состояние отрицательно влияют дефекты материала, дефекты монтажа конструкций.

Здания в первоначальный период испытывают воздействия от усадочных, температурных, влажностных напряжений и различных деформаций.

Таблица 9.1

Характерные дефекты и повреждения каменных стен

Вид повреждения	Схема повреждения	Причины повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений
Раздробление кладки, короткие трещины, скалывание кладки под опорами балок	 <p>1- стена; 2- несущая балка; 3- короткие трещины под опорой балки</p>	Местное смятие кладки из-за перегрузки, отсутствия опорной подушки, малого опирания балок	Усиление кладки стены под опорой балки
Вертикальная трещина в месте сопряжения продольной стены с поперечной	 <p>1- продольная стена; 2- поперечная стена; 3- трещина в месте сопряжения стен</p>	Разная загруженность стен (например, продольные стены самонесущие, а поперечные – несущие); температурно-влажностные деформации	Усиление места стен, заделка трещины
Вертикальная трещина в примыкании пилыстры к стене	 <p>1- стена; 2- пилыстра; 3- несущая балка; 4- трещина в верхней части пилыстры</p>	Различная деформативность кладки разнозагруженной стены и пилыстры; отсутствие связей пилыстры со стеной	Усиление пилыстры; установка связей пилыстры со стеной
Горизонтальная трещина	 <p>1- стена; 2- горизонтальная трещина</p>	Отрыв нижележащего участка стены вследствие местных деформаций грунтов основания; сдвиг кладки вследствие увеличения горизонтальных нагрузок; расслоение кладки	Усиление стены, заделка трещин
Трещины вдоль арматуры с выпучиванием кладки	 <p>1- стена, армированная продольной и поперечной арматурой; 2- арматура; 3- длина участков коррозии арматуры; 4- трещины вдоль арматуры; 5- выпучивающиеся слои кладки</p>	Коррозия арматуры вследствие воздействия агрессивных сред	Защита арматуры от коррозии; усиление стены

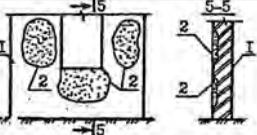
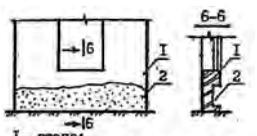
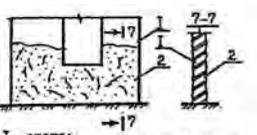
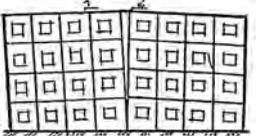
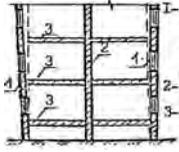
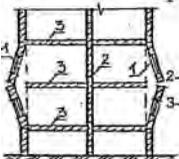
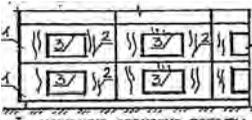
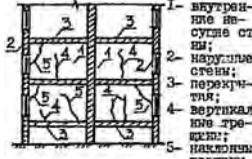
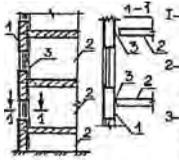
Вид повреждения	Схема повреждения	Причины повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений
Отслоение облицовки	 <p>1- стена; 2- отслоившиеся участки наружной облицовки стены</p>	Различная деформативность облицовки и кладки (особенно выполненной в зимнее время); давление новообразований под облицовкой (соли, лед)	Крепление облицовки, заделка трещин, усиление стены; защита от воздействия воды и агрессивных сред
Выветривание кладки, выпадение отдельных камней	 <p>1- стена; 2- выветривание кладки и выпадение отдельных камней в нижней части стены</p>	Попеременное замораживание-оттаивание водонасыщенной кладки	Устранение замачивания кладки; заделка поврежденных участков; усиление стены
Шелушение поверхностей, замачивание кладки	 <p>1- стена; 2- замачивание нижней части стены, шелушение поверхностей стены</p>	Воздействие грунтовой сырости, химически агрессивных сред	Восстановление горизонтальной вертикальной гидроизоляции стен

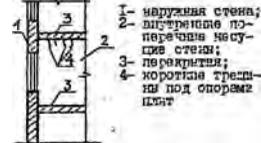
Таблица 9.2

Характерные дефекты и повреждения панельных стен

Вид повреждения	Схема повреждения	Причины повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений
Деформации стены	 <p>1- деформированная стена; 2- трещина в стене</p>	Неравномерные деформации грунтов основания фундаментов, морозное пучение	Предотвращение неравномерных деформаций и морозного пучения; повышение пространственной жесткости здания

