

Реконструкция промышленных предприятий Том  
I Справочник

строителя Москва Стройиздат

Справочник строителя Серия основана в 1976  
году Реконструкция

промышленных

предприятий В двух томах Под редакцией

д-ра техн. наук В.Д. Топчия,

канд. техн. наук Р.А. Гребенника Том I Москва  
Стройиздат 1990

ББК 38.72—09

Р 36

УДК 69.059.7:725.4(035.5) Авторы: В. Д. Топчий, Р. А.  
Гребенник, В. Г. Клименко, Л. П. Аб-

лязов, В. Г. Андриенко, В. С. Балицкий, А. И. Бичуч, В. П.  
Воло-

дин, И. Н. Гольцов, В. В. Горев, Л. Н. Горелов, С. Л.  
Горелов,

Е. В. Горохов, В. А. Давыдов, [А. А. Емельянов], Б. В.  
Жадановский,

В. Я. Зарецкий, В. Н. Кабанов, В. Г. Ким, И. Д. Киянов, В.  
А. Клев\*

цов, В. Г. Колесниченко, Е. Д. Косенков, Н. П. Куркин, К. И. Лукьян

нов, А. И. Митрофанов, Ю. Н. Мызников, П. П. Олейник, Т. Н. Пе-

репеч, М. И. Смородинов, А. О. Степун, Г. Н. Тонкачев, Е. П. Ува

ров, А. С. Файвусович, В. И. Феклин, В. К. Черненко, В. С. Шевцов. Рецензенты — С. Н. Булгаков, д-р техн. наук, директор ЦНИИ-

Промзданий; В. В. Сорокин, канд. техн. наук, доцент кафедры ЭОС

МИСИ им. В. В. Куйбышева. Редактор — Л. А. Кашани. Реконструкция промышленных предприятий.

Р 36 В 2 т. Т. 1/В. Д. Топчий, Р. А. Гребенник, В. Г. Кли

менко и др.; Под ред. В. Д. Топчия, Р. А. Гребен

ника. — М.: Стройиздат, 1990. — 591 с.: ил. — (Спра

вочник строителя). — ISBN 5-274-01156-ХВ т. 1 справочника рассмотрены планирование, организа

ция, проектирование и управление реконструкцией промыш

ленных предприятий. Приведены сведения по производству

но-технологической комплектации, обследованию и усилению

конструкций, реконструкции оснований и фундаментов,  
зем-

ляным работам. Даны указания по разработке  
нормативной

и организационно-технологической документации. Для  
инженерно-технических работников строительных и

проектных организаций. 3308000000—490p 179-90 ббк  
38.72-09047(01)—90 ISBN 5-274-01156-X (Т. 1)

ISBN 5-274-00987-5 © Топчий В. Д., Гребен-ник Р. А.,  
Климен-

ко В. Г. и коллектив

авторов, 1990

ПРЕДИСЛОВИЕ Ярко выраженная социальная ориентация  
внутренней политики

государства в последние годы может быть реализована  
только при

условии радикального изменения характера  
инвестиционных про-

цессов. Перестройка управления инвестиционным  
процессом — важная

составная часть всей экономической реформы,  
направленная на оз-

доровление народного хозяйства и повышение  
фондоотдачи в про-

изводстве. Последовательный переход от централизованного финан-

сирования строительства к самофинансированию позволит повысить

эффективность капитальных вложений, ускорить обновление актив-

ной части производственных фондов, реализовать достижения науч-

но-технической революции. Реконструкция промышленных предпри-

ятий и их техническое перевооружение становятся основным направ-

лением капитальных вложений. И хотя уже в течение нескольких пятилеток в народнохозяй-

ственных планах уделялось значительное внимание реконструкции

промышленных производств, а доля финансовых ресурсов, направ-

ляемых на эти цели, непрерывно возрастала, ожидаемого эффекта

народное хозяйство не получало. Основная причина заключалась

в том, что под флагом реконструкции заказчики осуществляли стро-

ительство новых объектов иа месте сносимых малоценных строе-

ний подобного назначения или расширяли  
производственные пло-

щади существующих цехов. Негативным следствием  
такой политики

явилось падение доли национального дохода в новых  
капиталь-

ных вложениях. За последние три пятилетки она  
уменьшилась бо-

лее чем в два раза, что отразилось на благосостоянии  
советских лю-

дей, вызвало сокращение ассигнований на социальную  
сферу, раз-

витие инфраструктуры, охрану окружающей среды. С  
переходом на хозяйственный расчет и  
самофинансирование

интересы заказчика будут в большей степени связаны с  
реконструк-

цией действующих производств в возможно более  
короткие сроки.

Для строительных подрядных организаций  
реконструкция объектов

До сих пор была менее привлекательной, чем новое  
строительство,

по экономическим соображениям. Сказывалось  
несовершенство нор-

мативной базы, в том числе смет, слабая инженерная подготовка

Для специфических условий реконструируемых объектов, недостатков

специализированной техники, оснастки и, наконец, острый недоста-

ток информации об оплате организации и производства работ при

реконструкции объектов различного отраслевого назначения. В пе-

риодической технической печати объем публикаций по проблемам

## ГЛАВА 8. ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

### И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСИЛИВАЕМЫХ

И ЗАМЕНЯЕМЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ  
Техническое обследование конструкций зданий и сооружений

производится в целях получения фактических данных о размерах,

прочности и повреждениях конструкций, которые необходимы при

разработке проектов усиления, восстановления и реконструкции жи-

лых, общественных и промышленных зданий, а также для выяснения

причин повреждений и аварий строительных конструкций, а также

в целях получения исчерпывающих сведений для оценки состояния

и несущей Способности конструкций. По результатам технического обследования делаются выводы о состоянии конструкций, причинах их деформаций и повреждений,

а также даются рекомендации по их усилению или замене и устра-

нению причин повреждений. Этапы технического обследования 1. Предварительное (рекогносцировочное) обследование: сбор и анализ имеющейся технической документации (проектной,

строительной, эксплуатационной); уточнение объемно-планировочного и конструктивного решения

зданий и отдельных конструкций; выявление наиболее поврежденных и аварийных участков и кон-

струкций; составление программы основных обследований. 2. Основное (техническое) обследование: уточнение размеров, схем опирания конструкций, нагрузок, ка-

чества и прочности материалов; выявление, измерение и зарисовка трещин, дефектов, повреж-

дений конструкций; измерение деформаций (прогибов, наклонов, перекосов, сдвигов,

осадок фундаментов и т.п.). УЗ. Дополнительное обследование: ^уточнение результатов предварительных и основных обследо-

ваний; длительные наблюдения и измерения деформаций конструкций,

температурно-влажностного режима и т.п.; испытание конструкций пробной нагрузкой; уточнение данных инженерно-геологических и геодезических изы-

сканий. 4. Составление заключения (отчета): о состоянии и несущей способности и деформациях конструкций

на основе анализа данных обследований и инженерных расчетов

с учетом фактической прочности материалов, нагрузок, расчетных

схем; о причинах и степени опасности деформаций и повреждений

конструкций и здания; 286

о пригодности конструкций к эксплуатации, рекомендации по

их усилению или восстановлению. Сбор и анализ технической документации включает изучение:

проектной документации (рабочих чертежей зданий, конструк-

ций, узлов сопряжения, расчетных схем, нагрузок, расчетов, материа-

лов инженерно-геологических изысканий); строительной документации (паспортов, сертификатов на мате-

риалы, актов на скрытые работы, журналов работ, авторского и гео-

дезического контроля, отступлений от проекта); изменений проектных решений в процессе эксплуатации зданий

(перестройки, перепланировки, результатов обследований, испыта-

ний материалов, вскрытий, усиления, ремонтов конструкций и т.п.). Предварительное и основное обследования проводят с приме-

нением как простейших приборов (биноклей, отвесов, лент, рулеток,

уровней и т.п.), не требующих специальной подготовки персонала,

так и специальных приборов и оборудования (теодолитов, нивели-

ров, ультразвуковых и лазерных приборов и т.п.), требующих вы-

сокой квалификации специалистов. Результаты измерений размеров, дефектов, повреждений и де-

формаций конструкций наносят на чертежи (планы, разрезы, раз-

вертки) в масштабе 1:50—1:200. Планы и развертки должны

иметь координатную сетку (прямоугольную, полярную и т.п.), кото→

рая привязывается к характерным осям или точкам (реперам)

здания. Дефекты и повреждения узлов сопряжения и отдельных участ→

ков конструкций (балок, плит) фотографируют или наносят на чер→

тежи (эскизы) крупного масштаба (1:5—1:20). На чертежах ука→

зывают очертание и размеры деформаций, дефектов и повреждений

конструкций, направление, длину, ширину и глубину трещин. Для

краткости записывать результаты измерений на планах, развертках

и таблицах рекомендуется в закодированном виде. Длительные наблюдения и измерения осадок фундаментов, ко→

лонн, прогибов балок, перекрытий, раскрытия стыков, швов, трещин

и т. р. производят в целях определения характера развития дефор→

маций во времени (прогрессирующие, затухание, стабилизация)^ Из→

мерения производят периодически по специальной программе с ин-

тервалом от нескольких часов или дней (температурные деформа-

ции) до нескольких месяцев (осадки фундаментов). Испытание конструкций пробной нагрузкой (балок, перекрытий,

ферм и т. п.) проводят в случаях, когда результаты основных и до-

полнительных обследований не позволяют судить о несущей способ-

ности и деформативности конструкций. Программу испытаний со-

гласовывают с проектной организацией. 287

## 8.1. ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ  
Техническое состояние конструкций оценивают на основе анали-

за материалов обследования и проверочных расчетов с учетом выяв-

ленных при обследовании дефектов и повреждений, с уточнением

расчетной схемы нагрузок и воздействий. В состав работ по обследованию стальных конструкций входят

подготовительные работы, натурное освидетельствование конструк-

ций, оценка качества стали, уточнение нагрузок и воздействий. Подготовительные работы включают сбор и анализ технической

документации по объекту обследования, ознакомление с объектом,

разработку рабочей программы обследования. На основе анализа технической документации комплектуют ис-

ходные данные для обследования. Исходные данные для обследования Паспортные данные (предприятие, разработчик проекта, завод-

изготовитель стальных конструкций, даты проектирования, монтажа

и сдачи в эксплуатацию); данные о конструктивном решении здания (планы и разрезы,

схемы пространственного расположения конструкций, чертежи КМ

и КМД и другие сведения о материале конструкций, нагрузках, осо-

бенностях расчета и конструирования); сведения о грунтовых условиях и фундаментах; основные данные о технологическом процессе, связанном с воз-

действиями на несущие конструкции, в том числе паспортные дан-

ные о нагрузках и режиме работы подъемно-транспортного оборудо-

дования; общие данные по внутрицеховой и общезаводской среде (тем-

пературно-влажностный режим, наличие агрессивных по отношению

к стали выделений, состав и интенсивность пылевывделений); сведения о ремонтах, усилениях, реконструкциях, обследовани-

ях, выполненных за период эксплуатации с указанием обнаружен-

ных дефектов и повреждений, изменениях, внесенных в технические

решения конструкций. При ознакомлении с объектом обследования выявляют соответ-

ствие фактического объемно-планировочного и конструктивного ре-

шения каркаса проектному. Намечают состав работ при натурном

освидетельствовании; решают вопросы по организации безопасного

доступа к конструкциям; согласовывают с заказчиком сроки времен-

ной остановки оборудования и возможности его использования

в процессе обследования; составляют задания на очистку конструк-

ций, изготовление подмостей, вскрытие кровли и т. п. Рабочая программа обследования включает цель и задачи об-

следований; конкретные работы по обследованию; методику выпол-

нения работ и перечень необходимых приборов, инструментов, ма-

териалов; указания о способе доступа для освидетельствования кон-

струкций со схемами необходимых приспособлений; календарный

план выполнения работ; мероприятия по технике безопасности. По окончании подготовительных работ составляют протокол

согласования условий безопасного проведения работ на действующем

предприятии, подписанный ответственными представителями пред-

приятия-заказчика и организации-исполнителя и утвержденный ру-

ководителями подразделений обеих организаций. Натурное освидетельствование конструкций может быть сплош-

ным или выборочным. При сплошном освидетельствовании прове-

ряют все конструкции каркаса и узлы сопряжений в пределах обсле→

дуемого участка, при выборочном — не менее 20 % однотипных кон→

струкций, в том числе все элементы и узлы, имеющие высокий

уровень напряжений и (или) находящиеся в неблагоприятных усло→

виях эксплуатации. При наличии дефектов и повреждений, отклоне→

ний от проекта, резкой неравномерности свойств материала конст→

рукций и условий их эксплуатации выборочное освидетельствование

заменяется сплошным. Отклонения пространственного положения конструкций от про→

ектного определяют по данным геодезической съемки. Общие размеры

конструкций и их элементов измеряют рулетками или метал→

лическими линейками. Размеры поперечных сечений элементов кон→

струкций определяют штангенциркулями, микрометрами, толщино→

мерами и другими инструментами, обеспечивающими точность изме→

рений не менее 0,1 мм. Угловые отклонения определяют с помощью

оптических квадрантов или уровней. Для измерения искривлений

могут быть использованы натянутые струны, шаблоны или другие

приспособления, обеспечивающие точность измерений не менее 1 мм. Натяжение заклепок и болтов контролируют молотком, а не

плотности прилегания головок к пакету и зазоры между листами

в пакете — с помощью набора щупов толщиной 0,1—0,5 мм. Сварные швы осматривают после их предварительной очистки

металлическими щетками. Внешние дефекты сварки (подрезы, кра

теры, неравномерность шва по длине и др.) определяют путем ос

мотра всей поверхности шва невооруженным глазом; для выявления

мелких дефектов используют лупы с 6—8-кратным увеличением. Ка

теты швов измеряют универсальными шаблонами. Мелкие трещины в металле и сварных швах выявляют при по

мощи индикаторного пенетранта люминесцентных дефектоскопов,

а также промазкой керосином и мелом. Скрытые дефекты выявляют

с помощью ультразвуковых, магнитографических, изотопных и дру-

гих дефектоскопов. Коррозионный износ конструкций устанавливают визуальной

оценкой состояния противокоррозионной защиты предварительно

очищенных от загрязнений конструкций и инструментальными за-19—502289

мерами участков с повышенным коррозионным износом. Толщину

поврежденных коррозией элементов измеряют штангенциркулями,

микрометрами, измерительными скобами, толщиномерами и другими

инструментами с точностью измерений не менее 0,1 мм. Замеры про-

водят после удаления с пораженных участков пластовой ржавчины

и противокоррозионного покрытия. Качество металла эксплуатируемых конструкций оценивают по

данным заводских сертификатов или по результатам лабораторных

испытаний. Допускается не проводить испытания металла конструк-

ций, эксплуатируемых не более 3 лет при напряжениях не выше

165 МПа и расчетных температурах выше — 30 °С для конструкций

группы 3 (СНиП 3.03.01—87) и выше —40°С для конструкций груп-

пы 4, а также для конструкций групп 3 и 4 при расчетных темпера-

турах выше — 65 СС при их усилении без применения сварки.Пробы для химического анализа и образцов для механических

испытаний отбирают из элементов конструкций отдельно для каж-

дой партии металла, предпочтительно из ненагруженных или мало-

нагруженных участков элемента.К партии металла относятся элементы одного вида проката (по

номерам профилей, толщинам и маркам стали), входящие в состав

однотипных элементов конструкций (пояса ферм, решетки ферм,

пояса подкрановых балок и т. п.) одной очереди строительства.

Партия металла должна относиться не более чем к 50 однотипным

отправочным маркам общей массой не более 60 т. Если отправочные

марки представляют собой простые элементы из прокатных профи-

лей (прогоны, балки, связи и т. п.), к партии может быть отнесено до

250 отправочных марок. Число проб и образцов от каждой партии

металла [1] должно быть не меньше, чем указано в табл. 8 1, при 8.1. Число проб и образцов для анализа стали

партой	Химический анализ	313	Испытания на
растяжение	2 (10*)	12 (10*)	Испытания на ударную
вяз-	2**	3**	6**
кость	Отпечаток по Бауману	212*	При определении предела текучести стали и временного сопро-

тивления по результатам статистической обработки данных испы-

таний образцов.\*\* Для каждой проверяемой температуры и для испытаний по сы-

ле механического старения.290

19\*291

8.2. Минимальные значения временного сопротивления и предела

текучести для сталей, выплавляющихся в СССР в 1931—1980 гг.,

по действовавшим в то время ГОСТам 292СтОсГОСТ 380—41СтОПЭСТ«380—504—403219Ст1ОСТ 41254—403219Ст2ОСТ 41253419ГОСТ 380—414—403421ГОСТ 380—503422Ст3ОСТ 41253822ГОСТ 380—41103822ГОСТ 380—503824ГОСТ 380—57разр. 13824 (25)\*ГОСТ 380—60разр. 23823 (24)ГОСТ 380—60\*\*разр. 33821/22\*\*ГОСТ 380—71до 2037/3823/24ГОСТ 380—71\*21—4037/3822/2341—10037/3821/22св. 10037/3819/20Ст3ОСТ 12535—383823МостоваяГОСТ 6713—534—403824МостоваяГОСТ 6713—534—403823Ст4ОСТ 41254—404223ГОСТ 380—504226ГОСТ 380—60разр. 14226ГОСТ 380—60\*разр. 24225разр. 34224Ст5ОСТ 41254—405023ГОСТ 380—505028ГОСТ 380—60разр. 15028ГОСТ 380—60\*разр. 25027разр^35026СХЛ-2ТУ — 303” 4—404833нкчмНЛ1ГОСТ 5058-494—404230НЛ2ГОСТ 5058—494—404834МСтТГОСТ 9458—606—404430ЧМТУ4—204734МГ2 54—58ЦНИИЧМ21-32463309Г2ГОСТ 5058—574—10463109Г2Д11—24453025—304430ГОСТ 19281—734—204531ГОСТ 19282—7321-324530

Продолжение табл. 8.2 Минимальные

значения, кг/мм<sup>2</sup> времен-

ного со-

против-

ления предела текучести 09Г2СГОСТ 5058-654—9503509Г2СДГОСТ 19281—7310—204833ГОСТ 19282—7321—3233—604746312909Г2Стермоупроч-неннаяГОСТ 5058—6510—32544010Г2Счмту л, в, в,

246—64—105236цниичм11—325035ГОСТ 5053-6533—  
60483410Г2СДГОСТ 5058-574—  
32503510Г2С1термоупроч—неннаяГОСТ 5058-6510-  
40544010Г2С1ГОСТ 5058-654—10523610Г2С1Д11—3233  
—6050483534ГОСТ 19281—734—95035ГОСТ 19282—7310  
—3233—604846333314Г2ГОСТ 5058—65

ГОСТ 19281—734—94734ГОСТ 19282—7310—  
32463314Г2термоупрочнен—ная15ХСНД

(СХЛ-1, НЛ-2)ГОСТ 5058—65ГОСТ 5058—57

ГОСТ 5058—6510—325440ГОСТ 19281—73

ГОСТ 19282—734—32503510ХСНДГОСТ 5058-574—  
325440(СХЛ-4) 433—405137ГОСТ 5058-65

ГОСТ 19281—734—325440ГОСТ 19281—7333—  
40524015ХСНДтермоупроч—неннаяГОСТ 5058—6510-  
326050\* В скобках даны возможные повышенные  
значения механически});

характеристик при поставке проката с дополнительной  
гарантией по

Пределу текучести.\*\* Механические характеристики  
для кипящих сталей (слева от

черты) и для спокойных и полуспокойных (справа от  
черты)293

конструкций, изготовленных до 1932 г. и для сталей, у  
которых по—

лученные при испытаниях значения предела текучести  
ниже 215 МПа

$Y_m = 1,2$ ; для конструкций, изготовленных в 1932—1982 гг. —  $U_T = *1,1$

для сталей с пределом текучести ниже 380 МПа и  $u_T = 1,15$  для ста-

лей с пределом текучести выше 380 МПа; для конструкций, изготов-

ленных после 1982 г., — по СНиП 3.03 01—87. Для элементов конструкций, имеющих коррозионный износ с по-

терей более 25 % площади поперечного сечения или остаточную пос-

ле коррозии толщину 5 мм и менее, расчетные сопротивления сни-

жаются путем умножения на коэффициент  $Y_d$ » принимаемый в зави-

симости от агрессивности среды: 0,95 — для слабоагрессивных;

0,9 — среднеагрессивных; 0,85 — сильноагрессивных. Расчетные сопротивления сварных соединений следует назна-

чать с учетом марки стали, сварочных материалов, видов сварки,

положения шва и способов контроля. При отсутствии установленных нормами необходимых данных

допускается: для угловых швов принимать  $R_{u,un} = R_{un}$ ,  $u_T = 1,15$ ,

$R_y = 0,7$  и  $R_z = 1,0$ , считая при этом  $\gamma_c = 0,8$ ; для растянутых стыковых

швов принимать  $R_w = 0,55 R_{y0}$  для конструкций, изготовленных до

1972 г., и  $R_w = 0,85 R_{y0}$  — после 1972 г. Расчетные сопротивления срезу и растяжению болтов, а также

смятию элементов, соединяемых болтами, следует определять соот-

ветственно СНиП 3.03.01—87; если невозможно установить класс проч-

ности болтов, то расчетные сопротивления следует принимать как

для болтов класса прочности 4.6 при расчете на срез и класса проч-

ности 4.8 при расчете на растяжение. Расчетные сопротивления заклепочных соединений принимают

по табл. 8.3. Если в исполнительной документации отсутствуют ука-

зания о способе образования отверстий, то расчетные сопротивления

принимают как для соединений на заклепках группы С из стали

Ст2. Нагрузки и воздействия уточняют следующим образом. Посто-

янные нагрузки от собственного веса металлических конструкций

устанавливают по рабочим чертежам КМД или по результатам об-

меров с учетом строительных коэффициентов веса [1] и коэффици-

ентов надежности по нагрузке согласно СНиП 2.01.07—85. По-

стоянные нагрузки от стационарно установленного оборудования,

трубопроводов и агрегатов определяют по паспортным данным или

рабочим чертежам с учетом схемы их размещения и опирания на

конструкции. Коэффициент перегрузки для таких нагрузок прини-

мают равным единице. Постоянные нагрузки от веса покрытий (пе-

рекрытий) принимают по результатам вскрытий кровли (пола) с по-

следующим определением толщины каждого слоя и плотности его

материала. Если разделить слои не удастся, вскрывают участки пло-

8.3. Расчетные сопротивления заклепочных соединений  
Примечания: 1. К группе В относятся соединения, в которых

заклепки поставлены в отверстия, сверленные в собранных элемен-

тах или в деталях по кондукторам; к группе С — соединения, в ко-

торых заклепки поставлены в продавленные отверстия или в отвер-

стия, сверленные без кондуктора в отдельных деталях<sup>2</sup>. При применении заклепок с потайными или полупотайными голов-

ками расчетные сопротивления заклепочных соединений срезом и смя-

тию понижают умножением на коэффициент 0,8. Работа указанных

заклепок на растяжение не допускается. Число образцов т

Of | Число образцов

mt52,13151,7662,02201,7371,94251,7181,89301,7091,86401,68121,8060 и более1,67Примечания: 1. Для промежуточных значений т величину

t определяют линейной интерполяцией. 2. Коэффициент / определяет

односторонний доверительный интервал для среднего значения нор-

мально распределенной величины с доверительной вероятностью

0,95.295Ст2, Ст309Г2Ст2, Ст309Г2В1802202  
Ry120150с160—1.7 Ry\*—

Здесь  $P$ . — вес  $t$ -того образца;  $m$  — число образцов (не менее 5);  $/$  — коэф

фициент, определяемый по табл. 8.4. Коэффициент надежности по нагрузке  $u$ / принимают равным еди

нице. Нормативные вертикальные крановые нагрузки определяют по

паспортным данным или путем взвешивания кранов гидравлически

ми домкратами. При определении вертикальных крановых нагру

зок допускается учитывать фактическое размещение зон обслужи

вания кранов и фактическое приближение тележки крана

к ряду колонн, если технологический процесс исключает иные по

ложения крана и тележки или установлены ограничители перемеще

ний крацов и тележек. Нормативные значения атмосферных нагрузок определяют на

основании данных Госкомгидромета с учетом фактической ориента

ции и взаимного расположения зданий на местности. Допускается

определение атмосферных нагрузок по нормам проектирования. Степень агрессивности внутрицеховой среды устанавливают по

СНиП 2.03.11—85 в зависимости от температурно-влажностного со-

стояния воздуха и содержащихся в нем химических реагентов. Тем-

пературно-влажностные параметры воздуха измеряют в теплый и хо-

лодный периоды года в течение недели в дневное и ночное время

при нормальной работе оборудования и систем вентиляции. Рекомен-

дуется в этот же период отбирать пробы на содержание химических

реагентов. При анализе запыленности воздушной среды определяют

химический и фазовый состав пыли, ее гигроскопические свойства

и растворимость в воде; число проб из отложившейся на конструк-

циях пыли массой 100—250 г зависит от площади помещения и при-

нимается не менее трех с каждых 100 м<sup>2</sup>. 8.2.

