

**В.И. ЛЕДЕНЕВ, И.В. МАТВЕЕВА,
Е.В. АЛЕНИЧЕВА, И.В. ГИЯСОВА**

**ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ
РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ
РЕКОНСТРУКЦИИ И КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ
ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ**

Часть 1

**ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ. ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УСИЛЕНИЕ
ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ**



◆ ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ ◆

УДК 725.004.68(075)
ББК Н711-09я73
О641

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой "Конструкции зданий и сооружений" ТГТУ
В.В. Леденев

Директор ОАО "Проектный институт «Тамбовгражданпроект»"
А.А. Воронков

Леденев, В.И.
О641 Организация и технология ремонтно-строительных работ при реконструкции и капитальном ремонте гражданских зданий. Ч. 1. Общие сведения. Восстановление и усиление оснований и фундаментов : учеб. пособие / В.И. Леденев, И.В. Матвеева, Е.В. Аленичева, И.В. Гиясова. – Тамбов : Изд-во Тамб.

гос. техн. ун-та, 2006. – 100 с. – 100 экз. – ISBN 5-8265-0520-6.

Изложены общие принципы обследования конструкций перед реконструкцией, детально освещены проблемы восстановления и повышения несущей способности оснований и фундаментов при реконструкции и капитальном ремонте зданий. Рассмотрены основные принципы организации и технологии производства работ по усилению оснований, ремонту и восстановлению фундаментов.

Пособие предназначено для студентов специальностей 270102 "Промышленное и гражданское строительство", 270105 "Городское строительство и хозяйство" дневной и заочной форм обучения. Может быть полезно инженерно-техническим работникам, занимающимся проектированием, эксплуатацией и усилением строительных конструкций.

УДК 725.004.68(075)
ББК Н711-09я73

ISBN 5-8265-0520-6

© Леденев В.И., Матвеева И.В.,
Аленичева Е.В., Гиясова И.В., 2006
© ГОУ ВПО "Тамбовский государственный
технический университет" (ТГТУ), 2006
Министерство образования и науки Российской Федерации

ГОУ ВПО "Тамбовский государственный технический университет"

**В.И. Леденев, И.В. Матвеева,
Е.В. Аленичева, И.В. Гиясова**

**ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ
РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ
РЕКОНСТРУКЦИИ И КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ
ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ**

Часть 1

**ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ. ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УСИЛЕНИЕ
ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ**

*Утверждено Ученым советом университета
в качестве учебного пособия*



Тамбов
Издательство ТГТУ
2006

Учебное издание

ЛЕДЕНЕВ Владимир Иванович,
МАТВЕЕВА Ирина Владимировна,
АЛЕНИЧЕВА Елена Владимировна,
ГИЯСОВА Ирина Викторовна

ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ
РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ
РЕКОНСТРУКЦИИ И КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ
ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

Часть 1

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ. ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УСИЛЕНИЕ
ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ

Учебное пособие

Редактор Е.С. Мордасова
Инженер по компьютерному макетированию М.Н. Рыжкова

Подписано в печать 20.11.2006.
Формат 60 × 84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman.
5,8 уч.-изд. л. Тираж 100 экз. Заказ № 657

Издательско-полиграфический центр
Тамбовского государственного технического университета
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

ВВЕДЕНИЕ

Постоянное расширение объемов реконструкции и капитального ремонта зданий и сооружений требует качественного повышения уровня знаний инженеров, работающих в области городского строительства и хозяйства и занимающихся ремонтом, восстановлением и усилением конструкций зданий. В этой связи при обучении по специальности 270105 "Городское строительство и хозяйство" большое внимание уделяется вопросам, связанным с обеспечением и повышением эксплуатационной надежности зданий путем восстановления утраченных в процессе эксплуатации качеств конструкций. Данные вопросы в большем или меньшем объеме рассматриваются в курсах архитектуры, конструкций городских сооружений и территорий, технологии и организации в городском строительстве и др. Для закрепления изучаемого учебного материала задачи капитального ремонта и реконструкции, связанные с усилением и восстановлением конструкций, решаются в курсовых и дипломных проектах.

За последние десятилетия в печати появилось большое количество монографий, журнальных статей и справочной литературы, посвященных вопросам ремонта, восстановления и усиления конструкций. Наряду с этим ощущается существенный недостаток в учебной литературе, методически обобщающей имеющийся опыт. В настоящем учебном пособии рассмотрены вопросы по ремонту, восстановлению и усилению несущих конструкций эксплуатируемых зданий. Для закрепления изучаемого материала приведены отдельные простые и наглядные примеры усиления и восстановлений конструкций зданий различного назначения.

Учебное пособие состоит из двух частей. В первой части даны сведения о реконструкции и капитальном ремонте зданий, показаны общие принципы анализа состояния конструкций зданий, подлежащих реконструкции и капитальному ремонту, подробно рассмотрены технология и организация работ по восстановлению и повышению несущей способности оснований и фундаментов зданий.

На основе изложенных в ранее изданных [14, 15] и настоящем пособии материалах студенты специальности 270105 могут полнее раскрыть темы курсовых и дипломных проектов, связанных с задачами капитального ремонта и реконструкции зданий, целенаправленно и грамотно выбрать эффективные приемы и способы выполнения ремонтно-строительных работ.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ

1.1. КЛАССИФИКАЦИЯ РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Обеспечение эксплуатационной надежности и долговечности зданий, а также продление их срока службы далее установленных при проектировании нормативных сроков эксплуатации достигается своевременно и качественно проводимыми ремонтами. Эффективность выполнения этих работ во многом зависит от принятой системы их организации. Наибольшее распространение в практике эксплуатации имеет система планово-предупредительных ремонтов, предусматривающая целый комплекс организационных и технических мероприятий по обследованию, содержанию и ремонту конструктивных элементов, санитарно-технических систем и инженерного оборудования зданий. В соответствии с этой системой все ремонтные работы должны выполняться по заранее составленному и согласованному плану.

Согласно планово-предупредительной системе все ремонты, производимые в здании в процессе его эксплуатации, подразделяются на текущие и капитальные.

Основная цель *текущих ремонтов* – выполнение в процессе повседневной эксплуатации зданий ремонтов, связанных с предупреждением преждевременного износа конструкций. При этом, как правило, выполняются работы по восстановлению поврежденных защитных слоев конструкций (окрасочных, штукатурных и др.), защищающих основной материал конструкций от негативных внешних воздействий. При текущем ремонте выполняется также незначительная часть ремонтно-строительных работ по устранению мелких повреждений и разрушений основного материала конструкций (например, замена отдельных поврежденных участков кровли, замена отдельных элементов оконных заполнений и др.).

По видам производимых ремонтных работ различают:

- *текущий профилактический ремонт (ТПР)*, выявляемый и планируемый заранее по времени выполнения, объемам и стоимости;
- *текущий непредвиденный ремонт (ТНР)*, выявляемый в процессе эксплуатации и выполняемый, как правило, в срочном порядке.

При правильно организованной системе планово-предупредительных ремонтов на профилактический ремонт планируется и расходуется до 75...80 % ассигнований, выделяемых на текущий ремонт в целом.

Годовые и квартальные планы профилактического текущего ремонта составляются по результатам технического осмотра здания на основе составленной при этом описи работ. Своевременное выполнение этих работ является гарантией сохранности не только отдельных несущих и ограждающих конструкций, но и зданий в целом.

К работам текущего непредвиденного ремонта относятся срочные исправления мелких случайных повреждений, возникающих, как правило, при профилактическом текущем ремонте или после его выполнения в санитарно-технических и других системах и сетях здания. На производство этих работ предусматривается 20...25 % от общих затрат на текущий ремонт.

В ряде случаев при эксплуатации производится *текущий аварийный ремонт*, связанный с ликвидацией последствий внезапных аварий, повреждений защитных слоев конструкций, вызванных стихийными бедствиями, экстремальными условиями и ситуациями.

Основная цель *капитального ремонта* заключается в замене и восстановлении отдельных частей или целых конструктивных элементов и инженерно-технического оборудования зданий в связи с их физическим износом и разрушением, а также в устранении в необходимых случаях последствий морального износа конструкций и проведении работ по повышению уровня благоустройства. При капитальном ремонте ликвидируется физический и моральный (частично или полностью) износ зданий. Состав работ при капитальном ремонте должен быть таким, чтобы после его проведения здание полностью удовлетворяло всем эксплуатационным требованиям.

По объемам и видам производимых ремонтных работ различают:

- *комплексный капитальный ремонт (ККР)*, охватывающий все элементы здания. При ККР предусматривается одновременное восстановление всех изношенных конструктивных элементов, инженерного оборудования и повышение степени благоустройства здания в целом, т.е. устраняются физический и моральный износ;
- *выборочный капитальный ремонт (ВКР)*, охватывающий отдельные конструктивные элементы здания или его инженерного оборудования. При ВКР устраняется физический износ. В процессе ВКР осуществляют ремонт, замену и усиление конструкций и оборудования, неисправность которых может ухудшить состояние смежных конструкций и повлечь за собой их повреждение или разрушение. При выборочном капитальном ремонте производятся также работы по восстановлению утраченных эксплуатационных качеств отдельных элементов здания, (например, звукоизоляционных свойств полов, теплозащиты наружных стен и чердачных перекрытий и др.).

Комплексный капитальный ремонт является основным видом капитальных ремонтов и проводится, как правило, в зданиях, в которых основные конструктивные элементы (кроме фундаментов, стен, столбов и колонн) и инженерное оборудование пришли в неудовлетворительное состояние и нуждаются либо в усилении, либо в полной замене. Этот вид ремонта назначают также для зданий, имеющих значительный моральный износ, находящихся в неудовлетворительном техническом состоянии и не подлежащих сносу даже в перспективе (например, исторические и другие подобные здания).

Выборочный капитальный ремонт выполняют в зданиях, которые в целом находятся в удовлетворительном техническом состоянии, однако отдельные конструктивные элементы, санитарно-технические и другие устройства в них сильно изношены и нуждаются в полной или частичной замене или усилении. При выборочном капитальном ремонте производят, как правило, один-два вида наиболее необходимых срочных работ, которые не могут быть приурочены к очередному плановому ремонту (ремонт фасада, кровли и т.п.).

В ряде случаев при эксплуатации здания возникает необходимость в проведении *аварийного капитального ремонта*, связанного с ликвидацией повреждений и разрушений, вызванных стихийными бедствиями (землетрясения, пожары, ураганы и т.д.).

Комплексный капитальный ремонт должен проводиться только при наличии проектной документации, разработанной проектной организацией на основе результатов подробного технического обследования здания и задания на проектирование, выданного заказчиком.

В процессе всего срока эксплуатации здание может изменить свое функциональное (технологическое) назначение. При таких изменениях существующее здание может не соответствовать новому функциональному процессу по объемно-планировочному и конструктивному решениям, по условиям обеспечения санитарно-гигиенических и технических требований и т.д. В этих случаях в здании производится комплекс ремонтно-строительных работ, связанных с изменением объемно-планировочных параметров здания и его конструктивных решений. Весь этот комплекс работ относится к процессу реконструкции здания.

Реконструкция здания, в отличие от капитального ремонта, включает в себя работы по кардинальному изменению его объемно-планировочного и конструктивного решений, а также возможные работы по надстройке, пристройке и встройке дополнительных объемов. При реконструкции здания в обязательном порядке должны быть выполнены все необходимые работы по ремонту, замене и усилению конструктивных элементов, имеющих физический и моральный износ. Таким образом, работы по реконструкции поглощают в себе весь объем работ по капитальному ремонту. При реконструкции должны быть осуществлены мероприятия, улучшающие архитектурную выразительность здания и обеспечивающие благоустройство прилегающих к нему территорий. В целом здание после реконструкции должно отвечать всем действующим градостроительным и техническим нормам.

1.2. СРОКИ ПРОВЕДЕНИЯ РЕМОНТОВ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

Выполнение различных видов ремонтов производится с определенной периодичностью. Периодичность ремонтов зависит от степени капитальности и долговечности эксплуатируемых зданий.

По степени капитальности и долговечности в зависимости от материала основных несущих конструкций (фундаментов, стен и перекрытий) принято подразделять гражданские здания следующим образом: жилые зда-

ния делятся на 6 групп с нормативными усредненными сроками службы от 15 до 150 лет; общественные здания делятся на 9 групп с усредненными нормативными сроками службы от 10 до 175 лет.

Классификации жилых и общественных зданий по капитальности приведены в табл. 1 и 2.

**1. Классификация жилых зданий по капитальности
в зависимости от материала фундаментов, стен и перекрытий**

Группа зданий	Вид зданий, материалы фундаментов, стен и перекрытий	Срок службы зданий, лет
I	Каменные, особо капитальные; фундаменты – каменные и бетонные, стены – каменные (кирпичные) и крупноблочные, перекрытия – железобетонные	150
II	Каменные обыкновенные; фундаменты – каменные, стены – каменные (кирпичные), крупноблочные и крупнопанельные, перекрытия – железобетонные или смешанные (деревянные и железобетонные), а также каменные своды по металлическим балкам	125
III	Каменные облегченные; фундаменты – каменные и бетонные, стены – облегченной кладки из кирпича, шлакоблоков и ракушечника, перекрытия – деревянные, железобетонные или каменные своды по металлическим балкам	100
IV	Деревянные, рубленые и брусчатые, смешанные; сырцовые; фундаменты – ленточные бутовые, стены – рубленые, брусчатые, смешанные (кирпичные и деревянные), сырцовые, перекрытия – деревянные	50
V	Сборно-щитовые, каркасные, глинобитные саманные и фахверковые; фундаменты – на деревянных стульях при бутовых столбах; стены – каркасные, глинобитные и др.; перекрытия – деревянные	30
VI	Каркасно-камышитовые и прочие облегченные	15

**2. Классификация общественных зданий по капитальности
в зависимости от материала фундаментов, стен и перекрытий**

Группа зданий	Вид зданий, материалы фундаментов, стен и перекрытий	Срок службы зданий, лет
I	Каркасные, с железобетонным или металлическим каркасом, с заполнением каркаса каменными материалами	175
II	Особо капитальные, с каменными стенами из штучных камней или крупноблочные; колонны и столбы – железобетонные или кирпичные; перекрытия – железобетонные или каменные своды по металлическим балкам	150
III	С каменными стенами из штучных камней или крупноблочные; колонны и столбы – железобетонные или кирпичные; перекрытия – железобетонные или каменные своды по металлическим балкам	125
IV	Со стенами облегченной (каменной) кладки; колонны и столбы – железобетонные; перекрытия – деревянные	100
V	Со стенами облегченной (каменной) кладки; колонны и столбы – кирпичные или деревянные; перекрытия – деревянные	80
VI	Деревянные, с бревенчатыми или брусчатыми рублеными стенами	50
VII	Деревянные каркасные, щитовые	25
VIII	Камышитовые и прочие облегченные здания	15

IX	Палатки, павильоны, ларьки и другие облегченные здания торговых организаций	10
----	---	----

Установленные в табл. 1 и 2 сроки службы определяются долговечностью основных несущих конструкций – стен, фундаментов и перекрытий. Все строительные элементы гражданских зданий по признаку долговечности делятся на две группы:

- *несменяемые элементы*, от долговечности которых зависит срок службы здания в целом;
- *сменяемые элементы*, срок службы которых менее срока службы несменяемых элементов и которые приходится полностью или частично заменять (один или несколько раз) за весь период эксплуатации здания.

3. Минимальная продолжительность эффективной эксплуатации элементов зданий и объектов

Элементы жилых зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения	Продолжительность эксплуатации до капитального ремонта (замены), лет	
	Жилые здания	Здания и объекты коммунального и социально-культурного назначения при нормальных и благоприятных условиях эксплуатации
<i>Фундаменты</i>		
Ленточные бутовые на сложном или цементном растворе*	50	50
Ленточные бутовые на известковом растворе и кирпичные*	50	50
Ленточные бетонные и железобетонные*	60	60
Бутовые и бетонные столбы	40	40
Свайные*	60	60
Деревянные стулья	15	15
<i>Стены</i>		
Крупнопанельные с утепляющим слоем из минераловатных плит, цементного фибролита*	50	50
Крупнопанельные однослойные из легкого бетона*	30	30
Особо капитальные, каменные (кирпичные при толщине 2,5 – 3,5 кирпича) и крупноблочные на сложном или цементном растворе*	50	50
Каменные обыкновенные (кирпичные при толщине 2 – 2,5 кирпича)*	40	40
Каменные облегченной кладки из кирпича, шлакоблоков и ракушечника*	30	30
Деревянные рубленные и брусчатые*	30	30
Деревянные сборно-щитовые, каркасно-засыпные*	30	30
Глинобитные, саманные, каркасно-камышитовые*	15	15

Продолжение табл. 3

Элементы жилых зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения	Продолжительность эксплуатации до капитального ремонта (замены), лет	
	Жилые здания	Здания и объекты коммунального и социально-культурного назначения при нормальных и благоприятных условиях эксплуатации
1	2	3
<i>Герметизированные стыки</i>		
Панелей наружных стен мастиками:		
– нетвердеющими	8	8
– отверждающимися	15	15
Мест примыкания оконных (дверных) блоков к граням проемов	25	25
<i>Перекрытия</i>		
Железобетонные сборные и монолитные*	80	65
С кирпичными сводами или бетонным заполнением по металлическим балкам*	80	65
Деревянные по деревянным балкам, оштукатуренные междуэтажные	60	50
То же, чердачные	30	25

По деревянным балкам, облегченные, неоштукатуренные	20	15
Деревянные по металлическим балкам	80	65

Продолжение табл. 3

1	2	3
Утепляющие слои чердачных перекрытий:		
– из пенобетона	25	20
– из пеностекла	40	30
– из цементного фибролита	15	10
– из керамзита или шлака	40	30
– из минеральной ваты	15	10
– из минераловатных плит	15	10

Полы

Из керамической плитки по бетонному основанию	60	30
Цементные железные	30	15
Цементные с мраморной крошкой	40	20
Дощатые шпунтованные:		
– по перекрытиям	30	15
– по грунту	20	10
Паркетные:		
– дубовые на рейках (на мастике)	60/5	
– буковые на рейках (на мастике)	0	
– березовые, осиновые на рейках (на мастике)	40/3	
– из паркетной доски	0	30/25
– из твердой древесноволокнистой плиты	30/2	20/15
	0	15/10
	20	10
	15	8

Продолжение табл. 3

Элементы жилых зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения	Продолжительность эксплуатации до капитального ремонта (замены), лет	
	Жилые здания	Здания и объекты коммунального и социально-культурного назначения при нормальных и благоприятных условиях эксплуатации
1	2	3
Мастичные на поливинилцементной мастике	30	15
Асфальтовые	8	4
Из линолеума безосновного	10	5
С тканевой или теплозвукоизолирующей основой	20	10
Из поливинилхлоридных плиток	10	10
Из каменных плит:		
– мраморных	50	25
– гранитных	80	40

Лестницы

Площадки железобетонные, ступени плитные колесные по металлическим, железобетонным косоурам или железобетонной плите*	60	40
Накладные бетонные ступени с мраморной крошкой	40	30
Деревянные	20	15