Продолжение табл. 9.2

Вид повреждения	Схема повреждения	Причины повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений
Отклонение стен от вертикали	 <p>1- наружные стены здания, отклонившиеся от вертикали; 2- внутренняя стена; 3- перекрытия</p>	Неравномерные деформации грунтов основания фундаментов; нарушение анкеровки перекрытий; нарушение связей с поперечными стенами	Предотвращение неравномерных деформаций грунтов основания; анкеровка плит перекрытий в наружных стенах; установка новых связей
Выпучивание стен	 <p>1- наружная стена здания, выпучившаяся из плоскости; 2- внутренняя стена; 3- перекрытия</p>	Неравномерные деформации горизонтальных растворных швов разнонагруженных продольных и поперечных стен (особенно для зданий, возводимых в зимнее время)	Установка дополнительных связей к выпучивающимся стенам, заделка трещин и швов
Вертикальные трещины в наружных стенах	 <p>1- наружные стеновые панели; 2- вертикальные трещины в простенках; 3- трещины в перемычках</p>	Перегрузка простенков и перемычек; снижение прочности бетона	Устранение перегрузок; усиление простенков и перемычек
Вертикальные и наклонные трещины во внутренних стенах	 <p>1- внутренне несущие стены; 2- наружные стены; 3- перекрытия; 4- вертикальные трещины; 5- наклонные трещины</p>	Деформации утолщенных или из раствора низкой прочности горизонтальных растворных швов; перегрузка, возрастание эксцентриситета приложения нагрузки	Усиление панелей, заделка трещин
Вертикальные трещины в местах сопряжения продольных и поперечных стен	 <p>1- наружная продольная стена; 2- внутренняя и поперечная стены; 3- трещина в месте сопряжения стен</p>	Сдвиг из-за разной загруженности продольных и поперечных стен; температурно-влажностные деформации стен	Усиление узлов сопряжения продольных стен с поперечными; заделка трещин.

Вид повреждения	Схема повреждения	Причины повреждения	Мероприятия по устранению дефектов и повреждений
Выдавливание наружных панелей	 <p>1- наружная стена здания; 2- выдавленная панель; 3- перекрытия; 4- внутреннее давление (выдавливание, взрыв газа)</p>	Механические повреждения; избыточное внутреннее давление (взрыв газа)	Установка выдавленной панели на место; установка новых связей; заделка трещин и швов
Короткие трещины под опорами плит	 <p>1- наружная стена; 2- изгибание поперечных несущих стен; 3- перекрытия; 4- короткие трещины под опорами плит</p>	Местное смятие бетона из-за перегрузок, малого опирания плит перекрытий; снижение прочности бетона поперечных несущих стен	Усиление поврежденных участков стен

Именно на этот период приходится большое количество разрушений и даже аварий строительных конструкций. В частности, 20 % на объектах построенных, но не сданных в эксплуатацию, а в процессе эксплуатации 15 % – при работе до пяти лет. Это свидетельствует о необходимости более строгого контроля качества работ при строительстве и приемке зданий в эксплуатацию.

По истечении этого периода проводится первый, так называемый «послеосадочный» ремонт.

Период длительного, медленного износа. Во время этого периода происходит необратимый процесс износа.

Восстановление эксплуатационных качеств и поддержание их на должном уровне всецело зависит от качества технической эксплуатации, ремонтно-восстановительных работ и работ, проводимых во время реконструкции зданий.

Период интенсивного износа. В этот период физический износ может достичь критического значения. Отдельные конструкции перестают оказывать сопротивление характерным для данного здания воздействиям и выключаются из работы, что может привести к аварии, если не принять мер по их восстановлению или усилению.

Наряду с физическим износом объекты подвергаются моральному старению.

Моральный износ зданий – это устранение с течением времени типов, параметров и объемно-планировочных решений зданий, их оборудования и отделки, художественно-стилевых особенностей архитектуры и внешнего облика зданий в связи с изменением представлений общества, а также изменившимися с течением времени нормами и представлениями об условиях проживания различных слоев населения.

Литература

1. Технология реконструкции зданий и сооружений : учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» / С. Н. Леонович [и др.]. – Минск : БНТУ, 2010. – 550 с.

2. Мальганов, А. И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий. Атлас схем и чертежей / А. И. Мальганов, В. С. Плевков, А. Н. Полищук. – Томск : Томский межотраслевой ЦНТИ, 1990. – 316 с.