**ПОВЕРОЧНЫЙ РАСЧЕТ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ**

КОНСТРУКЦИИ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ДЕФЕКТОВ Данный расчет выполняют с целью выявления: возможности

дальнейшей эксплуатации конструкций без ограничений; возможно

сти ограниченной эксплуатации конструкций до плановых ремонтно

восстановительных работ; необходимости немедленного прекращения

эксплуатации для ликвидации аварийной ситуации. В процессе об

следования могут быть обнаружены дефекты — неблагоприятное от

клонение конструктивной формы, свойств материала, геометричес

ких размеров и т. д. от проектной или нормативной документации;

повреждения, появившиеся на стадии производства (проектирова

ния, изготовления, транспортировки и монтажа), или на стадии экс

плуатации. Если замеренная величина отклонения не превышает нор

мативный допуск на изготовление, монтаж или эксплуатацию, расчет 296

конструкции производится по действующим нормам проектиро

вания, без учета требований настоящего раздела. Расчет на прочность элементов стальных конструкций, имеющих

дефекты или повреждения, уменьшающие рабочую площадь сече

ния (вырез, прожог, истирание и др.) следует выполнять по реко

мендациям СНиП 3.03.01—87. При этом геометрические характерис

тики должны определяться по ослабленному сечению. Если расчет

ное сопротивление по пределу текучести  $R_y$  меньше отношения

$R_y/u_y$ , при расчете следует пользоваться расчетным сопротивлением

стали по временному сопротивлению. Расчет на прочность растянутых элементов стальных конструк

ций, ослабленных отверстиями, производят по формуле  $N/(aA) < R_{yus}$ , (8.4) где  $\psi_c$  — коэффициент условий работы;  $a = A_n / A$  — коэффициент ослабления

( $A_n$  — площадь сечения нетто в месте ослабления;  $A$  — площадь сечения брут

то);  $N$  — усилие в элементе. Коэффициент условий работы  $\psi_c$  при  $0,75 < a < 0,85$  следует при

нимать равным 1,18. При  $a > 0,85$  расчет производится без учета

ослабления, т. е.  $\sigma_e = \sigma_a$ . Для сталей с  $R_u/R_y < 0,9$   
коэффициент

условий работы  $\sigma_s$  не должен превышать  $0,845 R_u/R_y$ .  
Влияние коррозионных повреждений определяют  
уменьшением

расчетной площади поперечного сечения с учетом  
критической темп-

пературы хрупкости. При равномерном коррозионном  
повреждении элементов в пре-

делах обследуемого участка (цеха) расчетную площадь  
поперечного

сечения допускается определять по формуле [2]  $A_{ef} = (1 - k_s) A$ , (8.5) где  $A$  — площадь поперечного сечения  
элемента, без учета коррозионных

повреждений;  $k_s$  — коэффициент слитности сечения,  
равный отношению пери-

метра, контактирующего со средой, к площади  
поперечного сечения,  $1/\text{мм}$ ;

приблизительно коэффициент  $k_s$  равен: для уголков —  $2//$ ,  
для замкнутых про-

филей  $1//$ , для швеллеров и двутавров —  $4(t+d)$  ( $t$  и  $d$  —  
толщины полки

и стенки соответственно). Расчетный момент  
сопротивления для проверки прочности изги-

баемых элементов допускается определять по  
формуле  $\sigma^e = (1 - D \cdot C) \cdot \sigma^7$  (8.6) где  $W$  — момент

сопротивления сечения без учета коррозионных повреждений

ний;  $t$  — коэффициент, характеризующий изменение момента сопротивле-

ния вследствие коррозионного износа. Значения коэффициентов  $\gamma$  для некоторых типоразмеров про-

катных профилей приведены в табл. 8.5. Величина проникновения коррозии  $A^*$  в формулах (8.5), (8.6)

принимается:  $A^* = A$  — при односторонней коррозии для замкнутых

профилей;  $A^* = D/2$  — при двусторонней коррозии открытых профи-

лей-двутавров, швеллеров, уголков и т. п. ( $A$  — уточнение элемен-

8.5. Коэффициенты  $\gamma$ , для различных прокатных профилей, мм-Швеллеры ГОСТ 8240—72 Двутавры ГОСТ 8239—72 Двутавры широкопо-

лочные ТУ-14-2-24-72 № профиля  $\gamma$  № профиля %  
№ профиля \* \* 120, 2870, 274200, 2630, 23820 ш 0, 3280, 2741  
40, 2780, 265220, 2530, 23023 ш 0, 2870, 274160, 2700, 255240,  
2360, 21123 ш 0, 1980, 18216 а 0, 2540, 241270, 2270, 20426 ш 0,  
2490, 235180, 2620, 24727 а 0, 2190, 19630 ш 0, 2240, 211200, 2  
550, 239300, 2170, 19635 ш 0, 1980, 185220, 2430, 22730 а 0, 20  
80, 18740 ш 0, 1710, 160240, 2310, 216360, 1840, 16350 ш 0, 170  
0, 160270, 2210, 205400, 1740, 15460 ш 0, 1620, 154300, 2110, 1  
94500, 1540, 13270 ш 0, 1490, 140360, 1850, 169600, 1290, 112

8.6. Допустимые искривления элементов ферм из парных уголков Искривление  $\Phi$

$R_y$  Допустимое 0,9 и / 11 / 2501 / 3001 / 4001 / 5001 / 6001 / 7001 / 8

00v/l01/10001/7501/6501/6001/5501/5000,8и/11/1501/200  
1/2501/3001/4001/5001/800,  
v/l01/10001/6001/5501/4501/4001/3500,7и/11/1001/1501/2  
001/2501/3001/4001/800v/l11/7501/4501/3501/3001/2501/  
2500,6и/11/1001/1501/2001/3001/5001/7001/800v/l01/300  
1/2501/2001/1801/1701/170298

та, равное разнице-между начальной и фактической  
толщинами эле→

мента). Влияние общих искривлений сжатых стержней в  
плоскости сим→

метрии следует определять с помощью коэффициента  
приведения рас→

четной длины в соответствии с рекомендациями 3.03.01  
—87. В случае

пространственных искривлений сжатых стержней ферм  
из парных

уголков, их несущую способность можно оценить по  
работе [3]. Если

искривления указанных стержней превышают значения,  
приведенные

в табл. 8.6, следует выполнить проверочный расчет по  
формуле

8.10, принимая коэффициент  $\gamma_s = 1$ . Для пространственно  
искривлен→

ных элементов решетки ферм, кроме опорных раскосов  
и опорных

стоек, следует учитывать их упругое защемление в поясах, прини-

мая коэффициент приведения расчетной длины  $\alpha = 0,8$ .  
Коэффициен-

ты  $\phi, k$  при этом следует определять по табл. 8.10. Сжатые сплошностенчатые элементы металлических конструкций

в случае их общего искривления следует рассчитывать как %нецен-

тренно сжатые. Отличие работы искривленных стержней от внецен-

тренно сжатых рекомендуется учитывать умножением приведенно-

го относительного эксцентриситета  $m_{ef}$  (вычисленного в предположе-

нии равенства эксцентриситета величине максимальной  $\hat{\delta}$  стрелки

искривления  $v_0$  в ненагруженном состоянии) на поправочный коэффи-

циент  $K$  перехода от максимальной стрелки искривления к эквива-

лентному эксцентриситету (табл. 8.7) по формуле  $K = 0,82 - 0,1 \sqrt{m_{ef} \lambda}$ , (8.7) где  $\lambda$  — условная гибкость стержня в плоскости искривления. 8.7. Коэффициенты перехода от стрелки искривления

к эквивалентному эксцентриситету для  
сплошностенчатых стержней\* Коэффициент К увеличен  
в 1000 раз. Значение абсолютной стрелки искривления  
 $V_0$  в ненагруженном

состоянии определяется по формуле  $V_0 =$   
(8.8) 2990,10,20,3 | 0,4 | 1 0,5 | 1 0,6 | 1 0\*7 |!  
0,80,91,00,51,01.5

2,02.5

3,0

88838528418368338319098658508428388359308758578  
47841838946883862852845841961891867855848844975  
89787285985184698790487686285384810009098808658  
5685010009158838678588521000920887870860853

где  $y$  — полная стрелка искривления, замеренная под  
нагрузкой;  $\hat{\phantom{y}}$  — попра-

вочный коэффициент ( $\phi > 0$ ), определяемый по табл. 8  
8 или вычисляемый по

формуле  $\hat{\phantom{y}} = (1 - 0.02 \hat{\phantom{y}})$  (8.9)  $\sigma^N/A$  — напряжения в момент  
замера стрелки  $U$ ;  $f_y$  — расчетное сопро-

тивление стали. Если нагрузку на стержень в момент  
замера стрелки определить

невозможно, следует принимать  $t|_0 = l$ . Устойчивость  
сжатых стержней из двух спаренных уголков, ис-

кривленных в двух плоскостях, следует рассчитывать  
по формуле  $W/\phi_{ц.р} A \hat{\phantom{y}} R_y Y_c$ , (8.10) где  $\psi_c$  —  
коэффициент условий работы, принимаемый равным  
0,95;  $(f > U t V$  —

коэффициент снижения несущей способности, определяемый по табл. 8.9—

8.11 в зависимости от условной гибкости в плоскости симметрии сечения •  $K = I_0 / i_u V r^{\wedge} J_e$  (8.11) и условных относительных стрелок искривления в двух плоскостях:  $u = u_{all} / 0 V E I R y \setminus$

$\beta = u_0 / 10 u \text{ЭЩ}^{\wedge}$ . (8.12) При определении стрелок искривления в ненагруженном состоя-

нии  $u_0$  и  $V_0$  следует руководствоваться формулой 8.8 и табл. 8.8. Не 8.8. Коэффициенты  $\beta > 0$  для определения прогиба элементов

в ненагруженном состоянии Условная гибкость  $\gamma$   
 $V_e$  Коэффициент при отношении  $\langle * / R y * \rangle$  равно 0,10.20,3  
| 0,40,50,60,70,80,91,00,5993995993990988985983980978  
9751.09909809709609509409309209109001,5978955933  
910888865843т7987752,096092088084080076072068064  
06002,59388758137506886255635004383753,091082073  
0640550460370280190100\* Коэффициент 'фо увеличен в  
1000 раз. допускается принимать значения  
коэффициентов  $\phi_i, o$  больше коэф-

фициентов  $\langle r$  для центрально сжатых стержней, приведенных в СНиПЗ.03.01-87. Устойчивость сжатых стержневых элементов, ослабленных мест-

ными дефектами или повреждениями типа вырезов, при сохранении 800

8.9. Коэффициент  $s_{p,u}$  для стержней из равнополочных уголков,

шарнирно закрепленных в двух главных плоскостях  $\langle r w v$  при  $v$ , равно  $1/$

ЭО1тГО1соо1<NO1o10o+CSo++0,3^\*1o+юo+0,05860883  
9069289529579258728257837440,1851871893917939951  
9278728267837440,2829852871894915924931874826784  
7450,50,38108288488688879009328768287847460,47928  
108268488618719038818307867480,57727928048228438  
468758918337897490,05725761799842889896842752880  
6205710,17097447808208648858437536806205711  
ft0,26827107437798168358527566826225721  
,и0,36526807087407727908437626856245740,462564967  
87057347477927746906285760,560462565167569871175  
27816996325800,056026446887268148247546405584964  
470,15866246647187748107556415584964470,25555886  
246667127347686445614984481,00,35265555866206426  
747456535655014500,45005255515676116286806735715  
044530,54754985215455715856276595825104560,05494  
541591653712753661538459402359<4480521567621688  
729664540460402359o  
ft0,Й4514855225646136416765444624033592,U0,3425453  
4835045425636485524664063610,4401425450476507523  
5775754724093630,5379400421444465480610545482414  
366301

Продолжение табл. 8.9\ЪКоэффициенты <ри v при v,  
равномиэо1тго

' 1соо1N?

o10i<Nicoiiю+0,05404451502563647667569451380330293  
0,13954344795325986285724523803302932,50\*23704024  
374775245505854583823312940,33473744024334684875  
594643853332950,43273483723974234384864823903362  
970,53083263463663863974294543993402990,05331361  
4224815625804813793172752430,1323350404454517559  
4863803172752433,00,2306335368405447473497383319  
2762440,32883123373633874044833883222772450,4270  
2903113333553694134003252792460,5255271288306323  
3333613793312822480,0527030735240948248140832026

82322050,1266300340387446485412320268232205Q  
K,0,22552823123463834214183232692332060,00,324126  
32863113313544213282712342070,422724526328330331  
53543342742352080,521422924426027528430932327723  
72090,052232532933424114163382722281981760,12212  
50285329383418347272223198176Л  
л0,22142382662973323543542742291991764  
,U0,32042242452672923023632772301991770,419420922  
62432572673082812322001770,518319620921823224026  
62772332011780,051862112442883493512952331961711  
520,1185209240280321353295233196171152A  
K0,21812022272562883072992352971711524,Б0,3174192  
2112322542673082361981721530,4166181196207228236  
2692381991721530,5158170182193206213233238199173  
153302

Продолжение табл. 8.9 Коэффициенты  $\rho$  при  $v$ ,  
равном  $Km|Oo1тгO1соо1CNO1o10o4C\omega4соо4i\omega i0,0515817$   
82052422952982462021711491330,115717730323828329  
92542021711491335,00,215517319522225126825620317  
11491330,3150166184202223234259204721491330,4144  
1571711852002042332041721501330,5138148159170181  
1872052021721501330,0513615217520524925521817615  
01311170,11351511742032432562191761501311175,50,2  
1341491691922202302201761501311170,3131144160178  
1962062211771501311170,4126138150163177184212177  
1501311170,51211311401501601661821741491311170,0  
51181321511762122201901551321161040,111813215017  
52092211901551321161046,00,211713014716819320719  
01551321161040,311512714115717018319115513211610  
40,41111221331451571631881541321161040,510711612  
5134143148163149131116104Примечание. В табл. 8.9—  
8.11 значения коэффициента  $\phi_{ц,0}$

увеличены в 1000 раз.

8.10. Коэффициент фи,г для стержней из равнополочных уголков,

упруго защемленных в плоскости симметрии ( $j_{iu}=0,8$ ) и шарнирно

закрепленных из этой плоскости ( $j_{utw}=\gg 1$ )киVy ПРИ  
и-0,5—0,4 | -0.3-0,2-0,10+0,1 | 1 +0.2+о,з  
|1+0.4+0,50,058308548809109389459078447897406980,  
1818841868894923936908844789741698Л  
с0,2791819839865890903914845790742699U,00,3767789  
8158398618719118507927437000,4748768787811829845  
8778567967457010,5723744760782806812844872801749  
7040,056747137568048548718097076295665150,165769  
37327778268528117086305665151  
Л0,26236566917287687898257126315685161  
,и0,35936206526847187357937216365715180,456559261  
86456746897377456435755210,554356458761163564368  
87176545815250,055465906406997727997155915064443  
960,15285676126645257597175935074453961  
^0,24935265626826476727555985104463971  
,00,34624915205525876066546105154494000,443545948  
45105385535866335234544030,541143145247449450653  
45685424604060,054434785416046837046234944133573  
150,14284685125616276466264964143573150  
П0,2395427461498541562647502417359316z,u0,3367383  
4204484804975525154223623180,4343364386408423445  
4755114313663210,5321399357375392402420440460373  
3250,053604064575165966435264133432932560,134928  
74304785375715424162432932572  
50,23223513824154454735484223452952580,329832134  
4367.3944034564363503982600,42772953143333523623  
864133583012620,52592742893033183253413583663062  
65304

Продолжение табл. 8.1QиVv при V-0,5-0,4-0.3 |-0,2 |-0,10  
1+0,1  
|+0,2+0,3+0,4+0,5,0,052943373864335145604594502872  
452150,1286322361406450489465351287245215o  
л0,2266293320349381392457357290246215o,00,3247266  
2873073243423743702942492170,4229245260277287301  
3253383002522190,5213226239251262269284293295255  
2200,052402783253774334823932982442081820,123626  
9306347392419396299244208182Я  
K0,22232472712973243383923032462091830,00,3207225  
2432612752893203132502111840,4193206220234247254  
2722812532131850,5180191201208221226238243243215  
1860,052002312723223794123362552091791570,119722  
62602913303593392512051791574  
л0,21882102332502733193352602111801574,00,3177193  
2082242352482732662141811580,4165177185199212213  
2322372161831590,5154163172181190193202206204183  
1600,051681942292683253432872161821561360,116619  
1222256290310290221182156136A  
Л0,21611802012212402512862241831561374,00,3152167  
1811942032142302271851571380,4143153164174183188  
2002021851581380,5133142150157164167174177174157  
1380,051431641932332752982481921591371200,114216  
3190221252268250193159137120a  
л0,21391561751932092182471951601371200,U0,3132145  
1581691811842031961611381210,4125134143152157164  
1711751601381210,5117124131137144146150154150137  
1210,051241421661982422552151681401211070,112314  
1164192220230217169140121107C  
с0,21211361531701841922141711381211070,00,3116128  
1391501601651781701421221070,4110119127134139Г44  
1521531401221070,5104110116121125129134135131120  
1076,00,051081231141712092201881491251080950,1108  
12314216719220518914912510809520—502305

Продолжение табл. 8)ОКиФ\*(1;пРиа—0,5—0,4-0,3—0,2-0,104-0,1+0,2

|+0,3+0.4+0,60,2107120135150163169187150125108095.6,00,31031131241331421461561491261080960,40981061131201231291351351231080960,5092098104109113115,191201161060958.11. Коэффициенты <р\*,,, для стержней из неравнополочных уголков,

шарнирно закрепленных в двух главных плоскостях=| р1иКоэффициентыV»при а, равном-0,5-0,4-0,3-0,2—0,10+0,11+0,2+0,3+0,4+050,058408628879099339459368908488107750,1825845866889911922939890848810755 л ц0,2793807m849867878907893850811776и,о0,37607? 67898138268378638828538127770,47297457617787898018238408568167790,57077187327447567607878008168307850,056807147517888338218607787116556080,1655685717753790806\$727797126566071 п0,260963365986\$714725768796716658609I ,и0,35695896106316536636967197346626120,45535515685846016096206496636786180,55015155295425555615775906006086140,C5543577€21€677267577766705915304810,1514545564614€606797536715925304820,2<664895145405€55€6622€525975334841 ,00,34274454534824905C85265575685414880,4893408ф4354с 94544734864934944870,52643753853954044C7419429435435432306

Продолжение табл. 8.11ХиКоэффициенты <рм рпри Vравном-0,5—0,4 |—0,3—0,2 |-0,1 |0

1+0,1+0,2+0,3+0,4+0,50,054374585085546096406865684894323880,1407434464500539558624570490432388200,2363382404415446430495514498436390A|V0,33293443583733883954164274294223910,43003043223323383393583653673643550,52752832912993053083163203213293140,053553844184595065325984784063553170,133035

13704064394544904824073563189  
K0,2290305323332357368391401395358319Г,о0,3255271  
2842883073123243303293203050,4237245253262268270  
2772822812772700,5216223229234238240243246246244  
2390,052933193463794154244804023302962640,127128  
9311334357369403401341297264о  
л0,22362502622692902903133173092892620,У0,3211221  
2302392482512582622592512400,4192199205211216217  
2212242222182120,5175180185189192192193196195193  
1890,052442612903163373583833382852492220,122123  
62542762893053263212852492223,50,20,3196176206183  
21318722919824020324420625521125521224720923320  
22151900,41591651701741781791821821811771720,514  
51491521541581551601601591571540,052072252452652  
872953122972442131900,11912042182322462542662602  
39212190A  
A0,21661751831921962032102092021921794,00,3148154  
1571661711721751751721671670,4135139143147149150  
1521521501471420,5123126129131131131131134133131  
1280,051731922042202402412562352091831640,116316  
3185193207213220215199175163A  
K0,21391461561641701721771751691601504,00,3127132  
1371411451461491481451401340,4115119122'  
1251271281281291271241200,5105108110112И31111121  
141121111065.00,051  
1581163175118812041209121420018011601430,1 И  
14111 147156|168|17311 181|1861801681| 15414220\* 307

Продолжение табл. 8.111иКоэффициентыVпри Vравном  
—0,5-0,4-0,3-0,2

||-0.10+0,1+0,2соо++0,4+0,50,212312913514014614814  
9147143135125K

л0,31101121191221221261271261231191150

,и0,40961031061061081101111101091031000,509209309  
50970980980980970960940930,051331441551651741781  
801701561391290,11231311391461581551591531441331

21с

к0,21051101171221271281301271231171080,00,3097100  
1011071091091101091071080990,4088090098095093096  
0970960940920890,5080082082085086086086086085083  
0810,051171261351441471531541431351211110,110811  
5122127133135136132121116107А

ЛО,2095099108107111112ИЗ1101061020960,и0,3084088  
0910940940960960950930900860,4077078082084085085  
0850840830810780,5071072074075075075076076075073  
072симметрии оставшегося сечения (нетто)  
относительно оси, лежащей

в плоскости изгиба, проверяют по формуле  $Nl < V_e A_n < R_y$   
Ус, (8.13) где  $L_n$  — площадь сечения нетто в месте  
повреждения;  $\phi_e$  — коэффициент

снижения расчетных сопротивлений внецентренно  
сжатых элементов, опреде-

ляемый по СНиП 3.03.01—87 в зависимости от  
приведенного относительного

эксцентриситета и условной гибкости  $K$ . Приведенный  
относительный эксцентриситет следует определять

в зависимости от эксцентриситета приложения внешней  
сжимающей

силы относительно центра тяжести ослабленного  
сечения (с учетом

смещения координат центра тяжести). Гибкость  
стержня определяют в зависимости от радиуса инер-

ции сечения нетто и расчетной длины  $l_0 = \eta l$  (8-14) где  
 $l$  — геометрическая длина стержня;  $\eta$  — коэффициент  
расчетной длины,

принимаемый по СНиП 3 03.01—87;  $\eta$  — дополнительный коэффициент, учиты-

вающий параметры дефекта и определяемый по табл. 8.12. Сквозные стержни с дефектами или повреждениями на устой-

чивость в плоскости соединительной решетки рассчитывают по фор-

муле 
$$\eta = \frac{J_d}{J_0} \cdot \eta_0 \quad (8.15)$$

8.12. Коэффициенты  $\eta$  для расчета стержней, ослабленных местными дефектами

■ =  
Jd Коэффициент при  $l_d/l_0$ , 0,050, 0,250, 0,500, 0,750, 1,000, 1,500, 2,000

0,250	1,50	8,160	8,280	8,390	8,510	8,600	8,790	8,790	9,132
0,708	0,727	0,744	0,762	0,779	0,809	0,839	0,865	2,50	6,330
6,580	6,810	7,040	7,250	7,680	8,030	8,373	8,579	6,070	6,370
6,620	6,880	7,370	7,790	8,184	8,505	8,830	9,140	6,080	6,410
6,990	7,490	7,935	8,453	8,920	9,350	9,740	10,110	6,750	7,300
7,796	8,416	8,900	9,360	9,800	10,250	10,690	11,180	7,68	*

$J_d, I$  — моменты инерции соответственно ослабленного и неос-

лабленного участка относительно собственных осей;  $U, I$  — длина со-

ответственно ослабленного участка и всего стержня. где  $\eta$  — коэффициент, характеризующий устойчивость сквозного стержня

в целом;  $\eta^*$  — коэффициент, учитывающий особенности работы ветвей на

участках между узлами соединительной решетки. Влияние дефектов и повреждений, присущих

сквозному стержню

ню в целом, учитывается при определении коэффициента  $\alpha$ , который

принимается с учетом требований СНиП 3.03.01—87:а) при центральном сжатии — в функции от условной приведенной гибкости

денной гибкости  $\lambda_{ef} = \lambda_e \sqrt{1 + \beta R_v/E}$ ; (8.16)б) при внецентренном сжатии — в функции от условной приведенной гибкости

денной гибкости  $K_{ef}$ , вычисленной по формуле (8.16), и относительной эксцентриситет

ного эксцентриситета  $\eta = eA/J$ , (8.17) где  $a$  — расстояние от главной оси сечения, перпендикулярной плоскости изгиба, до оси наиболее сжатой ветви.

Влияние локальных дефектов и повреждений, изменяющих условия работы отдельных ветвей, учитывается при определении коэффициента  $\beta$ , который следует принимать по СНиП 3.03.01—87 в зависимости от гибкости отдельной ветви, на участке между узлами соединительной решетки для ветви, работающей на центральное сжатие, и в функции от условной гибкости  $\lambda_{ef}$  и приведенного относительного эксцентриситета  $\eta$

и относительного эксцентриситета  $\eta$

коэффициента  $\beta$ , который следует принимать по СНиП 3.03.01—87 в зависимости от гибкости отдельной ветви, на участке между узлами соединительной решетки для ветви, работающей на центральное сжатие, и в функции от условной гибкости  $\lambda_{ef}$  и приведенного относительного эксцентриситета  $\eta$

и относительного эксцентриситета  $\eta$

и относительного эксцентриситета  $\eta$

и относительного эксцентриситета  $\eta$

ного эксцентриситета  $mef$  для ветви, работающей на сжатие с изгиб

бом. Сжатые сквозные конструкции в случае их общего искривления

относительно материальной оси следует рассчитывать по формуле (8.15) с учетом перехода от замеренной стрелки искривления  $V_{309}$

к стрелке в ненагруженном состоянии по формуле (8.8) и далее —

к эквивалентному эксцентриситету. Относительный эксцентриситет,

определенный по формуле (8.17) с заменой следует умножить на коэффициент  $K$  (табл. 8.13):  $K = 0,8 + 0,25 V_{mNef}$ . (8.18) 8.13. Коэффициенты перехода от стрелки искривления

к эквивалентному эксцентриситету для сквозных стержней Условная гибкость  $\gamma$  Коэффициент  $K$  при относительном эксцентриситете

$\gamma$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$K$	0,5958	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Значения коэффициентов  $K$  увеличены в 1000 раз.

\*Устойчивость сквозного стержня, имеющего местное искривление

ветви или ее ослабление на участке между узлами соединительной

решетки, проверяют по формуле (8.15). При определении коэффициента

следует учитывать переходы от замеренной стрелки искривления

к относительному эксцентриситету по формулам (8.7), (8.8).

Для расчета стержней с ослабленными ветвями следует руководствоваться

пояснениями к формуле (8.14) с заменой  $\phi = \phi_{\text{н}}$ . Несущую способность сквозного стержня с дефектами или повреждениями

раскосов оценивают проверкой устойчивости сквозного

стержня в целом и дополнительной проверкой несущей способности

поврежденного (дефектного) раскоса. В случае невыполнения условия

устойчивости для поврежденного раскоса следует считать, что

он выключается из работы, и поперечная сила воспринимается ветвями,

работающими на изгиб; при этом коэффициент  $\phi$  в формуле (8.15) должен определяться как для сжато-изогнутого элемента.

Приведенный относительный эксцентриситет для определения  $e_{\text{р}} \leq e_{\text{р до}}$

пускается находить в зависимости от максимального изгибающего

момента в ветви  $M_b: M_b = Ql_b/4$ , (8.19) где  $Q$  — поперечная сила;  $l_b$  — длина ветви, принимаемая равной расстоянию

между узлами соединительной решетки. Устойчивость сквозных стержней с дефектами изготовления в ви-310

де расцентровки раскосов следует проверять по формуле (8.15). При

этом коэффициент  $q$  должен определяться как для сжато-изогнуто

го элемента с учетом изгибающего момента  $A_1$ , вычисляемого по

формуле  $M_b = QtK_j K_i$  (8.20) где  $t$  — величина расцентровки раскосов, равная половине расстояния между

соседними точками пересечения осей раскосов осью ветви;  $k_x$  — коэффициент,

учитывающий влияние степени расцентровки  $\xi^{**}/l$  ( $l$  — проекция раскоса на

ветвь) и принимаемый равным  $A_1^{-1} + 3; /C_2$  — коэффициент, учитывающий

влияние жесткости примыкающих раскосов Коэффициент  $k_2$  определяют по формуле  $k_2 = l + 2/0/2/С_2, <8-21$ ) где  $2K_j$  — сумма погонных жесткостей элементов решетки, примыкающих

к узлу; — погонная жесткость ветви. Для колонн каркаса промышленных зданий допускается прини-

мать в формуле (8.21) отношение  $C1/C2 = 1$ . Расчетную проверку на хрупкую прочность для центрально-

и внецентренно растянутых элементов, а также зон растяжения из-

гибаемых элементов, имеющих технологические дефекты в виде кон-

структивных форм пониженной хладостойкости (рис. 8.1). выполня-

ют при температуре эксплуатации ниже критической температуры

хрупкости (табл. 8.14). Проверку на прочность с учетом сопротивле-8.14. Критическая температура /сг для конструктивных форм низкой хладостойкости, °СТ, °С, для стали марок Толщина Ст3сп09Г2С элемента, мм а1, а2, а1, а2, б1, а1в1, д1г162, 63д1» Д363, 62, д2, д2, д4Д410 —35—35—39—43—5115—22—25—29—33—40—7520—13 —16—19—24—28—6425—4—7 —16—16—5230+6+3—4 —5—4035+ 16+ 12—+5+7-29 ния хрупкому разрушению «следует выполнять по формуле  $\sigma_{тах} \leq \sigma_{ки/уи}$ » (8.22) где  $\sigma_{тах}$  — наибольшее растягивающее напряжение в расчетном сечении

элемента, определяемое по сечению нетто без учета коэффициентов динамич-

ности и снижения расчетных сопротивлений;  $\gamma_0$  — коэффициент, учитывающий

снижение прочностных характеристик стали при пониженных температурах.

Коэффициент  $\psi < 1$  определяют по формуле  $\psi = \frac{R_{p0.2}(T)}{R_{p0.2}(T_0)}$ , (8.23) 311

8.1. Модификация конструктивной формы низкой хладостойкости где  $T$  — расчетная отрицательная температура эксплуатации, принимаемая

как средняя температура наиболее холодной пятидневки;  $T_{сг}$  — критическая

температура хрупкости, определяемая по табл. 8.14 в зависимости от толщины

элемента  $t$ , типа и модификации конструктивной формы;  $\phi$  — коэффициент

температурной зависимости, принимаемый равным  $0,005 \text{ 1/}^\circ\text{C}$  для стали

марки ВСтЗкп;  $0,0044 \text{ 1/}^\circ\text{C}$  для стали ВСтЗсп,  $0,0028 \text{ 1/}^\circ\text{C}$  для стали 09Г2С. 312

Для низколегированных сталей других марок коэффициент  $\rho$

допускается определять по линейной интерполяции в соответствии со

значением расчетного сопротивления  $R_y$ , используя  $\rho = 0,0041 \text{ 1/}^\circ\text{C}$

при  $R_y = 235 \text{ МПа}$  и  $\phi = 0,0028 \text{ 1/}^\circ\text{C}$  при  $R_y = 310 \text{ МПа}$ . Если условие (8.22) не выполняется или значение коэффициента

та  $p$ , вычисляемое по формуле (8.23), оказывается меньше предель-

но допускаемой величины  $[p] = R_y/R_u$ , дальнейшая эксплуатация кон-

струкций недопустима без специального усиления элементов с низ-

кой хладостойкостью. Влияние коррозионных повреждений (при остаточной после кор-

розии толщине 5 мм и менее или, если коррозионный износ превы-

шает 25%) на снижение сопротивляемости хрупкому разрушению

при пониженных температурах следует определять по изменению

критической температуры хрупкости. В этом случае значение темпе-

ратуры  $T_{ch}$  определенной по табл. 8.14, следует увеличить на ве-

личину смещения  $\Delta T_{ch}$ , принимаемую по табл. 8.15 в зависимости от

марки стали. 8.15. Снижение критической температуры хрупкости

для элементов с коррозионными повреждениями,  
°С Марка стали ВСт3 09Г2 10Г2С1 18Г2АФ по  
14ГСМФРЪТСГ 15 20 25 30 358.3. ОЦЕНКА  
ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ПОВЕРОЧНЫЕ

РАСЧЕТЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В случае, если реконструкция зданий связана с изменением

нагрузок, условий эксплуатации строительных конструкций, объем-

но-планировочных решений или конструкции имеют повреждения,

необходимо решить вопрос о соответствии несущих конструкций ус-

ловиям эксплуатации после реконструкции на основе обследования

состояния конструкций и поверочных расчетов. В необходимых слу-

чаях проектируют усиления железобетонных конструкций. Общие правила подготовки и проведения обследований железобетон-

бетонных конструкций — те же, что и металлических. Предваритель-

ные обследования — как правило, визуальные. На основании визу-

альных обследований устанавливают наличие дефектов и поврежде-

ний, чрезмерных деформаций и растрескивания трещин; выявляют ава-

рийные конструкции и принимают необходимые меры безопасности. Если в конструкциях отсутствуют дефекты и повреждения, сни-

жающие несущую способность конструкций, а также чрезмерные де-

формации и раскрытие трещин, а усилия в расчетных сечениях и эле-

ментах конструкций, определенные расчетом от измененных нагрузок,

не превосходят те, на которые была запроектирована конструк-

ция, состояние конструкций удовлетворяет условиям реконструкции.313

Если хотя бы одно из этих условий не выполняется, следует прове-

сти поверочный расчет конструкций на нагрузки, которые будут

действовать после реконструкции. Если дефекты и повреждения, чрезмерные деформации и раскры-

тие трещин отсутствуют, поверочный расчет можно выполнять исхо-

дя из проектных данных о прочности бетона и арматуры, размерах

поперечных сечений, армировании (при наличии проектных данных).