1	2	3
<i>Балконы, лоджии, крыльца</i>		
Балконы: по стальным консольным балкам (рамам) с заполнением монолитным железобетоном или сборными плитами	60	50
То же, с дощатым заполнением	30	25
По железобетонным балкам-консолям и плитам перекрытия	80	70
Ограждение балконов и лоджий:		
– металлическая решетка	40	35
– деревянная решетка	10	8
Цементные или плиточные полы балконов и лоджий с гидроизоляцией	20	15
Асфальтовый пол	10	8
Несущие деревянные балки-консоли с дощатым заполнением	20	15
Деревянный пол. Покрытый оцинкованной кровельной сталью	20	15
То же, черной кровельной сталью	15	12
Крыльца:		
– бетонные с каменными или бетонными ступенями	20	15
– деревянные	10	8
<i>Крыши и кровля</i>		
Стропила и обрешетка из сборных железобетонных элементов	80	80
Из сборных железобетонных настилов	80	80
Деревянные стропила и обрешетка	50	50

1	Продолжительность эксплуатации до капитального ремонта (замены), лет	
	Жилые здания	Здания и объекты коммунального и социально-культурного назначения при нормальных и благоприятных условиях эксплуатации
2	3	3
Элементы жилых зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения		
Утепляющие слои совмещенных бесчердачных крыш вентилируемых/невентилируемых из пенобетона или пеностекла	40/30	40/30
Из керамзита или шлака	40/30	40/30
Из минеральной ваты	15/10	15/10
Из минераловатных плит	20/15	20/15
<i>Покрытия крыши (кровля)</i>		
Из оцинкованной стали	15	15
Из черной стали	10	10
Из рулонных материалов (в 3-4 слоя)	10	10
Из керамической черепицы	60	60
Из асбоцементных листов и волнистого шифера	30	30
Безрулонные мастичные по стеклоткани	10	10

Продолжение табл. 3

1	2	3
<i>Система водоотвода</i>		
Водосточные трубы и мелкие покрытия по фасаду из оцинкованной стали	10	10
То же, из черной стали	6	6
Внутренние водостоки:		
– из чугунных труб	40	40
– из стальных труб	20	20
– из полимерных труб	10	10
<i>Перегородки</i>		
Шлакобетонные, бетонные, кирпичные оштукатуренные	75	60
Гипсовые, гипсоволокнистые	60	50
Из сухой штукатурки по деревянному каркасу	30	25
<i>Двери и окна</i>		
Оконные и балконные заполнения (деревянные переплеты)	40	30
То же (металлические переплеты)	50	40
Дверные заполнения:		
– внутриквартирные	50	35
– входные в квартиру	40	30
– входные на лестничную клетку	10	7

Продолжение табл. 3

1	Продолжительность эксплуатации до капитального ремонта (замены), лет	
	Жилые здания	Здания и объекты коммунального и социально-культурного назначения при нормальных и благоприятных условиях эксплуатации
2	3	3
<i>Вентиляция</i>		
Шахты и короба на чердаке из шлакобетонных плит	60	60
То же, из деревянных щитов, обитых кровельным железом по войлоку	40	40
Приставные вентиляционные вытяжные каналы из гипсовых и шлакобетонных плит	30	30
То же, из деревянных щитов, оштукатуренных по тканной металлической сетке	20	20
<i>Внутренняя отделка</i>		
Штукатурка по каменным стенам	60	30
То же, по деревянным стенам и перегородкам	40	20
Облицовка керамическими плитками	40	30
Облицовка сухой штукатуркой	30	15
Окраска водными составами в помещениях	4	2
То же, полуводными составами (эмульсионными)	5	3
Окраска водными составами лестничных клеток	3	3
То же, полуводными (эмульсионными)	4	4

Продолжение табл. 3

1	2	3
Оклейка обоями стен (обыкновенными)	4	3
То же, улучшенного качества	5	4
Окраска безводными составами (масляными, алкидными красками, эмалями, лаками и др.):		
– стен, потолков, столярных изделий	8	2
– полов	5	3
– радиаторов, трубопроводов, лестничных решеток	4	4
<i>Наружная отделка</i>		
Облицовка:		
– цементными офактуренными плитками	60	60
– ковровой плиткой	30	30
– естественным камнем	80	80
Терразитовая штукатурка	50	50
Штукатурка по кирпичу:		
– сложным раствором	30	30
– известковым раствором	20	20
Штукатурка по дереву	15	15
Лепные детали цементные	30	30
Окраска по штукатурке (по бетону):		
– известковыми составами	3	3
– силикатными составами	6	6
– полимерными составами	6	6
– кремнийорганическими красками	8	8

Окончание табл. 3

Элементы жилых зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения	Продолжительность эксплуатации до капитального ремонта (замены), лет	
	Жилые здания	Здания и объекты коммунального и социально-культурного назначения при нормальных и благоприятных условиях эксплуатации
Масляная окраска по дереву	4	4
Окраска кровель масляными составами	4	4
Покрытие поясков, сандриков и подоконников из оцинкованной кровельной стали	8	8
То же, из черной кровельной стали	6	6

Внешнее благоустройство

Асфальтобетонное (асфальтовое) покрытие проездов, тротуаров, отмосток	10	7
Щебеночные площадки и садовые дорожки	5	6
Оборудование детских площадок	5	4

Примечания: 1. Знаком * отмечены элементы, не подлежащие замене на протяжении всего периода использования зданий по назначению.

2. При тяжелых условиях эксплуатации в помещениях основного функционального назначения зданий и объектов коммунального и социально-культурного назначения показатели графы 3 могут сокращаться до 25 % при соответствующих технико-экономических обоснованиях.

Сроки эффективной эксплуатации отдельных конструктивных элементов и инженерного оборудования гражданских зданий устанавливаются на основе усредненных статистических данных о продолжительности их службы до первого капитального ремонта или замены (сменяемые конструкции). Для элементов жилых и общественных зданий эти сроки приведены в табл. 3.

Минимальная продолжительность эффективной эксплуатации зданий в целом зависит от материалов основных несущих конструкций, а также от условий их эксплуатации. Данные о продолжительности эксплуатации гражданских зданий до постановки на текущий и капитальный ремонт приведены в табл. 4.

4. Минимальная продолжительность эффективной эксплуатации зданий и объектов

Виды жилых зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения по материалам основных конструкций	Продолжительность, лет	
	до постановки на текущий ремонт	до постановки на капитальный ремонт
Полносборные крупнопанельные, крупноблочные, со стенами из кирпича, естественного камня и т.п. с железобетонными перекрытиями с нормальными условиями эксплуатации (жилые дома и здания с аналогичным температурно-влажностным режимом основных функциональных помещений)	3...5	15...20
То же, с благоприятными условиями эксплуатации при постоянно поддерживаемом температурно-влажностном режиме (музеи, архивы, библиотеки и т.д.)	3...5	20...25
То же, с тяжелыми условиями эксплуатации при повышенной влажности, агрессивности воздушной среды, значительных колебаниях температуры (бани, прачечные, бассейны, бальнео- и грязелечебницы и т.п.), а также открытые спортивные сооружения (спортивные, зрелищные и т.п.)	2...3	10...15

Окончание табл. 4

Виды жилых зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения по материалам основных конструкций	Продолжительность, лет	
	до постановки на текущий ремонт	до постановки на капитальный ремонт
Со стенами из кирпича, естественного камня и т.п. с деревянными перекрытиями; деревянные, со стенами из прочих материалов с нормальными условиями эксплуатации (жилые дома и здания с аналогичным температурно-влажностным режимом основных функциональных помещений)	2...3	10...15
То же, с благоприятными условиями эксплуатации при постоянно поддерживаемом температурно-влажностном режиме (музеи, архивы, библиотеки и т.п.)	2...3	15...20
То же с тяжелыми условиями эксплуатации при повышенной влажности, агрессивности воздушной среды, значительных колебаниях температуры (бани,	2...3	8...12

прачечные, бассейны, бальнео- и грязе-лечебницы и т.п.), а также открытые сооружения (спортивные, зрелищные и т.п.)		
---	--	--

В соответствии с принятой классификацией зданий по степени капитальности и усредненными сроками службы их отдельных элементов установлена соответствующая периодичность производства различных видов ремонтов. Для жилых зданий периодичность указана в табл. 5, а для общественных зданий в табл. 6.

5. Периодичность ремонтов жилых зданий, лет

Ремонт	Группа зданий по капитальности					
	I	II	III	IV	V	VI
Текущий профилактический	3	3	3	3	2	2
Капитальный выборочный	6	6	6	6	6	5
Капитальный комплексный	30	30	24	18	-	-

6. Периодичность ремонтов общественных зданий

Ремонт	Группа зданий по капитальности								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Текущий профилактический	3	3	3	3	3	3	2	2	2
Капитальный выборочный	6	6	6	6	6	6	6	5	5
Капитальный комплексный	30	30	30	30	24	18	-	-	-

Сроки реконструкции здания устанавливаются по мере необходимости изменения его функционального назначения и требуемого приспособления здания к новым условиям эксплуатации.

1.3. ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ НА КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ И РЕКОНСТРУКЦИЮ ЗДАНИЙ

Выполнение ремонтно-строительных работ по капитальному ремонту и реконструкции зданий может выполняться только при наличии разработанной проектно-сметной документации. Разработка проектно-сметной документации может производиться проектной организацией, имеющей лицензию на данный вид деятельности.

Разработка проекта основывается на результатах обследования конструкций, выполняемого перед постановкой здания на капитальный ремонт или реконструкцию. Результаты обследования оформляются в виде технического заключения, содержащего сведения об архитектурном и конструктивном решении здания, техническом состоянии несущих и ограждающих конструкций, информацию о материалах конструкций и изделий, их прочностных характеристиках, данные проверочных расчетов, выводы и рекомендации по ремонту, усилению, восстановлению или замене обследованных элементов здания.

Для разработки проекта необходимо также иметь паспорт исходных данных, содержащий технические условия на подключение здания к городским или поселковым сетям, выдаваемые отраслевыми отделами и управлениями органов местной власти.

Разработка проекта капитального ремонта ведется, как правило, в одну стадию. При одностадийном проектировании выполняется техно-рабочий проект и смета. В случае выборочного капитального ремонта небольших объемов может составляться только описание работ и смета.

При реконструкции зданий проектирование может вестись в одну или две стадии. Двухстадийное проектирование предполагает разработку технического проекта (1 стадия), рабочих чертежей (2 стадия) и сметы. Рабочие чертежи разрабатываются только на основе утвержденного технического проекта.

В наиболее общем виде проект реконструкции гражданского здания содержит: обмерные чертежи (если их нет в техническом заключении); архитектурный раздел (планы, разрезы, фасады здания и его фрагментов); конструктивный раздел (планы перекрытий, чертежи узлов и деталей конструкций, схемы и чертежи усиления и восстановлений конструктивных элементов, замены конструкций и др.); раздел инженерного оборудования (проекты водопровода, водоотведения, отопления, вентиляции, газооборудования, электрооборудования, слаботочного оборудования, подъемно-транспортного оборудования – лифтов и др.); дополнительный раздел (проект организации ремонтно-строительных работ в случае больших объемов и при наличии сложных по исполнению работ, материалы по внешнему благоустройству); сметный раздел (сметы по каждому виду работ и сводный сметный расчет). Ко всему проекту составляется общая пояснительная записка и прилагаются необходимые расчетные материалы. Для гражданских зданий пояснительная записка содержит: описание существующей и

проектируемой планировки; технико-экономические показатели; описание существующих и новых конструкций, материалов, внутренней и наружной отделки здания, благоустройства, основные положения по организации ремонтно-строительных работ.

В состав дополнительного раздела проектной документации иногда входит *проект организации строительства (ПОС)*. В ремонтно-строительном производстве ПОС предусматривается, как правило, при реконструкции и капитальном ремонте кварталов, группы зданий и сооружений, составляющих единый архитектурно-строительный комплекс и т.д. В ряде случаев ПОС может разрабатываться и для отдельных больших по объему и сложных зданий.

ПОС разрабатывается по договору с заказчиком проектной организацией, выполняющей проект застройки, капитального ремонта или реконструкции кварталов или групп зданий. Он может выполняться также специализированной организацией по договору с генеральным проектировщиком.

Исходными материалами для ПОС являются: данные об объемах и сроках проведения подготовительных работ; сведения о наличии и типе основных строительных и транспортных машин у подрядчика (механоворуженности); сведения об источниках снабжения объектов электроэнергией и водой; прочие требования заказчика и подрядчика; директивные сроки ремонтов и строительства.

ПОС должен содержать решения о продолжительности капитального ремонта или реконструкции, сведения о методах производства основных видов работ и расчеты необходимых ресурсов (трудовых, материальных, энергетических, механизации).

Определение объемов работ и расчеты потребностей производятся упрощенными способами: по данным проектов аналогичных зданий с использованием выборок из рабочих чертежей; по действующим укрупненным показателям сметной стоимости и расхода ресурсов; укрупненным сметным нормам на здания и другим нормативам. Потребность в машинах, транспорте, энергетических и других ресурсах определяется расчетным путем или по действующим расчетным нормативам на денежную единицу годового объема ремонтно-строительных работ. Число работающих (списочный состав) определяется на основе среднегодовой выработки.

На основе разработанной проектной документации перед началом работ составляется *проект производства работ (ППР)*, в котором предусматривается разработка необходимой технической документации по организации и технологии ремонта на объекте, определяется последовательность работ, сроки их выполнения, потребность в рабочей силе, материалах и полуфабрикатах, строительных машинах и механизмах, составляется стройгенплан, на котором указывается размещение на строительной площадке открытых и закрытых складов, инженерных коммуникаций, бытовых помещений и других временных сооружений, необходимых для выполнения ремонтных работ. В ППР содержатся технологические карты на основные работы, решения по технике безопасности, требующие дополнительной проектной разработки, пояснительная записка с обоснованием принятых решений, расчетом потребности в материально-технических ресурсах и технико-экономические показатели.

ППР составляется по рабочим чертежам подрядными ремонтно-строительными или субподрядными организациями, а также по их заказу и за их счет проектными организациями, в том числе и теми, которые производили разработку проекта капитального ремонта или реконструкции объекта.

Проекты производства работ подлежат утверждению главным инженером генподрядной ремонтно-строительной организации (треста, РСУ и т.п.), а разделы проекта, выполненные специализированными организациями – главными инженерами соответствующих субподрядных организаций.

При разработке ППР предусматривается два периода: подготовительный и основной. Работы основного периода начинаются только после окончания всех работ подготовительного периода. Для этой цели после окончания подготовительного периода составляется соответствующий акт, подписанный заказчиком, проектной организацией и подрядчиком.

2. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ, ПОДЛЕЖАЩИХ РЕКОНСТРУКЦИИ И КАПИТАЛЬНОМУ РЕМОНТУ

2.1. ПРИЧИНЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ ПЕРЕД РЕКОНСТРУКЦИЕЙ И КАПИТАЛЬНЫМ РЕМОНТОМ

Проведение реконструкции и капитального ремонта зданий, особенно в условиях эксплуатации, достаточно дорого и трудоемко, поэтому проектные решения должны быть приняты после тщательного обследования всех конструктивных элементов.

Общие принципы обследования строительных конструкций в основном одинаковы для всех зданий. Обследование должно проводиться поэтапно и включать в себя:

- подготовительные работы (общее знакомство с объектом, изучение технической документации, составление программы обследования);
- натурное освидетельствование конструкций (общий осмотр конструкций, обмеры элементов и узлов, установление геометрической схемы путем геодезической съемки положений конструкций, выявление дефектов и повреждений визуальным осмотром и с помощью инструментов и приборов);
- установление характера и величины действующих нагрузок и воздействий (уточнение, а в случае отсутствия и установление технологических нагрузок, определение атмосферных нагрузок, выявление характера и степени агрессивности воздействий на конструкции среды помещений, а также природно-климатических факторов);

- оценку физико-механических характеристик материалов конструкций (выявление на основе проектной и исполнительной документации характеристик материала, определение механических характеристик материалов неразрушающими методами, отбор, в случае необходимости, образцов из обследуемых конструкций и испытание их в лабораторных условиях);
- установление фактической расчетной схемы (выявление на основе проектной документации принятой при проектировании расчетной схемы, установление реальной работы конструкций, составление фактической расчетной схемы);
- выполнение поверочных расчетов (определение усилий в обследуемых элементах, сопоставление полученных расчетных усилий в конструкциях с их фактической несущей способностью);
- анализ результатов обследования и составление технического заключения (общий анализ результатов обследования, формулирование выводов и рекомендаций по усилению и дальнейшей эксплуатации конструкций).

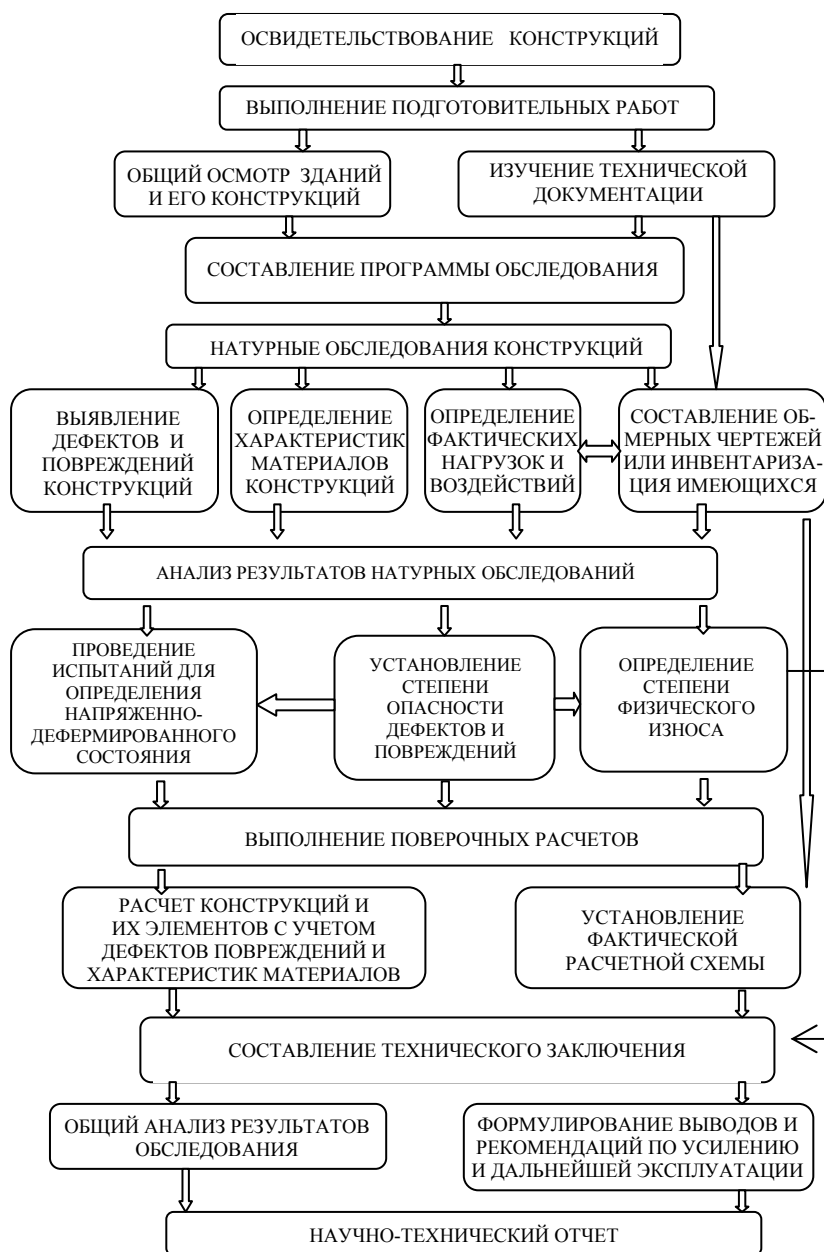


Рис. 1. Очередность работ по обследованию конструкций зданий перед реконструкцией и капитальным ремонтом

В систематизированном виде эти этапы даны на рис. 1.