Практическая работа № 10

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИМПУЛЬСНОГО МЕТОДА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Цель работы: ознакомиться с особенностями использования стандартного ультразвукового метода контроля при обследовании эксплуатируемых железобетонных конструкций с позиций действующих в Республике Беларусь нормативов.

Содержание работы

Основные понятия и термины

Акустический импульс – распространяющееся в упругой среде одинарное или квазипериодическое механическое возмущение (деформация, напряжение). Возбуждение акустического импульса может осуществляться кратковременным силовым или иным воздействием в локальной области среды, создающим в этой области кратковременное напряжение или деформацию.

Ультразвуковые колебания (УЗК) – механические колебания частотой более 20 000 Гц.

Ультразвуковые волны – распространяющиеся в упругой среде периодические или квазипериодические возмущения (деформация, напряжение), частотный спектр которых лежит в области УЗК.

Продольные ультразвуковые волны – один из типов ультразвуковых волн, у которых вектор возмущений параллелен направлению распространения волны.

Скорость распространения продольных ультразвуковых (звуковых) волн – наибольшая среди всех типов акустических волн; связана с физико-механическими свойствами среды соотношением

$$c_1 = \sqrt{\frac{E(1-\nu)}{\rho(1+\nu)(1-2\nu)}}, \quad (10.1)$$

где E – динамический модуль упругости материала;

ν – коэффициент Пуассона;

ρ – плотность материала. Типичное значение скорости распространения продольной волны в бетоне – $4000 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$.

Акустический контакт – область механического контакта двух сред или контролируемой среды и измерительных излучающего и приемного ультразвуковых преобразователей, через которую происходит передача энергии акустической (ультразвуковой) волны.

Наиболее распространены вязкий (жидкостный) контакт и сухой точечный контакт (СТК). Первый заключается в заполнении области контакта вязким материалом (солидолом) или жидкостью. Вязкий контакт обеспечивает передачу энергии колебаний с малым затуханием, но требует затрат времени для нанесения контактной смазки и частого ее обновления, что снижает оперативность ультразвукового контроля. СТК не требует применения каких-либо расходных материалов, но вносит большое затухание проходящим через него колебаниям, поэтому используется на небольших (100–300 мм) базах прозвучивания бетона.

База прозвучивания – расстояние между центрами акустического контакта излучающего и приемного ультразвуковых преобразователей с контролируемым материалом.

Скорость распространения УЗК – определяется как отношение базы прозвучивания ко времени распространения УЗК. Время распространения УЗК определяется прямыми измерениями: как промежуток времени между моментом излучения акустического (ультразвукового) импульса и моментом его регистрации приемным ультразвуковым преобразователем.

Ультразвуковой метод определения прочности бетона

Ультразвуковой метод определения прочности бетона является косвенным методом испытаний, так как в процессе испытаний непосредственно получают не параметр прочности, а косвенную величину – скорость распространения в бетоне УЗ импульса. Оценку же прочности бетона получают, пользуясь установленной функциональной зависимостью скорости УЗ импульса от прочности бетона. По сравнению с механическими методами испытаний бетона

(ГОСТ 22690–88) ультразвуковому методу контроля присущ ряд особенностей, которые можно рассматривать и как достоинства, и как его недостатки. ГОСТ 17624–87, регламентирующий ультразвуковой метод, рассматривает его исключительно в качестве метода определения прочности бетона. Однако формулы классической акустики, связывающие скорость распространения акустических волн с физико-механическими свойствами материалов, не содержат параметров прочности. В частности, формула (10.1) указывает на отсутствие прямой связи между прочностью бетона и скоростью распространения в нем акустической волны.

Но, с другой стороны, повышение прочности бетона достигается, как правило, увеличением содержания веществ – цемента, микрокремнезема и других, увеличивающих количество и жесткость контактов (см. рис. 10.1) между составляющими бетон компонентами, что также приводит и к увеличению модуля упругости бетона. При этом, разумеется, увеличивается плотность бетона, что в соответствии с формулой (10.1) должно снижать скорость распространения акустического импульса.