Если эти расчеты показали, что прочность конструкций не удовлет-

ворительна, а также в случае отсутствия необходимых проектных

данных или наличия в конструкциях существенных дефектов, по-

вреждений, деформаций или раскрытия трещин следует провести де-

тально ^ обследование состояния конструкций. При обследованиях определяют прочность бетона и арматуры,

уточняют размеры поперечных сечений, нагрузки, расчетные схемы

конструкций, фиксируют дефекты и повреждения. Для определения прочности бетона, армирования, дефектов ис-

пользуют неразрушающие методы [4]. Для определения прочности бетона прежде всего следует исполь-

зовать метод отрыва со скалыванием и метод скалывания ребра, для

которых, в соответствии с ГОСТ 22690—88, можно использовать уни-

фицированные градуировочные зависимости. Для метода отрыва со

скалыванием используют приборы ГПНВ-5, ГПНС-4, ГПНС-5, ПИБ,

а для метода скалывания ребра, кроме того, устройство УРС-2. Учи-

тывая высокую трудоемкость определения прочности бетона методом

отрыва со скалыванием и методом скола ребра при большом объеме

работ, одновременно с ними следует использовать следующие мето-

ды {ГОСТ 22690—88): упругого отскока (прибор КМ, склерометр

Шмидта), пластических деформаций (приборы ПМ-2, Ц-22), удар-

ного импульса (прибор ВСМ), а также регламентируемый ГОСТ

17624—87 ультразвуковой метод (приборы Бетон-12, УК-14П, УК-

10ПМ, УФ-10П). Методика совместного использования этих методов

приведена в ГОСТ 22690—88. Прочность бетона массивных конструк-

ций можно определять по результатам испытаний высверленных из

конструкции кернов. Участки для определения прочности бетона выбирают в зави-

симости от состояния конструкций, условий их работы и методов

оценки прочности бетона [5]. Например, при статистической оценке

прочности бетона не обязательно размещать участки испытаний в на-

и более нагруженных элементах и сечениях конструкций. По оценке

же несущей способности отдельных сечений и зон в них должна оп-

ределяться прочностью бетона. Положение и диаметр арматуры, расположенной с достаточно

большим шагом и неглубоко в теле бетона, можно определять маг-

нитным методом ею ГОСТ 22904—78 {приборы ИЗС).314

При сложных схемах армирования и глубоко расположенной

арматуре для определения толщины защитного слоя бетона» разме-

ров и расположений арматуры используют методы радиационной де-

фектоскопии по ГОСТ 17625—83 (малогабаритные бетатроны ПМБ-6

и МИБ-4). Неразрушающие методы оценки механических характеристик

арматуры еще только разрабатываются. Поэтому механические харак-

теристики оцениваются по виду профиля арматуры, устанавливаемо-

го при ее вскрытии, или испытанием образцов арматуры, вырезан-

ных из слабо загруженных участков конструкций. При радиографи-

ческом методе определения диаметра и положения арматуры о виде

арматуры можно судить по выявляемому при просвечивании про-

филю арматуры. Геометрические размеры конструкций и узлов со-

пряжений определяют с помощью измерительного инструмента (ру-

леток, линеек, шаблонов), а также геодезическими методами. При обследовании конструкций следует тщательно регистриро-

вать трещины и фиксировать случаи, когда прогиб конструкции пре-

вышает значения, приведенные в табл. 4 СНиП 2.03.01—84 «Бетон-

ные и железобетонные конструкции». Большое раскрытие трещин приводит к снижению долговечно-

сти конструкций. Характер трещин может свидетельствовать о нали-

чи скрытых дефектов, например коррозии арматуры. Кроме того,

некоторые трещины сами по себе могут привести к снижению несущей способности.

щей способности конструкций. При оценке и учете влияния раскрытых

трещин следует руководствоваться указаниями «Методических реко-

мендаций по классификации дефектов и повреждений в несущих

железобетонных конструкциях промышленных зданий» (Харьков,

1984). В ряде случаев для оценки состояния или уточнения расчетной

схемы могут быть использованы методы статических или динами-

ческих испытаний конструкций в составе зданий и сооружений. При

этом следует учитывать рекомендации, изложенные в книге «Вибра-

ционные испытания зданий» (М., 1972). По материалам обследований составляют отчеты, содержащие

все исходные данные для проведения поверочных расчетов в соот-

ветствии со СНиП 2.03.01—84. Поверочные расчеты, как правило, проводятся по предельным

состояниям первой и второй группы. Лишь в том случае, если новые

нагрузки превышают действующие при эксплуатации не более чем

на 15%, а деформации конструкций и ширина раскрытия трещин

по результатам обследований меньше предельно допустимых, расчет

по предельным состояниям второй группы может не проводиться. При реконструкции зданий и сооружений часто оценивается со-

стояние конструкций, запроектированных по ранее действующим нор-315

мам и техническим условиям. Несмотря на это, поверочные расчеты

по прочности, жесткости и трещиностойкости должны проводиться

по СНиП 2.03.01-84. При расчете должны быть проверены сечения конструкций с де-

фектами и повреждениями, а также сечения, в которых при натурных

обследованиях выявлены зоны бетона, прочность которых меньше

средней на 20 % и более. Расчетные характеристики бетона при проведении поверочных

расчетов определяют по СНиП 2.03.01—84 в зависимости от услов-

ного класса бетона по прочности на сжатие рассчитываемых конст-

рукций. При проведении поверочных расчетов на основании проектных

данных конструкций из тяжелого и легкого бетона, запроектирован →

ных по ранее действовавшим нормативным документам, класс бето →

на на сжатие определяют по формуле  $R_b = 0,8 \beta R$ .  
(8.24) где  $R$  — марка бетона на сжатие;  $\beta$  — поправочный коэффициент для учета

различия в марке, определенной по кубам 150X150X150 и 200X200X200 мм

и принимаемый  $\beta = 1,0$  для конструкций, запроектированных по СНиП П-21-75,

■  $\beta = 1,05$  для конструкций, запроектированных по ранее действовавшим

нормам. При определении прочности бетона неразрушающими методами

или испытанием отобранных образцов класс бетона на сжатие оп →

ределяют, принимая за среднюю прочность бетона группы конструк →

ций, конструкции или отдельной ее зоны. При этом, если результа →

ты испытаний приведены к кубам 200X200X200 мм,  $\beta = 1,05$ , а к ку →

бам 150X150X150 мм, — 6 = 1. При достаточно большом количестве данных о прочности бето-

на в отдельных участках, прочность бетона можно оценивать на ос-

нове статистических методов. При этом значения расчетных сопро-

тивлений для проведения поверочных расчетов могут определяться

в соответствии с «Руководством...» [5]. Поверочные расчеты ведут по формулам СНиП 2.03.01—84 ис-

ходя из прочностных и геометрических характеристик конструкций,

установленных при обследовании, или из проектных данных. В не-

обходимых случаях при расчете учитывают наличие дефектов и по-

вреждений. В зависимости от состояния бетона, вида конструкций и условий

их работы, а также методов определения прочности бетона могут

быть применены другие, в том числе статистические, способы опре-

деления класса бетона. При использовании статистических методов

коэффициент вариации прочности бетона должен определяться по

ГОСТ 18105—86. Расчетные сопротивления арматуры определяют в зависимости

от вида арматурной стали рассчитываемой конструкции по СНиП 2.03.01—84. При проведении поверочных расчетов по проектным данным

существующих конструкций, запроектированных по ранее действующим

нормативным документам, нормативные сопротивления арматуры

определяют согласно СНиП 2.03.01—84. При этом для проволочной

арматуры класса В-I нормативные сопротивления принимают

такими же, как для арматуры класса Вр-1. Расчетные сопротивления арматуры растяжению определяют по формуле

$R_s = \gamma_s / \gamma_{s0} > (8.25)$  где  $\gamma_s$  — коэффициент надежности по арматуре, принимаемый по предельным состояниям первой группы: Для стержневой арматуры классов А-I, А-II и А-III

А-IV, А-V, А-VI  $\gamma_s = 1,25$ . Для проволочной арматуры классов В-1,

Вр-I, В-II, Вр-II, К-7, К-19  $\gamma_s = 1,25$ . При расчете по предельным состояниям второй группы коэффициент

надежности по арматуре  $\gamma_e$  принимается равным 1. Расчетные сопротивления растяжению поперечной

арматуры (хот

мутов и отогнутых стержней)  $R_{8W}$  определяют умножением получен

ных расчетных сопротивлений арматуры  $R_3$  на соответствующие ко

эффициенты условий работы  $\gamma_i$  (СНиП 2.03.01—84). Расчетные сопротивления арматуры сжатию  $\#sc$ , кроме армату

ры класса А-Шв, принимаются равными полученным расчетным со

противлениям арматуры растяжению  $R_a$ , но не более значений, ука

занных в СНиП 2.03.01—84. Для арматуры класса А-Шв расчетные

сопротивления арматуры сжатию принимают по СНиП 2.03.01—84.

Кроме того, в расчет вводятся дополнительные коэффициенты ус

ловий работы согласно СНиП 2.03.01—84. Значения расчетных со

противлений арматуры округляют до трех значащих цифр. При выполнении поверочных расчетов по данным натуральных об

следований в тех случаях, когда возможен отбор от конструкции

образцов арматуры, нормативные сопротивления арматуры принима-

ются равными средним значениям предела текучести (или услов-

ного предела текучести), полученного испытанием образцов армату-

ры, отобранных от конструкции, деленным на коэффициент: 1,1—

для классов А-I, А-II, А-III, А-Шв, Ат-Ш, А-IV; 1,2 — для других

классов. Расчетные сопротивления арматуры принимают в соответствии

с формулой 8.25. Расчетные сопротивления арматуры  $R_s$  при отсут-

ствии проекта и невозможности отбора образцов допускается назна-

чать в зависимости от ее профиля: для гладкой арматуры  $R_s =$

$R_s = 155$  МПа, для арматуры периодического профиля при профиле

«винтом»  $R_s = 245$  МПа, а при профиле «елочкой»  $R_s = 295$  МПа. При 317

этом величина расчетных сопротивлений сжатой арматуры принима-

ется равной  $R_s$ , а величина расчетных сопротивлений поперечной ар-

матуры —  $0,8 R_{\text{сж}}$ . Для промежуточных значений условного класса бетона по проч-

ности на сжатие, отличающихся от значений параметрического ря-

да, расчетные сопротивления бетона определяют по интерполяции. При поверочных расчетах по результатам натурных обследова-

ний значение условного класса бетона по прочности на сжатие оп-

ределяют по формуле 8.24, принимая вместо марки бетона среднюю

кубиковую прочность бетона в группе конструкций, конструкции или

отдельной ее зоны, полученную по результатам испытаний неразру-

шаклцами методами или испытанием отобранных от конструкции об-

разцов бетона. При поверочных расчетах дефекты и повреждения в виде ка-

верн, раковин, повреждений вследствие механических и химических

воздействий на бетон и т. п. учитывают путем уменьшения вводи-

мой в расчет площади сечения бетона или арматуры, а также учета

влияния дефекта или повреждения на прочностные и деформативные

характеристики бетона, эксцентриситет продольной силы, на сцеп-

ление арматуры с бетоном и т. п. Нарушение сцепления арматуры с бетоном вследствие коррозии,

температурных воздействий и других факторов может по-разному

снизить несущую способность конструкции в зависимости от степе-

ни нарушения сцепления, вида арматуры, характера работы конст-

рукций под нагрузкой и пр. Так, по данным тт. Лихачева В. Д.

и Хомутченко С. Я., при толщине слоя коррозии не более 0,5 мм и от-

сутствии продольных трещин несущая способность может быть сни-

жена на 5 %, при толщине слоя коррозии до 3 мм и продольных

трещинах с раскрытием до 2 мм—до 15 % и при толщине слоя кор'

розии более 3 мм — на 30 %. Если в результате поверочных расчетов установлено, что тре-

бования по первой группе предельных сечений не удовлетворяются,

конструкция должна быть усилена. Допускается не усиливать конст

рукции, если их прогибы превышают предельные, но не препятству

ют нормальной эксплуатации конструкций. Если поверочные расчеты

показали неудовлетворительную трещиностойкость, в проекте следу

ет предусмотреть нанесение защитных покрытий, инъектирование

трещин и другие мероприятия, обеспечивающие защиту арматуры от

коррозии. При выборе конструкции и проектировании усиления следует

исходить из того, что работы по усилению должны выполняться без

прекращения производства или с прекращением его на короткий срок. Железобетонные конструкции могут усиливаться бетоном, желе

зобетоном и металлом. Все способы усилений разделяются на две ос

новные группы: проектирование новых разгружающих или заменяющих конст

рукций, полностью или частично воспринимающих нагрузки, кото

рые передавались ранее на усиливаемые конструкции; увеличение несущей способности существующих конструкций за

счет усиления сечений, изменения статических схем работы конст-

рукций и других способов [6]. При проектировании усиления конструкций любого вида необхо-

димо обеспечить включение в работу элементов усиления и повсе-

стную работу элементов усиления с усиливаемой конструкцией. Уси-

ления рассчитывают для двух стадий работы конструкций: до вклю-

чения в работу усилений на нагрузки, включающие нагрузку от

усиления (расчет ведется только по первой группе предельных состоя-

ний); после включения в работу элементов усиления на полные экс-

плуатационные нагрузки (по первой и второй группе предельных со-

стояний). Расчет по предельным состояниям второй группы может

не производиться, если эксплуатационные нагрузки не увеличивают-

ся, жесткость и трещиностойкость конструкций удовлетворяет тре-

бованиям эксплуатации, а усиление направлено на устранение влия-

ния дефектов или повреждений. При сильно поврежденных конструкциях (разрушено 50 % и бо-

лее сечения бетона или 50 % и более сечения рабочей арматуры)

элементы усиления рассчитывают на полную действующую нагрузку

без учета нагрузки, воспринимаемой усиливаемой конструкцией. При проектировании усиленных конструкций следует предусмат-

ривать, чтобы нагрузка во время усиления не превышала 65 %

расчетной величины. При сложности или невозможности достижения

требуемой степени разгрузки допускается выполнять усиление по;

большей нагрузкой. В этом случае расчетные характеристики бето-

на и арматуры усиления умножают на коэффициент условий работы:

для бетона  $u_b=0,9$ , Для арматуры  $u_v=0,9$ . В любом случае степень разгрузки конструкций должна выби-

ратся из условия обеспечения безопасного ведения работ. При проектировании усиления в виде разгружающих или ^ме→

няющих конструкций следует стремиться к тому, чтобы систему, об\*

разуемая из разгружаемых и разгружающих конструкций- имела

четкую расчетную схему. При этом расчетная схема не должна из→

меняться в процессе эксплуатации. Например, за счет возрастания

прогибов разгружаемая конструкция в процессе эксплуатации не

должна соприкасаться с разгружающей в непредусмотренных про→

ектом точках. Если разгружающая и разгружаемая конструкции об→

разуют статически неопределимую систему, расчет следует вести

с учетом перераспределения усилий вследствие неупругих деформа→ЗЮ

ций, в том числе за счет ползучести железобетона, в соответствии со

СНиП 2.03.01—84 «Бетонные и железобетонные конструкции». При усилении конструкций предварительно напряженными стер→

жнями величина предварительного натяжения принимается по СНиП 2.03.01—84. Максимальная величина предварительного натяжения не

должна превышать 0,9 расчетного сопротивления для стержневой

и 0,7 — для проволочной арматуры. Минимальная величина предва-

рительного натяжения должна быть не менее 0,4 расчетного сопро-

тивления. При расчете элементов, усиленных предварительно напряженны-

ми стержнями, потери предварительного натяжения следует прини-

мать по СНиП 2.03.01—84. При определении потерь от деформации

анкеров, расположенных у натяжных устройств, следует учитывать

обжатие упорных устройств, которое может приниматься 4 мм. Коэффициент точности натяжения также принимается по СНиП 2.03.01—84 с введением дополнительного коэффициента: для гори-

зонтальных и шпренгельных затяжек  $\gamma^*p=0,85$ , Для хомутов и на-

клонных тяжей  $\gamma_{spe}0,75$ . Железобетонные конструкции, усиливаемые железобетонными

обоймами, рубашками и наращиванием, рассчитывают как сборно-

монолитные. Прочность нормальных сечений железобетонных элементов, уси-

ленных обоймами, рубашками и наращиванием, рассчитывают по об-

щему случаю СНиП 2.03.01—84. При наличии в рассчитываемом се-

чении арматуры и бетона разных классов, каждый класс арматуры

и бетона вводится в расчет со своим расчетным сопротивлением. При расчете усиляемых изгибаемых и внецентренно сжатых эле-

ментов возможно использование также и упрощенных зависимостей,

приведенных в разделе 3 СНиП 2.03.01—84. С целью расчета нор-

мальных сечений по схемам указанного раздела следует найти рав-

нодействующую усилий в арматуре, расположенной в усиливаемой

конструкции и элементах усиления, отдельно для сжатой и растяну-

той зон сечения, а также определить положение этих равнодейству-

ющих усилий между арматурами. На схеме расчета для сжатой и растянутой зон сечения необхо-

димо условно заменить действующие усилия в арматурах двумя рав-

нодействующими усилиями (рис. 8.2). При расчете равнодействующих

усилий принимают в предельном состоянии для усиленной конструк-

ции расчетные сопротивления арматуры соответствующего класса. При определении характеристики сжатой зоны, относительной

высоты сжатой зоны бетона и относительной граничной высоты сжа-

той зоны бетона принимают расчетное сопротивление бетона, нахо-

дящегося в сечении, более низкого класса. Класс бетона усиления по прочности на сжатие следует прини-

8.2. фсемь усилий и эпюры напряжений в сечении, нормальном к продольной

оси вгибаемого элемента, усиленного двусторонним наращиванием при рас-

чете его прочности  $A_f$  — изгибающий момент от внешней нагрузки;  $h$  — высота сечения;  $a$  —

Расстояние от грани сечения до центра тяжести арматуры ( $a'$  — сжатой);

$R_s$  — расчетное сопротивление арматуры;  $A_s$  — площадь арматуры;

$\sigma_{sc}$  — приведенное сечение арматуры;  $R_{sc}$  — приведенное сопротивление арматуры;

$X$  — высота сжатой зоны;  $h_0$  — полезная высота сечения;  $e$  — расстояние

от центра тяжести сжатой зоны до приведенного сечения;  $R_{ad}$  — расчетная прочность и площадь сечения

усиливаемой части на бетонки;

$h_0$  — полезная высота приведенного сечения, равная высоте сечения соответствующего класса бетона усиленных конструкций, но не менее

$B_{15}$  для наземных конструкций и  $B_{12,5}$  — для фундаментов. При усилении монолитным бетоном и железобетоном следует

провести мероприятия (очистку, насечку, устройство шпонок на поверхности

усиливаемой конструкции и др.), обеспечивающие прочность контактной зоны.

#### 8.4. ОБСЛЕДОВАНИЕ КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

##### И МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

По результатам технического обследования делают выводы о состоянии конструкций.

стоянии конструкций, причинах их деформаций и повреждений,

а также дают рекомендации по их усилению или замене и устране-

нию причин повреждений. По результатам предварительного и инструментального обследо-

ваний проводят проверочные расчеты и готовят заключение о причи-

нах деформаций и повреждений с выводами о пригодности конструк-

ций для эксплуатации, рекомендациями по их усилению или восста-

новлению. Предварительное и инструментальное обследование проводят яи-

зуально с применением как простейших приборов (биноклей, отве-

сов, лент, рулеток, ватерпасов и т. п.), не требующих специальной

подготовки персонала, так и специальных приборов и оборудования21—502321

(теодолиты, нивелиры, ультразвуковая и лазерная техника и т. п.),

требующих для выполнения работ специалистов соответствующей

квалификации. Результаты обследований и измерений размеров и деформаций,

характера повреждения и дефектов конструкций  
наносят на планы,

разрезы, развертки стен и перекрытий в масштабе 1 :50  
—1 :200,

снабженные координатной сеткой с привязкой ее к осям  
или харак→

терным точкам (реперам) зданий. Повреждения и  
дефекты узлов со→

пряжения элементов и отдельных конструкций (балок,  
плит) фото→

графируют и наносят на чертежи (эскизы) крупного  
масштаба

(1 : 5—1 : 20). На чертежах указывают очертания и  
размеры деформаций, де→

фектов и повреждений конструкций, направление,  
длину, ширину

и глубину трещин. В целях сокращения и унификации  
запись резуль→

татов наблюдений и измерений на чертежах или в  
таблицах реко→

мендуется выполнять в закодированном виде.  
Длительные наблюде→

ния и измерения осадок фундаментов, колонн, прогибов  
балок, пере→

крытий, раскрытия стыков, швов, трещин и т. п.  
производится в целях

выявления характера развития деформаций во времени (прогресс-

сирующий, затухающий, стабилизированный).

Измерения проводят

по специальной программе с интервалом от нескольких часов или

дней до нескольких месяцев (осадки фундаментов). Испытание конструкций пробной нагрузкой (балок, перекрытий,

ферм и т. п.) проводят в случаях, когда результаты основных и до-

полнительных обследований не позволяют уверенно судить о несущей

способности и деформативности конструкций. Приборы для определения размеров, перемещений, деформаций

(наклонов, выпучивания, смещений) конструкций зданий и сооруже-

ний: для линейных измерений в плане, по ширине (толщине) и высоте

конструкций — стальные и деревянные линейки, складные метры,

стальные и тканевые ленты и рулетки длиной 5, 10, 20 м и более; для угловых измерений — обыкновенные и прецизионные теодо-

литы с 20—40-кратным увеличением трубы и минимальным расстоянием

визирования 1,5—2 м (ТБ-1, ТТ-5, ОТШ, ТОМ, ОТ-02 и др.),

угломеры, буссоли; для определения вертикальных перемещений — обыкновенные

и прецизионные оптические нивелиры с 20—30-кратным увеличением

трубы и минимальным расстоянием визирования 1,5—2 м (НЗ, НВ-f,

НТ, НА-1 и др.), оптические теодолиты с накладным уровнем на

трубе (ТТ-4, ТОМ, ОТШ); гидростатические нивелиры (уровни), ос-

нованные на принципе сообщающихся сосудов типа НШТ и др.; для проверки вертикальности конструкций и зданий: проволоч-

ные или нитяные отвесы, оптические приборы вертикального визи-

рования (зенит- и надирприборы ОЦП, ПОВП); лазерные приборы

(ПИЛ-1, ЛЗЦ-1, лазерный теодолит ЛТ-75). Обмеры зданий и конструкций по длине, ширине и высоте вы-322

атб) 8.3. Измерение горизонтального

смещения Д двух точек стены зда-

ния методом сноса вертикали с

помощью теодолита

1, 2 — точки; 3 — теодолит; 4 — пе-

реносная линейка с миллиметровы-

ми делениями

#### 8.4. Определение соосности (а) и

отклонений стен от вертикали (б)

с помощью вертикального отвеса

1 — стеновые панели (перегородки);

2 — отвес; 3 — точки подвески от-

веса; 4 — точки измерения; 5 —

линейка; 6 — сосуд с водой; 7 — от-

верстие в перекрытии исполняют с помощью стальных лент, рулеток, линейек, угольников, от-

весов, штангенциркулей и т. п. Точность измерений бетонных и ка-

менных конструкций — 1 см, стальных элементов и арматуры — 1 мм. Размеры и положение отдельных конструкций в плане и высоте

должны увязываться с общими размерами зданий и результатами

геодезической съемки. Запись результатов измерений рекомендуется

вести нарастающим итогом. Отклонение от вертикали и выпучивание высоких стен, колонн

и сооружений (труб, башен) в труднодоступных местах определяют

с помощью теодолитов методом сноса вертикали (проектирования)

на линейку с миллиметровыми делениями (рис. 8.3). Наклоны, выпучивание, соосность стен, колонн, перегородок

в пределах этажа, отклонения стен от вертикали определяют с по-

мощью отвесов и линейки с миллиметровыми делениями (рис. 8.4). Смещения конструкций в плане и выгиб в горизонтальной плос-

кости участков стен, перегородок определяют измерением их положе-

ния с помощью линейки с миллиметровыми делениями относительно

горизонтальной нити (проволоки), концы которой привязывают

к опорным точкам или осям здания (рис. 8.5). Величину прогиба (выгиба) конструкций в точке  $i$  ( $/, \bullet$ ) вычис-

ляют по формуле  $f_i = h_i - f_{i0} - (h_n - h_0) \frac{h_i}{l}$ , (8.26)

где  $h_0$  и  $h_n$  — расстояние (ордината) от нити до начальной (0) и конечной (п)

точек;  $h$ ,  $l$  — ордината и расстояние от начала координат (0) до рассмат-

риваемой точки;  $l$  — длина конструкций. В зданиях большой длины со сложной конфигурацией помещений

и большой насыщенностью технологическим оборудованием смещение

конструкций в плане определяют относительно линии визирования

теодолита или луча лазера (геодезический метод). Положение линии

визирования (луча) в плане фиксируют с помощью переставных ма-

рок (вешек). Осадку фундаментов, стен, перекрытий подкрановых балок из-

меряют с помощью оптических и гидростатических нивелиров и тео-

долитов с накладным уровнем. Нивелирование производится с помо-

щью переставных или навесных реек или шкаловых марок. Навес-

ные рейки и шкаловые марки навешивают на штыри с центрирующим

устройством (шариком, отверстием), заделанным в тело конструкции,

или на передвижные кронштейны телескопических стоек (рис. 8.6).

Стойки устанавливают строго вертикально в распор между полом

и измеряемой конструкцией. Схема измерения осадок и прогибов кон-

струкций с помощью гидростатического нивелира показана на рис.8.7.Вертикальные деформации (прогибы) конструкций определяют

с помощью оптических и гидростатических нивелиров, горизонтальной

нити и линейки (см. рис. 8.4) и прогибомеров с ценой деления 0,1—0,01 мм (при испытаниях конструкций пробной нагрузкой).Деформации (раскрытие, сдвиг) швов и стыков конструкций во

времени измеряют переносными индикаторами (мессурами) с ценой

деления 0,01 мм или штангенциркулями между штырями с центри-

рующим устройством, заделанных в конструкцию по обе стороны

шва (стыка).В труднодоступных и опасных для измерения местах деформа-

ции (раскрытие, сдвиг) швов и стыков пользуются дистанционными

устройствами, позволяющими производить измерения (отсчеты) де-

формаций на расстоянии с помощью теодолита или зрительных труб

(рис. 8.8) без непосредственного контакта с конструкцией.324

#### 8.5. Определение прогибов пере4

крытий и выгибов стен с помощью

горизонтальной нити] — перекрытие (стена); 2 — точки

закрепления нити; 3 — горизон-

тальная нить; 4 — точка измерения8.7. Схема измерения прогибов

перекрытий гидростатическим уров-

нем/ — градуированная трубка; 2 —

точка измерения; 3 — сосуд с во-

дой; 4 — резиновый шланг; 5 —

краник; 6 — телескопическая стой-

ка8.6. Телескопическая штанга и

шкаловая марка при определении

прогибов потолков/ — фиксатор штанги; 2 — репер с

хомутиком для навески марки; 3—

круглый уровень; 4 — навесная

шкаловая марка; 5 — телескопиче-

ская штанга. За раскрытием трещин наблюдают с помощью маяков (рис. 8.9)

из гипса, стекла или металла либо микроскопов, луп и трафаретов. Ширину раскрытия трещин измеряют с помощью: градуирован-

ных луп и микроскопов (МИР-2, МПБ-2) с 2,5—24-кратным увеличе-

нием; целлулоидных или бумажных трафаретов с нанесенными на 325

8.8. Схема измерений деформаций шва С помощью дистан-

ционного прибора

1 — прибор; 2 — деформационный шов; 3 — зрительная труба; 4 — точка центрирования трубы линиями толщиной 0,05—2 мм путем совмещения линий с края-

ми трещины; масштабных линеек при раскрытии трещин более 2 мм

(точность измерений 0,3 мм). При длительных наблюдениях ширину

раскрытия трещин за рассматриваемый период определяют с помо-

щью переносных индикаторов с ценой деления 0,01 мм; штангенцир-

кулем с ценой деления 0,1 мм. Величина раскрытия принимается рав-

ной разности двух измерений расстояния между штырями (репера-

ми) с центрирующим устройством, заделанными в конструкцию по обе

стороны трещины. Глубина трещин определяется: по следу на поверхности керна,

высверленного из тела конструкции по трещине; с помощью стальных

комбинированных щупов; с помощью ультразвуковых приборов (УКБ-1М, УК-ЮП, УЗП-62 и др) в соответствии с РТУ УССР Прочность каменных, бетонных и железобетонных конструкций

(стен, фундаментов, каркасов, перекрытий и т. п.) определяют не-

разрушающими и разрушающими методами. Неразрушающие мето-

ды позволяют определить прочность конструкций без ослабления

сечения при отборе образцов, кернов или проб материалов. К неразру-

шающим методам относятся механические (ударные) и ультразву-

ковые способы. Механическим способом определяют прочность материалов, об-

ладающих определенными пластическими свойствами (бетонов, раст-

воров, силикатных материалов и т. п.). Прочность определяют по ве-

личине отпечатка на поверхности конструкции при ударе с помощью

приборов ударного действия (молотки Фнзделя, Кашкарова, пистолет 32692—62.