Фактический объем и содержание обследования в каждом конкретном случае устанавливаются с учетом конструктивного решения здания, степени физического износа и разрушений отдельных элементов и здания в целом, отсутствия и наличия проектной и исполнительной документации, а также конечной цели, которая должна быть достигнута в результате усиления.

Конкретные положения по методике обследования конструкций, имеющих различные назначения и материалы, даны в соответствующей научно-технической литературе. Рекомендации по оценке состояния оснований, несущих и ограждающих конструкций зданий приведены в [2, 4, 5, 7, 8, 17 – 19, 21, 26 – 28, 31, 34, 37]. Некоторые положения по организации и методике обследования оснований и строительных конструкций приведены также в учебных пособиях [14, 15].

Результаты обследования, являющиеся исходными данными для разработки проекта усиления, оформляются в виде научно-технического отчета, содержащего в наиболее общем виде: описание конструкций с приложением основных чертежей, а при наличии проектной документации со ссылками на номера чертежей и места их хранения; краткое описание функционального (технологического) процесса с указанием предполагаемых при реконструкции изменений; общую характеристику эксплуатационных воздействий (технологические нагрузки, их интенсивность, выделение пыли, тепла, влаги, агрессивных веществ и т.п.); материалы освидетельствования конструкций с ведомостями дефектов и повреждений, а также с результатами геодезической съемки; анализ материалов освидетельствования с указанием причин их возникновения; результаты определения физико-механических свойств конструкций и рекомендуемые значения расчетных характеристик; поверочные расчеты конструкций; выводы и рекомендации по обеспечению дальнейшей нормальной работы конструкций, а также предложения по их устранению.

2.2. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Результаты обследования позволяют произвести анализ и выявить факторы, определяющие состояние конструкций, а также наиболее характерные повреждения, возникшие в процессе эксплуатации.

Своевременное установление причин и степени опасности дефектов и разрушений конструкций позволяют разработать эффективные способы по ремонту и усилению, обеспечивающие необходимые требования по долговечности и надежности дальнейшей работы элементов.

Имеющийся опыт обследования зданий и сооружений, анализ аварий и разрушений показывают, что основными причинами их являются: ошибки при разработке проектной документации; ошибки и отступления от проекта, допущенные при производстве работ, как в процессе нового строительства, так и при реконструкции; нарушение правил эксплуатации.

Причины дефектов, повреждений и разрушений строительных конструкций, выполненных из разных материалов, в зданиях различного назначения достаточно широко освещены в научно-технической литературе, например, [1, 2, 4 – 7, 9, 12, 17, 18, 28, 29, 33 – 38].

При возведении кирпичных зданий наиболее распространенными ошибками являются: нарушение правил производства работ (особенно при производстве работ в зимнее время); применение некачественных материалов; отступления от проекта (отсутствие распределительных подушек под опорами балок и т.д.). В процессе эксплуатации каменных конструкций наблюдается частое замачивание кладки технологическими жидкостями, водой с кровли, капиллярной влагой, поступающей в стены из грунта и т.п. К проектным ошибкам в каменных зданиях относятся недостаточное конструктивное обеспечение устойчивости стен, применение для кладки связанных между собой внутренних и наружных стен разных по прочности и жесткости материалов и т.д.

К дефектам железобетонных конструкций относятся ошибки изготовления и укладки бетонной смеси и арматуры, несоблюдение проектного положения элементов и величины нагрузок на них, недостаточная прочность бетона и арматуры. Как правило, такие дефекты являются скрытыми и обнаруживаются только при тщательном обследовании. Дефекты и разрушения при эксплуатации возникают из-за воздействия на конструкции растворов солей, щелочей, кислот, промасливания бетона элементов, действия высоких температур, замораживания и т.п., а также сколов и разрушений под действием эксплуатационных нагрузок. Анализ дефектов связан с установлением причин разрушений и определением степени опасности для дальнейшей эксплуатации.

В металлических конструкциях дефекты и повреждения, в том числе общие и местные деформации элементов, могут появляться в результате ошибок при проектировании, нарушений при изготовлении и монтаже, а также при эксплуатации. Эксплуатационные дефекты и повреждения, как правило, связаны с изменением относительно проекта нагрузок и воздействий на конструкции, наличия агрессивных сред, низким качеством антикоррозийной защиты, несоблюдением правил эксплуатации и др. Выявленные дефекты и повреждения должны быть проанализированы с точки зрения соответствия допускаемым отклонениям, установленным СНиП.

При анализе результатов обследования необходимо особое внимание обратить на наличие и характер трещин в строительных конструкциях. Положение, вид, ширина раскрытия трещин, а также поведение их во времени (особенно для каменных конструкций) во многом позволяет судить о причинах ее появления и степени надежности работы конструкции, а иногда и здания в целом.

Виды некоторых трещин кирпичных зданий и причины их появления рассмотрены в пособиях [14, 15]. Аналогичные данные приведены также в [11, 37]. Характерные виды трещин в элементах кирпичных стен приведены на рис. 2. Перегрузка участков стен при удовлетворительном состоянии кладки проявляется в виде трещин в вер-

тикальных и горизонтальных швах. При плохом состоянии кладки трещины от перегрузки идут через камни. Особенно сильное снижение несущей способности наблюдается при наличии трещин в простенках и перемычечных конструкциях. При обследовании необходимо как можно точнее определить причину возникновения трещин. Они могут появиться не только из-за плохого состояния кладки стен, но и из-за деформаций и разрушений других конструкций, например, оснований и фундаментов (рис. 3).

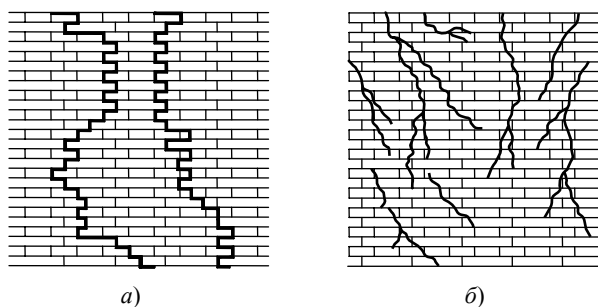


Рис. 2. Трещины от несоответствия несущей способности кладки при нагрузке при состоянии кладки:

a – удовлетворительном (износ до 40 %); *б* – неудовлетворительном (износ ≥ 40 %)

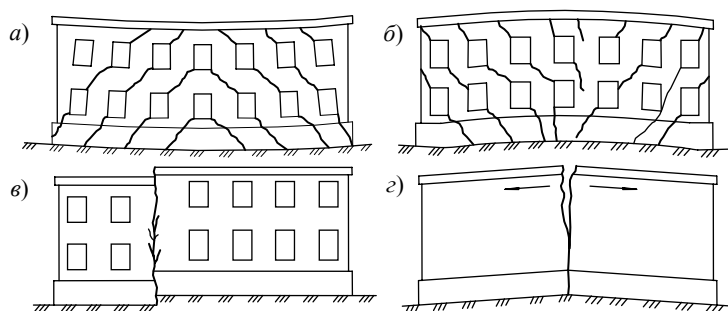


Рис. 3. Трещины в каменных стенах при:

a – осадке средней части здания; *б* – осадке крайних частей здания;

в – просадке части здания; *г* – разломе здания

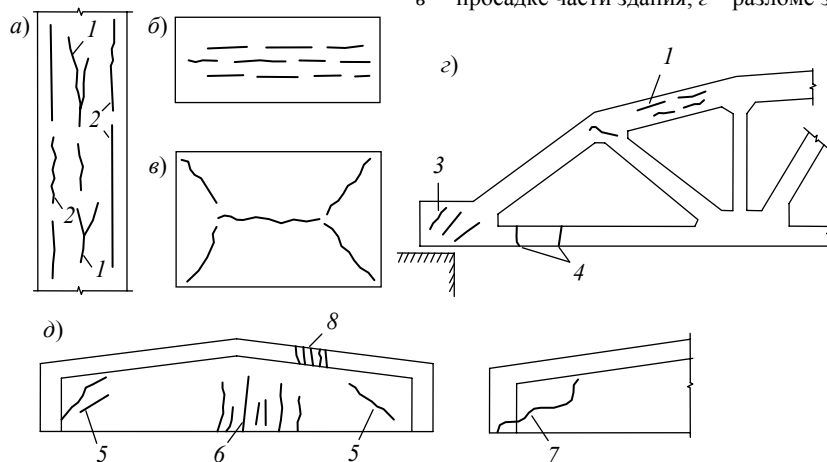


Рис. 4. Характерные трещины:

a – в колонне; *б* – в потолке балочной плиты;

в – то же, в опертой по контуру; *г* – в ферме; *д* – в балке

Трещины: 1 – термические; 2 – коррозионные; 3 – от недостатка поперечной арматуры и нарушений анкеровки напрягаемой арматуры;

4 – от растяжения при недостаточном предварительном напряжении арматуры; 5 – косые в зоне максимальной поперечной силы; 6 – в зоне максимального изгибающего момента; 7 – от нарушений анкеровки продольной арматуры и отсутствия ее связи с хомутами; 8 – разрушения сжатой зоны бетона

В железобетонных конструкциях причинами появления трещин могут быть несиловые и силовые воздействия. К несиловым можно отнести коррозионные, усадочные, температурные и т.п. трещины (рис. 4). Появление и характер раскрытия силовых трещин зависит от многих факторов (от вида, профиля, качества и расположения арматуры, от степени ее предварительного напряжения, прочности бетона на растяжение, вида и расположения нагрузки). Как правило, трещины от силовых воздействий перпендикулярны к главным растягивающим напряжениям, действующим в сечениях элементов до возникновения трещин. Основные формы трещин железобетонных элементов приведены в табл. 7. Характерные виды трещин некоторых конструкций даны на рис. 4.

В процессе анализа состояния конструкций необходимо не только установить причину возникновения трещин, но и определить степень их влияния на дальнейшую работу элементов. При оценке следует руководствоваться соответствующими указаниями [24, 32]. В качестве примера на рис. 5 приведены схемы трещин, свидетельствующие о разрушении элементов железобетонных конструкций.

7. Формы трещин в железобетоне

Виды трещин	Схемы трещин	Элементы конструкций
Сквозная с параллельными стенками		Центрально-растянутые
Сквозная клиновидная		Внецентренно-растянутые
Сквозная внахлестку		Центрально- и внецентренно-растянутые
Несквозная клиновидная		Внецентренно-сжатые с большим эксцентриситетом и изгибаемые при относительно небольшой высоте сечения
Замкнутая косая		Изгибаемые

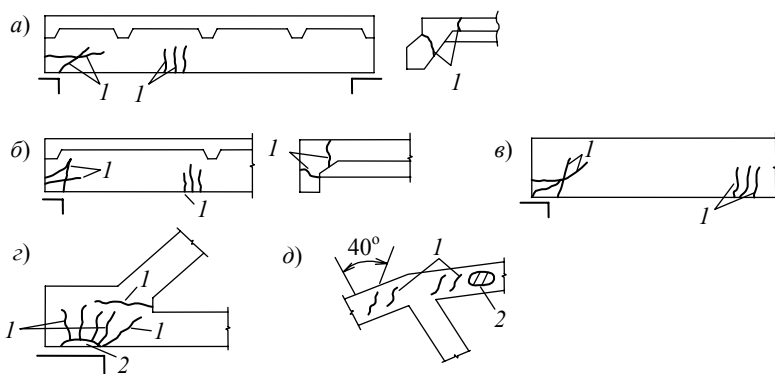


Рис. 5. Схемы разрушения:

а – плит ПКЖ; *б* – плит ПНС; *в* – напряженной разрезной балки;

г – опорного узла фермы; *д* – сжатого узла фермы;

1 – трещины; *2* – отколы лещадок

Причины появления, вид, характер и место появления трещин в металлических конструкциях достаточно подробно проанализированы в [5, 12, 20].

Окончательно при анализе должны быть выявлены конструкции, подлежащие усилению и ремонтам. Усиление требуется при больших коррозионных разрушениях, при несоблюдении проектных марок материалов конструкций, при увеличении нагрузок, при изменении длин пролетов и свободных длин сжатых элементов, при наличии раскрытых трещин и скрытых дефектов, свидетельствующих о снижении несущей способности, а также при ряде других причин (см. например, [5, 7, 9, 12, 24, 27, 37]).

Принятие решений об усилении возможно после выполнения поверочных расчетов.

2.3. РЕЗЕРВЫ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ И ИХ ВЫЯВЛЕНИЕ

В ряде случаев, несмотря на наличие отмеченных при обследовании дефектов и повреждений, несущая способность конструкций остается более высокой, чем требуется при новых нагрузках после проведения реконструкции или капитального ремонта. Резервы несущей способности позволяют избежать значительных затрат на усиление или замену конструкций и в этой связи выявление их есть наиболее важная задача на следующем после обследования этапе подготовки исходных данных для реконструкции или капитального ремонта (рис. 6).

Наиболее простым и достаточно эффективным путем выявления резервов является пересчет конструкций по современным нормам. Выявление резервов в этом случае связано с постоянно находящимися отражением в нормативных документах совершенствованиями методов расчета конструкций, уменьшениями нормативных временных нагрузок, снижением коэффициентов запаса и т.п.

Второе направление установления резервов несущей способности связано с выявлением действительной работы и нагруженности конструкций, их геометрических характеристик и свойства материалов. При этом должны быть выявлены сечения элементов больших, чем проектные; уточнены свойства материалов и величины нагрузок; учтены пространственная работа несущего остова здания, действительная работа узлов сопряжений конструкций, податливости грунтов оснований, совместность работы элементов (например, ферм, настила), а также ряд других факторов, неучтенных ранее при проектировании здания. Резервы несущей способности в этих случаях определяются в результате уточнения расчетов, в которых наиболее полно и правильно, чем на стадии проектирования, учитываются вышеперечисленные факторы.



Рис. 6. Схема выявления резервов несущей способности

Более подробные сведения о принципах и методах выявления резервов и практические примеры их использования даны в [5, 12, 20].

3. ВОССТАНОВЛЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ И КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ ЗДАНИЙ

3.1. ПРИЧИНЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ НЕОБХОДИМОСТЬ УСИЛЕНИЯ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ И КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ

Выбор способа усиления оснований и фундаментов, организация и технология производства работ по усилению во многом зависит от причин, вызывающих необходимость усиления. Основными причинами усиления оснований и фундаментов являются увеличение нагрузки на грунты оснований и тело фундаментов, а также деформации и повреждения грунтов оснований и конструкций фундаментов.

Увеличение нагрузки происходит в результате изменений технологических нагрузок, при надстройке зданий, изменениях конструктивного решения и ряде других случаев, возникающих при реконструкции зданий и сооружений (см. например [10, 34, 39]).

Большая часть повреждений надземных конструкций зданий связана с деформациями и повреждениями оснований и фундаментов. Причинами их появления являются ошибки, допущенные при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации, а также объективные факторы (изменение гидрогеологических условий, динамические и сейсмические воздействия и т.п.).

При инженерно-геологических изысканиях могут быть допущены ошибки, связанные с неточностями определения физико-механических и прочностных характеристик грунтов, с недостаточным числом геологических выработок, с использованием предпосылок о том, что грунты оснований под фундаментами при эксплуатации будут оставаться такими же, какими они были при выполнении изыскательских работ. Иногда инженерно-геологические изыскания проводятся намного раньше строительства и за время до начала производства работ по ряду причин условия могут значительно измениться.

При проектировании ошибки возникают из-за некорректно выполненных инженерно-геологических изысканий, неучета влияния расположенных вблизи зданий и подземных коммуникаций, несоблюдения правил проектирования в особых условиях строительства, неполного учета влияния эксплуатационных факторов и др. К широко распространенным конструктивным ошибкам, относятся, например:

- сохранение в основании насыпных грунтов, способных с течением времени значительно уплотняться и приводить к развитию сверхнормативных деформаций;
- несоблюдение установленной глубины заложения фундаментов, исключающей возможность промерзания пучинистых грунтов под подошвой.

При реконструкции зданий и сооружений к ошибкам подобного рода, например, относятся:

- расположение вновь проектируемых фундаментов под столбы и колонны в непосредственной близости от существующих фундаментов стен без устройства дополнительных конструктивных мероприятий, направленных на предохранения грунтов под подошвой существующих фундаментов от воздействия дополнительного давления;
- устройство вновь проектируемых фундаментов в случаях непосредственного примыкания их к существующим с глубиной заложения ниже подошвы последних;
- увеличение высоты подвальных помещений за счет выемки грунта, что в ряде случаев приводит к значительному сокращению глубины заложения подошвы фундаментов со стороны подвала;
- перераспределение нагрузок на фундаменты без учета их действительной несущей способности;
- устройство пристроек или увеличения их этажности без достаточных данных о грунтах основания.

При новом строительстве к ошибкам относятся различные нарушения возведения фундаментов, например:

- длительный простой открытых котлованов, в результате которого грунты подвергаются воздействиям (промерзание, оттаивание, набухание, размягчение и т.д.), ухудшающим свойства грунтов;
- нарушение структуры грунтов под динамическим воздействием работающих механизмов, что особенно опасно для водонасыщенных пылеватых грунтов;
- засыпка пазух котлованов водопроницаемыми грунтами;
- неточности в разбивке фундаментов и их несоответствие проектным размерам;
- применение бетонов пониженной по сравнению с проектной марки;
- произвольная замена конструкций и материалов;
- некачественное выполнение стыков и сопряжений.

При ремонтно-строительных работах кроме указанных выше могут быть ошибки, связанные с нарушениями технологии, например:

- пробивка проемов фундаментов без предварительной установки разгружающих перемычек и прогонов;
- откопка котлована около ранее возведенных фундаментов на глубину, превышающую проектную, и некачественная его обратная засыпка;
- затопливание котлована производственными или хозяйственными водами.

При эксплуатации возможно ухудшение условий работы и возникновение деформаций, например, из-за вымывания, уноса и разжижения грунтов при протечках подземных систем водоснабжения, канализации, теплотрассы и др.; систематического замачивания грунтов и фундаментов из-за неудовлетворительного состояния отмостки, тротуаров по периметру здания, неисправного состояния водосточных труб и т.п.

Наличие указанных и подобных им ошибок приводит в дальнейшем к необходимости усиления оснований или фундаментов.

Одной из основных причин появления и развития сверхнормативных деформаций фундаментов являются изменение свойств основания и его недостаточная несущая способность.

Наиболее часто изменение свойств грунтов бывает связано с изменением их влажностного режима. Изменение гидрогеологических условий селитебной зоны происходит из-за интенсивной застройки территории, нарушающей условия поверхностного стока; увеличения площадей асфальтовых и других покрытий, при которых в связи с изменением теплового режима происходит конденсация и скопление влаги в грунтах; утечки воды из коммуникаций (водопровода, канализации и др.). Как показывает опыт эксплуатации в г. Тамбове нередки случаи неравномерных деформаций жилых и общественных зданий, происшедших из-за замачиваний оснований поверхностными водами.

Изменение гидрогеологического режима вызывает существенное изменение прочностных и деформационных свойств грунтов. Степень этих изменений зависит от сочетаний различных факторов. Особенно опасно замачивание оснований, сложенных структурно-неустойчивыми грунтами. Например, в просадочных грунтах при замачивании наблюдаются просадки, в набухающих – деформации набухания. Некоторые связанные грунты при замачивании размокают, изменяется их прочность, пористость и коэффициент фильтрации.