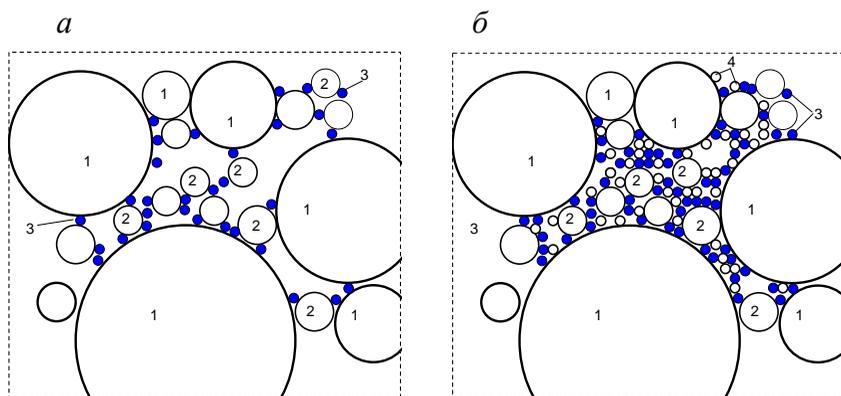


Рис. 10.1. Упрощенная модель структуры бетона:
a – бетон низкой прочности; *б* – бетон высокой прочности;
 1 – зерна крупного заполнителя; 2 – зерна мелкого заполнителя;
 3 – кристаллы цементного камня; 4 – зерна микрокремнезема

Однако рост количества контактов структурных элементов бетона опережает сопутствующее приращение его плотности. В результате, передача импульса от одного зерна заполнителя к другому происходит с меньшим затуханием и по более выпрямленной траектории, что проявляется себя увеличением скорости акустических волн.

Известна корреляция (статистическая связь) между прочностью бетона и его упругостью. Для тяжелого и мелкозернистого бетонов связь модуля упругости E_{cm} и нормативного сопротивления бетона осевому сжатию f_{ck} определяется формулой

$$E_{cm} = 9,5(f_{ck} + 8)^{1/3} 10^3, \text{ МПа.}$$

Но следует помнить, что указанная закономерность либо проявляется в статистике (при усреднении большого числа данных испытаний различных бетонов), либо присуща бетонам близким по составу. Значительные вариации состава бетона, нестабильность режимов уплотнения и выдерживания, а также эксплуатационные факторы – периодическое замораживание–оттаивание, карбонизация, высокотемпературные и химические воздействия – нарушают указанную закономерность. Это может приводить к ошибочным оценкам ультразвуковым методом прочности бетона с недостаточной информацией о его изготовлении и эксплуатации. Данное обстоятельство является главным недостатком ультразвукового метода определения прочности бетона, так как указанные выше влияющие факторы остаются во многих случаях неизвестными.

К неоспоримым достоинствам ультразвукового метода контроля относится его способность «просматривать» бетон в таком объеме, в пределах которого структурная неоднородность – в первую очередь, зерна крупного заполнителя - практически перестает себя проявлять, но при этом присутствие дефектов – трещин, областей неуплотнения или иных нарушений сплошности – легко регистрируется. Это позволяет использовать ультразвуковой контроль при обследовании «незнакомых» протяженных железобетонных конструкций в качестве чувствительного и оперативного метода выявления зон пониженной прочности бетона, без оценок ее абсолютного значения. Так, ультразвуковые приборы с СТК–УК1401, «Пульсар 1.0 / 1.2» и аналогичные им позволяют выполнять сплошной

контроль плит перекрытий, монолитных стен, колонн, затрачивая на контроль одного квадратного метра менее 1 мин. Выявленные же участки пониженной прочности могут быть исследованы более затратными, но менее технологозависимыми методами испытаний.

Контроль прочности бетона эксплуатируемых конструкций и сооружений

В настоящее время в Республике Беларусь действуют два основных норматива, регламентирующих метод определения прочности бетона ультразвуковым методом: ГОСТ 17624–87 [2], СТБ EN 13791–2009 [3], также действует СНБ 5.03.01 [1]. В подходах – этих нормативных документов – существуют некоторые различия.

Приложение 7 ГОСТ 17624–87 «Методика экспертного контроля прочности бетона в строящихся и эксплуатируемых конструкциях и сооружениях»:

1. Определение прочности бетона при экспертизе конструкций и сооружений проводят в зонах конструкций, изготовленных из бетона на одном виде крупного заполнителя.

2. Измеряют время распространения ультразвука не менее, чем в 10 участках контролируемой зоны конструкции. Вычисляют среднюю скорость ультразвука $v_{\text{ср}}$ в контролируемой зоне. В контролируемой зоне намечают участки, в которых измеренная скорость ультразвука имеет максимальное v_{max} и минимальное v_{min} значения, а также участок, где скорость ультразвука имеет величину v_n , наиболее близкую к средней скорости ультразвука $v_{\text{ср}}$.