10-15А-А в-АБ-БГ\*8.9. Маяжн для наблюдения за раскрытием трещим в стенах н не регородках; — трещина; 2 — м&як гипсовый или из стекла; 3 — металлическая пластин-

ка; 4 — риски; 5 — гвоздьЦНИИСК, склерометры К- М. Шмидта я др.) в соответствии с ГОСТ

22690—88.Ультразвуковой способ используют для определения прочности

хрупких и нехрупких материалов в соответствии с ГОСТ 17624—87

(силикатные камни). Прочность конструкций оценивается по скоро-

сти распространения ультразвука по толщине с помощью ультра-

звуковых приборов УКБ-1М, УК-ЮП, УЗП-62, «Бетон-3М» и др.При использовании разрушающих методов прочность (марка)327

полнотелого и пустотелого глиняного обыкновенного, силикатного

и трепельного кирпича определяют по ГОСТ 8462—85 как средний

результат испытаний при сжатии пяти образцов «двоек» из двух це-

лых кирпичей или их половинок, умноженный на коэффициент 1, 2,

и пяти образцов на изгиб (всего 10 образцов). Для испытания на

сжатие керамических, силикатных, бетонных и природных камней

правильной формы опытные образцы изготавливают из одного камня

или одной его половинки. Прочность (марка) природных камней правильной и непра-

вильной формы, а также мелких и крупных блоков из тяжелого, си-

ликатного, ячеистого бетона и бетонов на пористых заполнителях до-

пускается\* определять испытанием на сжатие образцов-кубов или ци-

линдров, выпиленных или высверленных из камней, целых изделий

или монолита. Предел прочности природных камней, мелких и крупных блоков

из указанных бетонов определяют умножением результатов испыта-

ний образцов-кубов или цилиндров на масштабные коэффициенты

(табл. 8.16). 8.16. Масштабные коэффициенты для определения предела прочности

по данным испытаний образцов Размер ребра куба или

диаметр  $d$  и высота  $h = d$ , мм Коэффициент  
для кубов цилиндров 200 1,05 150 1,01 100 0,95 1,02 70 0,85  
0,91 40—300 0,75 0,81 Эти коэффициенты могут  
использоваться при определении пре-

дела прочности обыкновенного глиняного и  
силикатного кирпича по

данным испытаний кубиков и цилиндров с высотой  
ребра или диа-

метром 40—60 мм. Прочность (марка) раствора кладки  
при сжатии, взятого из

швов, определяют по ГОСТ 5802—86 и СН 290-74 путем  
испытания

на сжатие кубов с ребрами 2—4 см. Кубы изготовлены  
из двух

пластинок раствора, которые взяты из горизонтальных  
швов кладки

или стыков крупнопанельных конструкций, склеенных и  
выравнен-

ных (контактные поверхности) гипсовым раствором  
толщиной 1—

2 мм. Кубы испытывают через сутки после изготовления. Марку рас-

твора определяют как средний результат пяти испытаний, умножен-

ный на коэффициенты, приведенные в табл.

8.17. Плотность бетонов, каменных кладок, облицовок и теплоизоля-328

8.17. Поправочные коэффициенты при измерениях кубиковой

прочности Вид раствора Коэффициент при размере ребра

куба, см<sup>2</sup> з 11 4 Летний Зимний, отвердевший после оттаива-

ния 0,560,460,680,650,80,75 ционных материалов определяют взвешиванием образцов (кубов, ци-

линдров, пластин), отобранных из тела конструкций и высушенных

до постоянного веса. Плотность определяют в соответствии с ГОСТ:

6427—75 и 12730.1—78 (бетоны); 6427—75 (стеновые материалы

и облицовки) и 17177—87 (теплоизоляция). Плотность бетонов ра-

диоизотопным методом (плотномер РПП-1) определяют по ГОСТ

17623—78. Влажность материалов определяют по ГОСТ 12730.2—78 и ГОСТ

17177—87 взвешиванием проб материалов, отобранных из тела кон-

струкций с помощью шлямбуров, высверливания кернов или выре-

зания образцов. Влажность материалов определяют по разности веса

образцов (навесок) в момент отбора и после сушки до постоянного

веса в сушильном шкафу. Распределение влажности по толщине од-

нослойных и многослойных конструкций (стен, перекрытий и т. п.)

определяют путем отбора проб через 5—12 см, но не менее чем

в 5 точках и обязательно на контактах слоев из различных матери-

алов. Распределение температуры по толщине конструкций определя-

ют таким же образом, как и влажность, с помощью термопар, тер-

мощупов, самопишущих потенциометров ЭПП, ПСР и др. или глу-

бинных ртутных термометров с удлиненной ножкой. Водопоглощение и морозостойкость материалов стен и облицо-

вок определяют по ГОСТ 7025—78. При неразрушающих способах положение, сечение, диаметр ар-

матуры, толщину защитного слоя бетона определяют с помощью

электромагнитных (ИСМ, ИМП, ИПА, ИЗС-2, ИЗС-АР) или индук-

ционных (МИ-1, МИП-10, МТ-20Н) приборов в соответствии с ГОСТ

22904-78 и ГОСТ 17625-83. При разрушающем способе толщину защитного слоя бетона, по-

ложение, диаметр и состояние арматуры определяют путем обнаже-

ния арматуры в виде поперечных штраб (борозд), вырубаемых в бе-

тоне, шириной 5—6 см. Для изгибаемых элементов обнажение арма-

туры выполняется у опор и в середине пролета. Диаметр арматуры 329

измеряют штангенциркулем после очистки ее от наслоений бетона. Для определения степени коррозии арматуры штангенциркулем

измеряют толщину слоя коррозии или диаметр неповрежденного се-

чения после удаления продуктов коррозии. 8.5. ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ Техническое состояние конструкций зданий и сооружений оцени-

вают: по несущей способности (предельные состояния первой груп-

пы) с учетом износа, наличия трещин, агрессивности среды и т. п.;

по пригодности к нормальной эксплуатации (предельные состояния

второй группы), исключая возможность появления или раскрытия

трещин и перемещений (прогибов, поворотов, перекосов), промерза-

ния, водо- и воздухопроницаемости, звукопроводности и т. п. Оценка технического состояния каменных, крупноблочных и круп-

нопанельных конструкций по прочности является основным видом

оценки. Несущую способность армированных и неармированных ка-

менных и крупноблочных конструкций определяют с использованием

данных обследований: фактической прочности камня, бетона, раство-

ра, предела текучести арматуры и стальных элементов (балок, заты-

жек, анкерных устройств, закладных деталей) и т. п. При этом необходимо учитывать факторы, снижающие несущую

способность конструкций: наличие трещин и дефектов; уменьшение

расчетного сечения конструкций в результате механических поврежд-

дений, агрессивных и динамических воздействий, размораживания,

пожара, эрозии и коррозии, устройства штраб и отверстий; эксцент-

риситеты, связанные с отклонением стен, столбов, колонн и перегород-

роек от вертикали и выпучиванием из плоскости; нарушение конст-

руктивной связи между стенами, колоннами и перекрытиями при об-

разовании трещин, разрывах связей; смещение балок, перемычек,

плит на опорах. Фактическую несущую способность обследуемой конструкции  $\Phi$

с учетом указанных факторов определяют по формуле  $\Phi = N / N_{\text{стс}} > (8.27)$  где  $N$  — расчетная несущая способность конструкций определяется в соответ-

ствии с указаниями СНиПа без учета понижающих факторов подстановкой

в соответствующие расчетные формулы фактических значений прочности

(марок) материалов, площади сечения кладки, бетона, арматуры и т. п.:

$\gamma_{Стс}$  — коэффициент технического состояния конструкций, учитывающий сни-

жение несущей способности каменных конструкций при наличии дефектов,

трещин, повреждений, при увлажнении материалов и т. п. Коэффициент  $\gamma_{Стс}$  принимается: при наличии дефектов производства работ (отсутствие перевяз-

ки, пустошовка, большая толщина растворных швов) — по табл. 8.18; 330

8.18. Коэффициенты снижения несущей способности неармированной кирпичной кладки  $K_{тс}$  при наличии

дефектов производства работ  
Отсутствие перевязки рядов кладки (тычковых рядов, арматурных сеток, каркасов): в 6—6 рядах (40—45 см) 1,0 в 8—9 рядах (60—65 см) 0,9 в 10—11 рядах (75—80 см) 0,75  
Отсутствие заполнения раствором вертикальных швов (пустошовка) 0,9  
При толщине горизонтальных швов более 2 см (3—4 шва

на 1 м высоты кладки):

при марке раствора шва 75 и более .... 1,0» 25-50 0,9\*  
менее 25 0,8 для стен, столбов, простенков при наличии вертикальных трещин,

возникающих вследствие перегрузки конструкций постоянными, вре-

менными и особыми (случайными) нагрузками (рис. 8.10), исключая

трещины, вызванные действием горизонтальных сил (температурами,

усадкой, осадкой фундаментов и т. п.) — по табл. 8.19; 8.19. Коэффициенты снижения несущей способности Ктс кладки стен,

столбов и простенков, поврежденных вертикальными трещинами

вследствие перегрузки их вертикальной нагрузкой (при стабилизации

деформаций и повреждений) Ктс для кладки |  
Характер повреждения кладки стен, столбов

и простенков неармирован-ной армированной Трещины в  
отдельных камнях 11 Волосные трещины, пересекающие  
не бо-

лее двух рядов кладки, длиной 15—

18 см 0,91 То же, при пересечении не более четырех

рядов кладки длиной до 30—35 см при

числе трещин не более 3 на 1 м ширины

(толщины) стены, столба или простенка 0,75 0,9 То же,  
при пересечении не более восьми

рядов кладки, длиной до 60—65 см при

числе трещин не более 4 м на 1 м ширины (толщины) стены, столба и простенка 0,50,7 То же, при пересечении более восьми рядов кладки, длиной более 60—65 см (расстояние кладки) при числе трещин более четырех на 1 м ширины стен, столбов и простенков 0,5 для кладки опор ферм, балок, перемычек, плит при наличии местных повреждений (трещин, сколов, раздробления, рис. 8.11), возникших под действием вертикальных и горизонтальных сил, — по

табл. 8.20; 331

1\*10008.10. Вертикальные трещины каменных и армокаменных конструкций — длиной 150—180 мм; б — через 250—300 мм длиной 300—350 мм] в — через 200—250 мм длиной 600—650 мм; г — через 150—200 мм длиной более 650 мм

8.11. Повреждение опорных участков пилястр каменных стен при

опирании на них ферм и балок 1 — пилястра; 2 — вертикальные

трещины; 3 — краевое раздробле-

ние и сколы кладки под опорой\*; для стен, столбов, простенков из красного или силикатного кир-

пича при огневом воздействии при пожаре — по табл. 8.21; для увлажненной и насыщенной водой кладки из

силикатного кирпича и камней  $(\gamma_{тс} = 0,85)$ ; для кладки из природных камней правильной формы из извест-

няка и песчаника  $(\gamma_{тс} = 0,8332)$

8.20. Коэффициенты снижения несущей способности  $K_{тс}$  кладки

опор ферм, балок и перемычек, поврежденных трещинами, имеющих

сколы и раздробления  $K_{тс}$  для кладки опор Характер повреждения кладки опор неармированной армированной Местное (краевое) повреждение кладки

на глубину до 2 см (трещины, сколы,

раздробление) или образование верти-

кальных трещин по концам балок, ферм

и перемычек или их подушек длиной до

15—18 см  $0,750,9$  То же, при длине трещин до 30—35 см  $0,50,75$  Краевое повреждение кладки на глуби-

ну более 2 см при образовании по кон-

цам балок, ферм и перемычек вертикаль-

ных и косых трещин длиной более 35 см. При определении несущей способности стен и простенков с вер-

тикальными трещинами, возникшими в результате действия горизон-

тальных растягивающих сил (температурных, осадочных, усадке

и т. п.), коэффициент  $\gamma_{Stc}$  принимается равным единице. При этом

следует учитывать ослабление трещинами расчетного сечения простен-

ков и увеличение продольного изгиба отдельных элементов, выделен-

ных вертикальными трещинами. 8.21. Коэффициенты снижения несущей способности  $K_{ts}$  кладки стен,

простенков и столбов, поврежденных при пожаре. Глубина поврежденной клад-

ки (без учета штукатурки), см.  $K_{ts}$  для стен и простенков

толщиной 38 см и более

при нагреве.  $K_{ts}$  для столбов

при сечении 38 см

и болееодностороннемдвустороннемДо 0,510,950,9До 20,950,90 85До 5-60,90,80,7При наличии трещин в местах пересечения стен или при разрыве

поперечных связей между стенами, колоннами и перекрытиями не

сущую способность и устойчивость стен, столбов, колонн и пилонов

при действии вертикальных и горизонтальных нагрузок определяют

с учетом фактической свободной высоты стен и столбов между сох

ранившимися точками закрепления (связями) стен или столбов по

вертикали.При смещении на опорах прогонов, балок, плит перекрытий и по

крытий проверяют несущую способность стен, столбов и пилястр на

местное смятие и внецентренное сжатие по фактической величине на

грузки, эксцентриситета и площади опирания на кладку.При местных просадках фундаментов или разрушении одного

или нескольких несущих простенков нижнего этажа оставшаяся часть

стены может работать по схеме свода. В этом случае несущую спо

способность сохранившихся простенков или участков стены определяют

с учетом их перегрузки от веса вышележащих над сводом стен и пе-

рекрытий, а также возникающего при этом горизонтального распора. Расчетную площадь сечения конструкций, наружные поверхности

которых повреждены или разрушены в результате размораживания,

коррозии или механического или огневого воздействия, определяют

после расчистки и удаления ручным инструментом поврежденных

слоев. Для целых, неповрежденных трещинами сечений, конструкции

здания подлежат обязательному усилению, если фактическая несущ-

щая способность  $\Phi$ , вычисленная по формуле (8.27) с коэффициентом

том допустимой перегрузки ппг, недостаточна для восприятия факти-

ческой или предполагаемой проектом реконструкции нагрузки  $F$ , т. е

при условии:  $F > \Phi_{\text{пг}}$ , где  $\text{лдг}$  — коэффициент допустимой перегрузки, равный для каменных и бе-

тонных конструкций 1,15; для железобетонных — 1,1. Для конструкций, поврежденных трещинами, применять коэф

фициент Паг не допускается. Состояние и степень повреждения, необходимость усиления ка

менных; крупноблочных и крупнопанельных конструкций определя

ют в зависимости от снижения, %, несущей способности при нали

чи дефектов, трещин и повреждений. 8.22.

Рекомендации по усилению конструкции в зависимости от их состояния  
Повреждение Снижение несущей

способности, % Усиление конструкций Слабое До 15 Требуется при наличии трещин Среднее До 25 Требуется Сильное До 50» Аварийное Св. 50 Возможно при технико-эконо

мическом обосновании при раз

работке конструкций 334

Основные градации состояний, степень повреждений констр

ций и рекомендации по их усилению приводятся в табл. 8 22. При снижении несущей способности конструкций на 15 % и бо

лее при повреждении сечения трещинами, раздроблением и т. п. уси

ление конструкций во всех случаях обязательно независимо от ве-

личины действующей нагрузки. При отсутствии повреждений усиле-

ние каменных конструкций необходимо в случаях, когда величина

нагрузки превосходит их несущую способность (с учетом пониженной

прочности материалов и т. п.).8.6. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ КОНСТРУКЦИЙ Лица, проводящие обследование конструкций зданий, перед на-

чалом работ должны пройти инструктаж по технике безопасности,

знать наиболее опасные места, угрожающие обрушением, а также

насыщенные действующим оборудованием, транспортными средст-

вами, токопроводящими линиями и оборудованием, находящимися

под напряжением, зоны интенсивного выделения тепла, пара, газов.

Инструктаж проводится лицами, ответственными за технику безопас-

ности предприятия или цеха, оформляется документально. За безо-

пасное ведение работ отвечает руководитель организации, выполня

ющей обследование. Перед обследованием конструкций намечается план безопасного

ведения работ как с временным прекращением эксплуатации, так

и без прекращения эксплуатации здания или отдельных его част

ков. План должен предусмотреть мероприятия, исключющие воз

можность внезапного обрушения конструкций, поражения людей га

зом, током, паром, огнем, наезд транспорта и т. п. Лица, выполняющие обследование, должны обеспечиваться спец

одеждой и защитными средствами (касками, очками, накидками, ре

зиновыми сапогами, перчатками, противогазами, респираторами

и т. п.) в соответствии с нормами, а при работе на высоте более

1,5 м — предохранительными поясами. Лица, не имеющие необходи

мой спецодежды или защитных средств, к работе не допускаются. Измерения деформаций конструкций (прогибов, наклонов, выпу

чивания) в опасных и труднодоступных местах, а также при дли-

тельном наблюдении рекомендуется выполнять с помощью дистан-

ционных приборов, позволяющих вести измерения (наблюдения) на

расстоянии без непосредственного контакта с обследуемой конструк-

цией. Места измерения должны иметь хорошее освещение и, в случае

необходимости, ограждение, предотвращающее падение людей с вы-

соты или контакт их с действующим оборудованием и коммуника-

циями. 335

Лестницы, временные подмости и т. п. должны надежно крепить-

ся к конструкциям зданий. Одновременный подъем и спуск по лест-

нице двух и более человек не допускается. При обследовании кон-

струкций с мостового крана не разрешается находиться на мосту

крана при его движении. В зоне источников тока или оборудования,

находящегося под напряжением, разрешается работать только после

их обесточивания. Измерительные приборы, включаемые в сеть, должны быть за-

землены. Места подключения в сеть согласовывают с руководством

обследуемого объекта. При обследовании конструкций в сильно запыленных или задым-

ленных цехах и помещениях должны использоваться защитные оч-

ки, накидки и респираторы, а при наличии агрессивных или токсич-

ных газов — противогазы. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 1. Пособие по проектированию усиления стальных конструкций:

Киев, 1988.— 242 с. 2. Рекомендации по учету влияния дефектов и повреждений на

эксплуатационную пригодность стальных конструкций производствен-

ных зданий. — М., 1987. — 46 с. 3. Повышение долговечности металлических конструкций про-

мышленных зданий / А. И. Кикин, А. А. Васильев, Б. Н. Кошутин

и др. — М.: Стройиздат, 1984. — 197 с. 4. Клевцов В. А. Обследование железобетонных конструкций

с применением неразрушающих методов контроля. — М., 1981. — 89 с. 5. Руководство по определению и оценке прочности бетона в кон-

струкциях зданий и сооружений. — М.: Стройиздат, 1979. — 30 с. 6. Рекомендации по усилению железобетонных конструкций зда-

ний и сооружений реконструируемых предприятий. — Харьков,

1985. — 248 с. ГЛАВА 9. УСИЛЕНИЕ И ЗАМЕНА СТАЛЬНЫХ

КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ 9.1. КОНСТРУКТИВНЫЕ СХЕМЫ УСИЛЕНИЯ Для усиления металлических конструкций зданий и сооружений

применяют сталь, бетон, железобетон, в том числе фибробетон; для

временного усиления может применяться дерево. Конструктивные

схемы усиления приведены в табл. 9.1. Стальные конструкции усиливают: подведением дополнительных

конструкций или элементов; постановкой дополнительных связей — 836

ребер, диафрагм, распорок; увеличением сечений элементов; измене-

нием конструктивной схемы; усилением соединений элементов; уве-

личением пространственной жесткости. Кроме основных, могут при-

меняться способы, которые относятся к «специальным мероприятиям»:

выявление неучтенных запасов прочности; изменение нагрузки, дей-

ствующей на элемент конструкции. Приемы усиления стальных конструкций можно разделить на

две группы: местные и общие. Целесообразность того или иного спо-

соба усиления определяется сравнительным экономическим анализом

(сопоставлением расхода материала, трудоемкости выполнения ра-

бот, общей стоимости, уменьшения количества простоев, надежности,

долговечности и др). Кроме того, при усилении стальных конструк-

ций промышленных зданий и специальных инженерных сооружений

необходимо стремиться к минимуму демонтажных работ, подъему

конструкций целыми блоками, широкому применению заранее заго-

товленных стандартных элементов заводского и полигонного изго-

товления. Деформации конструктивных элементов рекомендуется устранять

без демонтажа (в растянутых элементах) с помощью полиспастов

и других приспособлений, а также с использованием тяговой силы

лебедок и мостовых кранов. Металлические конструкции усиливают с применением железобетона и сталебетона в тех случаях, когда металлические элементы

имеют незначительные повреждения преимущественно в сжатой зоне

и усиление может быть использовано в качестве элемента жесткости.

При этом повышается коррозионная устойчивость металлических конструкций. Для надежного сцепления с бетоном металл очищают от

ржавчины и краски. Если очистить поверхность того или иного элемента в достаточной степени не удастся, сцепление металла с бетоном обеспечиваются приваркой к поверхности элемента стержней диаметром 5—8 мм, заканчивающихся крюками. Форма железобетонных обойм, устраиваемых для усиления

металла с бетоном

металла в достаточной степени не удастся, сцепление металла с бетоном обеспечиваются приваркой к поверхности элемента стержней диаметром 5—8 мм, заканчивающихся крюками. Форма железобетонных обойм, устраиваемых для усиления

металла с бетоном

металла с бетоном

металла с бетоном

таллических конструкций, должна позволять проводить поэлементный

монтаж. Для повышения качества усиления по длине металлического

элемента устанавливают окаймляющие хомуты. В процессе бетониро-

вания необходимо обеспечить хорошее заполнение всего объема

обоймы и защитный слой бетона в соответствии с нормами. При усилении металлических конструкций применяют также без-

опалубочный железобетон. Процесс усиления разделяют на три ста-

дии. Сначала собирают арматуру. Последняя, будучи соединена

сваркой с усиливаемыми металлическими элементами, образует с ни-

ми силовой остов, на который натягивают стальную сетку. Затем

на металлическую сетку методом торкретирования наносят раствор

толщиной не менее 20 мм. После набора прочности армоцементную 22—502337

сосо009.1. Основные конструктивные схемы усиления  
Эскиз конструкции усиления  
Технология усиления  
Повышение устойчивости поясов

из плоскости решетки и в плоско-  
сти решетки, возможность регули-  
рования усилий Введение в усиливаемую кон-  
струкцию предварительно на-  
пряженных шпренгельных эле-  
ментов 1 — усиливаемая колонна; 2 — шпренгельный  
элемент; 3 — натяжное устройство

1—усиливаемая колонна; 2 — элемент усиле-  
ния (телескопическая труба) 1 — усиливаемая подкрановая балка, 2 -  
элемент усиления эле-То же Введение в усиливаемую кон-  
струкцию предварительно на-  
пряженных элементов (труб) Усиление подкрановых  
балок при  
кранах среднего и легкого режи-  
мов работы. Грузоподъемность  
не более 80 т. Повышение несущей  
способности полок Увеличение сечения нижнего и  
верхнего поясов подкрановых  
балок накладками

Продолжение табл. 9 1 Эскиз конструкции  
усиления Область применения Усиление подкрановых  
балок при

кранах легкого, среднего и тяже-

лого режимов работы. Грузоподъ-

емность не ограничена 1 — усиливаемая подкрановая  
балка; 2 — эле

мент усиления Технология усиления Увеличение сечения  
подкрано-

вой балки постановкой допол-

нительного элемента и включе-

ние его в работу

Усиление подкрановых балок при

кранах легкого и среднего режимов

работы. Грузоподъемность кранов

не более 80 т. Увеличение и восста-

новление несущей способности бал-

ки Подведение дополнительной

разгружающей балки но сред-

нему ряду 1 — усиливаемая подкрановая балка; 2 — до-

полнительная разгружающая балка; 3 — дета-

ли усиливаемой балки; 4 — распределительный

элемент Усиление подкрановых балок для

кранов любого режима работы.

Пролет балки 6 м, 18 м Изменение расчетной схемы пу-

тем замыкания шарнирных уз-

лов на опорах. Создание нераз-

резной системы 1 — усиливаемая балка; 2 — элементы  
усиления

(накладки)

Продолжение табл. 9Л Эскиз конструкции

усиления Область применения Технология усиления 1 —  
предварительно напряженная затяжка Усиление  
подкрановых балок при

кранах легкого и среднего режи-

мов работы Грузоподъемность кра-

нов не более 50 т Для балок сред-

него ряда пролетом до 12 м Введение в конструкцию  
под-

крановых балок криволинейных

затяжек. Создание предвари-

тельного напряжения

1 — оттяжка; 2 — талреп/ ^1 — усиливаемая ферма; 2 — элементы усиле

ния решетки; 3 — подкосыУсиление подкрановых балок для

кранов тяжелого режима работы.

Повышение жесткости (без уве

личения грузоподъемности крана)Выгиб балки предварительно

напряженными оттяжкамиУвеличение пространственной

жесткости и несущей способности

элементов фермы в связи с изме

нением крановой нагрузкиУсиление опорных раскосов.

Введение второй системы ре

шетки и подкосоввключение дополнительных элементов

работу  
Происхождение табл. 9 Эскиз конструкции  
усиленияОбласть примененияТехнология  
усиления2|7K|/|1/1\1/1 \1дт\|/1 \1/Б11— А:А

а в|аУвеличение и восстановление несущей

способности верхнего и ниж

него поясов фермВведение дополнительных не

напрягаемых элементов, увели

чение сечения1 — усиливаемая форма; 2 — элемент усилен

ния1 — усиливаемая ферма; 2 — элемент усилен

Уменьшение гибкости элементов.

Увеличение несущей способности

верхнего поясаВведение в систему решетки от

дельных стержней1

1 — усиливаемая ферма; 2 — натяжное уст

ройство; 3 — элементы усиления стоек шпрен

геля; 4 — ось существующего шпренгеля; 5 —

ось элемента усиления11 — усиливаемая ферма; 2 —  
затяжка; 3 — на

тяжное устройствоСПДля транспортных галерей и ферм

покрытия, при наличии свободного

пространства. Восстановление и

повышение несущей способности

поясов, повышение жесткости кон

струкции, возможность регулирО'

вания усилийВосстановление и повышение не

сущей способности поясов ферм и

элементов решетки, повышение

жесткости конструкций, возмож-  
ность регулирования усилий Введение предварительно  
на-  
пряженной шпренгельной за-  
тяжки из высокопрочного мате-  
риала. Создается усилие в за-  
тяжке, равное усилию шпрен-  
гелей. После напряжения  
шпренгель выключается из ра-  
боты Введение предварительно на-  
пряженной затяжки

\* Продолжение табл. 9.1 Эскид конструкции  
усиления Область применения Техчюгия усиления ^ 2  
а-а ^ 11 — усиливаемая ферма; 2 — элемент усиле-  
ния (оттяжка) Восстановление и повышение несущей  
способности всех элементов  
фермы Введение отдельных предвари-  
тельно напряженных оттяжек Восстановление несущей  
способно-  
сти элементов фермы (нижнего по-  
яса элементов решетки); увеличе-

ние несущей способности элемен-  
тов фермы в связи с увеличением  
крановой нагрузки Введение предварительно на-  
пряженной затяжки 1 — усиливаемая ферма; 2 —  
натяжное уст-  
ройство; 3 — затяжка (элемент усиления)!