Нередко необходимость усиления фундаментов вызывается наличием большого физического износа и, как следствие этого, их разрушений. Основными причинами разрушений тела фундаментов являются: коррозия материала фундаментов под воздействием агрессивной среды, нарушение режима эксплуатации технологического оборудования, динамические воздействия оборудования, перегрузки фундаментов, некачественное выполнение фундаментов.

При замачивании фундаментов водами, и особенно агрессивными, происходят активные коррозионные процессы, в результате которых в материале фундамента появляются трещины, сколы, изломы, выщелачивание растворов из швов, оголение и активное корродирование арматуры и т.д. Наибольшему влиянию агрессивных воздействий подвержены фундаменты производственных зданий химической промышленности. В меньшей степени коррозионные разрушения отмечены нами при обследовании фундаментов гражданских зданий Тамбова. Однако имеющиеся в них разрушения свидетельствуют о достаточно высокой агрессивности грунтовых вод. Это, в частности, подтверждается результатами исследования грунтов в Тамбове, проведенными в 1986 г.

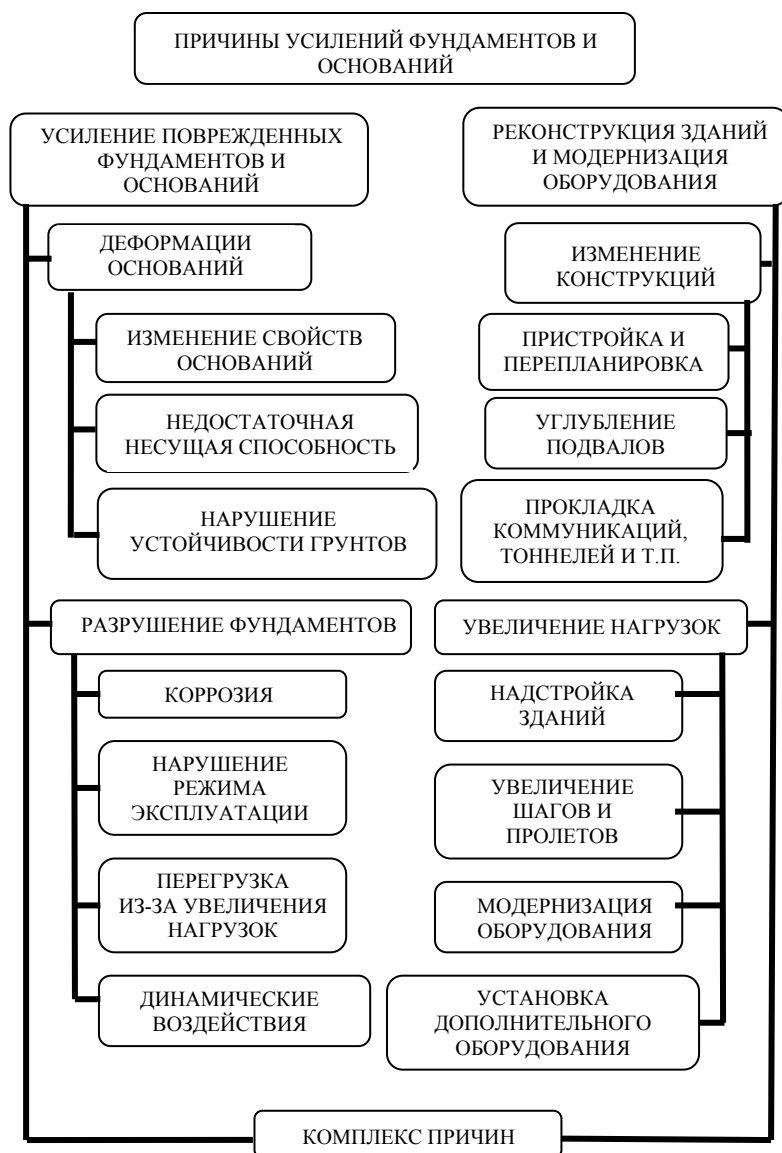


Рис. 7. Классификация причин усиления оснований и фундаментов

Кроме перечисленных, к усилению может привести и ряд других причин, например, разрушения от динамических воздействий. Классификация причин, вызывающих необходимость усиления, составленная в [40], приведена на рис. 7.

Следует отметить, что в процессе эксплуатации основания и фундаменты работают как единая система, испытывающая одновременно воздействие многих из перечисленных факторов (изменение свойства оснований, эксплуатационные воздействия, природные явления, хозяйственная деятельность вблизи зданий и др.). Как правило, эти факторы либо оказывают одновременное негативное воздействие на основания и фундаменты, либо, воздействуя на один элемент этой системы, в конечном итоге приводят к необходимости усиления всей системы.

Более подробно с причинами, вызывающими, необходимость усиления оснований и фундаментов, можно познакомиться в [7, 10, 16, 18, 28 – 30, 34, 40].

3.2. УСИЛЕНИЕ ОСНОВАНИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ И КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ

Все способы усиления оснований можно разделить на две основные группы:

- усиление путем закрепления грунтов;
- повышение прочности оснований глубинным уплотнением грунтов.

3.2.1. Принципы, организация и технология производства работ при усилении оснований закреплением грунтов

Усиление оснований путем закрепления грунтов заключается в связывании частиц грунта. Закрепление повышает механическую прочность, водоустойчивость, долговечность. В зависимости от технологии закрепления и процессов, происходящих в грунте, методы закрепления делятся на три вида: химические, физико-химические и термические.

Сущность химических методов состоит в том, что в грунт через предварительно погруженные в него перфорированные трубы (инъекторы) нагнетают маловязкие растворы. Находясь в грунте растворы вступают в химическую реакцию с грунтом и, отверждаясь в нем, улучшают химические свойства основания.

Химические способы делятся на две группы. К первой относятся способы, использующие силикатные растворы и их производные, ко второй – способы, применяющие органические полимеры (акриловые, карбомидные, резорцино-формальдегидные, фурановые смолы и т.п.).

Наибольшее распространение имеют способы с и л и к а т и з а ц и и. Материалом для силикатизации является жидкое стекло – коллоидный раствор силиката натрия.

При однорастворной силикатизации в грунт инъектируется гелеобразующий раствор, состоящий из двух или трех компонентов: растворы силиката натрия и отверждающего реагента (растворов кислот, органических составов). В результате протекающей реакции грунт цементируется гелем кремниевой кислоты.

При двухрастворной силикатизации процесс закрепления сводится к поочередному нагнетанию в грунт раствора силиката натрия и раствора хлористого калия. В процессе взаимодействия растворов образуется гидрогель кремниевой кислоты. Песок после инъекции становится водонепроницаемым.

Некоторые характеристики методов двухрастворной и однорастворной силикатизации даны в табл. 8.

8. Способы закрепления грунтов

Способ закрепления	Область применения	Коэффициент фильтра-грунтов, м/сут.	Прочность закрепленного грунта при сжатию, МПа
Двухрастворная силикатизация на основе силиката натрия и хлористого кальция	Щелочная среда. Гравелистые пески крупной и средней крупности	5...80	$\frac{2...8}{5}$
Однорастворная силикатизация на основе силиката натрия и кремнефтористой кислоты	Щелочная среда. Пески средней крупности, мелкие и пылеватые, в том числе карбонатные	0,5...20	$\frac{1...5}{3}$
Однорастворная силикатизация на основе силиката	Щелочная среда. Просадочные грунты, обладающие	0,2...2	$\frac{0,5...1,5}{1}$

натрия	поглощением не менее 10 мг/экв на 100 ч сухого грунта и степень влажности не менее 0,7		
--------	--	--	--

Продолжение табл. 8

Способ закрепления	Область применения	Коэффициент фильтра- грунтов, м/сут.	Прочность закрепленного грунта при сжатию, МПа
Однорастворная силикатизация на основе силиката натрия и формальдегида с добавкой кремнефтористоводородной кислоты	Щелочная среда. Пески средней крупности, мелкие и пылеватые, в том числе карбонатные	0,5...20	$\frac{1...3}{2}$
Однорастворная силикатизация на основе силиката натрия и алюмината натрия	Щелочная среда. Пески средней крупности, мелкие и пылеватые, в том числе карбонатные	0,5...10	$\frac{0,2...0,3}{0,25}$
Газовая силикатизация на основе силиката натрия и углекислого газа	Щелочная среда. В просадочных грунтах, обладающих емкостью поглощения не менее 0,7	0,2...2	$\frac{0,5...3,5}{2}$
То же	Щелочная среда. Пески средней крупности, мелкие, пылеватые, в том числе карбонатные	0,5...20	$\frac{1...5}{3}$
Смолизация на основе карбомидных смол марок М, М-2, МФ-17 и соляной кислоты	Кислая среда. Пески всех видов от пылеватых до гравелистых, кроме карбонатных	0,5...20	$\frac{2...8}{5}$
То же и щавелевой кислоты	Кислая среда. Пески всех видов от гравелистых до пылеватых	0,5...50	$\frac{2...8}{5}$

Окончание табл. 8

Способ закрепления	Область применения	Коэффициент фильтра- грунтов, м/сут.	Прочность закрепленного грунта при сжатию, МПа
Цементация на основе цементных, цементно-песчаных и цементно-глинистых растворов	Крупнозернистые пески, горные трещиноватые породы	80	$\frac{1...3,5}{2,25}$
Глинизация на основе глинистых растворов	Лессовые грунты, заполнения карстовых пустот, трещи-	0,1...2 50 для горных пород	$\frac{0,5...1,0}{0,75}$

	новатые породы		
Термический способ на основе сжигания топлива в скважине	Лессы, лессовые суглинки и черноземы	0,1	$\frac{1...4}{3}$

При газовой силикатизации в качестве отвердителя силиката натрия используется углекислый газ. Газ нагнетают в грунт для его предварительной активизации. После этого инъецируют силикат натрия, а затем в грунт подают углекислый газ. Способ применяется для песчаных и просадочных лессовых грунтов, а также грунтов с высоким содержанием органических веществ. Закрепленные пески приобретают прочность 0,8...1,5 МПа, а лессовые грунты 0,8...1,2 МПа.

При электросиликатизации используется комбинированное применение постоянного электрического тока и силикатных растворов. Способ предназначен для закрепления переувлажненных мелкозернистых грунтов и супесей, а также лессовых грунтов, в которые жидкое стекло проникает с трудом (коэффициент фильтрации менее 0,1 м/сут.).

При аэросиликатизации грунтов используют сжатый воздух, который подают в грунт вместе с закрепляющим раствором жидкого стекла. Подача сжатого воздуха позволяет получить в грунте радиально направленные от инжектора лучеобразные участки закрепленного грунта.

При больших объемах закачки тампонажных материалов применяют глинисто-силикатные растворы, представляющие собой смеси водных растворов высокодисперсных глин с небольшой добавкой силиката натрия. Силикат натрия инъецирует возникновение в порах грунта эластичного геля, обеспечивающего водонепроницаемость грунтового массива.

К другим химическим методам относятся аммонизация и смолизация.

При аммонизации в грунт под небольшим давлением нагнетается газообразный аммиак. Метод позволяет придать лессовым грунтам свойства непросадочности.

При смолизации в грунты инъецируются водные растворы синтетических смол (карбомидных, эпоксидных, фурановых и др.) вместе с отвердителями (кислотами, кислыми солями). После взаимодействия с отвердителями смола полимеризуется. Смолизация используется при закреплении песчаных с коэффициентом фильтрации 0,5...45 м/сут. и лессовых грунтов. Грунты становятся водонепроницаемыми и имеют прочность на сжатие до 1...5 МПа.

Выбор способа и зон химического закрепления грунта зависит от характеристик основания, формы и размеров фундамента, действующих нагрузок [28]. Зоны закрепления в плане могут быть ленточными, сплошными, прерывистыми, кольцевыми и фигурными (рис. 8). В зависимости от этого и свойств грунта определяется расстояние между инжекторами и их положение (вертикальное, наклонное, горизонтальное, комбинированное (рис. 9)).

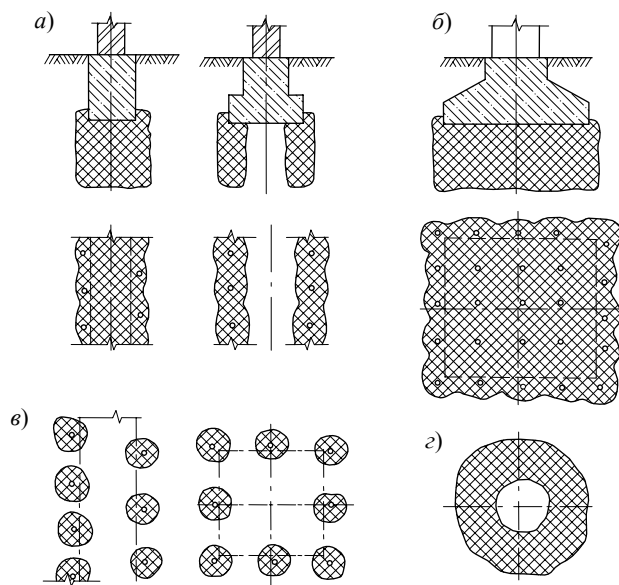


Рис. 8. Зоны химического закрепления грунтов оснований:
а – ленточная; б – сплошная; в – столбчатая; г – кольцевая

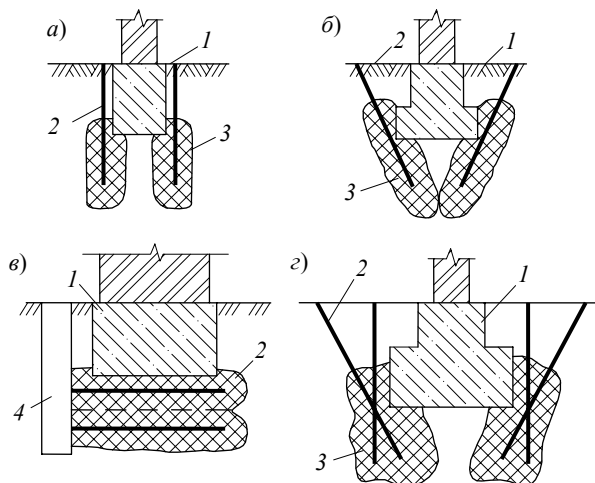


Рис. 9. Варианты расположения иньекторов при закреплении грунтов оснований:

1 – фундамент; 2 – иньектор; 3 – зона закрепления; 4 – шахта

К физико-химическим методам закрепления грунтов относятся цементация, грунтоцементация, битуминизация и глинизация.

При цементации в грунт через иньекторы нагнетается цементный, цементно-песчаный или цементно-глинистый раствор. Добавка глины до 5 % способствует улучшению качества работ. Метод применяют для закрепления песчаных, крупнообломочных грунтов и трещиноватых скальных пород.

При грунтоцементации для укрепления оснований устраивают грунтоцементные (илоцементные) сваи. Для устройства свай грунт в пробуриваемой скважине перемешивается с вяжущим материалом без выемки его из скважины. Метод применяется для закрепления слабых грунтов при возведении вблизи эксплуатируемых зданий новых, создания подземных конструкций в слабых грунтах (например, илосвай, грунтоцементных ленточных фундаментов и т.п. [28]), устройстве противодиффузионных завес и др.

При глинизации для заполнения скважин используют глиняные растворы. Применяется она в трещиноватых породах, имеющих коэффициент фильтрации от 5 до нескольких тысяч метров в сутки.

При битуминизации в качестве иньектируемого вещества используют разогретый битум или холодную битумную эмульсию. Способ рекомендуется для песчаных грунтов с коэффициентами фильтрации 10...50 м/сут. Из-за сложности технологии метод применяется очень ограниченно.

Термическое закрепление грунтов (обжиг) применяются в основном при закреплении просядочных грунтов. В пробуренных в грунте скважинах сжигают газообразное, жидкое или твердое топливо. Одновременно в скважину подают воздух. Обжиг производят при температуре 400...800 °С в течение 5...10 дней. Вокруг скважины образуется столб закрепленного грунта диаметром 1,5...3,0 м с прочностью 1...3 Па. Иногда в практике применяется электротермический способ обжига грунта. В качестве источника используют нихромовые электронагреватели. Скважины во всех случаях могут пробуриваться вертикально, наклонно и горизонтально.

Перечень некоторых способов закрепления грунтов оснований, условия и эффективность их применения [10, 28] даны в табл. 8. Более подробно с принципами и технологией закрепления грунтов можно ознакомиться в [28, 40].

Работы по усилению оснований перечисленными выше методами иньектирования должны выполняться в определенной последовательности.

Перед производством работ по закреплению грунтов следует:

- уточнить расположение подземных коммуникаций, а также расположение и состояние сооружений, находящихся вблизи места закрепления;
- подготовить бригаду исполнителей, предварительно прошедших курс обучения технологии производства работ;

– обеспечить наличие предусмотренного проектом комплекта оборудования и материалов;

– выполнить контрольное закрепление грунта и провести его испытания.

Производство закрепления грунтов включает последовательно следующие виды работ:

- подготовительные и вспомогательные работы, включая приготовление закрепляющих растворов;
- работы по погружению в грунты иньекторов и бурению, а также по оборудованию иньекционных скважин;

– нагнетание закрепляющих реагентов в грунты;

– извлечение иньекторов и заделку иньекционных скважин;

– работы по контролю закрепления.

Подготовительные и вспомогательные работы выполняют до начала основных работ. К ним относятся: подготовка и планировка территории; подводка электроэнергии, горячего и холодного водоснабжения, канализации; установление (при необходимости) геодезического наблюдения за осадками фундамен-

тов; размещение на площадке химреагентов и материалов; оборудование стационарного узла приготовления растворов (при объеме закрепления более 10 тыс. м³ грунта); размещение мест погружения инъекторов или бурения инъекционных скважин; согласование возможности проведения работ с электронadzором и лицами, ответственными за подземные коммуникации; приготовление закрепляющих растворов рабочих концентраций; выполнение контрольных работ по закреплению грунтов.

Погружение инъекторов в грунты для последующей инъекции закрепляющих реагентов может производиться забивкой, задавливанием или установкой в предварительно пробуренные инъекционные скважины. Выбор способа погружения зависит от вида грунтов, естественно-исторических условий территории и глубины закрепления.

Погружение инъекторов в грунты забивкой применяют при силикатизации и смолизации песчаных грунтов, а также при закреплении просадочных лессовых грунтов на глубине до 15 м.

Для забивки инъекторов применяют ударные инструменты механического или пневматического типа. Забивка осуществляется по заходкам в последовательности, заданной проектом. При забивке инъекторов через железобетонные плиты фундаментов, полы, отмостки в них предварительно бурятся отверстия с последующей их промывкой водой или продувкой сжатым воздухом.

Оборудование, используемое для забивки инъекторов, приведено в табл. 9.

9. Потребность в оборудовании при погружении инъекторов

Оборудование	Тип	Марка	Количество
Бетонолом	Пневматический	ПЛ-1м	2
Станок бурильный	Вращательного бурения	СКБ-4	1
Компрессор	ПКС-6м	–	2
Насос-дозатор	–	НЛ-1000/10	2
Растворомешалка	–	РМ-500	1
Инъектор-тампон	Гидравлический	ИТГ-58	2

Способ задавливания инъекторов в грунты предусматривает предварительное устройство вдоль фундаментов специальных технологических выработок (шахт), заглубленных на 0,5...1 м ниже подошвы фундамента (см. рис. 9, в). Задавливание инъекторов производится с помощью гидродократных устройств в горизонтальном направлении.

В качестве опорной служит стена выработки.

Погружение и установка инъекторов в предварительно пробуренные инъекционные скважины применяется преимущественно при силикатизации просадочных лессовых грунтов на глубине более 15 м, а также при обычной и вспомогательной цементации. Бурение ведется вертикальными и наклонными скважинами.