Из каждого намеченного участка в соответствии с ГОСТ 10180–90 выбуривают и испытывают не менее двух кернов. По данным испытаний кернов определяют значения прочностей $R_{\text{ф. max}}$, $R_{\text{ф. min}}$, $R_{\text{ф. n}}$ в участках, имеющих скорости ультразвука v_{max} , v_{min} , v_n соответственно.

3. Прочность бетона в любом участке контролируемой зоны конструкции определяют из выражения

$$R_n = a_0 + a_1 v_n.$$

Коэффициенты a_1 и a_0 вычисляют по формулам

$$a_1 = \frac{R_{\text{ф. max}} - R_{\text{ф. min}}}{v_{\text{max}} - v_{\text{min}}},$$

$$a_0 = \frac{1}{2} \left((R_{\text{ф. max}} + R_{\text{ф. n}}) - a_1 (v_{\text{min}} - v_n) \right).$$

4. При выполнении условия

$$\frac{v_{\text{max}} - v_{\text{min}}}{v_n} \cdot 100 \% \leq 10 \%$$

допускается ориентировочно определять прочность для бетонов классов прочности до В25 по формуле

$$R = A v^4,$$

где

$$A = \frac{R_{\text{ф. ср}}}{v_{\text{ср}}},$$

для бетонов классов прочности выше В25 – по формуле

$$R = R_{\text{ф. max}} \frac{v}{8,87 v_{\text{max}} - 7,87 v}.$$

Значения скоростей ультразвука v_{max} , v_{min} , v и прочностей $R_{\text{ф. max}}$, $R_{\text{ф. ср}}$, определяют в соответствии с п. 2 настоящего приложения.

Полученные оценки прочности по ГОСТ 17624 испытанных участков конструкции можно рассматривать в качестве единичных оценок, на основе которых определяется среднее значение прочности бетона, а также среднее квадратическое отклонение прочности.

Оценка класса бетона в конструкции по СНБ 5.03.01 производится следующим образом (см. п 13.2 данного документа).

Если проверочные расчеты выполняются по данным, полученным при натурном обследовании конструкций, значение гарантированной прочности бетона $f_{c, cube}$ следует принимать равным 80 % от средней прочности бетона, МПа, определенной ускоренными методами, либо равным значению гарантированной с обеспеченностью 95 % прочности бетона, МПа, определенной по результатам статической оценки.

Для промежуточных значений условного класса бетона по прочности на сжатие расчетные характеристики допускается определять методом линейной интерполяции.

Оценка прочности на сжатие конструкций и элементов сборного бетона в реальных условиях – по СТБ EN 13791–2009.

Определение прочности бетона

1. Выбор варианта для определения прочности бетона

Вариант 1. Прямое сравнение с буровыми кернами 1. Необходимо как минимум 18 результатов испытаний буровых кернов (см. п. 2–3) для того, чтобы определить зависимость между прочностью на сжатие и результатом, полученным данным косвенным методом (ультразвуковым).

Вариант 2. Калибровка на буровых кернах для ограниченного диапазона прочности на сжатие с применением предварительно составленных зависимостей. В п. 4 описаны методы, используемые для оценки прочности на сжатие бетона в ограниченном диапазоне прочности на сжатие, которые основаны на предварительно составленной градуировочной зависимости – базовой кривой.

2. Составление зависимости между результатом испытаний и прочностью на сжатие бетона в конструкции

Зависимость должна основываться на минимум 18 парах результатов, т. е. необходимо получить 18 результатов по испытаниям буровых кернов и 18 результатов испытаний косвенным методом, которые представляют одну исследуемую область.

Пара результатов состоит из одного результата испытания бурового керна и одного результата косвенного испытания одного и того же образца.

Это количество является минимальным. Для составления градуировочной зависимости во многих случаях предпочтительным является большее количество результатов испытаний.

Градуировочную зависимость получают посредством регрессионного анализа на основе пар данных, полученных при выполнении программы испытаний. Результат косвенного испытания рассматривается как переменная, а оценка прочности на сжатие бетона в конструкции – как функция этой переменной.

Данные, применяемые для определения градуировочной зависимости, должны быть равномерно распределены в диапазоне данных. Необходимо рассчитать стандартную погрешность оценки прочности и определить доверительные границы для градуировочной зависимости и границы допусков для отдельных показаний. Градуировочная зависимость определяется как нижний десятичный процентиль прочности на сжатие (см. рис. 10.2).