1 — узел крепления цепи на конце фермы; 2—  
ферма, 3 — шарнирно-стержневая цепь; 4 —  
подвеска; 5 — упорные элементы под узлами  
фермы; 6 — натяжные гайкисо / — деталь конструкции  
усиления; 2 — планки\*

коротыши; 3 — детали развития  
фасонки Восстановление несущей способно-  
сти элементов фермы (нижнего  
пояса элементов решетки); увели-  
чение несущей способности элемен-  
тов фермы в связи с увеличением  
крановой нагрузки Устройство шарнирно-стержне-  
вой цепи по обе стороны фер-  
мы. Приложение к узлам фер-  
мы нагрузки, обратной эксплу-

атационной в виде ряда сосре-  
доточенных сил, число, распо-  
ложение и значение которых  
выбирают заранее и определя-  
ют очертание цепи Увеличение и восстановление несущей способности сварных соединений  
Увеличение длины сварных швов путем введения в конструкцию узла дополнительных деталей Увеличение толщины сварных швов наплавкой

Продолжение табл. 9.1 Эсью конструкции усиления Область применения Технология усиление 1 — деталь усиливаемой конструкции; 2 — существующие заклепки (болты); 3 — дополнительные болты; 4 — дополнительная деталь Увеличение и восстановление несущей способности болтовых соединений Введение в конструкцию узла дополнительных болтов (заклепок) При наличии свободного прост-

ранства. Уменьшение пролета не-

сущих балочных конструкций, раз-

гружение существующих конст-

рукцийПодведение дополнительных

разгружающих конст1рукшш

(колонн)1 — усиливаемая ферма; 2 — подводимая и

разгружающая опора; 3 — элементы усиления

скорлупу заполняют бетонной смесью. Деревянные  
элементы исполь-

зуют для усиления металлических конструкций главным  
образом с

целью повышения устойчивости стальных стержней  
против выпучи-

вания, а также при неотложном (аварийном) и  
временном усилении.9.2. ТЕХНИЧЕСКИЕ И

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫПри усилении стальных  
конструкций промышленных зданий и со-

оружений следует руководствоваться нормативными  
документами:

СНиП 3.03.01—87 (Несущие и ограждающие  
конструкции); «Руко-

водством по усилению элементов конструкций с  
применением свар-

ки» (М.: ЦНИИпроектстальконструкция, 1979); РСН 342—86 «Тех—

нология усиления строительных конструкций на реконструируемых

предприятиях». Для элементов и конструкций усиления следует применять угле—

родистую сталь ВСтЗкп2, ВСтЗпсб, ВСтЗсп5 по ТК 14-1-3023—80

(допускается применять по ГОСТ 19281—73 для фасонного проката

и по ГОСТ 19282—73 для листового проката) и 10Г2С1 по ГОСТ

19282—73. Марку стали следует выбирать в зависимости от степени

ответственности усиливаемых конструкций и условий их эксплуата—

ции в соответствии со СНиП 3.03.01—87. Для элементов усиления следует применять прокатные профили:

сталь угловую по ГОСТ 8509—72 и ГОСТ 8510—72; швеллеры по

ГОСТ 8240—72 балки двутавровые по ГОСТ 8239—72, сталь листо—

вую горячекатаную по ГОСТ 8240—72, балки двутавровые по ГОСТ

8239—72 и ГОСТ 8240—72, балки двутавровые по ГОСТ 8239—72,

сталь листовую горячекатаную по ГОСТ 8240—72, балки двутавро—

вые по ГОСТ 8239—72, сталь листовую горячекатаную, сталь прокат—

ную широкополосную универсальную по ГОСТ 82—70, сталь полосо—

вую по ГОСТ 103—76, сталь горячекатаную (круглую и квадратную),

трубы стальные бесшовные горячекатаные. Для предварительно напряженных конструкций рекомендуется

применять канаты спиральные по ГОСТ 3062—80, 3060—80, ГОСТ

3064—80, канаты двойной свивки по ГОСТ 3066—80, 3067—74,

3068—74, 3081—80, ГОСТ 7669—80, канаты закрытые несущие по

ГОСТ 3090-73, 18900-73, 18901-73, 18902-73, 7675-73, ГОСТ

7676-73. Для болтовых соединений следует применять стальные болты

и гайки, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 1759—82 (грубой, нор—

мальной и повышенной точности) и ГОСТ 22356—77 (высокопроч—

ные). Для фиксации положения усиливающих элементов или грузов

следует применять болты по ГОСТ 16689—70, ГОСТ 15591—70 и гайки

к ним по ГОСТ 15526—70. При ограничении деформаций соединений

следует применять болты повышенной точности по ГОСТ

7005—70 и гайки к ним по ГОСТ 5927—70. В болтовых соединениях,

воспринимающих рабочие нагрузки, следует применять болты повышенной

и нормальной точности по ГОСТ 7798—70 (гайки к ним по

ГОСТ 5915—70), а также высокопрочные болты по ГОСТ 22353—77

(к ним гайки по ГОСТ 22354—77 и шайбы по ГОСТ 22355—77). Марки сталей и алюминиевых сплавов применительно к проек-

тируемым конструкциям усиления выбирают в соответствии со СНиП 3.03.01—87. Для сварки стальных конструкций усиления с пределом текучести

490 МПа следует применять электроды Э-42, Э-42А, Э-46,

Э-46А, Э-50, Э-50Л. Для сварки конструкций с пределом текучести

более 500 МПа — электроды Э-60, Э-70, Э-85. Для снижения массы наплавленного металла рекомендуется при-

менять электроды более высоких марок, чем марки сталей сопрягае-

мых элементов

### 9.3. УСИЛЕНИЕ КОЛОНН

Колонны усиливают без разгрузки, с разгрузкой, с демонтажом

и повторной установкой. Восстановление и усиление колонны без

разгрузки наиболее экономично. Без разгрузки колонны могут быть

ликвидированы следующие повреждения: погнутости решетки, ветвей

и стенки, разрывы стержней соединительной решетки, местные повре-

ждения металла ветвей, нарушение соединений и др. Частичная или

полная разгрузка усиливаемой колонны производится при больших

деформациях основных элементов (ветвей) колонны, вызвавших ис-

кривление ее оси. Из всех элементов стальных конструкций сжатые стержни не

только чаще всего требуют усиления, но и наиболее трудно подда-

ются усилению под нагрузкой. Усиление ненапрягаемыми элементами (традиционный способ)

может быть использовано в двух случаях: 1) временная нагрузка со-

ставляет более 40 % полной и в период усиления отсутствует по

причинам, не связанным с уменьшением выпуска продукции или пол-

ной остановкой производства; 2) установка предварительно напря-

женных элементов усиления конструктивно не осуществима. В этих

случаях необходимо с целью уменьшения сварочных напряжений

анализировать возможность ограничения применения сварки или

влияния этил напряжений на деформации колонн. Для усиления стоек или колонн одноэтажных промышленных

зданий или сооружений изменяют их конструктивную схему, либо

увеличивают сечения. Первый способ — один из простейших, основан

на введении в конструктивную схему отдельной подкрановой ветви,

которая, не нарушая целостности ослабленной старой части колонн, 350

позволяет увеличить крановые нагрузки. Этот способ, не требующий

демонтажа старой конструкции, рекомендуется в том случае, если

сложно и нерационально увеличивать сечение старой колонны, или

использовать другие приемы усиления. В ряде случаев можно ограничиться усилением только башмака

колонны путем наращивания ребер с последующим бетонированием

этой конструкции. При этом для лучшего сцепления с бетоном ре-

комендуется ставить хомуты, пропуская их через просверленные от-

верстия, что обеспечивает монолитное соединение башмака с фунда-

ментом. Если нагрузка на колонну увеличивается, то башмаки

колонн усиливают на сварке (при одновременном увеличении разме-

ров опорной плиты) приваркой дополнительных элементов к плите

в установкой дополнительных ребер. Если колонна имеет значительные деформации, не препятству-

ющие, однако, ее нормальной эксплуатации, но которые со временем

(или после увеличения нагрузки) могут развиваться, то ее усилива-

ют с помощью дополнительной решетки. При усилении клепаных колонн составного сечения во избежа-

ние срубания большого числа старых заклепок элементы усиления

несколько отодвигают, соединяя их с элементами клепаной колон-

ны через прокладку, а промежутки заливают цементным раствором.

Если в колонне имеется свободное пространство, элементы усиления

располагают внутри колонны, присоединяя их с помощью накладок. Схему усиления колонн выбирают с учетом конкретных усло-

вий, состояния усиливаемой конструкции, причин, вызвавших уси-

ление, а также экономических соображений. Усиленные конструкции

не должны влиять на габариты помещений и изменять уровень по-

ла, особенно в помещениях с малой высотой этажа, имеющих мест-

ный напольный транспорт. При недостаточной устойчивости колонны относительно осей

$x-x$  или  $y-y$  сечения увеличивают по схемам а, б, з (рис. 9.1). Если

ли колонны не устойчивы относительно обеих осей, сечение увеличивают

по схемам в, г. При усилении по схеме д сечение приходится

увеличивать со стороны заклепок. При усилении центрально сжатых

колонн (рис. 9.1, е) нужно снимать поперечные ребра жесткости.

При хорошей свариваемости стали клепаных колонн их можно усилить

по схеме ж. Недостаток такого способа усиления колонн или стоек — необ-

ходимость их частичной разгрузки на время усиления ввиду доп-

лнительного изгиба в результате влияния сварки. Кроме того, нали-

чие остаточных сварочных напряжений приводит в ряде случаев

к дополнительным деформациям и преждевременной потере несущей

способности. Для предотвращения этих недостатков в качестве уси-

ливающих элементов следует использовать  
предварительно напря-351

S) s/\*; rГП) r "iЫ\*)e) ж) з) Li=±J U ifTTi < i 19.1. Схемы  
усиления колонн одноэтажных зданий увеличением  
сечений

а—г — сварных сплошного сечения; д—ж — клепаных, з  
— сквозных; /, 2 —

новое и старое сечения жёсткие (сжатые) осевым  
усилием элементы, например, из жестких

профилей. При выборе схемы усиления решетчатых  
колонн предпочтение

следует отдать тем, которые обеспечивают  
минимальный эксцентриситет

продольной силы после усиления. При  
несимметричных сечениях схема усиления должна  
обеспечивать

минимальное смещение центра тяжести  
усиленного сечения

от линий действия сжимающего усилия. При усилении  
внецентрен-

но сжатых и сжато-изогнутых стержней следует  
применять более ра-

циональную несимметричную схему усиления со  
смещением центра

тяжести сечения в сторону начального эксцентриситета  
и обеспече-

нием минимального эксцентриситета усиленной колонны. Внецентренно сжатые колонны промышленных зданий при нали-

чи моментов как положительного, так и отрицательного знаков при

больших значениях продольных сил усиливают по симметричной схе-

ме. Если преобладают моменты одного знака, применяют несиммет-

ричное усиление. В первом случае усиление не связано с дополни-

тельными деформациями элементов от их прижатия; во втором

случае прижатие элементов усиления к основному стержню с помо-

щью стяжных устройств (струбцин, стяжек и др.) обуславливает их

взгибные деформации. Возникающий при этом обратный выгиб ос-

новного стержня может быть существенным разгружающим факто-

ром. Поэтому гибкие стержни целесообразно усиливать элементами

из труб или других жестких профилей. Усиления по схемам, приведенным на рис. 9.2, начинают с час-352

о)S)O> C1кШгеяL -IэаЛО'Q.■J—LФ0.2. Усиление стоек в колонн многоэтажных зданий я сооружений увеличени-  
ем сечений

а —• сварных; б — на болтахтичной разгрузки стоек или колонн, чтобы напряжение в них не при-

вышало 40 % расчетного сопротивления старого металла. Указан-

ные способы усиления требуют применения большого объема сва-

рочных работ на месте усиления, что вызывает остановки производ-

ственного процесса.Усиление колонн путем увеличения сечений дополнительными не-

напрягаемыми элементами, повышающими несущую способность

усиливаемых конструкций, должно выполняться в такой технологи-

ческой последовательности: колонну освобождают от коммуника-

ций и элементы усиления укладывают в рабочей зоне, при наличии

троллей мостового крана их отключают в пределах рабочей зоны;

устанавливают монтажные приспособления (лестницы, площадки, от-

водные блоки и др.); закрепляют в доступных местах выше усиления

ваемой конструкции монтажные блоки и устанавливают электроле

бедки; снижают действующие на колонну нагрузки, установив раз

гружающие стойки так, чтобы расчетное нагружение в ветвях ко

лонн не превышало 40 % расчетного сопротивления усиливаемого

металла; для выверки и временного крепления элементов усиления

к усиливаемой колонне приваривают фиксаторы с шагом 600—23-502353

1000 мм; устанавливают элементы усиления в проектное положение,

совмещая отверстия в усиливаемой ветви и в элементе усиления фик

саторами, и временно закрепляют их с помощью клиньев После вре

менного закрепления элементов усиления необходимо расстроповать

и окончательно закрепить усиливаемые детали. Элементы усиления присоединяют преимущественно с помощью

сварки, так что следует учитывать значение остаточного прогиба

элемента в результате сварки. Направление остаточного сварочного

прогиба противоположно направлению прогиба элемента непосред-

ственно в процессе сварки. Поэтому в тот или иной период свароч-

ный прогиб для стержней, усиливаемых под нагрузкой, следует счи-

тать нагружающим фактором. С целью уменьшения влияния сварочного прогиба после полно-

го окончания сборки элементов на струбцинах в местах их уста-

новки вначале следует осуществить точечную приварку элементов

и лишь затем приступить к наложению основных швов. Такой поря-

док обеспечивает вовлечение элементов усиления в совместную с ос-

новным стержнем работу на изгиб при малом разогреве основного

стержня и сводит к минимуму сварочные деформации. Окончатель-

но элементы усиления приваривают сплошными или прерывистыми

шпоночными швами. Катет сварного шва принимают минимальным, шаг швов — не

более 40 радиусов инерции поперечного сечения основного стержня

(при действии усилия сжатия) и 80 радиусов инерции (при дейст→

вии усилия растяжения). Сварку производят от краев к середине—

обратноступенчатым способом. На следующем этапе следует окончательно закрепить усиливаю→

щие детали, покрыть антикоррозионным составом неокрашенные

части усиленной колонны и элементов усиления, включить в работу

элементы усиления путем демонтажа разгружающих стоек, снять

блоки, разобрать монтажные приспособления и убрать электроле→

бедки. Для выполнения этих работ рекомендуется комплект механиз→

мов и приспособлений, приведенный в табл. 9.2. Усиление колонн под нагрузкой наиболее эффективно увеличе→

нием сечений с предварительным напряжением усиливающих эле→

ментов. Предварительное напряжение позволяет усиливать без час→

точного снятия нагрузки даже значительно перегруженные конст→

рукции. Работа колонн, усиленных предварительно напряженными

элементами, намного улучшается. Усиление под полной эксплуатационной нагрузкой с помощью

предварительного напряжения позволяет проводить СМР по усиле→

нию без остановки производственных процессов в цехах и сооруже→

ниях. Технология усиления сжатых стержней предварительно напря-354

9.2. Комплект механизмов и приспособлений для усиления колонн Механизм или приспособ→

ление Главный параметр Назначение Ручной пескоструй→

ный беспыльный ап→

парат ПБА-1-65

Электрическая шлифо→

вальная машина И-38

Электрическая свер→

ильная машина ИЭ-

1009АЛебедка электричес-  
кая ТЛ-1Сварочный трансфор-  
матор ТА-300Электродержатель для  
ручной дуговой свар-  
киЩиток защитный для  
электросварщика  
Г а йковерт электри-  
ческий ИЭ-3106Строп двухветвевой  
рабочий чертежЦНИИОМТП №  
3484.09—15

Приставная  
лестница293,33,92501370,40,483,236Производитель-  
ность 2 м<sup>2</sup>/чЧастота вращения,  
750 мин-1  
Диаметр сверления  
9 ммТяговое  
50000 Н  
Сила тока  
30—395 АусилиеГабариты  
220X300X150 мм

Частота вращения

960 мин-1Грузоподъемность

5 т177Подготовка поверхности\*Удаление ржавчины, окалины

Сверление отверстий

Подъем конструкций на высоту

Электросварка

металлических конструкций

То жеЗаворачивание

резьбовых соединений

Монтаж элементов

усиления жесткими элементами проста. Элементы усиления устанавливают

в проектное положение рядом с колонной с таким расчетом, чтобы

обеспечить возможность их свободного взаимного смещения. Торцы

элементов усиления заклинивают плотно между ригелями (рис.9.3,а). В местах концевых креплений элементов усиления, где они

не примыкают к ригелям, предусматривают соединения через опор-

ные столики (рис. 9.3,6), которые приваривают в проектном поло-

жении к усиливаемым стойкам колонн только после разгрузки по-

следних. Разгрузку производят с помощью универсального инвентар-

ного напрягаемого элемента, например, с помощью телескопической

стойки, устанавливаемой с плотным заклиниванием по торцам рядом

с элементом усиления. Напрягающее действие такого элемента про-

ще всего осуществить путем нагрева или поддомкрачиванием. При-

варивают концевые (опорные) участки элементов усиления. Произ-

водят предварительные напряжения элементов усиления в проект-

ном положении или отпуск усилия их предварительного напряжения, 23\*355

9.3. Усиленные колонны с предвари-

тельно напряженными элементами — усиление конструкции с жест-

ким ригелем; б — усиление стой

ки; / — элемент усиления; 2 — уси

ливаемая колонна; 3 — клинья с

прокладками; 4 — опорный столик

но напряженными телескопически

ми элементами

с — трубы с приваренным башма

ком; б — телескопические трубы в

проектном положении; /, 2 — внут

ренняя и наружные трубы; 3—баш

мак; 4 — колонна; 5 — хомут; б —

кольцевой шов; 7 — клинья если они были установлены в  
проектное положение предварительно

напряженными. В первом случае приваривают только  
один опорный

участок каждого из элементов усиления. Устойчивость  
напрягаемых

элементов крепления до наложения связующих швов  
обеспечивает

ся стяжными хомутами, которые снимают после  
наложения связу

ющих швов. Технология усиления колонн  
предварительно напряженными те-

лескопическими трубами, заряженными термическим  
способом,

состоит в следующем. Усиливающий элемент собирают  
из двух теле-

скопически соединенных труб (рис. 9.4,а). Внутреннюю  
трубу сво-

бодно вводят в наружную и с нижнего торца обе трубы  
приварива-

ют к общему фланцу, выполняющему роль башмака.  
Затем телеско-

пическую трубу заряжают, нагревая наружную трубу, и  
удлиняют

ее до расчетной величины. После этого свободный  
верхний торец

наружной трубы приваривают к оголовку внутренней  
трубы с под-

держанием температуры нагрева наружной трубы до  
момента пол-

ного остывания сварных швов. При прекращении  
нагрева наружная

труба растягивается, так как по концам закреплена к  
внутренней

трубе. В свою очередь, внутренняя труба за счет этого  
сжимается

с усилием, равным усилию растяжения наружной. После остывания

до температуры окружающего воздуха предварительно нагружен—

ный таким образом элемент упирают в ригель и подклинивают, а по

высоте крепят к усиливаемой колонне хомутами (рис. 9.4,6). Затем

наружную трубу разрезают по окружности. При этом внутренняя

труба освобождается от наружной как от затяжки, удлиняется и вос-356

#### 9.5. Усиление и разгрузка колонн

предварительно напряженными

элементами/ — горизонтальные тяги; 2 — дом\*

крат и винтовое устройство; 3—тра-

версы, 4—элементы усиления (рас—

порки); 5 — усиливаемая колонна;

6 — опорные уголкиУ'й\*//19.6 Предварительное напряжение

элементов усиления с помощью

инвентарных шггренгелеИ/ — элемент усиления; 2 — ширен\*

гельная тяга. 1 — винтовое уст-

ройство принимает на себя часть нагрузки, действующей на колонну. После

этого разрез наружной трубы заваривают, включая ее таким обра-

зом в совместную работу с внутренней трубой. При изготовлении преднапряженных телескопических труб сле-

дует обращать внимание на то, чтобы внутренняя труба входила

в наружную свободно, но с минимальным зазором. Такие трубы мож-

но использовать для усиления под полной эксплуатационной нагрузк-

ой как центрально, так и внецентренно сжатых колонн. При уси-

лении последних необходимо устанавливать телескопические трубы

в сторону эксцентриситета. При усилении центрально сжатых колонн

телескопические трубы следует размещать симметрично. Если предварительно напряженные телескопические трубы уста-

навливают внутри решетчатых колонн, их изготавливают звеньями,

чтобы каждое звено свободно входило внутрь  
решетчатой колонны.357

После установки в проектное положение и  
прикрепления звенья свя-

зывают в торцах. Затем в местах соединения с плитой  
башмака теле-

скопические трубы плотно заклинивают, и между  
верхней и нижней

прокладками устанавливают клинья. Верхняя  
прокладка плотно

и равномерно должна прилегать к торцу  
телескопической трубы,

а нижняя — к дополнительной плите, усиливающей  
плиту башмака.

После плотной забивки клинья тщательно заваривают  
между про-

кладками, но с таким расчетом, чтобы не ослабить  
обжатие элемен-

та усиления. Это достигается определенным порядком  
заварки клиньев:

от середины к краям. Затем каждое из наружных  
звеньев теле-

скопических труб разрезают на расстоянии 100 мм от  
одного из тор-

цов. Между разрезаемым звеном и тонкостенной  
наружной трубой

должен выдерживаться зазор 4—5 мм. Для уменьшения свободной

длины внутренней трубы посередине или на расстоянии одной трети

в зазор вставляют кольца. Наружные трубы разрезают одновременно двумя газовыми ре-

заками — симметричными последовательными подрезами в порядке,

обеспечивающем плавную передачу усилий внутренней (сжатой)

трубы на усиливаемую колонну. Предварительное напряжение телескопических труб вторым спо-

собом — силовым возможно в том случае, когда имеются гидравли-

ческие домкраты грузоподъемностью 100—200 т. При натяжении на-

ружной трубы и одновременном сжатии внутренней трубы нижний

торец цилиндра домкрата опирается на внутреннюю трубу, а верх-

ний торец поршня домкрата упирается в траверсу, к которой при-

креплены тяги, соединяющие ее с ближним концом наружной тру-

бы. После натяжения последнюю приваривают к внутренней по кру-

гу в торце. Этим способом напрягают телескопические трубы

усилием 100—150 тс. Усиление колонн осуществляется также с помощью жестких

предварительно напряженных распорок (рис. 9.5), которыми можно

выполнять и разгрузку колонн. Для этого вначале устанавливают

опорные уголки, а затем элементы усиления в виде распорок, ко-

торые стягивают при помощи горизонтальных тяг. В качестве раз-

гружающих элементов колонн можно использовать предварительно

напряженные элементы усиления в виде шпренгельных тяг. При этом

предварительное напряжение (сжатие) элементов усиления ведут

в проектном положении с помощью инвентарных шпренгелей (рис.

9.6). Преимущество таких устройств: выигрыш в силе, а также воз-

можность простого и достаточно точного контроля и последующего

фиксирования. Концы тяг таких шпренгелей лучше выполнять в ви-

де крюков или петель, что обеспечивает простоту и надежность их

заанкеривания и удобство снятия, 358

Напряжение в элементе усиления контролируют замерами (тен-

зодатчиками) или косвенным путем, например, по изменению стрел

ки прогиба шпренгелей. 9.4. УСИЛЕНИЕ БАЛОК И ДРУГИХ

ПРОЛЕТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ Балки и фермы различного назначения и формы — наиболее от

ветственные конструкции с многообразными причинами замены или

усиления отдельных элементов. Ниже приведены методы усиления

без искусственного регулирования напряженного состояния. Балки однопролетные разрезные двутавровые (подкрановые, ба

лочных клеток, конвейерных галерей и т. д.). Увеличение сечения поясов применяют при недостаточной несущей способности балки. Если элемент усиления на

конструкцию ус

танавливают без включения в работу балки, то элемент усиления,

присоединенный к поясу, практически не включается в работу бал

ки Он включается в работу лишь по мере увеличения эксплуатации

онной нагрузки после установки и закрепления элемента усиления

или по мере физического износа элементов самой балки. Такой ме

тод усиления — наименее эффективный, рекомендуется при невоз

можности применения других способов или при невозможности вме

шательства в работу самой балки.Элементы усиления присоединяют к поясам балки вначале на

монтажных болтах, для чего в элементах усиления при изготовлении

предусматривают специальные монтажные отверстия. Соответству

ющие им отверстия в усиливаемой конструкции образуют сверлени

ем после предварительной проверки несущей способности балки с уче

том ослабления ее сечения этими отверстиями.При невозможности сверления отверстий элементы усиления

предварительно закрепляют с помощью струбцин или специально за

проектированных приспособлений, обеспечивающих требуемую плот-

ность соединения перед наложением сварных швов. Более эффективен метод усиления поясов балок путем увели-

чения их сечения при предварительной разгрузке илц обратном вы-

гибе балки. При этом степень разгрузки или величина обратного вы-

гиба до наложения постоянного соединения между существующим

поясом и элементом усиления необходимо контролировать не менее

чем двумя способами. Например, при разгрузке балки контролиру-

ют величину снимаемой нагрузки (путем взвешивания или замера

объема) и соответствующие этому разгрузению деформации (про-

гибомерами или индикаторами). При создании обратного выгиба

контролируют величину деформации балки в определенной точке

и соответствующие этой деформации усилия (в той же точке). Для 359

создания обратного выгиба используют специальные стойки, на ого-

ловки которых устанавливают гидравлические или винтовые дом-

краты. Можно применять клиновые устройства. При таком методе элементы усиления должны устанавливаться

на поясе и предварительно к ним крепиться до установки силового

оборудования, создающего обратный выгиб. Элементы крепления ба-

лок к опорам должны быть проверены на восприятие создаваемых

при обратном выгибе реакций и при необходимости усилены путем

замены или увеличение числа болтов либо усиления сварных швов. Для подъема элементов усиления к месту установки использу-

ют лебедки соответствующей грузоподъемности и системы отводных

блоков. Блоки лебедки не должны препятствовать технологическому

процессу. Лебедки рекомендуется располагать у колонн под подкра-

новыми балками, а отводные блоки крепить к колоннам, балкам или

другим пролетным конструкциям так, чтобы канаты проходили вдоль

поясов этих элементов (см. рис. 9.7). Рабочие располагаются в мон-

тажных люльках, на навесных подмостях или передвижных средст-

вах подмащивания. В качестве монтажного механизма могут также использоваться

легкие крышевые краны, устанавливаемые на крыше или перекры-

тиях здания. Тогда для пропуска канатов и осуществления связей

между монтажниками необходимо устраивать специальные отвер-

ствия в плитах покрытий, перекрытий или стенового ограждения. Увеличение сечения стенки балки проводят при недостаточной

несущей способности на устойчивость отдельных отсеков стенки ба-

лок и реже — при недостаточной несущей способности на прочность.