Для предупреждения выбивания раствора при нагнетании его в скважины следует принимать меры, предупреждающие отклонение скважин от проектного положения путем установки кондукторов, а также бурения скважин на двойном расстоянии в плане друг от друга, т.е. через одну. После завершения работ на скважинах первой группы производят бурение и нагнетание растворов в скважины второй очереди.

Бурение инъекционных скважин для вспомогательной цементации зоны контакта подошвы фундамента с основанием (для предотвращения возможных утечек закрепляющих реагентов через полости и трещины фундаментов) рекомендуется производить колонковыми станками сплошным забоем с продувкой воздухом. В стесненных условиях допускается бурение пневмоударными станками. Бурение ведется наклонными скважинами через обратную засыпку с установкой обсадной трубы, затем по фундаменту с небольшим заглублением в грунты основания. Расстояние между скважинами 2...3 м.

Нагнетание закрепляющих реагентов следует выполнять отдельными заходками в объеме и технологической последовательности, предусмотренной проектом. В однородных по водопроницаемости грунтах нагнетание производится от устья в глубину или из глубины к устью. В неоднородных по водопроницаемости грунтах слой с большей водопроницаемостью закрепляют в первую очередь. Состав и количество закрепляющих реагентов, параметры инъекции и диаметр скважин назначаются проектной организацией по результатам контрольного закрепления. При этом давление нагнетания не должно превосходить нагружающего давления по подошве фундаментов.

Перед нагнетанием закрепляющих реагентов инъектор должен быть промыт водой или продут воздухом под давлением, не превышающим предельно допустимого, указанного в проекте.

Величина расхода при нагнетании закрепляющих химических растворов или смесей от одного инъектора или действующей части скважины назначается проектом и уточняется при контрольном закреплении; в процессе нагнетания величина расхода жидких реагентов контролируется по расходомерной шкале или счетчику расхода.

При нарушении нормального хода процесса нагнетания химических растворов в грунты нагнетание следует прекратить и возобновить только после устранения причин, вызвавших нарушения.

Растворы допускается нагнетать при температуре грунта в зоне закрепления не ниже 0 °С.

При двухрастворной силикатизации жидкое стекло и раствор хлористого кальция нагнетаются рядами с чередованием инжекторов через один ряд. Раствор хлористого кальция следует нагнетать как можно быстрее после нагнетания жидкого стекла. Перерывы между нагнетанием жидкого стекла и хлористого кальция зависят от скорости грунтовых вод и составляют от 1...2 ч при скорости грунтовых вод 1,5...3 м/сут. до 6...24 ч при скорости грунтовых вод 0...0,5 м/сут. При данном способе каждый раствор нагнетается отдельным насосом. Нельзя допускать смешения растворов в баках, шлангах, насосах и инжекторах. Оборудование, использованное для нагнетания жидкого стекла, может использоваться и для нагнетания раствора хлористого кальция (или наоборот) только после тщательной промывки его горячей водой.

Закрепление песчаных грунтов одноразовыми двухкомпонентными способами силикатизации и смолизации рекомендуется производить по технологической схеме инъекционных работ, составленной для способа смолизации (см. прил. 1). Химические реагенты (крепитель и отвердитель) в концентрированном виде из емкостей хранения (на схеме не показаны) поступают в емкости 2 и 3, где они доводятся до определенной концентрации (исходной). В емкостях 2 и 3' реагенты доводятся до рабочей концентрации и через дозаторы 5 и 6 поступают в емкости 7, где готовится гелеобразующая смесь. Приготовленная гелеобразующая смесь поступает к насосу и закачивается в инжектор. По мере расходования гелеобразующей смеси в одной емкости 7 в другой готовится новый объем смеси.

Закрепление грунтов способом газовой силикатизации заключается в последовательном нагнетании углекислого газа, раствора силиката натрия и снова углекислого газа.

Давление при нагнетании газа для отверждения силикатного раствора должно находиться в пределах 0,4...0,5 МПа. Расход газа определяется по разнице массы баллона до и после нагнетания. Перерыв во времени между нагнетанием силиката и газа не должен превышать 30 мин.

Вспомогательная цементация при силикатизации и смолизации грунтов выполняется густыми растворами с В/Ц = 1...0,8. Для улучшения их свойств, а также для получения минимального водоотделения в раствор добавляется бентонит в количестве до 10 % массы цемента. Рабочий раствор приготавливается в последовательности вода-бентонит-цемент. Время перемешивания бентонита с водой в зависимости от его качества 20...60 мин. Время перемешивания цемента 5 мин.

В течение смены должны отбираться образцы раствора для определения его характеристик, а также кубиковой прочности на 7-е и 28-е сутки.

Нагнетание растворов выполняется, как правило, без перерывов. Остановка в процессе нагнетания допускается в случаях, когда раствор: обходит тампон и изливается из скважины; изливается из соседних скважин; выходит через трещины на поверхность; выходит в подземные коммуникации и каналы.

Во всех этих случаях тампон извлекается, через 1 сутки разбуривается цементный камень и производится повторное нагнетание.

После окончания нагнетания закрепляющих реагентов сброс давления в нагнетательных системах следует производить постепенно во избежание пробкового засорения перфорированной части инжекторов. Все оборудование, находящееся в соприкосновении с закрепляющими реагентами, промывается горячей водой и продувается сжатым воздухом. Промывные воды вывозятся автоцистернами в установленные места слива.

3.2.2. Принципы, организация и технология производства работ при усилении оснований глубинным уплотнением грунтов

Для повышения прочности оснований за счет уплотнения грунтов используются механические способы, устройство грунтовых свай, включение в основание жестких элементов.

Способ устройства грунтовых свай основан на погружении штампов, которые образуют скважины с вытеснением грунта радиально в стороны. В результате этого грунт вокруг скважины уплотняется. Погружение штампа выполняется проколом, забивкой, вибрированием. В отформованную скважину засыпают местный грунт или песок, песчано-гравийную смесь, щебень и снова ее отформовывают. Операции повторяют до тех пор, пока усредненная плотность грунтового массива не станет равной требуемой. Наибольший эффект уплотнения достигается при шахматном расположении скважин. Расстояние между осями скважин зависит от диаметра уплотняющего органа и требуемого коэффициента уплотнения.

Недостатком такого способа является наличие при забивке элементов колебаний, могущих вызвать недопустимые осадки зданий.

Следует учитывать, что глинистые грунты в меньшей степени реагируют на вибрацию, чем пески. Чтобы деформировались глинистые грунты, требуется продолжительное воздействие вибрации. Довольно быстро реагируют на динамические воздействия водонасыщенные пески и супеси, находящиеся в рыхлом состоянии или в состоянии средней плотности. Фундаменты реконструируемых зданий в таких грунтах могут подвергаться значительным неравномерным осадкам вследствие уплотнения или выдавливания из-под них грунта.

Опасность колебаний при забивке элементов, вызывающих осадку зданий, существенно зависит не только от вида грунта, но и глубины погружения оболочки или сваи, расстояния от них до существующих зданий и ряда других факторов. С увеличением расстояния амплитуды смещений быстро затухают. Большое влияние на это оказывают грунтовые условия. Использование молотов меньшего веса приводит к снижению амплитуд смещений грунта и зоны их влияния. Значения амплитуд максимальны при погружении трубы или сваи на глубину 3...6 м. Увеличение амплитуды на глубине может быть связано не только с особенностями геологического строения площадки, но и с перерывами в погружении сваи, например в тиксотропных грунтах.

С целью снижения уровня колебаний уменьшают частоту ударов и высоту падения молота, увеличивают его вес, а также сокращают время "отдыха" сваи в процессе забивки. Снизить уровень колебаний позволяют следующие способы: погружение элементов в лидерные скважины, в тиксотропной рубашке и вдавливанием.

Применение ударного способа погружения уплотняющих элементов в условиях тесной застройки требует предварительной оценки возможных неблагоприятных последствий. Исследованиями установлено, например, что при ударах молота в грунте возникают колебания с частотой 3...30 ГЦ продолжительностью 0,1...0,4 с, которые распространяются со скоростью 100...330 м/с.

Одним из перспективных способов погружения элементов, используемых для образования скважин при глубинном уплотнении грунтов, является вливание. Машины для вдавливания по типу рабочего органа могут быть гидравлическими и механическими. Гидравлические работают с одним или несколькими цилиндрами. Механические устройства имеют канатно-блочный (полиспастный) привод, цепной или с ходовым винтом.

В условиях реконструкции для устройства скважин перспективно применение раскатывающих проходчиков скважин. Особенность процесса раскатывания скважин – формирование цилиндрической полости в грунте катками, эксцентрично установленными на бурильной штанге (без ударов, как это имеет место при ударно-канатном бурении).

Для устройства скважин при глубоком уплотнении грунтов могут быть использованы пневмопробойники. Под действием ударов корпус внедряется в грунт. Обратному его перемещению препятствуют силы трения между корпусом и грунтом. Скважина образуется за счет раздвижки и уплотнения грунта.

Применение пневмопробойников целесообразно в сжимаемых связных необводненных грунтах; глубина пробиваемых скважин зависит от свойств грунта, определяется устойчивостью стенок скважины и может достигать 15...20 м и более. Максимальный диаметр скважины может быть 350 мм при диаметре пробойника 130 мм и до 600 мм – при диаметре образуемой (пробойником с расширителем) скважины 300 мм. Производительность пневмопробойника зависит от физико-механических свойств грунта, диаметра пробиваемых скважин, энергии единичного удара, частоты ударов и т.д. Наиболее распространенные пневмопробойники отечественного производства – ИП 4603А, СО134А, СО 166. Производительность их при проходке вертикальных скважин составляет 120...200 м в смену.

Реже при устройстве скважин применяется взрывная технология. При использовании для образования скважин энергии взрыва в толще уплотняемого грунта проходят скважину-шпур диаметром 60...80 мм. В нее опускают заряд малобризантного взрывчатого вещества, состоящий из цепочки патронов массой 50 г, расположенных через 15...20 см один от другого. В результате взрыва диаметр скважины увеличивается до 400...500 мм, а вокруг нее образуется зона уплотняемого грунта диаметром около 1 м.

После образования скважин перечисленными выше способами, их заполняют грунтом. Грунт в скважину засыпают слоями 0,5...0,7 м и уплотняют. Для уплотнения используют трамбовки, имеющие форму параболического клина. При массе ударного снаряда не менее 1 т для уплотнения порции грунта в 250...300 кг необходимо произвести 25 ударов. Плотность грунта в теле сваи достигает 1,8...1,85 т/м³.

Следует отметить, что применение глубинного уплотнения грунтов оснований ремонтируемых и реконструируемых зданий ограничено. Пробивка скважин сваебойными агрегатами и взрывы вызывают значительные динамические воздействия на существующие здания и оборудование. Применение бурового способа при устройстве грунтовых свай снижает степень уплотнения грунта вокруг скважин. Связано это с тем, что грунт при бурении извлекается из скважины. В слабых грунтах достичь необходимого уплотнения набивкой не удается, так как стенки скважин, особенно наклонных, недостаточно устойчивы.

Указанные недостатки исключаются при использовании для глубинного уплотнения оснований существующих зданий технологии винтового продавливания скважин. Технология позволяет различным сочетанием приемов проводить глубинное уплотнение или закрепление основания. При глубинном уплотнении скважины засыпаются сыпучими материалами, а при закреплении – твердеющими материалами. Суть уплотнения в этом случае заключается в следующем. Вначале спиралевидным снарядом проходят скважину, заполняют ее грунтом и уплотняют грунт. В тех случаях, когда однократное заполнение скважины грунтом недостаточно, глубинное уплотнение можно осуществить путем многократного заполнения скважин и прохода снаряда, достигая необходимой несущей способности основания под заданные нагрузки, что особенно важно в условиях реконструкции. При промежуточных заполнениях скважин грунт засыпают без уплотнения. Уплотняют грунт только при последнем заполнении.

При бурении скважин спиралевидными снарядами повышается устойчивость стенок скважин, что позволяет в некоторых случаях сократить затраты труда и материалов на выполнение работ по глубинному уплотнению оснований реконструируемых зданий.

Глубинное упрочнение оснований с использованием вяжущих материалов (закрепление грунтов) выполняется по следующей технологии. Вначале в грунте спиралевидным снарядом проходят первичную скважину диаметром, меньшим заданного, а затем скважину заполняют закрепляющим материалом. После этого по оси первичной скважины снарядом большего диаметра проходят скважину проектного диаметра, вдавливая закрепляющий материал в грунт. Под напором погружаемого снаряда закрепляющий материал проникает в грунт через стенки скважины и ее дно. При этом закрепляющий материал частично перемешивается с грунтом, что способствует образованию вокруг скважины оболочки повышенной прочности (рис. 10).

В качестве твердеющей смеси может быть использована любая композиция, отверждающаяся с грунтом, например, химические реагенты, применяемые для химического закрепления грунтов (фенолформальдегидная, карбамидная и другие смолы, жидкое стекло), а также цементно-песчаные и цементные растворы. Для предотвращения выдавливания закрепляющего материала из скважины на поверхность первичную скважину заполняют закреп-

ляющим материалом на 1...1,5 м ниже ее устья, а диаметр первичной скважины должен быть менее 0,8 диаметра проектной скважины. В зависимости от характера грунтовых напластований закрепление можно выполнять выборочно на отдельных участках, причем толщина закрепляемых слоев по длине скважины может быть различной.

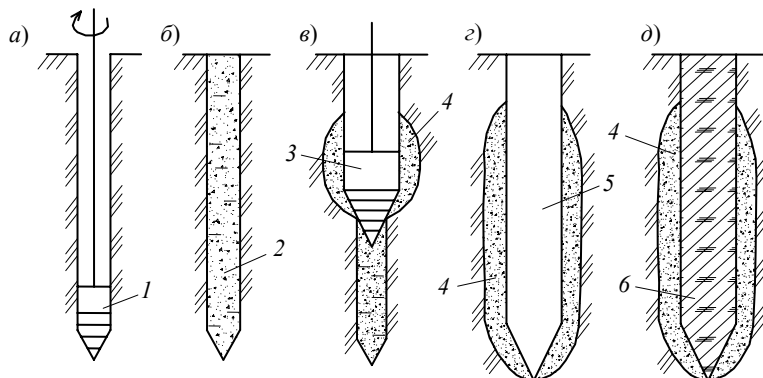


Рис. 10. Схема устройства скважины с использованием вяжущего материала:

a-d – последовательность устройства скважины: *1* – снаряд малого диаметра; *2* – вяжущий материал; *3* – снаряд большого диаметра; *4* – слой закрепленного грунта; *5* – скважина проектного диаметра; *6* – материал заполнения скважины

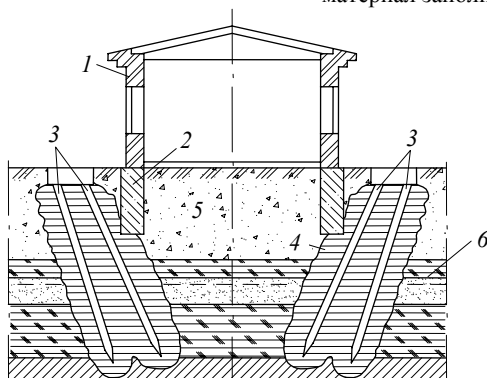


Рис. 11. Вариант упрочнения основания песчаными сваями:

1 – здание; *2* – фундамент; *3* – песчаные сваи; *4* – зона упрочнения; *5* – насыпной грунт; *6* – торф

По окончании упрочнения грунта скважины заполняют грунтом или другим материалом с уплотнением.

Расстояние между скважинами определяют исходя из условий обеспечения совместной работы грунта в массиве, а также необходимой несущей способности укрепляемого основания.

Для уплотнения слабых водонасыщенных грунтов, в том числе и обводненных лессовых, можно использовать грунтоизвестковые сваи. В процессе гашения известь в скважине увеличивается в трехкратном объеме. Развивающееся при этом давление существенно укрепит стенки скважины.

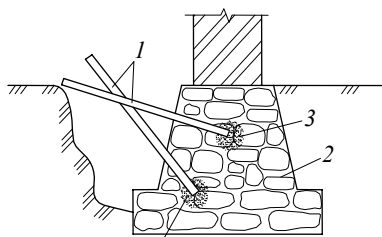
Глубинное уплотнение может быть выполнено в виде вертикальных или наклонных скважин; может быть также принято и комбинированное расположение скважин.

Выбор способа глубинного уплотнения основания зависит от конкретных условий реконструируемого объекта, диаметра скважин, материала, используемого для упрочнения и др. Например, для уплотнения оснований существующих зданий в основном устраивают наклонные скважины (рис. 11). Более подробно с принципами глубинного уплотнения грунтовыми сваями можно ознакомиться в [28].

3.3. ПРИНЦИПЫ И СПОСОБЫ РЕМОНТА И УСИЛЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ

Выбор способов ремонта и усиления ленточных и столбчатых фундаментов мелкого заложения зависит от причин, вызывающих необходимость усиления, особенностей конструктивного решения фундаментов, действующих нагрузок, а также от инженерно-геологических условий и степени стесненности рабочей площадки. От принятого способа усиления или ремонта существенным образом зависит организация и технология производства работ.

Основные способы усиления фундаментов мелкого заложения с их краткой характеристикой даны ниже.



Усиление и восстановление кладки фундаментов цементацией. Способ

Рис. 12. Усиление кладки фундамента при ее большом износе инъекцией цементного раствора:

1 – инъекторы; 2 – фундамент;

3 – цементный раствор

применяется, когда кладка ослаблена по всей толще, а увеличения нагрузки на фундамент нет. Цементация производится путем нагнетания в пустоты фундамента через инъекционные трубы цементного раствора консистенции от 1:1 до 1:2 и более под давлением 0,2...1,0 МПа (рис. 12). Через один инъектор заполняется пространство диаметром 0,6...1,2 м.

Обычно число мест инъекции зависит от степени разрушения кладки фундаментов. Работы по укреплению целесообразно вести захватками длиной 2,0...2,5 м. Иногда для уменьшения расхода раствора боковые поверхности фундамента перед цементацией покрывают цементной штукатуркой.

Ремонт и усиление тела фундаментов материалами на основе полимеров. Способ основан на использовании полимербетонов, полимерных растворов и мастик для заделки трещин в теле фундаментов и инъектирования их внутрь. Для заделки трещин шириной 2 мм и более и раковин глубиной менее 50 мм используются полимеррастворы и полимермастики. Если разрушения более значительны и имеются обнажения арматуры, восстановление выполняют полимербетоном или полимер-раствором, нанесением торкрет-бетона. При наличии пустот, трещин и других дефектов внутри тела для укрепления его используют инъекционное лечение полимерными смесями смол с отвердителями. В связи с высокой стоимостью смол инъектирование их ограничивается небольшими объемами дефектов. Более подробно с принципами использования полимерных материалов при ремонте и усилении фундаментов можно ознакомиться в [28].

Устройство защитных растворных рубашек. Способ применяется при ремонте незначительных наружных повреждений фундаментов. Для этого в кладку в шахматном порядке через 0,5 м заделываются металлические анкеры, к которым прикрепляется арматурная сетка, и затем наносится раствор на крупном песке простым оштукатуриванием или торкретированием. Иногда вместо раство-

ра наносят бетон, применяя пневмонабрызг или укладку в опалубку. Данный способ обычно применяется совместно с другими мерами усиления. Пример такого усиления дан в [40]. Из-за появления трещин в ступенях ленточного фундамента их усилили путем устройства над ступенями продольных железобетонных балок (рис. 13). Балки опираются на контрфорсы, ширина которых определяется по расчету на смятие кладки в местах пересечения ригеля контрфорса с кладкой стены. Расстояние между контрфорсами находится из расчета балок на изгиб. Весь фундамент заключают в железобетонную рубашку, монолитно-связанную с балками. Более подробно с принципами устройства рубашек можно ознакомиться в [28, 40].