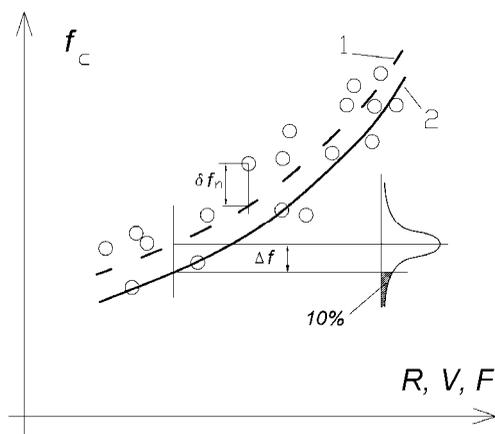


Рис. 10.2. Построение градуировочной зависимости по данным совместных прессовых испытаний и испытаний, отобранных кернов ультразвуковым (или иным неразрушающим) методом по СТБ EN 13791–2009:
 1 – базовая кривая; 2 – градуировочная зависимость;
 δf_n – разница между отдельным результатом испытания прочности бурового керна и значением прочности по базовой зависимости; Δf – смещение базовой кривой

Зависимость, применяемая для оценки прочности на сжатие дает уровень надежности, при котором ожидается, что 90 % значений прочности на сжатие превышает ее оценку.

3. Оценка прочности на сжатие бетона в конструкции

По градуировочной зависимости оценивается прочность на сжатие бетона в конструкции f_{is} . При прямой оценке прочности на сжатие бетона в конструкции эта зависимость может применяться только для условий, для которых данная зависимость получена.

Для оценки характеристической (гарантированной) прочности на сжатие бетона в конструкции действуют следующие условия:

- оценка каждой области испытаний должна базироваться минимум на 15 местах измерений;
- стандартное отклонение должно соответствовать расчетному значению. При этом действительно наибольшее значение.

Полученная характеристическая (гарантированная) прочность на сжатие области испытаний является наименьшей из двух следующих значений:

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - 1,48 s$$

или

$$f_{ck, is} = f_{is, \text{мин}} + 4$$

где s – стандартное отклонение результатов испытаний.

4. Методы испытаний

Для составления градуировочной зависимости между косвенным методом и прочностью на сжатие бетона в конструкции применяется следующая процедура:

1. Выбирается область испытаний с минимум девятью местами измерений.
2. В каждом месте измерений получают результаты измерений скорости ультразвукового импульса по СТБ EN 12504–4.
3. В каждом месте измерений отбирается и испытывается керн.

4. Для каждого места измерений определяется разница между измеренным значением прочности на сжатие для зерна и значением по базовой кривой:

$$\delta(f) = f_{is} - f_{R, v, F}.$$

5. Рассчитывается среднее значение $\delta(f_{m(n)})$ для n количества результатов испытаний и стандартное отклонение s .

6. Рассчитывается значение смещения базовой кривой Δf по уравнению

$$\Delta f = \delta(f_{m(n)}) - kls.$$

7. Базовая кривая смещается (см. рис. 10.2) на значение Δf , в результате получается зависимость между результатами косвенных испытаний и прочностью на сжатие испытываемого бетона.

Литература

1. Бетонные и железобетонные конструкции : СНБ 5.03.01–2002. – Минск : Минстройархитектуры, 2003. – 139 с.

2. Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности : ГОСТ 17624–87. – М. : 1988. – 12 с

3. Оценка прочности на сжатие конструкций и элементов сборного бетона в реальных условиях : СТБ EN 13791–2009. – Минск : Минстройархитектуры, 2010. – 47 с.

4. Пецольд, Т. М. Железобетонные конструкции. Основы теории, расчета и конструирования / под ред. Т. М. Пецольда, В. В. Тура. – Минск : БГТУ, 2003. – 378 с.

Учебное издание

**ТЕХНОЛОГИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ
И СООРУЖЕНИЙ**

Практикум для студентов специальности
1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»

Составители:

ЛЕОНОВИЧ Сергей Николаевич

ПОЛЕЙКО Николай Леонидович

СНЕЖКОВ Дмитрий Юрьевич

Редактор *Т. А. Зезюльчик*

Компьютерная верстка *А. Г. Занкевич*

Подписано в печать 30.09.2013. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 6,86+0,35. Уч.-изд. л. 5,36+0,27. Тираж 70. Заказ 1232.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет. ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.