Как правило, сечение стенки необходимо увеличивать при отсутствии

деформаций. При наличии их более целесообразна замена балок на

новые, т. к. исправление деформаций — очень сложный и трудоем-

кий процесс, требующий снятия внешней нагрузки. При наличии вер-

тикальных и горизонтальных ребер жесткости размер элементов

усиления должен соответствовать размерам отсеков балок таким об-

разом, чтобы при их установке между существующими швами и шва-

ми, прикрепляющими элемент усиления, расстояние было равно  $b/—$

20 мм, но не более 80 мм ( $/$  — фактическая толщина стенки). Для подъема и установки элемента усиления к его наружной

границы несколько выше центра тяжести приваривают монтажную

петлю. Подъем и установку осуществляют с помощью механизмов

и приспособлений, описанных выше. Для установки элемента усилен-

ия в проектное положение и его фиксации перед наложением свар-

ных швов применяют специальные струбцины, закрепляемые за по-

яса или ребра жесткости и имеющие устройства (горизонтальные

болты) для прижима элемента к стенке балки. Для одновременного усиления стенки и поясов устанавливают 360

/9.7. Sr си пение балок дополнитель-

ными ненапрягаемыми элементами/ — усиливаемая балка; 2 — отвод-

ной блок; 3 — кронштейн; 4—стра-

ховочный канат; 5 — лебедка; 6 —

элемент усиления; 7 — настил; Я—

элементы ограждения наклонные панели у верхнего пояса подкрановых балок. Предвари-

тельно обрезают ребра жесткости в соответствии с геометрией па-

нели. Для заводки панели в проектное положение к ребрам предва-

рительно крепят специальные направляющие — ловители, обеспечи-

вающие установку панели без дополнительных операций. Постановку дополнительных вертикальных и горизонтальных ре-

бер жесткости применяют при потере несущей способности из-за по-

тери местной устойчивости стенки балки. Ребра жесткости должны

устанавливаться до появления деформаций в стенке, после предва-

рительной разметки места их установки и снятия временной нагруз-

ки. Временное их крепление вызывает значительные трудности; по-

этому применяют уголки с отверстиями, а соответствующие им ог-36)

верстия в стенке образуют после разметки по месту. Используют

монтажные механизмы, описанные выше. Приваривают ребра

жесткости одновременно с двух сторон два сварщика, продольные

ребра сначала приваривают к поперечным, а затем к стенке балки. Установку дополнительной промежуточной опоры осуществляют

для уменьшения пролета усиливаемой конструкции. В качестве до-

полнительной опоры применяют металлические стойки из прокатных

профилей. Установка такой опоры требует устройства дополнитель-

ного фундамента. В конструкции дополнительной опоры должны

предусматриваться специальные устройства, обеспечивающие включе-

ние опоры в работу. Они могут располагаться как на оголовке, так

и на базе, и в стержне дополнительной опоры. При включении допол-

нительной опоры ведут инструментальный контроль за напряжени-

ем и деформированным состоянием усиливаемой конструкции и до-

полнительной опоры. Специальному контролю подвергают работу

узла примыкания дополнительной стойки к усиливаемой конструк-

ции (чаще всего — к нижнему поясу, реже — к верхнему). Для обеспечения заводки дополнительной стойки под усиливае-

мую конструкцию предусматривают технический зазор между ого-

ловками опоры и выступающей деталью опорного узла усиливаемой

конструкции 50—60 мм. Конструкция дополнительной опоры дол-

жны предусматривать возможность компенсации этого зазора. Грузоподъемность устройства для включения дополнительной

опоры должна соответствовать величине опорной реакции, возника-

ющей в опоре при ее включении в работу. Дополнительную опору устанавливают с помощью лебедок и от-

водных блоков, а также грузоподъемных механизмов, габариты ко-

торых позволяют размещать их в цехе (автомобильные и железно-

дорожные краны, телескопические устройства и т. д.). Установку дополнительных балок под или над усиливаемой бал-

кой проводят при невозможности установки дополнительной проме-

жуточной опоры и при наличии опор для балки усиления. Как пра-

вило, балку усиления располагают параллельно усиливаемой балке,

и тогда опорами для первой являются существующие колонны, на

которые приваривают дополнительные опорные столики. Между ука-

занными балками с помощью болтов или клиновых устройств созда-

ется распор, обеспечивающий разгрузку существующей балки и вклю-

чение в работу балки усиления. Создаваемая величина распора кон-

тролируется с помощью приборов не менее чем двумя способами. Перпендикулярное расположение балок усиления применяют при

усилении перекрытий, когда конструкции усиления могут опираться

на главные балки или другие вертикальные опоры. Особое внимание

уделяют узлам опирания балок усиления и напряженному состоянию

конструкций, на которые они опираются. 862

Стропильные и подстропильные однопролетные разрезные фермы Увеличение сечения поясов и элементов решетки ферм чаще все-

го проводят без их включения в работу. Однако следует всегда пре-

дусматривать максимальное снижение нагрузки (временной и посто-

янной) на период работ по усилению. Для установки в проектное

положение элементов усиления применяют комплекты устройств,

обеспечивающих их установку и временное закрепление. Поддержи→

вающие приспособления располагают на усиливаемых или других

конструкциях, на них опирают элементы усиления, которые после

разметки осей на усиливаемых элементах с помощью горизонталь→

ных болтов прижимают к усиливаемым элементам. Эти приспособл→

ления снимают после наложения прихваток. При использовании этих

приспособлений монтажные отверстия могут отсутствовать. При от→

сутствии специальных приспособлений наличие монтажных отвер→

стей в элементах усиления обязательно. Соответствующие им отвер→

ствия в усиливаемых элементах сверлят после разметки по месту с по→

мощью электрических сверлильных машинок. Рабочие располагаются на навесных подмостях или телескопи→

ческих передвижных вышках. В качестве грузоподъемных механиз→

мов чаще всего применяют монтажные лебедки и систему отводных

блоков. В связи с тем, что при таких методах усиления элементы

поступают с завода и монтируются в виде отдельных отправочных

марок (укрупнение применять практически невозможно), в качестве

грузоподъемных механизмов могут применяться телескопические

вышки, установленные на автомобилях или специальных тележках. Элементы усиления устанавливают после предварительной раз-

грузки ферм или при минимальном значении временных нагрузок

(при отсутствии снега, пыли на кровле, тихой безветренной погоде,

остановленных мостовых кранах и т. д.). Конструкции усиления наводят в проектное положение с помо-

щью оттяжек из пеньковых или капроновых канатов. При этом за-

прещается принудительная подгонка конструкций усиления, связан-

ная с совмещением отверстий, ликвидацией зазоров и т. д. Для

строповки элементов усиления предусматривают специальные петли,

захваты и т. д., которые не мешают плотно прижимать их к уси-

ваемым деталям. До расстроповки элементы усиления надежно

закрепляют прихватками, болтами и т. д. Швы сваривают по всей дли-

не усиливаемых деталей, причем вначале выполняют швы элемен-

тов нижнего пояса, затем решетки и в последнюю очередь завари-

вают швы верхнего пояса. При сварке соблюдают следующий порядок и направление вы-

полнения сварных швов. Вначале накладывают расчетные швы по

концам детали в направлении от ее торца к середине, а затем тон-363

У 3 XXXXXX^ XXX XXX 2 4 ^В-6^ 6 д ХХХУХХХХ  
“5Г5С\*xxx?\*xxxxчхк \_ ^ .• ХХХХХХУ У 7 ^9.8. Порядок наложения швов на уголках при установке дополнительных элементов такие сплошные швы по всей длине усиливаемого элемента от середи-

ны к краям. Для элементов из уголков наложение швов начинают

со стороны пера уголка — от края фасонки. Затем переходят к на-

ложению шва второго парного уголка с обратной стороны той же

фасонки, накладывают швы по перу уголка с противоположного

конца элемента у второй фасонки. После этого переходят к наложе-

нию шва по обушку уголков в той же последовательности (рис. 9.8)

Фермы конвейерных галерей (переходов, мостов и т. д.) усили-

вают с помощью оборудования и приспособлений, в состав которых

входят салазки, люльки, лебедки и системы перемещения (рис. 9.9).364

СО05сл9.9. Усиление конструкций

конвейерной галереи допол-

нительными элементами

1 — люльки; 2 — усиливае-

мые элементы; 3 — отвод-

ной блок; 4 — двухветвевой

строп; 5 — съемная связь;

6 — направляющие; 7 — ка-

нат лебечки-я—консоль; 9 — балка

В конструкцию салазок входят съемные ригели, связи, переходные

настилы и т. д. Салазки с установленными на их консолях строитель-

ными люльками перемещают при помощи лебедок и отводных бло-

ков Лебедки устанавливают на землю либо на перекрытия примы-

кающих зданий и галерей. Салазки перемещают по направляющим швеллерам, которые

крепят к несущим элементам покрытия. Удерживающий салазки ка-

нат соединяют двухветвевым стропом с проушинами салазок. Для

усиления горизонтальных связей нижнего пояса и устройства анти-

коррозионного покрытия устраивают переходной настил, который за-

крепляет на днище строительных люлек, обеспечивая геометричес-

кую неизменяемость системы с помощью крестовых связей. Установку дополнительных шпренгелей, раскосов и стоек приме-

няют для сокращения расчетной длины элементов в плоскости ферм

мы или из ее плоскости. Детали усиления поступают на монтаж

ную площадку в виде отдельных отправочных элементов, и перед

установкой их укрупняют в монтажные блоки. На усиливаемой кон

струкции наносят оси элементов усиления. Перед установкой элемен

тов усиления фермы предварительно разгружают фасонки шпренгел

ей и стойки соединяют с усиливаемыми элементами сваркой.

Временное крепление производят с помощью монтажных болтов. От

верстия в элементах усиливаемой конструкции сверлят по месту пос

ле разметки электрическими сверлильными машинками. Для компен

сации возможных неточностей в размерах усиливаемой конструкции

в элементах усиления предусматривают эллиптические отверстия. Замену отдельных элементов решетки и поясов производят в тех

случаях, когда их несущая способность недостаточна или они значи-

тельно повреждены при удовлетворительной несущей способности

остальных элементов конструкции. Технология этого процесса предус-

матривает строгий контроль за напряженным и деформированным

состоянием как заменяемого элемента, так и всей конструкции. Пе-

ред выполнением процесса временно усиливают те элементы, в ко-

торых увеличиваются усилия или меняется знак (растянутый элемент

начинает воспринимать сжимающие усилия) отдельных узлов и кре-

плений. Параллельно с этим монтируют временные опоры и устанав-

ливают силовое оборудование, обеспечивающее выключение заменяе-

мого элемента из работы. В процессе выключения элемента из рабо-

ты строго контролируют его напряженное состояние не менее чем

двумя способами. Расхождения в показаниях приборов В обоих слу-

чаях не должны превышать 5%. При больших расхождениях необ-

ходимо провести повторную загрузку элемента и его выключение,

проверить исправность всех показаний приборов и приспособлений.

После разгрузки заменяемого элемента (по показаниям приборов)

производят его срезку, при этом вначале с помощью кислородной

резки перерезают элемент у края фасонки, наблюдая за отсутствием

деформаций в зоне реза. После удаления заменяемого элемента за-

чищают места крепления нового элемента, устанавливают его, выве-

ряют и постоянно закрепляют. После установки на вновь смонти-

рованный элемент контрольных приборов его включают в несколько

этапов, на каждом из них контролируя напряжения в новом эле-

менте, деформации конструкции в целом и состояние вновь заварен-

ных (варных швов. При обнаружении каких-либо отклонений от рас-

четных значений или нарушений в сварных швах  
элемент выключает

ют из работы и устраняют дефекты и нарушения. В  
качестве силового оборудования применяют  
гидравлические

домкраты соответствующей грузоподъемности, клинья,  
реже — винт

товые домкраты. Силовое оборудование опирают на  
временные опоры

ры или мостовые краны. Усиление узлов и соединений  
сопутствует процессу увеличения

сечения элементов ферм. Усиление может  
осуществляться болтами,

заклепками и сваркой. Перед усилением соединений  
разгружают уси-

ливаемую конструкцию. Отверстия под болты  
выполняют сверлени-

ем на полный диаметр, соответствующий диаметру  
болтов повышен-

ной точности. При применении высокопрочных болтов  
диаметр

отверстий может быть больше диаметра болтов на 3  
мм. При этом не-

обходимо тщательно очистить соприкасающиеся  
поверхности вновь

устанавливаемых деталей и соответствующие им места на узлах су→

ществующих конструкций. Зачистку производят ручными или меха→

ническими щетками, реже — растворами кислот. Высокопрочные

болты устанавливают не позднее чем через 3 сут после очистки

и сборки пакета деталей. Затяжку болтов ведут от центра стыка к краям равномерно

и повторяют не менее двух раз. Плотность пакета проверяют щупом

толщиной 0,3 мм, который не должен входить между собранными

деталью более чем на 20 мм в соединениях на болтах повышенной

точности и не должен проходить между приторцованными поверх→

ностями при высокопрочных болтах. При необходимости усиления или замены опорных узлов ферм

разгрузка усиливаемых ферм обязательна. При этом из зоны усиле→

ния выводят мостовые краны, разбирают покрытие, предварительно

навесив защитные и рабочие настилы. Для установки деталей опор→

ного узла чаще всего используют крышевые краны (порталы). Не

обходимое поддомкрачивание опорных деталей осуществляют через

распределительные балки и опорные стойки с помощью гидравли

ческих домкратов. В процессе поддомкрачивания особое внимание

уделяют обеспечению устойчивого положения фермы и связей. Пос

ле завершения поддомкрачивания удаляют опорные фасонки, плиты

и при необходимости — стойки и раскосы. После этого фермы опус

кают на опоры и раскрепляют узлы по проекту. При усилении отдельных узлов и соединений в ППР необходи

мо особо оговорить очередность выполнения операций, которая зави

сит от конструкции узла или соединения, порядка разгрузки и по

следующей загрузки усиленных конструкций. Необходимо обеспечить

расчетную схему работы как отдельного узла, так и отдельных де

талей конструкции. Усиление сварных соединений чаще всего осуществляется путем

увеличения их расчетной длины, для чего используют разнообразные

дополнительные детали (вставки). Увеличение катета применяют

только при невозможности увеличения длины швов. Перед началом работ по усилению швов обязательна разгрузка

конструкции до такого состояния, чтобы фактические напряжения

в швах от нагрузок, действующих в момент усиления, с учетом уча-

стка шва, перешедшего в пластическое состояние от температуры

сварки, не превышали 0,8 расчетного сопротивления материала эле-

мента, на котором усиливают шов. За один проход толщину шва до-

пускается увеличивать не более чем на 2 мм, а для наплавки метал-

ла применять электроды диаметром не более 5 мм. Силу тока при-

нимают в соответствии с табл. 9.3. Начинают наплавку с дефектных  
9.3. Сила сварочного тока Сварочный ток, А, при пространственном положении Диаметр

электрода, сварки мнимным | вертикальном |  
потолочном 4160—200120—160110—1505200—250—  
мест, а при их отсутствии — с любого удобного для  
сварщика мест

та. Наложение швов на элементы из уголков начинают  
со стороны

пера от края фасонки. Если усиление шва осуществляют  
наплавкой

(увеличением толщины), то новые слои начинают по  
перу уголка по

вс<sup>^</sup> длине примыкания к фасонке. При обнаружении  
дефектов в уси

ливаемых швах в виде пор и трещин дефектные места  
удаляют пу

тем вырубки пневматическим зубилом или кислородным  
резаком

и заваривают вновь. Перерывы швов и кратеры после  
зачистки за

варивают. Подрезы глубиной до 2 мм заваривают  
тонким швом,

более 2 мм — заваривают с предварительной разделкой  
кромки не-

провара. При наличии динамических и вибрационных  
нагрузок кон

цы фланговых и лобовых швов подвергают  
механической обра

ботке.368

При увеличении размера фасонки кромки деталей усиления

в местах примыкания к усиливаемым элементам обрабатывают та-

ким образом, чтобы металл проварился на всю толщину. С целью

обеспечения удобства установки деталей усиления (заводки их в за-

зоры между элементами решетки и сухариками) их дополнительно

разрезают и соответствующим образом подготавливают кромки. Усиление пролетных конструкций с использованием предвари-

тельного напряжения — наиболее эффективный метод, позволяющий

не только снизить расход металла, но и повысить надежность в экс-

плуатации. Под предварительным напряжением в период работ по

усилению пролетных систем металлических конструкций следует по-

нимать любое преднамеренное изменение напряженного состояния

этих конструкций, создаваемое монтажниками с целью обеспечения

благоприятного режима эксплуатации и включения элементов уси-

ления. В этом смысле ряд описанных ранее видов усиления также

является разновидностями предварительного напряжения. Чаще все-

го работы по предварительному напряжению связаны с введением

в усиливаемую конструкцию или сооружение дополнительных на-

прягающих элементов, жестких или гибких, вызывающих желаемое

изменение напряженного состояния в деталях усиливаемой конструк-

ции. Перед началом работ по предварительному напряжению выпол-

няют ряд подготовительных операций: испытывают и тарируют силовое оборудование (гидравлические

и другие типы домкратов, насосные станции, измерительные инстру-

менты и приборы); заготавливают и испытывают гибкие напрягающие элементы. При

этом особое внимание обращают на качество крепления и деформа-

тивности узлов крепления опорных устройств; канаты, используемые в качестве затяжек, предварительно вы-

тягивают на стенде с усилием, превышающим проектное на 20 %,

и выдерживают под ним в течение 1 ч, не допуская раскручивания

канатов и вращения анкеров; при использовании нескольких гидравлических домкратов их

объединяют в одну маслосистему и подключают к одной насосной

станции. Соединяют домкраты с помощью гибких высоконапорных

шлангов, выдерживающих давление 40 МПа; при использовании временных опор с домкратами для выполне-

ния работ по поддомкрачиванию и предварительному напряжению

под них возводят специальные фундаменты. Место установки вре-

менной опоры, требуемое усилие в домкратах и соответствующее уси-

лие в фундаментах определяют расчетами и указывают в ППР. При создании предварительного напряжения гидравлическими

домкратами последние тщательно тарируют по образцовым маномет-24—502369

рам. Тарировку выполняют тем же манометром, который использу-

ют на насосной станции. Перед созданием предварительного напряжения на усиливаемую

конструкцию устанавливают детали крепления анкерных и на-

тяжных устройств и конструкции усиления элементов, в которых при

натяжении возможно появление напряжений, превышающих расчет-

ные значения. Монтируют связи, диафрагмы, фиксаторы, обеспечи-

вающие устойчивость конструкции в процессе усиления. В условиях действующего предприятия часто применяют меха-

нические способы создания предварительного напряжения и включе-

ния в работу конструкций и элементов усиления, как наиболее прос-

тые, обеспечивающие достаточную точность. Они могут применяться

без ограничений при любых технологических условиях действующе-

щего промышленного производства. Для напряжения затяжек применяют: гидравлические домкраты,

динамометрические ключи, винтовые распорки и стяжки, натяжные

параллелограммы, полиспасты, тали, тужи, возможно  
использова

ние пригрузов. Выбор средств натяжения обосновывают  
величиной

требуемого усилия натяжения, особенностями  
усиливаемой конструк

ции и деталей усиления, в том числе и затяжки,  
производствен

ными условиями и возможностями. При создании  
больших усилий

применяют устройства с толкающими гидравлическими  
домкратами,

при небольших усилиях — тужи, стяжки, тянущие  
домкраты. Натяжение осуществляют одним из  
следующих способов: 1) на

тяжением затяжек продольным усилием с упором на  
жесткую часть

конструкции; 2) стягиванием ветвей затяжек или  
шпренгелей в про

дольном направлении; 3) оттягиванием затяжки в  
поперечном на

правлении (рис. 9.10). Наиболее просто натяжение  
затяжек осуществлять с одной сто

роны, но даже и при этом не всегда возможно  
установить силовое

оборудование для упора на жесткую часть. В таком случае приме-

няют второй и третий методы, причем в последнем случае получа-

ется значительный выигрыш в усилиях. После выполнения натяжения

и его контроля положение затяжки (анкерных устройств) фиксиру-

ют диафрагмами, подкладками, ребрами жесткости, упорными сто-

ликами, накладками и т. д. Напряжение контролируют по величине усилия в домкратах, оп-

ределяемой по показаниям манометров и удлинению канатов (сокра-

щению конструкции между точками опирания затяжки), регистриру-

емым специальными приборами (индикаторами, тензометрами,

прогибомерами и т. д.). Отклонения показаний манометров и прогибо\*

меров от теоретических значений не должны превышать 3 %, а рас-

хождения в значениях усилия напряжения, определенных двумя

различными способами, не должны превышать 6%. После натяже-370

Д А,Г1Ц0.10. Натяжение затяжека — продольным стягиванием с по-

мощью домкратов; б — то же, с по-

мощью стяжных муфт; в — то же, с

помощью натяжного параллелограм-

ма; г — поперечным оттягиванием с

помощью винтовой распорки; / — за-

тяжка; 2 — подвижная траверса; 3 —

домкрат; 4 — накладка ставится после

натяжения; 5 — усиливаемая конструк-

ция; 5 — стяжная муфта; 7 — опорный

столлик (приваривается после натяже-

ния); 8 — натяжной параллелограмм; 9 — винтовая распорка и фиксации положения затяжки допускается снимать натяжное

устройство. При включении в работу деталей усиления используют те же

приспособления, инструменты и приборы, что и при натяжении за-

тяжек. Напряжение с помощью дополнительных опор проводят в тех

случаях, когда имеется возможность установить эту опору и под нее

фундамент. При этом опора оснащается силовым оборудованием,

располагаемым в районе базы, в пределах стержня опоры или на

оголовке (рис. 9.11). Под усиливаемую конструкцию дополнительную опору заводят

с помощью стреловых кранов. При использовании опоры внутри це-

ха возможен подъем с помощью полиспастов, закрепляемых за верх-

ние пояса ферм после их предварительной разгрузки. 24\*371

9.11. Способы включения в работу дополнительных опор  
1 - стягивание б ^ У ^ ство для забивки клиньев; в  
стягивание егвей опоры, ? — с помощью специальной  
устьянокн' /внутренняя труба; 2 - упоры; 3 - наружная  
труба ;4-домкпат 5-иа ппя Г

гfc«rбра: «-фундамент; 7-клинья; 8 -койтрУкция£п™ ы  
7силе?ия^

лйксатппь| Я1??'ая ПОДВИЖНАЯ траверса; 10 —  
неподвижная траверса\* /7—

Фиксаторы, It- усиливаемая конструкция; 13 - винтовые  
стяжные муфты;(приваривается после стягивания); 15—  
регулирующие стяж-

ные болты; 16 — пружина 372

Способы включения дополнительной стойки в работу (предвари-

тельного напряжения пролетной конструкции):  
раздвижка телеско-

пической стойки с помощью домкратов, которые могут располагать-

ся только в пределах стержня опоры; выжимание конструкции с по-

мощью винтовых приспособлений, которые располагают в пределах

базы либо на оголовке; подклинивание опоры (чаще всего в районе

базы); стягивание ветвей опоры, выполненных с переломом (в пре-

делах стержня); установка специального распорного устройства (на

оголовке или базе). При применении телескопической раздвижной опоры на внешней

и внутренней трубах устраивают опорные столики, в которые упира-

ют домкраты. Домкраты должны включаться строго синхронно, для

чего их объединяют одной маслосистемой. При применении винто-

вых или реечных домкратов у каждого из них должен находиться

рабочий. Все рабочие должны работать по одной команде. В процес→

се раздвижки телескопической опоры строго контролируют ее удли→

нение. После достижения требуемого удлинения фиксируют положе→

ние опоры, приваривая специальные стопоры к внутренней трубе. При выжимании усиливаемой конструкции с помощью винтов

после достижения требуемого положения производят обварку гаек.

Если винты расположены в пределах базы, ее обетонируют. При

расположении винтов у оголовка производят установку постоянных

подкладок и их обварку. Подклинивание опор выполняют с помощью специальной сило→

вой установки, которая вдавливают клинья под опорную плиту баш→

мака опоры. После достижения требуемого уровня подъема клинья

приваривают к опорной плите, а башмак подливают бетоном на мел→

ком заполнителе. Ветви опор, выполненные с переломом, стягивают с помощью

винтовых стяжек, устанавливаемых в зоне уширения.  
После стягива-

ния ветвей (достижения пролетной деформации или  
полного выпря-

мления ветвей) в местах переломов наваривают  
накладки, винтовые

стяжки удаляют, заменяя их горизонтальными  
планками. При применении специального распорного  
устройства его внача-

ле сжимают до проектного напряженного состояния и  
удерживают

в таком состоянии с помощью фиксаторов.  
Рекомендуется сжимать

грузину на величину, несколько большую расчетной,  
так, чтобы

расстояние между опорой и усиливаемой конструкцией  
было больше

высоты пружины в сжатом состоянии. После установки  
устройства

в проектное положение регулирующие гайки на  
стяжных болтах от-

кручивают, в результате чего расчетное усилие с  
пружины передает-

ся на усиливаемую конструкцию. После закрепления  
деталей усиле-

ния устройство демонтируют, выполняя операции в обратном по-

рядке.373

Включение дополнительных балочных конструкций осуществляют

с помощью домкратов или винтовых приспособлений. При располо-

жении дополнительных балок снизу после их закрепления на опорах

с помощью специальных захватно-натяжных устройств, обеспечива-

ющих одновременно включение и контроль напряженного состояния,

в образовавшийся зазор между усиливаемой конструкцией и балкой

усиления вставляют прокладки. При легких балках в качестве вы-

жимного устройства используют винты. При расположении балок усиления выше усиливаемых конст-

рукций вначале объединяют эти две системы с помощью хомутов.

Включение в работу производят с помощью клиновых устройств ли-

бо гидравлическими домкратами. После фиксации балок в напря-

женном состоянии и осуществления контроля клиновые приспособле-

ния или домкраты убирают, а хомуты оставляют на весь период экс-

плуатации. Усиление ферм гибким напряженным элементом проводят при

недостаточной общей несущей способности конструкции или группы

элементов, вдоль которых располагают напрягающий элемент. При

этом способе возможно производство работ без снижения действующей

нагрузок. Технологический процесс останавливают только в пе-

риод производства сварочных работ и собственно напряжения. Вначале устраивают усиливаемую конструкцию люльками

и монтажными блоками. Затем подготавливают места опирания для

напрягающего элемента. Напряжение следует производить с одной

стороны напрягающего элемента. Если напряжение осуществляется с помощью шпренгеля (напри-

мер, для ферм транспортерных галерей), то вначале устанавливают

металлические конструкции стоек шпренгеля, для чего применяют

струнные леса, навешиваемые на усиливаемую конструкцию. Гибкие

напрягаемые элементы, поступающие на строительную площадку пол-

ностью подготовленными, с одетыми и испытанными анкерными уст-

ройствами, монтируют в такой последовательности. Вначале подни-

мают и заводят в опорные конструкции «глухой» конец элемента,

затем с помощью лебедки разворачивают затяжку и устанавливают

ее в проектное положение (во все прорези, пазы, опорные конструк-

ции и т. д.). В последнюю очередь заводят в проектное положение

конец затяжки в место, где будет производиться напряжение. Кон-

струкция узла, где располагается силовое оборудование, может быть

разнообразной в зависимости от типа оборудования. Поэтому при

разработке чертежей КМД должны быть известны тип оборудования

и способ напряжения. Напряжение затяжки осуществляют за не-

сколько этапов с выдержкой на каждой ступени напряжения в те-

чение 30 мин при одновременном контроле напряженного состояния.

В период напряжения ведут специальный журнал. После приложе-

ния последней ступени нагружения между подвижной и неподвижной

деталью узла устанавливают фиксирующие детали, размер которых

определяют по месту. После их обварки силовое оборудование сни-

жают. Усиление балок предварительно напряженными гибкими эле-

ментами ведут в такой же последовательности. Чаще всего исполь-

зуют прямолинейные затяжки из каната или высокопрочной арма-

туры. При использовании для усиления жестких напрягаемых

элементов снижение статических нагрузок не обязательно, но исключе-

ние динамических воздействий на период выполнения сварочных ра-

бот необходимо. Вначале устанавливают элементы шпренгеля, и с

пользуясь для этого монтажные приспособления, описанные выше.

Предварительное напряжение осуществляют путем изменения геометрии

горизонтальной длины участка шпренгеля или его стоек

с помощью специальных устройств. После завершения напряжения

фиксируют положение элементов усиления и красят их.

#### 9.5. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И МЕРЫ

БЕЗОПАСНОСТИ Усиленные металлические конструкции подлежат приемке с целью

обеспечения прочности и устойчивости отдельных элементов, частей

либо всего сооружения или здания в целом. При приемке конструкций,

усиленных с применением предварительного напряжения, должны

быть проверена вся документация, связанная с приемкой и исполнением

работ примененных материалов, а также отдельных видов работ

(акты приемки канатов на предварительную натяжку, заводские

сертификаты на материалы конструкций, сертификаты на элек-

троды). При приемке конструкций, усиленных ненапрягаемыми элемен-

тами, проверке подлежат: геометрические размеры элементов уси-

ления и их сечений, катет швов, длина швов. Отклонения размеров

и положения конструкций не должны превышать предусмотренных

СНкП 3.03.01—87. В необходимых случаях проводят испытание от-

дельных усиленных конструкций по программе, разработанной про-

ектной организацией. Приемку конструкций, удовлетворяющих тре-

бованиям проекта и строительных норм, следует оформлять специ-

альным актом. При усилении металлических конструкций необходимо соблюдать

общие требования безопасности согласно СНиП III-4-80. Кроме то-

го, следует соблюдать ряд специальных требований, учитывающих

специфику данного производства. Коммуникации (силовые и освети-

тельные, водные, маслопроводы и др.), находящиеся в зоне произ-

водства работ, следует переносить или тщательно ограждать, трол-

леи мостовых кранов отключать. При использовании мостового кра-

на для усиления конструкций его надо переводить на питание от

кабеля. Участки, на которых производят усиление, ограждают и снабжа-

ют надписями, предупреждающими об опасности. На производство сложных и особо опасных работ необходимо

выдавать письменный допуск, который прилагается к наряду. В до-

пуске перечисляют все необходимые мероприятия по технике безо-

пасности. Степень опасных работ устанавливает главный инженер

строительно-монтажной организации. Навешивание люлек, подмостей, лестниц и монтажных блоков на

конструкций при восстановлении их несущей способности разреша-

ется только после расчетной проверки этих конструкций на восприя-

тие дополнительных нагрузок. Усиливаемые конструкции на период

производства работ необходимо максимально разгружать от дейст-

вующих нагрузок. При усилении металлических конструкций с помощью гидравли-

ческих домкратов необходимо принимать длину их шланга такой,

чтобы при установке натяжного устройства он не был натянут. За-

прещается трогать шланг и перемещать его в то время, когда он на-

ходится под высоким давлением (при создании усилия напряжения).