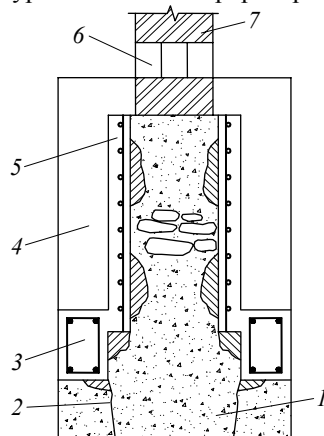


Рис. 13. Вариант усиления кладки ленточного фундамента:

1 – фундамент; 2 – трещины в ступенях; 3 – продольная балка на ступени; 4 – контрфорс; 5 – рубашка; 6 – рандбалки; 7 – стена здания

Частичная замена кладки фундамента производится при ремонтах со средней степенью разрушения тела фундамента. Способ применяется когда нагрузка на фундамент увеличивается, а несущая способность основания достаточна.

Усиление железобетонных фундаментов обоймами ввиду простоты и надежности устройства получило широкое распространение в практике. Обоймы, устраиваемые без углубления фундамента, могут выполняться как без увеличения площади подошвы, так и с ее уширением. По материалу они могут быть бетонными и железобетонными. Последние более надежны, так как охватывают усиливаемый фундамент, обжимая его при усадке бетона.

Обоймы без увеличения площади подошвы фундаментов устраиваются редко. Их применяют в тех случаях, когда тело фундамента имеет недостаточную прочность, а его подошва и основание находятся в хорошем состоянии. В работе [40] приведен пример усиления обоймой без уширения сборных отдельных фундаментов под столбами в жилом доме. Из-за некачественного выполнения работ фундаменты пришлось усилить обоймой, схема которой приведена на рис. 14.

Обоймы с увеличением площади подошвы фундамента устраиваются в фундаментах мелкого заложения, выполненных из различных кладок, бетона или железобетона. Изготовление обойм возможно как на всю

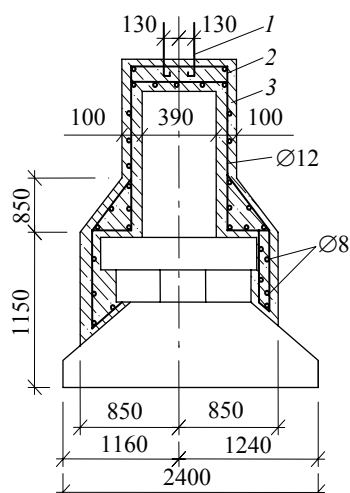


Рис. 14. Вариант усиления железобетонной облоймой сборного отдельного фундамента:
 1 – анкерные болты; 2 – сварные сетки; 3 – обойма

высоту фундамента, так и на часть высоты (рис. 15). Применяют данный способ при необходимости увеличения нагрузки на фундамент и недостаточной несущей способности основания. По этим причинам обоймы достаточно часто используют для усиления бутовых и бутобетонных фундаментов при надстройке или других видах реконструкции зданий старой постройки. Некоторые схемы таких усилений, приведенные в [7], даны на рис. 16.

Обоймы устраивают как в подвальных, так и бесподвальных зданиях. Возможные схемы усиления облоймой фундаментов и стен подвала приведены на рис. 17.

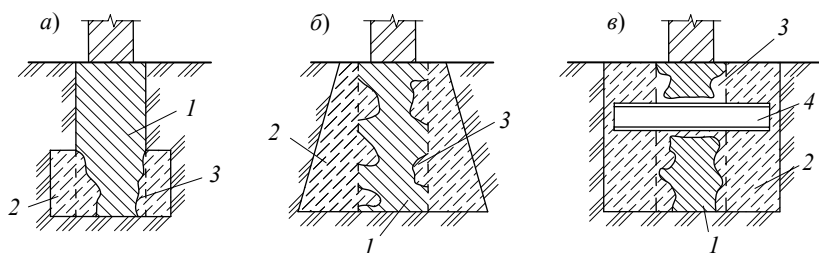


Рис. 15. Схемы усиления ленточных фундаментов бетонными облоймами:
 а – обойма у подошвы; б, в – трапециевидная и прямоугольная обоймы на всю высоту тела фундамента;
 1 – фундамент; 2 – обойма; 3 – штрабы; 4 – балка усиления

Для обеспечения хорошего сцепления бетона облоймы с фундаментом поверхность его очищают и дополнительно обрабатывают, нанося насечки или устраивая штрабы (рис. 15). При необходимости дополнительного увеличения сцепления облоймы с фундаментом ее анкеруют путем устройства шурфов и установки в них анкерных стержней.

В ленточных фундаментах противоположные стенки облоймы крепят между собой анкерами или поперечными балками (рис. 16). Выбор способа зависит от конкретных условий. Например, в случае, когда материал тела фундамента достаточно прочен и требуется только уширение подошвы, сопряжение боковых облойм можно выполнить с помощью арматурных элементов (рис. 16). Для этого через пробитые в кладке отверстия (шаг около 2 м) пропускаются П-образные арматурные стержни и затем к ним привариваются продольные стержни. При таком устройстве снижается давление по подошве фундамента, повышается жесткость здания и возможность восприятия дополнительных усилий, возникающих, например, при неравномерных деформациях грунтов оснований. Аналогичное решение возможно и при устройстве ленточных сборных фундаментов (рис. 18, а). В этом случае совместная работа фундаментов и облойм обеспечивается горизонтальными штрабами в кладке стен и пропущенными через швы арматурными стержнями.

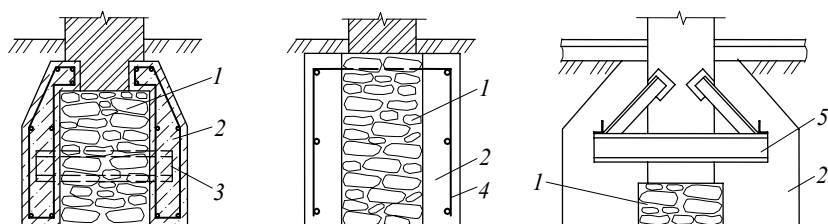


Рис. 16. Варианты усиления бутовых и бутобетонных фундаментов:

- a* – обоями с креплением их балками и штрабами;
б – арматурными элементами; *в* – жестким металлическим каркасом;
 1 – существующий фундамент; 2 – обойма усиления; 3 – металлическая балка; 4 – арматурные стержни; 5 – металлический каркас

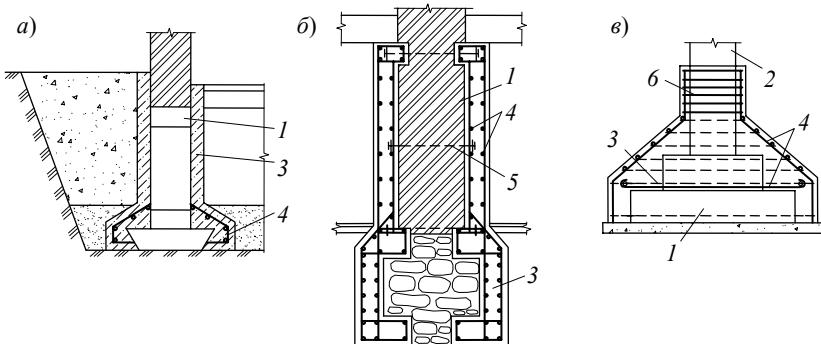


Рис. 17. Варианты усиления обоями стен (а), (б) и столбов (в) подвала:

- 1 – стена подвала и фундамента; 2 – столб; 3 – обойма;
 4 – арматурные стержни; 5 – арматурные тяжи; 6 – хомуты

При необходимости значительного увеличения площадей подошвы применяются более жесткая система разгрузочных балок с устройством подкосов, опирающихся на кладку (рис. 16, в). Для обеспечения жесткости в продольном направлении балки между собой связывают уголками и арматурными стержнями. После обетонирования фундамент имеет повышенную несущую способность. На рис. 18, б приведено подобное решение для сборного ленточного фундамента. Толщина обоймы и требуемая величина уширения подошвы определяются расчетами с учетом повышения расчетной нагрузки в случае реконструкции или снижения несущей способности грунтов при эксплуатации. При необходимости не только уширения подошвы, но и повышения прочности тела стен подвала или колонн обоймы фундаментов и стен делают едиными [40] (рис. 17).

После усиления уширенная часть фундамента начинает воспринимать часть действующей и дополнительной нагрузок. В случаях большого увеличения нагрузок элементы уширения должны быть введены в работу путем предварительного обжатия основания. В настоящее время в практике имеется значительное количество способов обжатия. Для ленточных фундаментов, в частности, может быть применен способ, разработанный Н.И. Страхиным [7, 10, 40]. Суть его заключается в установке с двух сторон фундамента дополнительных железобетонных сборных блоков уширения, нижнюю часть которых стягивают анкерами из арматурной стали, пропущенными сквозь них и существующие фундаменты. Верхняя часть блоков отжимается от поверхности фундаментов клиньями или домкратами. В результате этого блоки поворачиваются вокруг нижней, закрепленной анкерами точки, и подошвой обжимают неуплотненный грунт основания. После обжатия зазор между блоками и фундаментом расклинивается и заполняется бетоном (рис. 19, а).

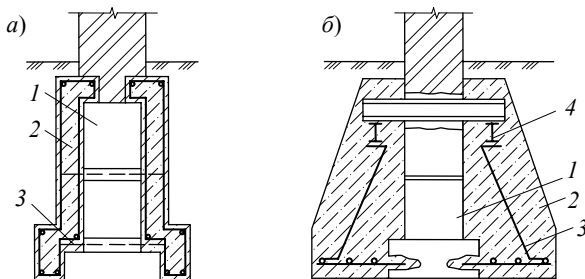


Рис. 18. Варианты усиления сборных ленточных фундаментов с помощью:

- a* – горизонтальных штраб и монолитной обоймы;
б – металлического каркаса и монолитной обоймы;
 1 – фундамент; 2 – обойма; 3 – арматурные стержни

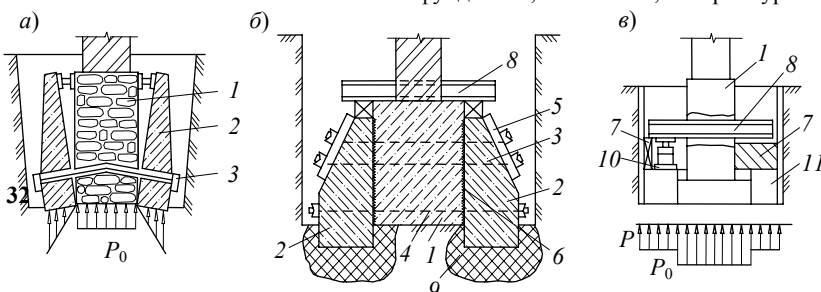


Рис. 19. Варианты усиления с предварительным обжатием основания:

1 – фундамент; 2 – блоки; 3 – тяжи; 4 – фиксированная затяжка; 5 – прижимной щит; 6 – антифрикционное покрытие; 7 – клинья; 8 – поперечная балка;
9 – обжатое основание; 10 – домкрат; 11 – сборный банкет; 12 – бетон

Известен и другой способ усиления с обжатием основания [40]. Суть его заключается в установке по периметру фундаментов блоков обоймы, которые путем горизонтальных усилий обжатия тяжами вдавливаются в грунт (рис. 19, б). Для облегчения погружения блоков в грунт поверхность контакта блоков и фундамента смазываются антифрикционными материалами. При стягивании тяжей, пропущенных через прижимные щиты, блоки усиления сдавливаются и сползают вниз вдоль фундамента, обжимая тем самым грунт. После обжатия между блоками и поперечными балками, проходящими через стену здания, устанавливаются клинья, а блоки связывают фиксирующей затяжкой.

Рассмотренные способы пригодны в случаях, когда фундамент не имеет консолей. При наличии их применяют, например, способ, схема которого дана на рис. 19, в. В этом случае, с помощью домкратов через заранее уложенные бетонные элементы на грунт основания передается давление, несколько меньшее, чем под подошвой фундамента. Перед снятием домкратов устанавливают распорные клинья, а затем устраивают бетонную обойму [7].

Более подробно со способами и технологией устройства обойм и включением их в совместную с фундаментами работу можно познакомиться в научно-технической литературе [7, 10, 28, 40].

Усиление путем подведения конструктивных элементов под подошву фундаментов. В качестве дополнительных элементов, подводимых под существующие фундаменты, используют плиты, столбы и сплошные стены. Возможные схемы усиления согласно [28] даны на рис. 20.

В случае незначительного увеличения глубины заложения с одновременным уширением подошвы фундамента под нее подводят железобетонные плиты (рис. 20, а). Для этого на участках длиной 1...2 м

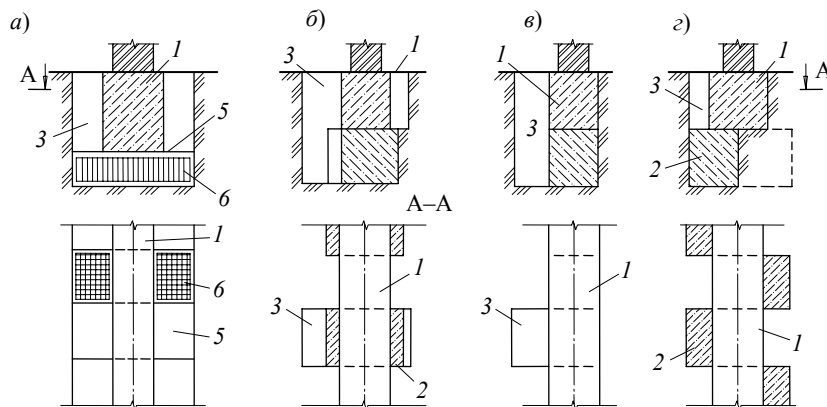


Рис. 20. Варианты усиления подведением конструкций под фундаменты в виде:

а – железобетонных плит; б, в – отдельных столбов; г – сплошной стены;
1 – фундамент; 2 – столб; 3 – шурф; 4 – сплошная стена;
5 – плита; 6 – арматурный каркас

грунт под фундаментом откапывают и на месте изготавливают монолитную железобетонную плиту или монтируют сборные железобетонные элементы. После обжатия грунта в основании промежутки между плитой и подошвой фундамента заполняют бетоном, тщательно уплотняя его вибраторами.

Отдельные столбы под фундамент подводят в тех случаях, когда возможна передача нагрузки на более прочный грунт, расположенный на небольшой глубине от подошвы. Столбы располагают по линии или в шахматном порядке на определенном расстоянии друг от друга (рис. 20, б, в).

В случае недостаточной несущей способности основания или при необходимости устройства подвала под фундаменты подводят сплошную стену (рис. 20, г). Иногда стенку выполняют с одновременным увеличением площади подошвы.

При значительном ослаблении тела фундамента и необходимости его заглубления иногда более выгодно сделать разборку старого и построить новый с необходимой глубиной заложения. Для ленточных фундаментов

последовательность операций устройства фундаментов приведена на рис. 21. Вначале через стену пропускают разгружающие балки, надежно опирая их на опоры из шпальных клеток или домкраты. Последние более удобны, так как позволяют регулировать положение балок. После передачи нагрузки от стен на опоры старый фундамент разбирается отдельными захватками длиной 2,0...3,5 м и устраивается

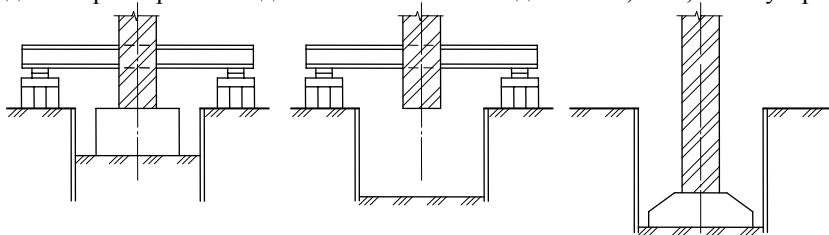


Рис. 21. Переустройство ленточного фундамента с разборкой старой кладки фундамента

новый на более глубокой отметке. Между новым фундаментом и стеной для обеспечения их совместной работы производится инъецирование песчано-цементного раствора под давлением. Затем осуществляется засыпка котлована и демонтаж разгружающих конструкций.

Изменение конструктивного решения фундаментов. В практике используются приемы усиления путем переустройства столбчатых фундаментов в ленточные (рис. 22). Для этого между столбами устраивают железобетонную стену в виде перемычки, нижнюю часть которой подводят под подошву существующего фундамента. Перемычка охватывает также подколонник. В случае незначительного повышения несущей способности перемычка может выполняться с уширенной подошвой. При необходимости устройства подвала перемычку делают на всю высоту столбов.

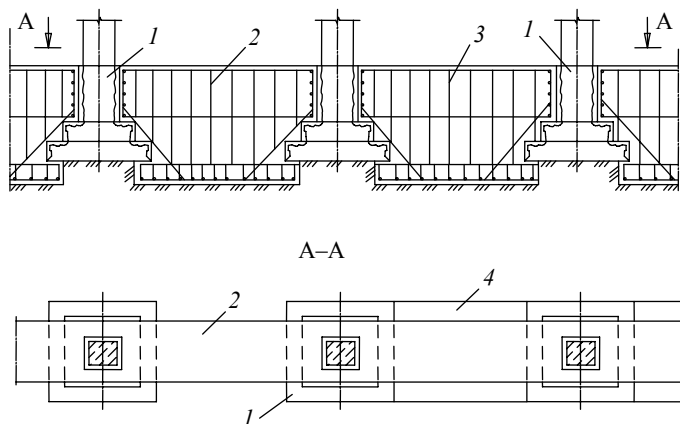


Рис. 22. Переустройство столбчатых фундаментов в ленточные:

1 – столбчатый фундамент; 2 – железобетонная перемычка;
3 – арматурные каркасы; 4 – уширенная часть перемычки

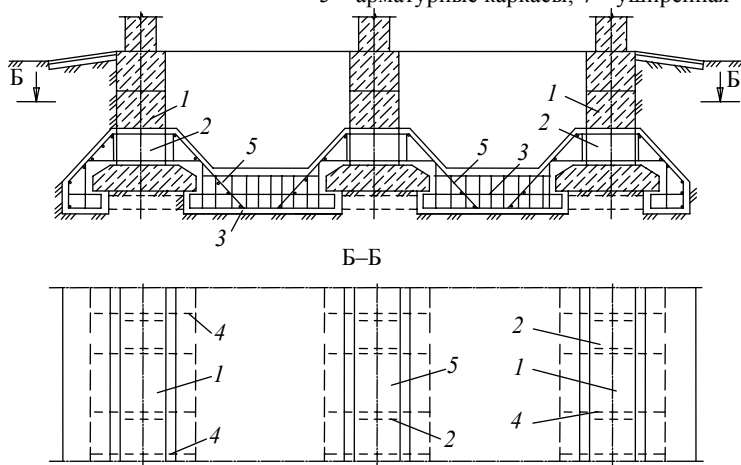


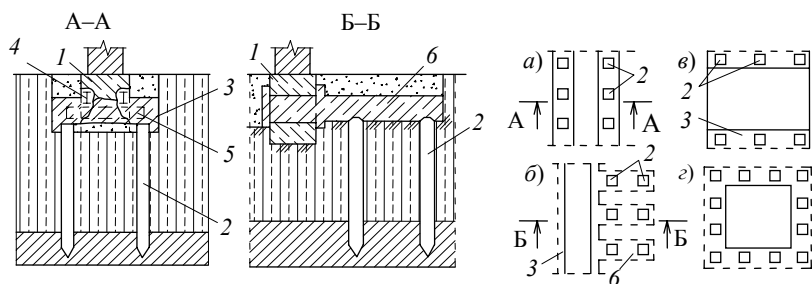
Рис. 23. Переустройство ленточных фундаментов в плитные:

1 – ленточный фундамент; 2 – отверстия в ленточном фундаменте;
3 – подводимая плита; 4 – пропуски плиты под ленточным фундаментом;
5 – арматурные каркасы

При значительном увеличении нагрузки столбчатые фундаменты переустраиваются в перекрестно-ленточные и плитные, а ленточные в плитные (рис. 23). Технология переустройства фундаментов приведена в [28].