Маслостанцию не следует размещать под напрягаемыми элементами-

ми. Монтажное устройство необходимо навешивать с подмостей,

размер которых обеспечивает надежный контроль за установкой уст-

ройства с двух сторон конструкций. Операции по установке и раз-

борке натяжного устройства должны выполнять двое рабочих. Сле-

дует плавно достигать расчетной нагрузки, без резкого возрастания

усилия в натяжном устройстве. Натяжные устройства ограждают

щитами или сетками. Осматривать затяжки в процессе напряжения

следует в масках-сетках. Запрещается стоять под конструкцией в про-

цессе создания в ней предварительного напряжения. Сварочные работы в условиях действующего предприятия с ле-

сов, подмостей и люлек следует выполнять только после принятия

мер безопасности от пожара и падения расплавленного металла на

людей. Рабочих, занятых на усилении конструкций, необходимо обес-

печивать средствами индивидуальной защиты, которые должны учи-

тывать специфику основного производства. При производстве работ

в стесненных условиях действующего предприятия следует выделять

ограждаемые зоны перемещения рабочих, монтажных механизмов. Нетиповые леса, подмости, люльки, лестницы и другие средства,

применяемые для обеспечения безопасного производства работ и пре-

дусмотренные в ППР, должны удовлетворять конструктивным и тех-

нологическим требованиям ГОСТ 12.2.003—74 и ГОСТ 24258—88.376

## 9.6. ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ

ПО УСИЛЕНИЮ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ Методика выбора разработана МакИСИ (Чернодедова О. А.

и Горохов Е. В.). При решении вопроса о выборе метода уси-

ления необходимо оценить его экономическую эффективность по

методике технико-экономического обоснования вариантов усиления ме-

таллических конструкций. В качестве критерия рациональности вари-

анта в соответствии с Инструкцией по определению экономической

эффективности использования в строительстве новой техники, изо-

бретений и рационализаторских предложений (СН 509\*78) следует

принять минимум приведенных затрат на усиление. Алгоритм задачи технико-экономической оценки вариантов уси-

ления должен включать следующие этапы: выявление в результате натурного обследования и статического

расчета элементов (конструкций), подлежащих усилению;

принятие схем усиления; подбор элемента усиления с учетом требований норм;

проверка устойчивости скомпонованного сечения;

назначение технологии изготовления элементов усиления, опре→

деление веса, трудоемкости и стоимости изготовления, стоимости ма→

териалов для рассматриваемых вариантов; назначение технологии выполнения работ по усилению; опреде→

ление трудоемкости и стоимости монтажа;

определение стоимости транспортировки; определение потерь прибыли за счет остановки производства на

участке выполнения работ по усилению; формирование критерия рациональности вариантов усиления при→

веденных затрат; анализ вариантов и выбор рационального. Поиск эффективного варианта усиления выполняют на ЭВМ.

Для реализации указанного алгоритма используют базу данных,

включающую подробную нормативно-справочную информацию: таб→

лицы заводских нормативов трудоемкости технологических операций,

таблицы сортамента профилей, прейскурантов оптовых цен, таблицы

ЕРЕРов и других нормативных материалов, отражающих условия из-

готовления, транспортировки и монтажа металлических конструкций. В Макеевском инженерно-строительном институте создан пакет

программ VEGA при ЭВМ ЕС-1022 на языке PL-I/OC, позволяю-

щий оценить экономическую целесообразность усиления элементов

стропильных ферм методом увеличения сечений. Блок-схема алгорит-

ма расчета и технико-экономического анализа усиления металличе-

ских конструкций представлена на рис. 9.12. Массу элемента усиления  $G_i$  определяют по формуле  $G_i = m \cdot l$ , (9.1) где  $m$  — масса 1 м элемента усиления, кг;  $l$  — геометрическая длина эле-

мента усиления, м. 377

9.12. Блок-схема алгоритма расчета усиления «VEQA» Технологический процесс изготовления элементов усиления вклю-

чает операции по разгрузке металла, его сортировке, укладке в шта-

бели, подбору и подаче металла в цеха обработки.  
Подготовительные

операции: правка исходных заготовок из листовой  
стали на валь-

цах, угловой стали — на углоправильных машинах, а  
профильного

проката (уголка, швеллера, двутавра)—на прессах; гибка  
листовых

деталей на кромкогнбочных прессах, изготовление  
шаблонов для раз-

метки деталей, разметка по шаблонам контуров  
листовых деталей

под резку; разметка контуров крупных деталей из  
листовой стали

под резку, центров отверстий из листовой и  
профильной стали, 378

К заготовительным операциям относятся: резка  
металла (на

гильотинных ножницах, по упору на пресс-ножницах,  
газовая); про-

да вливание отверстий (в деталях из листовой, угловой  
стали по

шаблону, разметке); сверление отверстий на  
радиально-сверлильных

станках; строгание и фрезерование кромок листовой  
стали на кром-

ко-строгальных станках; фрезерование торцов деталей из листовой

и профильной стали на торцефрезерных и продольнофрезерных стан-

ках. При калькулировании затрат необходимо учитывать межопгра-

ционную транспортировку полуфабрикатов в цехе обработки и ком-

плектовку полуфабрикатов. Общую трудоемкость изготовления  $\Gamma^*$ ,

чел.-ч, определяют по формуле  $T_w = 2 \sum t_i V_i k_i$ , (9.2) где  $t_i$  — удельная трудоемкость по  $i$ -той операции, чел.-ч/т;  $V_i$  — объем

$i$ -той операции, т;  $k_i$  — коэффициент увеличения трудоемкости изготовления

за счет применения сталей повышенной прочности, равный 1; 1,02; 1,05 и 1,1

при временном сопротивлении стали соответственно, кН/сма: 38, 44, 46 и 52. Стоимость изготовления  $C_i$ , руб., определяют по формуле  $C_i = a T_i (1 + k_H) + C_{пн} G_i + 41,3 G_i$ , (9.3) где  $a$  — среднечасовая заработная плата, равная 0,822 руб/ч;  $G_i$  — трудоем-

кость изготовления, чел.-ч;  $k_E$  — коэффициент накладных расходов, равный

4,2;  $C_{пн}$  — условно-постоянная часть накладных расходов, равная 5,23 руб/т:

41,3 — доплата за окраску конструкций на заводе, руб/ч. Стоимость основных материалов  $C_0$ .мл, руб., необходимых для

усиления, определяют по формуле  $\hat{C}_{0.м} \cdot G \cdot 5 = 5 \cdot 1 \cdot 035$  (Цмг  $k_{up} \hat{C}_{0.м} \cdot 4 \cdot 1 > 5$ ) G/, (9.4) где 1,035 — коэффициент, учитывающий среднюю стоимость основных мате

риалов (кроме прокатной стали);  $\hat{C}_{м}$  — оптовая цена f-того элемента уси

ления, руб/ч, определяемая по прейскурантам; — коэффициент доплат

к оптовым ценам, учитывающий приплаты за дополнительные требования

к качеству стали, мерность, точность прокатки (табл. 9.4);  $f_{с0м3Cj}$  — коэф

фициент, учитывающий отходы металла при изготовлении i-того элемента,

принимаемый по табл. 9.5; 1,5 — средняя стоимость доставки прокатной стали

от станции назначения железных дорог до складов заводов-изготовителей,

руб/т. Сумма стоимости основных материалов и изготовления есть оп

товая или отпускная стоимость  $C_{0пт}$ , руб.,  $\hat{C}_{опт}$  в  $\hat{C}_{0.м} \cdot t$  «Б» (9 • 5) Стоимость транспортировки Стр, руб., железнодорожным и ав

томобильным транспортом определяют по формуле  $Стр = (Спр + Спл) \cdot f \cdot Git$  (9.6) где СПр — сметная цена на погрузочно-разгрузочные работы при железнодоро-

рожных и автомобильных перевозках, согласно данным [51, руб/т; Спл — пла»

та за перевозку грузов в зависимости от расстояния транспортировки, руб/г. При транспортировке автомобильным транспортом провозная

плата определяется для конкретной союзной республики. 379

0.4. Коэффициент доплат £,,р к оптовым ценам по различным маркам прокатной стали Профиль проката Марка стали ГОСТ или ТУ Коэффициент доплат 18кп, 18пс, 18сп ГОСТ 23570—791,14 ВСт3 (пс, сп, Гпс)

ВСт3кп2 ГОСТ 380—711.171.18\* Сталь угловая

равнополочная,

неравнополоч-

ная, балки дву- ВСт3кп2-

1низколегированные\* ВСт3псб ТУ 14-1-3023-80

ГОСТ 19281-73

ГОСТ 380—711,191,21,2109Г2-6 гр. 1,

09Г2С-6 гр. 1 ТУ 14-1-3023-801,211,21тавровые, дву-

тавры с парал-

лельными гра- ВСт3 (кп2-2, псб-1)

ВСтЗ (сп5, Гпс5)ТУ 14-1-3023—80

ГОСТ 380—71\*1,22

1. 21нями полок09Г2-6 гр. 2, 09Г2С-6

гр. 2ВСтЗ (псб-2, сп5-1,

Гпс5-1)ВСтЗ (сп5-2, Гпс-5-2)ТУ 14-1-3023-801.241.241.251,2310Г2С1-615Г2СФ термоупроч-

ненныеГОСТ 19281—731.361.3618кп, 18пс, 18сп,18ГспВСтТпсГОСТ 23570-79

ГОСТ 14637—791.151.15ВСтЗ (пс, Сп, Гпс)

ВСтЗкп2ГОСТ 350—711,181,19Толстолисто-

вая и широко-

полосная стальВСтЗкп2-

1Низколегированные\*\*ВСтЗпсбТУ 14-1-3023-80

ГОСТ 19282—73ГОСТ 380-711,201,211,2209Г2-6 гр. 1

ВСтЗпсб-1ТУ 14-1-3023-801,221,23ВСтЗ (сп5, Гпс5)ГОСТ 380-711,25380

Продолжение табл. 9.4Профиль прокатаМарка сталиГОСТ или ТУКоэффи-циентдоплат09Г2-6 гр. 2

09Г26 гр. 2ВСтЗ (псб-2, сп5-1,

Гпс5-1)ВСтЗ (сп5-2, Гпс5-2)ТУ 14-1-3023—801.251.251.261,2910Г2С1-6, 15Г2СФ

термоупрочненныеГОСТ 19282—731,37\* 09Г2-6, 09Г2С-6, 10Г2С1-6, 14Г2-6, 15ХСНД-6, 10ХСНД-6,

10ХНДП-6.\*\* 09Г2С-6, 10Г2С1-6, 14Г2-6, 15ХСНД-6,  
10ХНДП-6, 14Г2АФ-6,

15Г2СФДпс, 10ХСНД-6, 16ГАФ-6, 09Г2-6.9.5.  
Коэффициент отходов котХі прокатной  
сталиКонструкцииС равномерным соотношением  
различных профилей стали С преобладанием:угловой  
стали .....швеллеров и двутавров ....тонколистовой  
стали тонколистовой и универсальной стали

Из листовой стали всех толщин

Из холодногнутых профилей ....Из бесшовных  
горячекатаных труб и из прс

ката различных видов Сметную стоимость франко-  
приобъектного склада Сис, руб., оп→

ределяют как сумму оптовой стоимости и стоимости  
транспортировки: $\text{£пс} \wedge \wedge \text{опт} \text{ "ь} \wedge \text{тр} \bullet$   
(9\*7)Трудоемкость Ту и стоимость монтажных работ по  
усилению

конструкций Су определяют суммированием  
нормативов по необхо→

димым технологическим операциям. Перечень  
технологических опе\*

раций по усилению стержневых металлических  
конструкций с указа\*

нием нормативных документов, по которым  
определяется трудоем→

кость и стоимость выполнения данной операции,  
приведен в табл,

9.6. Стоимость монтажа  $C_m$ , руб., определяют по формуле  $C_m = k \{ C_y + 1,98 (ЗП + Сш) G_t + C_{mm} G \}$ , (9.8) где  $k$  — коэффициент, учитывающий применение марок сталей с повышенной\*

ма расчетными сопротивлениями (табл 9.7); 1,98 — коэффициент учета на

кладных расходов и плановых накоплений монтажной организации\* ЗП — 3811,03451.036

1,0405

1,047

1,055

1,051.0361,078

9.6. Перечень операций и нормативных документов для

определения трудоемкости и стоимости монтажных работ  
Очистка конструкций металла

ческими щетками

Протирка конструкций . .

Установка электрических ле

бедок Установка лестниц на надкра

новые части колонн . . • Нанесение фермы осей на стержень  
Монтаж упоров ...» Постановка временных болтов

Установка подмостей: 1) катушечные подмости . • 2) навесные люльки или

лестницы 3) строительные вышки Установка монтажных  
столиков

ков или струбцин Приварка элементов усиления

Монтаж элементов усиления При высоте монтажа  
меньше

25 м расчет производится по

формулам:  $TU_1 = 0,51 + 4,20 <$ , чел.-ч;

$Cy_1 = 0,333 + 2,73Gi$ , руб.

( $TU_1$  и  $CY_1$  — соответствен-

но трудоемкость и стои-

мость выполнения монтаж-

ных операций; — масса

монтируемого элемента, т).

При высоте монтажа боль\*

ше 25 м расчет производит-

ся по формулам: чел.-ч;

руб. столиков 1.1  $гУ1.лУгCy_2 = 1,1 cУ1$ , Снятие монтажных

или струбцины, «Такелажные Расчет производится по  
форму-

лам:  $Ty = T_1$ , чел.-ч  $Cy = C_1$ , руб. (l — длина

надкрановой части колонн,

м) Установка стального страхо-

вочного каната по ферме Установка монтажных  
блоков ЕНиР 5-1—20

То же ЕНиР 24-5

работы» ЕНиР 5—1—3 «Монтаж

стальных конструкций» (оп-

ределение показателей Т и

С) ЕНиР 5-1-3

ЕНиР 24-5 ЕНиР 38—2—2 «Изготовле-

ние стальных строительных

конструкций» ЕНиР 5-1-6 ЕНиР 5-1-16 ЕНиР 28—2—2

«Монтаж подъемно-транспортного оборудования» ЕНиР 5-  
1-3

ЕНиР 35—17 ЕНиР 5-1-14 ЕНиР 22,6 «Сварочные ра-

боты ЕНиР 5—1—6 «Монтаж

стальных конструкций» ЕНиР 5—1—14 «Монтаж

стальных конструкций» 383

Продолжение табл. 9.6 Демонтаж подмостей, вари-

анты: 1

2

3 Снятие

Снятиеного каната ....

Демонтаж:лестниц с надкрановой ча

сти колоннэлектрических  
лебедокмонтажныхстальногоблоков

страховочЕНиР 28—2—2

ЕНиР 5—1—3

ЕНиР 35-17

ЕНиР 24—9ЕНиР 5-1-3то же

ЕНиР 24—5заработная плата рабочих, обслуживающих  
машины, руб/т; Сэ

эксплуатации машин и механизмов, руб/т; С

териалов, руб/т.\* стоимость

- стоимость монтажных ма-9.7. Коэффициенты,  
учитывающие применение марок сталей

с повышенными расчетными сопротивлениямиПредел  
текучести

в зависимости от

вида и толщины

проката, МПаХХ<0Колонны

массой, тФермы

массой, тБалки (независи→

мо от массы) • <и§5кМарка  
сталиСОЗ«&ЪС00&001со&более 3Прочие коь

руктивные

ментыСооружени265-285ВСт3(псб—2,

сп5—2, Гпс—5—2)1,041,031,061,031,061 ,С81,051,05295-  
31509Г2С, гр. 1,

ВСтТпс1,071,061,091,061,091,111,081,08265-34509Г2С,  
гр. 11,081,071,101,071,101,121,091,09295-35509Г2, гр.  
2,10Г2С1, 14Г2,

15ХСНД, 10ХНДП1,091,081,111,081,111,131,101,10345—  
37009Г2С, гр.

21,101,101,131,101,131,151,121,1239014Г2АФ,15Г2СФДп  
с,10Г2С1 термоуп—

роченная1,141,131,161,131,161,181,151,15350

-44016Г2АФ1,281,261,301,261,301,321,291,2944018Г2АФ  
пс,15Г2СФ термо—

упроченная1,311,291,331,291,331,351,321,32Потери  
прибыли за счет остановки производства Япр, руб., на

участке работ по усилению конструкций определяют по  
формуле  $\hat{p}_p = (C - C_{сб})W$ , (9.9) где  $C$  — оптовая цена  
продукции, выпускаемой участком, согласно действую—

ющим прейскурантам, руб.;  $C_{сб}$  — заводская  
себестоимость продукции, вы—

пускаемой участком, по отчетным данным предприятия,  
руб.;  $V$  — объем про—

дукции, выпускаемой участком в единицу времени, руб/ч;  $t$  — время останов

ки производства, ч. Приведенные затраты на усиление конструкций,  $Z$ , руб., опре

деляют по формуле  $Z = C_0 \cdot M_i + C_{и} + \hat{C}_{тр} + \hat{C}_{пр}$  (9.10)

где  $C_0 M_i$  — стоимость основных материалов, руб.;  $C_{и}$  — стоимость изгот

ления, руб.;  $C'_{тр}$  — стоимость транспортировки, руб.;  $C_m$  — стоимость мон

тажа, руб. В формуле не учтены затраты на капитальные вложения смеж

ных отраслей, так как для сравниваемых вариантов усиления они

будут примерно равны. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 1. Лихтарников Я М. Вариантное проектирование и оптимиза

ция стальных конструкций. — М.: Стройиздат, 1979.— 319 с. 2. Организационно-технологические решения по усилению сталь

ных конструкций в условиях реконструкции промышленных предпри

ятий. — М., 1988. — 88 с. 3. Руководство по выбору проектных решений в строительстве:

(Общие положения). — М.: Стройиздат, 1982.— 104 с. 4. Технология усиления строительных конструкций на

реконст-

руемых предприятиях: РСН—342—86, Киев, 1987.—  
182 с. ГЛАВА 10. УСИЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ

И КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ 10.1. ТЕХНИЧЕСКАЯ И  
НОРМАТИВНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ Усиление  
железобетонных и каменных конструкций осуществля-

ется в соответствии с рабочей документацией и ППР с  
соблюдением

норм по проектированию (СНиП 1.02.01—85, СНиП  
2.03.01—84),

производству работ и приемке монолитных  
железобетонных и сталь-

ных конструкций (СНиП 3.03.01—87), по организации  
строительства

(СНиП 3.01.01—85), технике безопасности в  
строительстве (СНиП

111-4-80) и других нормативных документов. Приемка  
работ должна

оформляться актом освидетельствования скрытых  
работ и актом на

приемку выполненных работ. При разработке  
технологических схем по усилению строитель-

ных конструкций зданий и сооружений при  
реконструкции предприя-

тий необходимо добиваться максимального сокращения  
продолжи-

тельности остановки производства, обеспечивая выполнение возмож-

но большего объема работ в доостановочный период, широко при-

менять элементы усиления повышенной заводской готовности со

сборкой на болтах, обеспечивающие снижение трудоемкости выпол-

нения монтажных работ, специальные виды цемента, позволяющие

сократить сроки выдерживания бетонов и др. Технологическую пос-

ледовательность выполнения и направление движения ресурсов на-

значают с учетом максимального совмещения производственной дея-

тельности предприятия с усилением конструкций при обеспечении

наиболее безопасных методов производства работ. При определении

технологической последовательности работ по усилению сооружений

в целом следует стремиться к тому, чтобы в остановочный период

сохранялось постоянство фронта работ. При совмещении работ по

разборке и усилению конструкций следует добиваться одновремен-

ного использования элементов временного раскрепления, обеспечи-

вающих устойчивость сооружения в процессе выполнения монтаж-

ных работ, в качестве несущих конструкций для устройства ограж-

дающих или защитных экранов для предохранения технологического

оборудования. Предпочтение отдается варианту, при котором требу-

ется выполнить минимальный объем работ по временному раскреп-

лению или разгрузке конструкций. Техническая документация на усиление железобетонных и ка-

менных конструкций является частью проектно-сметной документа-

ции, получаемой генподрядной организацией в установленном по-

рядке. ППР разрабатывают на основе ПОС, рабочей документации

и других исходных материалов согласно СНиП 3.01.01—85. Для

ППР используют техническую документацию, а в случае ее отсут-

ствия — обмерочные чертежи, материалы обследования конструкций;

график на освобождение заказчиком цеха, отделения или его отдель-

ных частей; справку предприятия-заказчика об ограничениях соглас-

но условиям и регламенту эксплуатации производства. В рабочей документации должны быть учтены требования стро-

ительной технологичности, технологии производства в условиях

стесненности фронта работ, целесообразного совмещения производ-

ства СМР с производственной деятельностью предприятия. Рабочая

документация, наряду с чертежами усиления конструкций, должна

содержать схемы и чертежи устройств для временного закрепления

или разгрузки усиливаемых конструкций; схем приложения на-

грузки на конструкции при закреплении на них грузоподъемных ме-

ханизмов; допустимость передачи нагрузок от опалубки и бетонной

смеси на арматурные каркасы или усиливаемые конструкции; допус-

тимость передачи различного рода воздействий на усиливаемые кон-

струкции в процессе производства работ. В рабочей документации

должны быть указаны виды работ, в приемке которых участвуют

представители авторского надзора; должна быть указана конфигура-

ция и размеры зон удаляемого (дефектного) бетона. В рабочую документацию должны быть включены рабочие чер-

тежи технологических устройств и приспособлений, являющихся эле-

ментами конструкций усиления; индивидуальные приспособления,

оборудование и оснастка для проведения работ по новым методам

усиления, указания по контролю качества и приемке конструкций

усиления, особые требования к технике безопасности с указанием воз-25-502385

возможных зон обрушения. Должна быть указана технологическая по-

следовательность выполнения работ, а также прочность бетона, при

которой допускается загружать усиленные конструкции эксплуатаци-

онной нагрузкой. В ППР должны предусматриваться работы по усилению конст-

рукций наиболее прогрессивными методами, которые обеспечивают:

высокую производительность труда и сокращение сроков выполне-

ния работ по усилению, максимальную степень совмещения СМР

с производственной деятельностью предприятия; минимальную про-

должительность остановочного периода; возможность приложения

монтажных или эксплуатационных нагрузок в кратчайшие сроки;

выполнение значительного объема работ в доостановочный период;

пробивку отверстий и гнезд, подготовку бетонных поверхностей, уста-

новку опорных закладных или монтажных деталей и т. п.; приме-

нение рациональных методов производства работ, типовых приспособ-

соблений и устройств; прочность и устойчивость  
усиливаемых конст→

рукций и отдельных частей зданий и сооружений, а  
также монтажных

механизмов и приспособлений, находящихся под  
действием мон→

тажных нагрузок, безопасные условия для работающих  
и надле→

жащую охрану труда. В технологических картах  
предусматривают: монтажный план

опалубочных щитов, указания по сборке и выверке  
опалубки; рас→

стояния между «окнами» в опалубке для загрузки  
бетонной смеси;

подвижность бетонной смеси в момент укладки; возраст  
бетона

и прочность, при которой допускается загружать  
усиленные конструк→

ции эксплуатационной нагрузкой; номенклатура  
необходимых

средств механизации, инструмента и средств  
подмащивания. Технологические карты должны  
разрабатываться на усиление

одной или нескольких смежных конструкций при  
выполнении работ

по однотипной технологии с использованием одних и тех же средств

механизации и средств подмащивания. 10.2. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ УСИЛЕНИЯ

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ Основные способы усиления (табл. 10.1). Классификация наиболее распространенных методов усиления

представка на рис. 10.1, а в табл. 10.1 приведены основные кон-

структивные схемы усиления. Сборные и монолитные железобетон-

ные конструкции усиливают обетонированием путем устройства же-

лезобетонных обойм, трехсторонних рубашек и односторонних (двух-

сторонних) наращиваний с установкой дополнительной арматуры.

Толщины обойм и наращиваний принимают по расчету, а также 386

в зависимости от конструктивных и технологических требований

(табл. 10.2). Класс бетона конструкций усиления принимается на один выше,

чем у бетона усиливаемой конструкции, но не ниже B15, а для фун-

даментов— не ниже В 12,5. Железобетонные обоймы используют при необходимости значи-

тельного увеличения или восстановления несущей способности фун-

даментов различного назначения (табл. 10.1, пп. 1—4), колонн (в том

числе с консолями) и стоек рамных конструкций. На уровне подошвы

существующего фундамента под обоймой усиления необходимо уст-

раивать бетонную подготовку толщиной 100 мм из бетона В7,5.

Обойма усиления фундаментов стаканного типа должна быть заве-

дена на колонну на расчетную высоту. Железобетонные обоймы уси-

ления колонн устраивают в пределах одного или нескольких этажей,

доводя их в верхнем сечении до уровня вышележащего перекры-

тия, а в нижнем сечении — до верхнего обреза фундамента или до

уровня нижележащего перекрытия. Конструкции усиления армируют

сетками, каркасами или отдельными стержнями. При массовом усилении однотипных конструкций колонн

цели –

сообразна замена части гибкой арматуры жесткой  
уголкового про-

филя. Жесткая (уголковая) арматура усиления должна  
быть прива-

рена к существующей арматуре колонн в верхнем и  
нижнем сече-

нии, а также по высоте либо соединена между собой  
планками или

хомутами (табл 10.1, п. 6). Жесткую (уголковую)  
арматуру ис-

пользуют для крепления самонесущей щитовой  
опалубки, что позво-

ляет упростить укладку и уплотнение бетонной смеси.  
Трехстороннюю

рубашку устраивают при усилении колонн, балок и  
ригелей (табл.10.1, п. 5). При армировании рубашек  
продольную арматуру скоба-

ми приваривают к существующей арматуре.  
Поперечную арматуру

выполняют в виде отдельных незамкнутых хомутов,  
привариваемых

к рабочей арматуре. Нарращивания применяют при  
усилении железоб-

бетонных стен, плит перекрытия, верхних и нижних  
поясов балок

(табл. 10.1, п. 5) путем одностороннего увеличения сечения. Одно-

сторонние армированные наращивания выполняют также при ремон-

те железобетонных емкостных сооружений (табл. 10.1, п. 6). Желе-

зобетонные подкрановые балки, имеющие повреждения в сжатой зоне

(табл. 10.1, п. 8), усиливают путем устройства набетонки по верх-

нему поясу балки, предпочтительно на основе напрягающих цемен-

тов, в сочетании с металлической обоймой. Допускается выполнение

набетонки из обычных тяжелых бетонов. Железобетонные плиты

перекрытий усиливают путем увеличения поперечного сечения нара-

щиванием с укладкой бетонной смеси вибрированием. Наращивание

плит перекрытий снизу, ввиду большой сложности и трудоемкости, 25\*387

10.1. Способы усиления железобетонных конструкций № п. п. Эскиз конструкции усиления  
Область применения Восстановление разрушенной

опорной поверхности фун-

дамента под технологическое оборудование от действия ударных нагрузок Увеличение несущей способности столбчатых фундаментов Технология усиления Устройство железобетонной обоймы в опалубке с уплотнением бетонной смеси глубинными вибраторами Устройство железобетонной обоймы в инвентарной щитовой опалубке с уплотнением бетонной смеси глубинными вибраторами

389 Восстановление и увеличение несущей способности многоступенчатых фундаментов Восстановление и увеличение несущей способности и жесткости колонны с гибкой (а) и жесткой (б) арматурой (уголковой), в том числе

ле без разгрузкиТо жеУстройство железобетонной  
обоймы в опалубке с уплотне-  
нием бетонной смеси глубинны-  
ми вибраторами. Жесткая ар-  
матура используется для креп-  
ления щитов опалубки. Воз-  
можно торкретирование

390]Стп п Эскиз конструкции усиленияА-Аб-  
6Продолжение табл. 10.1Область  
применения^Технология усиленияВосстановление  
несущей

способности рамных конст-  
рукцийУстранение течей в стенках  
резервуаров, увеличение  
жесткости и прочности  
стенок силосов и других ем-  
костных сооруженийБетонирование в опалубке;  
торкретированиеУстройство набетонок, водо-  
изолирующих штукатурок тор-  
кретированием  
GO;0Увеличение или восстанов-

ление несущей способности  
балки Восстановление несущей  
способности сжатой зоны  
подкрановых балок, ремонт  
поврежденных свесов полок Увеличение или восстановле-  
ние несущей способности  
сборных железобетонных  
пустотных плит Железобетонная обойма выпол-  
няется с использованием опа-  
лубли и уплотнением бетонной  
смеси глубинными вибратора-  
ми Монтаж жесткой арматуры на  
преднапряженных болтах с до-  
бетонированием полок или ус-  
тановкой обоймы с подливкой  
из дисперсно-армированной бе-  
тонной смеси Пробивка отверстий над пусто-  
тами. Монтаж каркасов. Уклад-  
ка бетона с уплотнением виб-  
рорейкой

Эскиз конструкции усиленияПродолжение табл.  
10.1Область примененияТехнология  
усиленияУвеличение несущей способ-

ности колонны, эксплуати-

руемой в неагрессивной сре-

де. Усиление выполняется

без разгрузки конструкций

При эксплуатации в агрес-

сивной среде предусматри-

вается устройство защитно-

го слоя из торкретаУвеличение жесткости и не-

сущей способности балок

перекрытия, в том числе

при динамических и вибра-

ционных воздействиях. Уси-

ление может выполняться

без разгрузки конструк-

ций а) Установка предварительно

выгнутых распорок с последую-

щим стягиванием их предва-

рительно напряженными хо-

мутами;б) Обжатие обоймы предвари-  
тельно напряженными хомута-  
ми с последующей приваркой  
соединительных планокКонструкции портала включа-  
ются при помощи инвентарной  
затяжки, натягаемой меха-  
ническим способом, и последу-  
ющей установкой клиньев меж-  
ду опорами портала и колонн

Увеличение трещиностойко-  
сти или несущей способности  
нижних поясов сборных  
преднапряженных ферм.