Усиление фундаментов сваями. Сваи применяют для передачи нагрузки от фундаментов на более прочные слои грунта в тех случаях, когда основание имеет высокую деформативность и наблюдаются подземные воды, осложняющие процесс уширения или заглубления фундаментов.

Во всех случаях усиление производят двумя приемами: пересадкой фундамента на выносные сваи или подведением свай под подошву фундамента. Выносные сваи применяют при высоком уровне грунтовых вод, а подводимые при низком. В ленточных фундаментах выносные сваи устраиваются с одной или двух сторон фундамента, в столбчатых фундаментах они располагаются как с двух противоположных сторон, так и по всему периметру (рис. 24). Подводимые под подошву сваи могут устанавливаться в один, несколько рядов или кустами. Головы свай с усиливаемыми фундаментами соединяются ростверками, выполняемыми в виде железобетонных поясов для ленточных фундаментов или железобетонных обойм для столбчатых. Длину свай назначают по расчету в зависимости от характеристик грунтов и нагрузок на фундамент. В практике применяется большое количество способов усиления фундаментов сваями различного конструктивного решения [7, 10, 28, 40]. Некоторые из них рассмотрены ниже.



столбчатых (в, г) фундаментов:

1 – усиливаемый фундамент; 2 – свая; 3 – ростверк; 4 – рандбалка;
5 – поперечные балки; 6 – рычажный ростверк

Усиление набивными и буронабивными сваями. Набивные сваи устраивают погружением в основание обсадочных труб диаметром 250...375 мм с последующим извлечением из них грунта и заполнением их бетоном с трамбованием или уплотнением сжатым воздухом (пневмонабивные сваи). Иногда могут быть использованы набивные сваи, выполняемые по технологии винтового продавливания [28]. Скважины образуются спиралевидными снарядами, при проходке которых грунт не извлекается, а уплотняется. В случае устройства буронабивных свай пробуривают скважины, устанавливают арматурные каркасы и бетонируют ствол.

При усилении столбчатых фундаментов набивными и буронабивными сваями вначале бетонируют сваи. Затем головы свай с арматурными выпусками связывают железобетонной обоймой, выполняемой вокруг существующего фундамента (рис. 25, а). Концы свай должны быть заглублены в прочный грунт. Для усиления могут быть поставлены две, четыре или больше свай, расположенных симметрично.

При усилении ленточных фундаментов выносные сваи размещают параллельными рядами с обеих сторон фундамента. Вынос свай определяется удобством расположения бурового оборудования. В случаях усиления выносными сваями фундаментов из бутовой кладки в них на требуемой высоте устраивают штрабы, в которые монтируют металлические продольные балки (рандбалки). Под продольными балками устанавливают поперечные металлические балки. Шаг балок 2,0...3,5 м. После установки балок по верху свай бетонируется ленточный ростверк. Для обеспечения совместной работы фундамента и установленных свай производят расклинивание промежутка между ростверком и поперечными балками. Схема такого решения приведена на рис. 25, б).

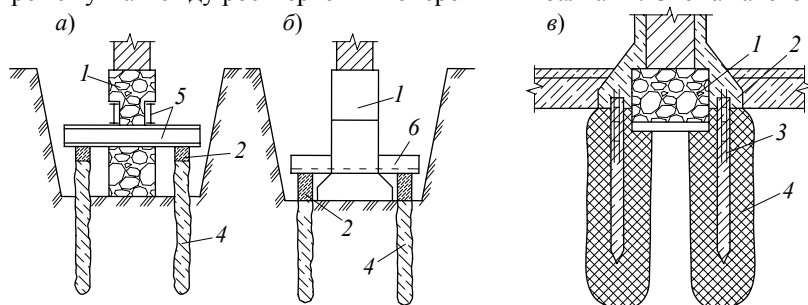


Рис. 25. Варианты усиления ленточных (а, б) и столчатых (в) фундаментов набивными сваями:

1 – фундамент; 2 – ростверк; 3 – набивные сваи; 4 – зона уплотненного грунта; 5 – металлические балки; 6 – балка, бетонированная на месте

В сборных ленточных фундаментах может использоваться вариант, схема которого приведена на рис. 25, в. При этом в стене фундамента отверстия не пробивают, а поперечные железобетонные балки изготавливают на месте, объединяя их арматурными стержнями, пропускаемыми через горизонтальные швы кладки. Балки работают совместно со стеной за счет сил трения и сцепления.

Усиление вдавливаемыми сваями. В настоящее время накоплен большой опыт повышения несущей способности фундаментов вдавливаемыми сваями. Сваи могут быть как цельными, так и составными из отдельных элементов. Этот способ имеет целый ряд преимуществ: отсутствие динамических и вибрационных воздействий на здание при устройстве усиления, нет необходимости в усиленном армировании ствола сваи, высокая точность установки свай, минимальное загрязнение окружающей среды и незначительные энергозатраты при устройстве.

Ленточные фундаменты можно усилить с помощью выносных вдавливаемых свай из трубчатых элементов длиной 0,8...1,2 м, располагаемых попарно с двух сторон стены, схема подобного усиления согласно [28] приведена на рис. 26, а. Сваи погружают домкратами, усилия от которых передаются на железобетонные балки, изготавливаемые совместно со сплошным железобетонным поясом, который затем омоноличивается со сваями. Вдавливание свай осуществляется одновременно с двух сторон стены. Трубчатые элементы по мере вдавливания стыкуются между собой с помощью сварки. После вдавливания, демонтажа домкратов и упорных балок заполняют полости свай бетоном, устанавливаются арматура и опалубка оголовков свай и через отверстия в балке производится их бетонирование. В ряде случаев под

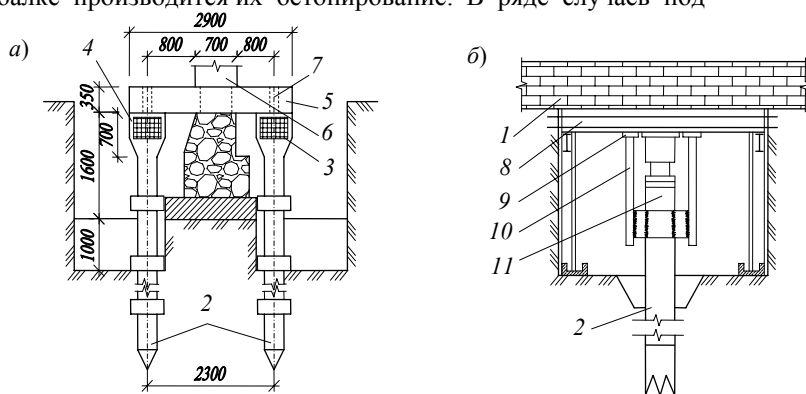


Рис. 26. Варианты усиления фундаментов трубчатыми задавливаемыми сваями:

1 – фундамент; 2 – металлические трубчатые сваи; 3 – арматурный каркас оголовка сваи; 4 – оголовок; 5 – железобетонная балка; 6 – стена; 7 – отверстия; 8 – наддомкратная балка; 9 – клинья; 10 – уголки; 11 – домкрат

ленточные фундаменты сваи можно подводить в один ряд. Работы выполняют из шурфов, откопанных до подошвы или ниже подошвы фундаментов (рис. 26, б).

Для передачи нагрузки на сваю между домкратом и сваем устанавливается распределительная подушка. Чтобы не снимать домкрата после каждого вдавливания, его приваривают к подушке. После вдавливания звена поршень домкрата поднимают вверх и сваю наращивают очередным звеном. При вдавливании необходимого количества звеньев сваю закрепляют с помощью уголков и клиньев, убирают домкрат и заполняют полость трубы бетоном, а шурф – бетоном.

В строительной практике часто используют составные вдавливаемые железобетонные сваи "Мега". Сваи состоят из трех типов секций; головной, рядовых и нижней (рис. 27). Сначала отрывают шурф ниже подошвы фундамента и устанавливают нижнюю секцию. Затем на нее прикрепляют головную секцию и сверху ставят домкрат, упирающийся в специальный распределительный элемент. После вдавливания нижней секции домкрат демонтируют, снимают головную секцию, устанавливают рядовую секцию, затем головную и монтируют снова домкрат. После вдавливания установленной рядовой секции операцию повторяют до тех пор, пока конец сваи не достигнет проектной отметки. На последнем этапе промежуток между распределительным элементом и сваем расклинивают и заполняют бетоном. В случае передачи больших нагрузок сваи "Мега" делают выносными в два ряда (рис. 27, б). При этом они связываются поперечными железобетонными балками.

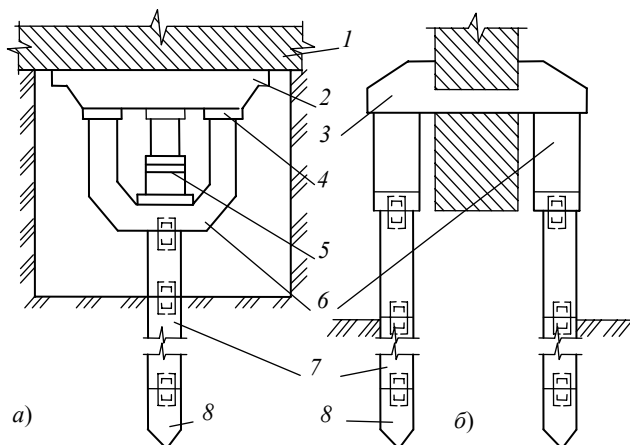


Рис. 27. Варианты усиления фундаментов железобетонными задавливаемыми сваями:

1 – фундамент; 2 – распределительный элемент;
3 – железобетонная балка; 4 – клинья; 5 – домкрат;
6, 7, 8 – соответственно головная, рядовая и нижняя секции свай

Подробнее с технологией устройства вдавливаемых свай можно ознакомиться в [7, 10, 28, 40].

Усиление буроналивными сваями позволяет производить работу без разработки котлованов, обнажения тела фундаментов и нарушения структуры грунта основания [28, 40]. Сущность этого способа заключается в устройстве под фундаментом жестких корневидных свай, передающих большую часть нагрузки на более плотные слои грунта. Сваи выполняют вертикальными или наклонными с помощью установок вращательного бурения, позволяющих пробуривать скважины через расположенные выше стены и фундаменты.

В скважины устанавливают арматурные каркасы и через инъекционные трубы нагнетают цементно-песчаный раствор или мелкозернистый бетон. Отличительной особенностью данного типа свай является их малый диаметр (127...190 мм) и относительно большое по сравнению к диаметру заглубление (более 100). Наибольшее распространение буроналивные сваи получили при усилении оснований и фундаментов реконструируемых и реставрируемых зданий. Сваи имеют значительную прочность на растяжение, поэтому их иногда используют в качестве анкеров в конструкциях, подверженных воздействию горизонтальных сил. Некоторые схемы усилений буроналивными сваями приведены на рис. 28.

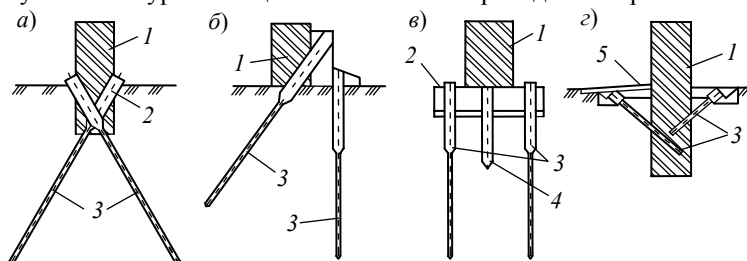


Рис. 28. Варианты усиления фундаментов буроналивными сваями:

1 – стена здания; 2 – подвальный потолок; 3 – буроналивные сваи;
4 – существующие сваи; 5 – распределительные плиты

Усиление фундаментов способом "стена в грунте". Способ применяют при усилении фундаментов, расположенных вблизи фундаментов других зданий, на стесненной площадке, в сложных грунтовых условиях и т.п. Конструктивные решения усиления (глубокими стенами или прямоугольными столбами) зависят от причин усиления грунтовых условий, величины и характера нагрузок на фундамент, а также ряда других факторов. Например, при устройстве глубоких выемок или подвалов вблизи существующего фундамента, усиление производится глубокими стенами, возводимыми между выемкой и фундаментом (рис. 29, а). При этом повышение устойчивости стены достигается устройством анкерных креплений. Увеличение несущей способности столбчатых фундаментов может обеспечиваться возведением вокруг них глубоких стен или столбов прямоугольного сечения с двух- или четырехсторонним расположением (рис. 29, б, в), а иногда в виде замкнутого короба (рис. 29, г). Стены и столбы объединяются с фундаментом железобетонной облойкой. При необходимости одновременного увеличения устойчивости основания и усиления фундамента устраивают параллельные глубокие стены, объединенные стенами-перемычками меньшей глубины (рис. 29, д). За счет заключения в жесткую облойку при таком решении значительно повышается устойчивость основания и одновременно усиливается фундамент.

Иногда усиление фундаментов производят комбинированными способами, одновременно устраивая "стены в грунте" и сваи, а также применяя различные способы закрепления грунтов и оснований.

Усиление фундаментов опускными колодцами позволяет повысить несущую способность за счет заключения грунта основания в жесткую обойму. Колодец (круглый или прямоугольный в плане) опускают по мере выемки грунта по наружному периметру его стен. При этом основание фундамента сохраняется ненарушенным и заключается в обойму (рис. 30). Размеры колодца в плане и его глубина определяются расчетом, при этом грунт внутри колодца рассматривается как тело в жесткой обойме [40].

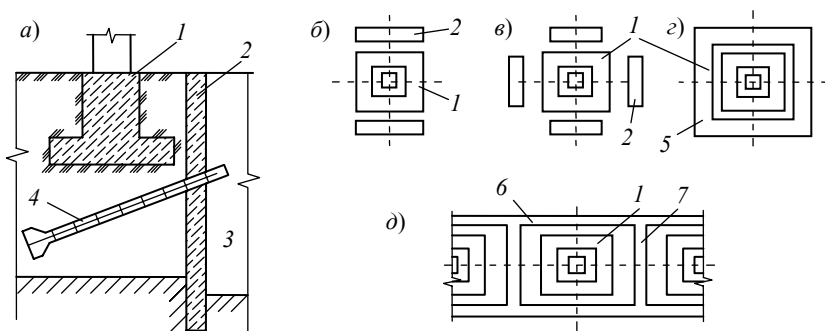


Рис. 29. Схемы усиления фундаментов способом "стена в грунте":
 1 – фундамент; 2 – стена в грунте или прямоугольный столб; 3 – выемка;
 4 – анкер; 5 – стена в виде короба; 6 – глубокие ленты или стены;
 7 – стены-перемычки

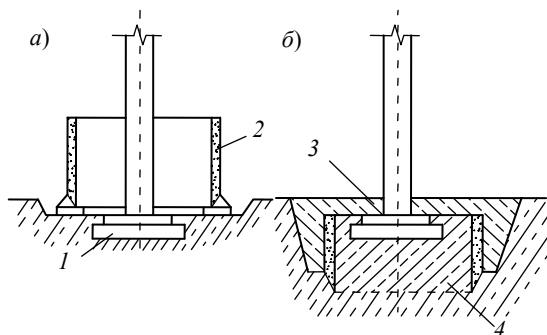


Рис. 30. Усиление фундамента опускным колодцем:
 а – установка опускного колодца перед погружением;
 б – погружение колодца на проектную глубину;
 1 – фундамент; 2 – колодец; 3 – котлован; 4 – обжимаемое основание

При усилении ростверков в случае большой степени их износа устраивают железобетонные обоймы. Возможная схема обоймы дана на рис. 31, а. Арматура обоймы должна быть замкнутой по периметру ростверка. По возможности ее следует делать предварительно напряженной. В случае оплывающих грунтов и наличия большого количества воды усиление производят с применением способа "стена в грунте" (рис. 31, б). Иногда под ростверк подводят дополнительные железобетонные ленты, усиливая тем самым ростверк и верхние участки свай (рис. 31, в).

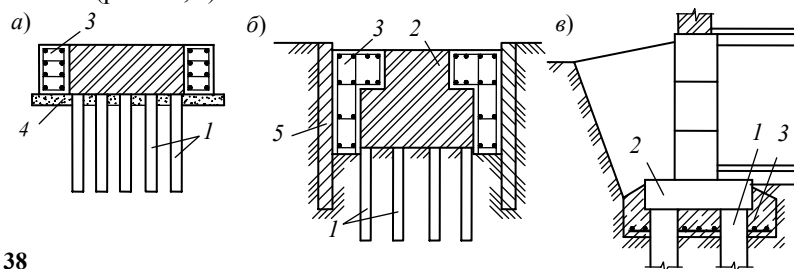


Рис. 31. Усиление ростверков свайных фундаментов:

1 – сваи; 2 – ростверк; 3 – железобетонная обойма;
4 – зацементированный щебень; 5 – замкнутое ограждение «стена в грунте»;
6 – железобетонная лента

Усиление свайных фундаментов в случае их недостаточной несущей способности можно выполнять за давлением дополнительных свай или наращивание существующих свай дополнительными секциями. Чаще всего устраивают дополнительные выносные сваи. Пример последнего дан на рис. 32.

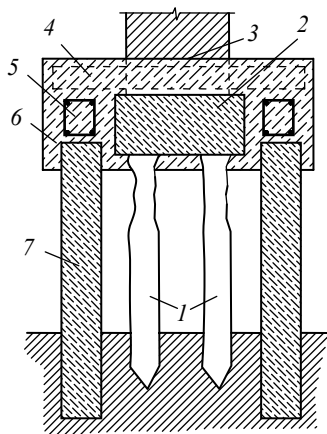


Рис. 32. Вариант усиления свайных фундаментов выносными сваями:

1, 2 – сваи и ростверк фундамента; 3 – отверстие для пропуска горизонтальной балки; 4 – поперечная балка; 5 – продольная балка; 6 – новый ростверк;
7 – дополнительная выносная свая; 8 – плотный грунт

Подробно с конструктивными решениями и технологией усиления свайных фундаментов можно познакомиться в [40].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ аварий и повреждений железобетонных конструкций / Под ред. Б.Н. Мизернука. – М. : Стройиздат, 1981. – 190 с.
2. Абрашитов, А.С. Техническая эксплуатация и обследование строительных конструкций / А.С. Абрашитов. – М. : Изд-во АСВ, 2005. – 104 с.
3. Бельский, М.Р. Усиление стальных конструкций / М.Р. Бельский, А.И. Лебедев. – Киев : Будивельник, 1981. – 120 с.
4. Бойко, М.Д. Диагностика повреждений и методы восстановления эксплуатационных качеств зданий / М.Д. Бойко. – Л. : Стройиздат, 1975. – 335 с.
5. Валь, В.Н. Усиление стальных каркасов одноэтажных производственных зданий при их реконструкции / В.Н. Валь, Е.В. Горохов, Б.Ю. Уваров. – М. : Стройиздат, 1987. – 220 с.
6. Вейц, Р.И. Предупреждение аварий при строительстве зданий / Р.И. Вейц. – Л. : Стройиздат, 1984. – 144 с.
7. Гильман, Я.Д. Усиление и восстановление зданий на лессовых просадочных грунтах / Я.Д. Гильман, Е.Д. Гильман. – М. : Стройиздат, 1989. – 160 с.
8. Калинин, А.А. Обследование, расчет и усиление зданий и сооружений / А.А. Калинин. – М. : Изд-во АСВ, 2004. – 160 с.
9. Конаков, А.И. Отказы и усиления строительных металлических конструкций. Обзор / А.И. Конаков, А.П. Махов. – М. : Стройиздат, 1980. – 52 с.
10. Коновалов, П.А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий / П.А. Коновалов. – М. : Стройиздат, 1988. – 287 с.
11. Кутуков, В.Н. Реконструкция зданий / В.Н. Кутуков. – М. : Высш. шк., 1981. – 263 с.
12. Лашенко, М.Н. Повышение надежности металлических конструкций зданий и сооружений при реконструкции / М.Н. Лашенко. – Л. : Стройиздат, 1987. – 136 с.
13. Лашенко, М.Н. Регулирование напряжений в металлических конструкциях / М.Н. Лашенко. – М. : Стройиздат, 1966. – 190 с.
14. Леденев, В.И. Реконструкция и техническая эксплуатация зданий и сооружений / В.И. Леденев, В.В. Леденев. – М. : МИХМ, 1987. – 86 с.

15. Леденев, В.И. Усиление конструкций при реконструкции / В.И. Леденев, В.В. Леденев. – Тамбов : ТИХМ, 1991. – 104 с.
16. Нечаев, Н.В. Капитальный ремонт жилых зданий / Н.В. Нечаев. – М. : Стройиздат, 1990. – 207 с.
17. Онуфриев, Н.М. Простые способы усиления железобетонных конструкций промышленных зданий / Н.М. Онуфриев. – М. : Госстройиздат, 1968.
18. Пашкин, Е.М. Диагностика деформации памятников архитектуры / Е.М. Пашкин, Г.Б. Бессонов. – М. : Стройиздат, 1984. – 151 с.
19. Попов, Г.Т. Техническая экспертиза жилых зданий старой застройки / Г.Т. Попов, Л.Я. Бурак. – Л. : Стройиздат, 1986. – 240 с.
20. Пособие по проектированию усиления стальных конструкций (к СНиП II-23-81*) / УкрНИИпроект-стальконструкция. – М. : Стройиздат, 1989. – 159 с.
21. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. СП 13-102-2003. – СПб. : Изд-во ДЕАН, 2004. – 64 с.
22. Прокопишин, А.П. Капитальный ремонт зданий : справочник инженера-сметчика / А.П. Прокопишин. – М. : Стройиздат, 1991. – Т 1. – 463 с.
23. Рекомендации по восстановлению и усилению полносборных зданий полимеррастворами / ТбилЗНИИЭП. – М. : Стройиздат, 1990. – 160 с.
24. Рекомендации по определению технического состояния ограждающих конструкций при реконструкции промышленных зданий / ЦНИИпромиздат. – М. : Стройиздат, 1988. – 151 с.
25. Рекомендации по оценке состояния и усилению строительных конструкций промышленных зданий и сооружений / НИИСК. – М. : Стройиздат, 1989. – 104 с.
26. Рекомендации по применению защитно-конструкционных полимеррастворов при реконструкции и строительстве гражданских зданий / НИЛЭП ОИСИ. – М. : Стройиздат, 1986. – 112 с.
27. Рекомендации по усилению каменных конструкций зданий и сооружений / ЦНИИСК им. Кучеренко. – М. : Стройиздат, 1984. – 36 с.
28. Реконструкция промышленных предприятий : в 2 т. – М. : Стройиздат, 1990. – Т. 1. – 623 с.
29. Реконструкция промышленных предприятий : в 2 т. – М. : Стройиздат, 1990. – Т. 2. – 623 с.
30. Рибички, Р. Повреждения и дефекты строительных конструкций / Р. Рибички. – М. : Стройиздат, 1982. – 432с.
31. Ройтман, А.Г. Предупреждение аварий жилых зданий / А.Г. Ройтман. – М. : Стройиздат, 1990. – 240 с.
32. Руководство по обеспечению долговечности железобетонных конструкций предприятий черной металлургии при их реконструкции и восстановлении / Харьковский ПромстройНИИпроект, НИИЖБ. – М. : Стройиздат, 1982. – 112 с.
33. Руководство по проектированию каменных и армокаменных конструкций / ЦНИИСК им. Курченко. – М. : Стройиздат, 1974. – 42 с.
34. Симагин, В.Г. Основания и фундаменты после перерыва в строительстве / В.Г. Симагин, П.А. Коновалов. – М. : Изд-во АСВ, 2004. – 204 с.
35. Соколов, В.К. Реконструкция жилых зданий / В.К. Соколов. – М. : Стройиздат, 1986. – 248 с.
36. Михеев, И.И. Усиление конструкций промышленных зданий / И.И. Михеев, С.Т. Захаров, Е.Д. Косенков и др. – Киев : Будивельник, 1969. – 192 с.
37. Физдель, И.А. Дефекты в конструкциях, сооружениях и методы их устранения / И.А. Физдель. – М. : Стройиздат, 1987. – 336 с.
38. Хило, Е.Р. Усиление строительных конструкций / Е.Р. Хило, Б.С. Попович. – Львов : Вища шк.: Изд-во при Львов. ун-те, 1985. – 156 с.
39. Шкинев, А.Н. Аварии в строительстве / А.Н. Шкинев. – М. : Стройиздат, 1984. – 320 с.
40. Швец, В.Б. Усиление и реконструкция фундаментов / В.Б. Швец, В.И. Феклин, Л.К. Гинзбург. – М. : Стройиздат, 1985. – 240 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Технологическая карта на инъекционное закрепление грунтов в основаниях фундаментов способом однорастворной силикатизации и смолизации

1. Область применения

Технологическая карта разработана на инъекционное закрепление грунтов в основании бутового фундамента кирпичного здания старой постройки. Размеры здания в плане 24×12 м. В результате выполненного обследования состояния фундаментов выявлена недостаточная несущая способность основания – пески мелкие с коэффициентом фильтрации 5 м/сут. Грунты в основании фундамента закрепляются способом однорастворной силикатизации и смолизации, который заключается в нагнетании закрепляющих реагентов в виде растворов в грунты оснований в условиях их естественного залегания и без нарушения их структуры.

2. Организация и технология производства работ

Производство инъекционного закрепления грунтов включает последовательно следующие виды работ:

- подготовительные и вспомогательные работы, включая приготовление закрепляющих растворов;
- работы по погружению в грунты инъекторов и бурению, а также по оборудованию инъекционных скважин;
- нагнетание закрепляющих реагентов в грунты;
- извлечение инъекторов и заделку инъекционных скважин;
- работы по контролю закрепления.

Общая схема организации работ по инъекционному закреплению грунтов в основаниях фундаментов приведена на рис. П1.1, П1.2. Калькуляция затрат труда и заработной платы, график производства работ приведены соответственно в табл. П1.1 и табл. П1.2.

3. Требования к качеству и приемке работ

Контроль качества инъекционного закрепления грунтов в основаниях фундаментов обеспечивается:

- проверкой качества исходных химических и других материалов;
- операционной проверкой качества рабочих закрепляющих реагентов при производстве работ;
- опытной проверкой заложенных в проект расчетных параметров закрепления и технических условий производства работ;
- контролем исполнения при производстве работ, заложенных в проект расчетных параметров закрепления и заданных им технических условий;
- проверкой соответствия требованиям проекта физико-механических свойств закрепленных грунтов, а также однородности их закрепления;
- проверкой проектных формы и размеров закрепленных массивов, а также сплошности закрепления;
- контролем осадок фундаментов инструментальными геодезическими наблюдениями.

Для проверки качества исходных материалов организуется входной контроль, предусматривающий проведение лабораторных испытаний их физико-механических свойств: для раствора силиката – плотность и модуль, для карбамидных смол – плотность, вязкость и содержание свободного формальдегида.

Проверка качества исходных материалов должна производиться для каждой поступающей на строительную площадку новой партии материала.

Проверка правильности заложенных в проект расчетных параметров закрепления и технических условий на производство работ осуществляется путем контрольного закрепления непосредственно на начальной стадии производства работ и по ходу их дальнейшего выполнения.

Контроль заданных проектом форм и размеров закрепленных грунтовых массивов, а также требований по сплошности и однородности закрепления может осуществляться путем следующих контрольных мероприятий, выполняемых по завершении всех инъекционных работ на объекте:

- вскрытием области закрепления контрольными шурфами и скважинами и соответствующим обследованием качества закрепления грунтов;
- прощупыванием и фиксацией контуров закрепленных массивов способами статического или динамического зондирования в соответствии с ГОСТами на испытания;
- обследованием области закрепления геофизическими методами (радиометрическим, электрометрическим или сейсмоакустическим).

Количество контрольных скважин ориентировочно должно составлять 3...5 % общего количества инъекционных скважин, а число шурфов назначается примерно из расчета один шурф на 2...3 тыс. м³ закрепленного грунта.

К вскрытию контрольных шурфов и бурению контрольных скважин следует приступать не ранее чем через 7 суток по окончании инъекционных работ. Шурфы после обследования и отбора закрепленных образцов засыпают вынутым грунтом, поливая водой и тщательно утрамбовывая. Отверстия, оставшиеся после бурения контрольных скважин, ликвидируют путем тампонирования цементным раствором.

При сдаче и приемке законченных работ предъявляют следующую техническую документацию:

- технические паспорта и документы с результатами проверки качества исходных химических материалов и рабочих реагентов;
- планы, профили и сечения закрепленного грунтового массива с указанием действительного расположения инъекторов и инъекционных скважин и с нанесением исполнительных данных нагнетания закрепляющих реагентов, а также с указанием расположения контрольных выработок;
- акты вскрытия контрольных шурфов, журналы контрольного бурения и результаты определения физико-механических характеристик закрепленных грунтов;
- журналы наблюдения за скоростью движения и уровнем грунтовых вод;
- таблицы или графики с результатами инструментальных геодезических наблюдений за осадками фундаментов.

Схема операционного контроля качества при инъекционном закреплении грунтов в основаниях фундаментов приведена в табл. П1.3.

П1.3. Схема операционного контроля качества

№	Контролируемые операции	Требования	Способы и средства контроля	Контроль осуществляет	Привлекается к контролю
1	Разметка мест бурения скважин: – отклонение от расстояний между осями устьев скважин от проектных	±50 мм	рулетка	мастер	прораб
2	Бурение скважин: – отклонение оси скважины от заданного направления	≤1 %	угломер-гонометр	геодезист-маркшейдер	прораб
3	Приготовление закрепляющих растворов: – плотность исходных компонентов, г/см ³ :	1,25...1,3	ареометр	лаборант	прораб

Продолжение табл. III.3

№	Контролируемые операции	Требования	Способы и средства контроля	Контроль осуществляет	Привлекается к контролю
	– силиката натрия кремнефтористоводородной кислоты	1,1...1,08	–	–	–
	– силикатный модуль силиката натрия	2,65...3,4	химический анализ	лаборант	–
	– время гелеобразования, мин: при 20 °С при 5 °С	10...20 60			
	– объемное отношение отвердителя к крепителю	0,12...0,2	отбор проб; секундомер, прибор для контроля вязкости	лаборант	прораб
	– порядок приготовления смеси	отвердители добавляют в крепитель	дозировочные устройства визуально	–	–
4	Приготовление и испытание контрольных образцов закрепленного грунта: – отклонение от стандартных размеров контрольного образца цилиндрической формы: диаметр, мм (40...50); отношение высоты к диаметру 1,5:1 – непараллельность торцовых поверх-	±2 мм ±10 % ≤15 мм	линейка – линейка, угольник	лаборант – лаборант	– – прораб

ностей образца				
----------------	--	--	--	--

Продолжение табл. П1.3

№	Контролируемые операции	Требования	Способы и средства контроля	Контроль осуществляет	Привлекается к контролю
	– наличие выпуклостей на торцовых поверхностях	$\leq 0,1$ мм	микрометр	–	–
	– скорость нагружения при испытании	0,01 МПа/мин	секундомер	лаборант	–
	– снижение прочности контрольных образцов относительно расчетной	≤ 10 %	гидравлический пресс	–	–
5	Нагнетание закрепляющего раствора:				
	– отклонение величины давления нагнетания от расчетного значения, МПа	≤ 15 %	манометр	мастер	прораб
	– отклонение от расчетной величины расхода закрепляющего раствора	≤ 15 %	дозировочные устройства	мастер	прораб
	– последовательность нагнетания скважин	через одну в две очереди	визуально	–	–
	– температура окружающей среды	> 0 °С	термометр	мастер	прораб

4. Материально-технические ресурсы

Потребность в материалах, используемых для инъекционного закрепления грунтов способом однорастворной силикатизации приведена в табл. П1.4.

Потребность в механизмах, оборудовании, приспособлениях и инструментах приведена в табл. П1.5.

П1.4. Потребность в материально-технических ресурсах

№ п/п	Материалы	Марка, тип	Единица измерения	Количество на единицу измерения
1	Силикат натрия растворимый	ГОСТ 13079–81	кг	По проекту (0,12...0,2)
2	Кремнефтористоводородная кислота	ГОСТ 6552–80	кг	По проекту
3	Портландцемент	М400	кг	По проекту
4	Доски необрезные лиственных пород толщиной 40 мм	–	м ³	2,7
5	Гвозди 100 мм	–	кг	По проекту
6	Бревна строительные 16 см	–	м ³	1,7

П1.5. Потребность в оборудовании, приспособлениях и механизмах

№ п/п	Оборудование, приспособления, механизмы	Тип	Марка	Количество	Техническая характеристика
1	Бетонолом	Пневма-	ПЛ-1м	2	$P_{раб} =$

		тический			$= 0,5 \dots 0,7$ МПа
2	Станок бурильный	Вращательного бурения	СКБ-4	1	
3	Компрессор	ПКС-6м	–	2	$P_{\text{раб}} = 0,7$ МПа
4	Насос-дозатор	–	НЛ-1000/10	2	$P_3 = 1$ м ³ /ч
5	Растворомешалка	–	РМ-500	1	$V = 500$ л
6	Ињектор-тампон	Гидравлический	ИТГ-58	2	–
7	Рулетка	–	20 м	2	20 м
8	Метр стальной	–	–	2	–
9	Лопата	–	–	4	–
10	Лом	–	–	4	–
11	Ареометр	–	–	2	–
12	Часы-секундомер	–	–	1	–
13	Манометр	–	–	6	–
14	Микрометр	–	–	1	–

5. Техника безопасности

Реагенты и другие материалы должны храниться в специально отведенных местах. Резервуары для хранения химических реагентов должны быть снабжены надежными крышками с запорами.

Рабочее место должно быть обеспечено индивидуальными средствами защиты, а также аптечкой для оказания первой помощи.

Работы в стесненных закрытых помещениях должны производиться с применением принудительной вентиляции.

Электродвигатели и пусковая аппаратура на растворном и ињекционном узлах должны быть надежно защищены от попадания на них растворов.

Рабочие емкости для приготовления закрепляющих растворов должны герметически закрываться. Применение нагнетательных шлангов разрешается только после их испытания при давлении в 1,5 раза превышающем рабочее.

Перед погружением ињектора в грунт или опусканием ињектора-тампона в скважину необходимо убедиться в их исправности. Не допускается нахождение рабочих непосредственно вблизи скважин во время нагнетания раствора.

Сосуды, работающие под давлением, должны пройти регистрацию в соответствующих органах и регулярно подвергаться испытаниям и техническому освидетельствованию.

При бурении скважин, проходке шурфов и отборе монолитов из зон закрепления необходимо выполнять требования техники безопасности при производстве инженерно-геодезических работ.

Перед производством ињекционных работ ежедневно в начале смены необходимо тарировать манометры на насосах.

Отсоединение шлангов от ињектора разрешается производить только после сброса давления в системе. Перегибать шланги под давлением категорически запрещается.

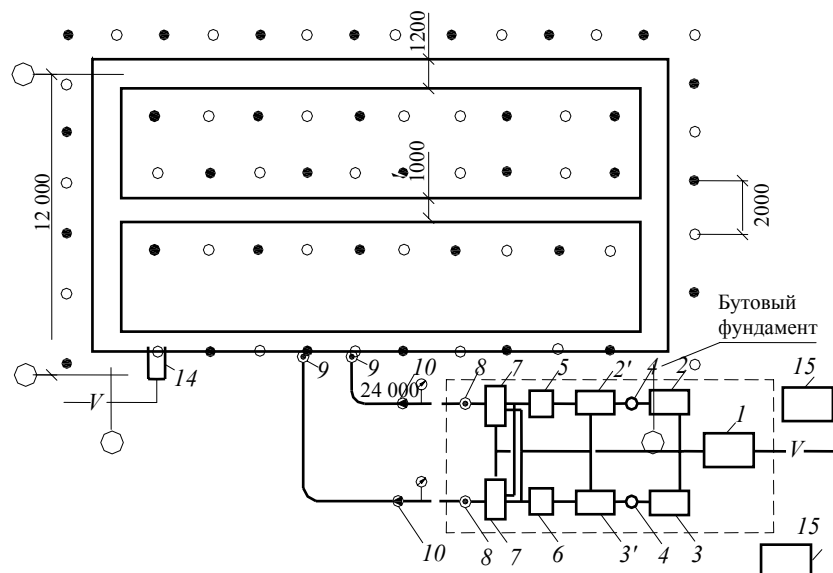


Рис. П1.1. Технологическая схема инъекционного закрепления грунтов в основаниях фундаментов существующих зданий способом однорастворной силикатизации и смолизации:

- 1 – компрессор для перемешивания растворов сжатым воздухом; 2 – емкость для отвердителя исходной концентрации; 2' – то же, растворной концентрации;
3 – емкость для крепителя исходной концентрации; 3' – то же, рабочей концентрации; 4 – насосы для перекачки растворов; 5 и 6 – дозаторы для отвердителя и крепителя; 7 – емкости для гелеобразующей смеси;
8 – насосы для нагнетания растворов в грунт; 9 – инжекторы; 10 – расходомер;
11 – фундамент; 12 – инъекционные скважины 1-й очереди;
13 – инъекционные скважины 2-й очереди; 14 – бурильный станок;
15 – емкости хранения химических реагентов (крепитель и отвердитель)

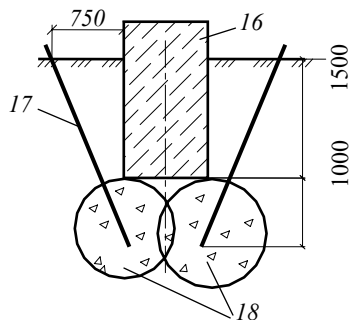


Рис. П1.2. Схематический разрез инъекционного закрепления грунтов в основании фундаментов:

- 16 – фундамент; 17 – инжекторы;
18 – закрепленные массивы грунта