Усиление производится без  
разгрузки конструкцийа) Увеличение несущей спо-  
собности балок междуэтаж-  
ных перекрытий (а) и сбор-  
ных железобетонных балок  
(б). Усиление может выпол-  
няться без-разгрузки конст-

рукций Предварительное напряжение в  
тяжах создается с помощью  
распорного устройства Монтаж шпренгеля выполня-  
ется путем установки балок,  
затяжки и создания предвари-  
тельного напряжения в послед-  
ней (а). Предварительное на-  
пряжение в затяжке создается  
механическим путем (б)

Эскиз конструкции усиления Продолжение табл.  
10.1 Область применения Увеличение несущей способ-  
ности при неравномерном  
распределении дополнитель-  
ной нагрузки. Усиление мо-  
жет выполняться без раз-  
гружения конструкций Увеличение несущей способ-  
ности балок. Усиление мо-  
жет выполняться без раз-  
гружения конструкций Технология усиления Усилия в  
затяжке регулируют  
винтовыми устройствами в рас-

порках. Натяжение контроли-  
руют по величине хода вин-  
та. Предварительное напряжение  
создается затяжкой шпилек и  
контролем величины напряже-  
ния

395. Усиление опорных участков  
ребристых сборных плит пе-  
рекрытий. Усиление опорных узлов  
при смещении плит на про-  
межуточной опоре. Увеличение несущей способ-  
ности ребер в пролете при  
разреженной установке плит. Конструкции усиления  
включают в работу подклинкой или  
упорными болтами. Установка дополнительных ар-  
матурных каркасов в швы меж-  
ду плитами с бетонированием  
или торкретированием, пневмо-  
набрызгом, с использованием

подвесной опалубки

10.1. Методы усиления железобетонных и каменных конструкций в узлах их

сопряжения (левая часть схемы) 05СО05 РАСТВОРНЫМИ  
ОБОЙМАМИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМИ <ОБОЙМАМИ И  
РУБАШКАМИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМИ НАБЕТОНКАМИ С  
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ

АРМИРОВАНИЕМ ^ БЕТОННЫМИ  
ОБОЙМАМИ ФИБРОБЕТОННЫМИ ОБОЙМАМИ БЕЗ  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО

АРМИРОВАНИЯ ПРОДОЛЬНОЙ  
АРМАТУРОЙ ОДНОСТОРОННИМИ ДВУХСТОРОННИМИ И  
ЛИСТОВЫМИ МАТЕРИАЛАМИ БЕЗ ПОСТАНОВКИ  
ПРОДОЛЬНОЙ АРМАТУРЫ С ПОСТАНОВКОЙ ПРОДОЛЬНОЙ  
АРМАТУРЫ ЗАМКНУТЫМИ ХОМУТАМИ ПРИ СОЕДИНЕНИИ  
ЛИСТОВ МЕХАНИЧЕСКИМ СПОСОБОМ ПРИ КЛЕЙКОЙ О-  
ОБОЙМАМИ-РАСПОРКАМИ

10.1. Методы усиления железобетонных и каменных конструкций в узлах их

сопряжения (правая часть схемы) 10.2. Минимальная  
толщина обоев и набетонок, определяемая

технологическими требованиями Конструктивный  
элемент Минимальная толщина обоев, набетонок

см, при их устройстве в опалубке с вибри-

рованием торкретированием

и набрызгом Колонна 85 Боковые стенки балок 63 Нижние  
пояса балок 12,55 Стенки резервуаров,

силосов83S5Плиты перекрытий при устройстве наращиваний:сверху3,5—снизу63,5397)

должно применяться только при невозможности демонтажа техно-

логического оборудования, установленного на нем.При усилении многопустотных плит (табл. 10.1, п. 9) пустоты

используют для размещения арматурных каркасов. Количество пус-

тот, заполняемых каркасами и бетоном, определяется проектом. На-

ращивание из торкрета и набрызг-бетона применяют при: ремонте

и усилении больших поверхностей установкой арматурных или тка-

ных сеток, закрепляемых анкерами на бетонной поверхности; устрой-

стве защитных покрытий; усилении плит перекрытия наращиванием

«снизу». Предварительно напряженные двухсторонние и односторон-

ние металлические распорки (табл. 10.1, п. 10) применяют для по-

вышения несущей способности железобетонных колонн. Усиление

металлическими порталами (табл 10.1, п. 11)  
применяют при необхо-

димости значительного увеличения несущей  
способности балок, осо-

бенно при действии динамической нагрузки. Усиление  
изгибаемых

железобетонных конструкций преднапряженными  
горизонтальными

шпренгельными затяжками (табл 10 1, п 12—13)  
применяется при

необходимости увеличения несущей способности и  
повышения жест-

кости. Изгибаемые железобетонные конструкции  
усиливают предвари-

тельно напряженными хомутами (табл 10.1, п. 16) при  
необходимос-

ти увеличения их прочности на восприятия поперечной  
силы у опор.

Железобетонные плиты покрытий при недостаточной  
длине площадки

опирания (табл. 10 1, п. 17) усиливают путем  
подведения консолей,

устанавливаемых на центрирующие прокладки.  
Аналогичным обра-

зом устраивают подпружные консоли для уменьшения  
пролета плит.

Консоли включают в работу упорными болтами.  
Несущую способ-

ность продольных ребер (табл. 10.1, п. 18) плит  
покрытия увеличива-

ют установкой дополнительных каркасов в швы между  
плитами и их

последующим монолитированием. Конструкции усиления  
должны отвечать технологическим требо-

ваниям: обеспечивать простоту их устройства; быть  
унифицированы

в пределах реконструируемого объекта; допускать  
возможность вне-

сения изменений (подгонки) по месту; предельная  
масса и размеры

конструкций усиления должны соответствовать  
фактическим услови-

ям их устройства и характеристикам имеющихся  
монтажных меха-

низмов; обеспечивать возможность членения работ на  
ряд параллель-

ных процессов с целью максимального их совмещения и  
расширения

фронта работ и, следовательно, сокращения  
продолжительности вы-

полнения. 398

### 10.3. ТРЕБОВАНИЯ К ИСХОДНЫМ

МАТЕРИАЛАМ Арматурная сталь, прокат, применяемые в конструкциях усилен-

ния, должны удовлетворять требованиям СНиП 2.03.01—87. Для

армирования применяют рабочую арматуру классов А-I, А-II, А-Ш

по ГОСТ 5781—82. В качестве жесткой арматуры применяют про-

фильную прокатную сталь ВСтЗпсб, ВСтЗсп5 по ГОСТ 380—71,

8509—86, 8510—86, 82—39—72, ГОСТ 8240—72. Для изготовления

металлических конструкций усиления применяют листовую и про-

фильную прокатную сталь ВСтЗГпс5, ВСтЗсп5, ВСтЗпсб, ВСтЗкп2 по

ГОСТ 380—71. Для ручной дуговой сварки на монтаже необходимо

применять электроды Э42, Э42А, Э46, Э50, Э50А и Э55. Для конст-

рукций, эксплуатируемых в агрессивных средах, должны приме-

няться бетоны с характеристиками плотности и стойкости, соответ-

ствующими данной среде. Раствор для защитных цементных штука-

турок и мелкозернистый бетон для заделки гнезд, отверстий должны

быть не ниже класса В20. В качестве вяжущего для приготовления бетонов необходимо

применять портландцемент марок не ниже 400 по ГОСТ 10178—85.

При необходимости выполнения работ в кратчайшие сроки и в ава-

рийных ситуациях рекомендуется применять гипсоглиноземистый рас-

ширяющийся цемент по ГОСТ 11052—74, глиноземистый по ГОСТ

969—77, напрягающие цементы НЦ-20 (ТУ 21-20-18-80), Вид це-

мента рекомендуется выбирать в соответствии с табл. 10.3. При на-

личии особых требований должны применяться специальные виды

цементов в соответствии со СНиП 2.03.11—85 «Защита строительных

конструкций от коррозии. Нормы проектирования». Для конструк\*

ций, эксплуатируемых в агрессивных средах, рекомендуется приме-

нять в качестве ингибитора коррозии стали нитрит натрия (ГОСТ

19906—74\*). Различные добавки, в том числе суперпластификаторы,

должны применяться в соответствии со специальными нормативны

ми или методическими документами. Заполнители для бетонов должны отвечать требованиям СНиП 3.03.01—87, а также ГОСТ 8268—82; 8736—85; 10260—82 и ГОСТ

10268—80. Максимальная крупность заполнителя при уплотнении

бетонных смесей вибрированием не должна превышать 20 мм, за

исключением массивных обойм, но не более 1/5 толщины обоймы,

при нанесении набрызгом — 20 мм, но не более половины толщины

бетонируемой конструкции; при торкретировании 8—10 мм в зависи

мости от паспортных данных цемент-пушек; при заливке мелкозер

нистым бетоном полостей толщиной до 50 мм — не более 5 мм, вы

сотой более 50 мм — 10 мм. В густоармированных набетонках, обой

максимальная крупность заполнителя не должна превышать 2/3 расстояния

между арматурными стержнями. В отдельных случаях допускается

### 10.3. Области применения цементов

Портландцемент марок 400 и 500

Глиноземный цемент марок 400,

500 . . . .устройство обоев, рубашек, набетонок,

подливок с укладкой бетонной смеси вибрированием,

устройства рубашек — торкретированием или набрызгом. Выдерживание бетона в естественных условиях или паропрогреве

Гипсоглиноземный цемент марок

400, 500 .устройство обоев, рубашек и набетонок,

устранение местных повреждений с выдерживанием бетона при 7—25 °С во влажностных или воздушно-влажностных условиях. Применяется при необходимости загрузки усиливаемых конструкций в кратчайшие сроки. Бетонную смесь уклад-

ладывают преимущественно торкретированием и набрызгом. Расход цемента не менее 400 кг/м<sup>3</sup>. Должны применяться составы, обеспечивающие минимальную усадку бетона устройство обойм, рубашек, набетонок и подливок с укладкой бетонной смеси вибрированием, устройство обойм, набетонок торкретированием или набрызгом, ремонт поверхности резервуаров устройством торкрет-штукатурки. Выдерживание бетона при положительной температуре или паропрогрев при температуре <50 °С.

Применяется при необходимости загрузки усиливаемых конструкций в кратчайшие сроки. Расход цемента не менее 400 кг/м<sup>3</sup> устройство обойм, рубашек, набетонок, подливок с укладкой бетонной смеси вибрированием; устройство набетонок, рубашек торкретированием, набрызгом; ремонт емкостей и конструкций, воспринимающих

гидростатическое давление. Заделка стыков, швов и трещин в конструкциях, создание неразрезности (монолитности) сборных элементов. Выдерживание при нормальной температуре или паропрогрев при 50—60 °С с увлажнением после достижения прочности 10—15 МПа (1 сут при нормальной температуре, 6—10 ч при 50—60 °С).Примечание. При необходимости создания значительного самоупругения расход напрягающего цемента должен быть не меньше 500 кг/м<sup>3</sup>. самоупругение увеличивается с увеличением расхода цемента и уменьшением водоцементного отношения.Напрягающий цемент НЦ-20взамен обычных применять мелкозернистые бетонные смеси прочностью не менее проектной. Мелкозернистые бетонные смеси, укладываемые в опалубку под давлением растворомасосами, должны иметь подвижность, определяемую погружением стандартного конуса

са, 8—9 см, В/Ц~0,4—0,45, состав Ц : П > 1 : 1,5. Для приготовления

бетонных смесей должны применяться пески с модулем крупности

2,5 Уменьшение усадочных деформаций достигается применением

расширяющихся и пластифицирующих добавок или напрягающего

цемента. В качестве адгезионных обмазок для повышения сцепления

старого в укладываемого бетона могут применяться силиконовые

и акриловые клеи. При проверке прочности железобетонных конструкций на дейст-

вие монтажных нагрузок от закрепляемых монтажных приспособ-

лений и устройств характеристики арматуры и бетона принимают по

материалам обследования или по проекту. 10.4. ПРАВИЛА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

ПРИ УСИЛЕНИИ КОНСТРУКЦИЙ Усиливаемые конструкции разгружают по схемам, методам и уст-

ройствами, указанным в рабочей документации и ППР, после работ

подготовительного периода. Технологическая последовательность

выполнения работ, обеспечивающая устойчивость здания в целом

в процессе разгрузки, приводится в рабочей документации. Для

сокращения продолжительности остановочного периода рекоменду-

ется во всех возможных случаях предусматривать алмазное свер-

ление монтажных отверстий, установку на самоанкерующихся бол-

тах или растворе металлических опорных деталей и т.д. Разгрузка выполняется путем снятия временных и частично по-

стоянных нагрузок или подведением разгружающих опор и конст-

рукций. При отсутствии специальных указаний в рабочей докумен-

тации под конструкции необходимо подводить опоры при удалении

слабопрочного бетона сжатой зоны и в зоне анкеровки арматуры, при

уменьшении длины площадки опирания сборных железобетонных

конструкций и др. Монтажные нагрузки, передаваемые на усили-

ваемые конструкции в процессе усиления, не должны превышать

указанных в рабочей документации. Важная технологическая операция — подготовка поверхности

усиливаемых конструкций. Перед проведением этих работ удаляют

слабопрочный бетон в дефектных зонах в соответствии с проектом

усиления Размеры зон уточняют визуально по отслоению защитного

слоя, наличие мелкой сетки трещин на поверхности, коррозии бето-

на, следам ржавчины, глухому звуку при ударе. Для удаления сла-

бопрочного бетона с помощью механизированного инструмента окон-

туривают дефектные зоны бороздой, постепенно углубляются и уда-

ляют бетон внутри дефектной зоны. Удалять поверхностный по-

врежденный слой необходимо с минимальным нарушением участков

бетона. Профиль поверхности должен отвечать требованиям проек-

та, предусматривающего образование шпонок, борозд и т. д. При от-

сутствии указаний в проекте разрушенный по периметру сечения

бетон следует удалять перпендикулярно, а на боковых поверхно→

стях — параллельно продольной оси усиливаемых конструкций.26—502401

Для улучшения сцепления с вновь укладываемым бетоном по\*

верхность усиливаемой конструкции подвергают механической об\*

работке с целью повышения ее шероховатости. При малых объемах

работ механическая обработка поверхности выполняется при помощи

электрических и пневматических ручных машин (щеток, пучковых

молотков и т.п.); при больших объемах работ — гидроабразивным

способом с использованием оборудования для набрызг-бетона (пуль→

пу готовят из трех частей песка и семи частей воды), песко→

струйным и термоабразивным способами. При термоабразивной об→

работке последний слой бетона следует удалять при отключенной

горелке.\* Поверхность конструкций, загрязненных угольной пылью,

следует обрабатывать термоабразивным или дробеструйным спосо-

бами либо смесью песка и дроби (4:1). Оптимальная толщина сня-

маемого слоя бетона 0,5—5 мм. Пыль с обрабатываемой поверхности

смывают гидроструйным способом, после чего продувают сжатым

воздухом для удаления капель и пленок воды. От ржавчины и остатков бетона стержни арматуры следует

очищать механическим способом. В местах установки на сварке со-

единительных скоб существующую арматуру вскрывают не менее чем

на половину ее диаметра. На поверхности конструкций, подготовленных к усилению, не

допускается наличие бетона пониженного качества (прочности).

Прочность бетона определяют стандартными методами не менее чем

в трех точках на каждой конструкции визуально и простукиванием

по всей поверхности. Шероховатость и волнистость поверхности

должны соответствовать проекту. При отсутствии таких указаний

в проекте неровности должны составлять 2,5—5 мм на базовой длин

не 200 мм по ГОСТ 22753—77, а волнистость до 1 см согласно ГОСТ

13015.0—83. На поверхности не допускается наличие продуктов кор

розии, пыли, грязи, следов краски и др. Работы по подготовке по

верхности оформляют актом на скрытые работы. Рабочие поверх

ности перед бетонированием должны увлажняться в течение 12...24 ч до полного водопоглощения. Сварочные работы при соединении арматуры выполняют в со

ответствии с ГОСТ 14098—85; СНиП 3.03.01—87 и другими норма

тивными документами. Обычно применяют ручную дуговую сварку протяженными шва

ми с соединением существующей и вновь устанавливаемой арматуры

коротышами при горизонтальном и вертикальном положении стерж

ней или внахлестку (рис. 10.2). При ручной дуговой сварке соеди

нений арматуры следует применять электроды согласно СНиПЗ.03.01—87. При сварке арматуры разных классов применяют электроды,

рекомендованные для стали большей прочности. Сварку закаливаю-402

6-6ЛБ510.2. Конструктивные формы соединений арматурных стержней — накладками; б — внахлесткущихся сталей, например, марки А-III (З5ГС) выполняют, как пра

вило, с предварительным подогревом во избежание околошовных

трещин. При выполнении сварочных работ в конструкциях, находя

щихся под нагрузкой, при отрицательной температуре наружного

воздуха и в случае сварки в конструкциях, воспринимающих дина

мические нагрузки — при  $L_{ш} < 6$  мм сварку выполняют в 2 прохода;

$L_{ш} > 6$  мм — в три прохода. При устройстве многослойных швов

после наложения каждого последующего слоя устраивают перерывы

для его остывания до температуры, не превышающей 100 °С. При

сварке многослойными швами стержней арматуры диаметром до 25 мм диаметр электрода принимают 3 мм, более 25 мм—4 мм.

Режимы сварки назначают в соответствии со СНиП 3.03.01—87

и уточняют по паспорту электродов. Вертикальные швы сварных

соединений стержней выполняют в направлении снизу вверх. На

плавляют швы в один или несколько проходов в зависимости от

диаметра стыкуемых стержней до получения проектного сечения

шва. Швы сварных соединений стержней классов А-I, А-II, А-III

с коротышами следует выполнять напроход (вертикальные — снизу

вверх). В местах окончания швов, торца коротыша или в конце на

кладки необходимо тщательно заварить кратеры. Последовательность выполнения сварных соединений по длине

(высоте) усиливаемых конструкций устанавливается проектом. При

отсутствии специальных указаний сварные соединения вновь уста

навливаемой арматуры соединяют с существующей в следующем

порядке: в балках, ригелях — от краев к середине пролета с разме-

щением коротышей в шахматном порядке; в колоннах с жесткой

арматурой — от одного конца к другому по всему контуру; приварку

крючьев, хомутов необходимо вести от изогнутой части к концу

стержня с обязательным заплавлением кратера шва. Двусторонние 26\*403

многослойные швы следует накладывать симметрично слоями пооче-

редно с каждой стороны. Последовательность приварки хомутов,

крючьев по длине (высоте) усиливаемых конструкций произвольная.

Привариваемые стержни временно закрепляют скрутками или элект-

роприхватками, размещенными в пределах длин сварных швов. За-

жигать и выводить дугу следует на вновь привариваемые элементы. Качество сварных соединений арматуры контролируют в соот-

ветствии с требованиями СНиП 3.03.01—87, ГОСТ 10922—75; ГОСТ

14098-85. Приемку смонтированной арматуры, а также сварных соедине-

ний проводят в соответствии со СНиП 3.03.01—87 до укладки бето-

на и оформляют актом освидетельствования скрытых работ. Опалубочные работы должны выполняться с учетом требований

СНиП 3.03.01—87 и III-4-80. Для усиления единичных конструкций

рекомендуется применять деревянную опалубку, при массовом уси-

лении однотипных конструкций и обеспечении многократного исполь-

зования — деревометаллическую или металлическую опалубку,

в том числе по возможности — унифицированную типовую опалубку. Общая характеристика конструкций нетиповой опалубки (рис.

10.3—10.5), используемых для устройства обойм и наращиваний,

и область их применения приведены в гл. 18. Приемку смонтированной опалубки проводят в соответствии

с требованиями СНиПа. Если опалубку монтируют после выполнения

арматурных работ, в процессе монтажа обеспечивается проектная

толщина защитного слоя бетона, а при приемке опалубки дополни-

тельно контролируют его толщины. Демонтируют опалубку в соответствии с требованиями СНиП 3.03.01—87, в порядке и в сроки, установленные ППР, но при проч-

ности бетона не ниже 50 % проектной. Укладка, уплотнение и выдерживание бетонной смеси должны

также выполняться в соответствии с требованиями СНиП 3.03.01—87

и указаниями ППР. Подвижность бетонных смесей, уплотняемых вибрированием,

следует принимать равной по ГОСТ 10181.1—81. Мелкозернистые бетонные смеси, укладываемые растворонасо-

сами, должны отвечать требованиям ГОСТ 5802—86, а также СН

290-74. При восстановлении и усилении железобетонных конструк-

ций не допускается последовательное применение бетонов и раство-

ров, приготовленных на различных цементах, особенно портландце-

ментах и глиноземистых. Если же существует такая необходимость,

бетон на глиноземистом цементе укладывают на отвердевший порт-

ландцементный-баюн не ^анее чем .через 7 сут,  
портландцементный

на отвердевший из глиноземистого цемента — не ранее чем через

2 сут. Бетонирование должно вестись без перерывов. В случае не-404

10.3. Крепление щитов опалубки— к выносным стойкам; б — к жест\*

кой (уголковой) арматуре; в — опа

лубки с упругими бортами; / — стой

ка; 2 — усиливаемая конструкция; 3—

схватка; 4 — ригель; 5 — щит опалуб

ки; 6 — брус для крепления щитов;

7 — жесткая уголковая арматура; Я —

жесткая струбцина; 9 — упругий борт;

10 — прижимной болт обходимости образуют швы бетонирования. Поверхность рабочих

швов, устраиваемых при укладке бетонной смеси с перерывами,

должна быть перпендикулярна оси бетонирования, в плоских набе-

тонках — в любом месте параллельно меньшей стороне плиты. При

перерывах в бетонировании продолжительностью менее срока схва-

тывания («4 ч) обработка поверхности ранее уложенного бетона не

требуется. При перерывах в бетонировании больше сроков схваты-

вания поверхность необходимо обрабатывать. Прочность бетона

должна быть не менее 1,5 МПа при обработке металлической щет-

кой, 5 МПа — при обработке гидроабразивной струей. Торкретирование бетона выполняется по предварительно очи-

щенной и промытой поверхности, армированной или неармированной]405

#### 10.4. Крепление щитов опалубки к «воротникам»

1 — планка; 2 — пластины

«воротника»: 3 — фаскообразователь;

4 — щит опалубки\*

10.5. Опалубки усиления

а — верхних поясов внешним армированием; б — полки подкрановых балок;

в — нижних поясов балок; / — пластина; 2 — стяжные болты; 3 — несъемная

опалубка; 4 — установочные болты\* 5 — неразъемная блок-форма; б — уста

новочный болт; 7 — усиливаемая балка; в — стяжная шпилька.406

в один или несколько слоев. Толщина слоев, одновременно наноси-

мых при торкретировании, должна быть не более 15 мм при нане

сении раствора на горизонтальные потолочные (снизу вверх) или

вертикальные неармированные поверхности, 25 мм — при нанесении

на вертикальные армированные поверхности. При нанесении на\*

брызгом бетонных смесей на горизонтальные поверхности (снизу

вверх) — 50 мм. на вертикальные поверхности — 75 мм. При нанесе-

нии растворных или бетонных смесей на горизонтальные поверхно

сти сверху вниз толщина слоя не ограничивается. Уход за твердеющим бетоном должен быть организован

сразу

по окончании его укладки в конструкцию: увлажнение и укрывание

для поддержания нормальных температурно-влажностных условий

твердения. Бетоны на основе напрягающих цементов до приобрете-

ния прочности 10—15 МПа должны укрываться от потери влаги,

а после этого (как правило, одновременно со снятием опалубки)

должны увлажняться в течение 7 сут при нормальном твердении. При

невозможности увлажнения поверхность бетона должна быть защи-

щена пленкообразующими материалами. В летнее время уход за

бетоном на портландцементе ведут непрерывно в течение 7 сут. По-

верхность бетона, уложенного в конструкцию торкретированием или

набрызгом, покрывают пленкообразующими материалами, препятст-

вующими испарению воды из бетона, через 2 ч после его укладки или

увлажняется. Бетоны на глиноземистом и гипсоглиноземистом цемен-

тах увлажняют в течение 3 сут. Твердеющий бетон следует предо-

хранять от ударов и сотрясений. Опалубочные щиты допускаются

снимать при достижении бетоном 50 % проектной прочности. Усиление конструкций обетонированием целесообразно выпол-

нять при положительной температуре наружного воздуха. Бетонные

работы при среднесуточной температуре 4-5 °С и минимальной су-

точной температуре 0°С должны выполняться с учетом требований

к производству бетонных работ в зимних условиях. Применение бе-

тонных смесей с противоморозными добавками для усиления конст-

рукций, эксплуатируемых в агрессивных средах, не рекомендуется.

Бетон усиливаемой конструкции при отрицательной температуре

к моменту укладки свежей бетонной смеси должен быть прогрет.

Надежное сцепление вновь укладываемого бетона с бетоном конст→

рукции может быть гарантировано при температуре в зоне контакта

не ниже +2°C. Выдерживание бетона прекращается после набора им 50 % про→

ектной Прочности. Разность температуры открытой поверхности кон→

струкции и окружающего воздуха при распалубке не должна превы→

шать 30 °С. Контроль качества бетона следует вести в соответствии

с требованиями СНиП 3.03.01—87. Для интенсификации твердения бетона с целью загрузки 407

конструкций в более короткие сроки целесообразно предусматривать

их тепловлажностную обработку. Наиболее просто и целесообразно

в условиях действующих предприятий осуществлять тепловлажност→

ную обработку конструкций под брезентом или с использованием

«паровых рубашек»: паропрогрев насыщенным паром. Для обеспе→

чения равномерности прогрева пар следует подавать через 3—4 м по

высоте колонн и через 2 м по длине балок и плит с воздушным за-

зором не менее 0,2 м. При паропрогреве усиленных плит перекрытий

один ввод предусматривают на каждые 5—8 м<sup>2</sup>. Должны быть пре-

дусмотрены мероприятия для отвода конденсата. Для расчета длительности тепловлажностной обработки темпе-

ратуру пара под брезентом можно принимать равной 40 °С. Монтажные работы выполняют в соответствии с требованиями

СНиП 3.03.01—87 и указаниями ППР. Отклонения от проектных ли-

нейных размеров, проектной геометрической формы монтажных эле-

ментов, а также положения монтажных узлов приведены в табл. 10.4.10.4. Допустимые отклонения монтажных элементов

Отклонение	Допускаемое отклонение (±)
------------	----------------------------

при интервале размеров, мм	1000-6000	6000—12000
Относительное смещение осей	33	стержней в стыках

Смещение соединительных пла-510нок, мм

Габариты, мм:	стоек,
преднапряженных	710
распорок	балочных
элементов	710
балочных стоек порталов	710
Отклонение	

длин затяжек 1020. Монтажные элементы усиления должны оснащаться устройст

вами и приспособлениями для рихтовки и выверки, а в отдельных

случаях и устройствами для включения конструкций усиления в ра

боту. В частности, конструкции усиления колонн в виде обойм, сто

ек должны иметь компенсационные устройства для выбора монтаж

ных зазоров и включения их в работу. Тангенс угла отклонения поверхности, обработанной на торце

фрезерным станком, не должен превышать 1/1500. Пролетный размер элементов усиления балочного типа по усло

виям монтажа должен быть меньше размера в свету усиливаемой

конструкции на 100 мм. Для всех других элементов усиления, уста

навливаемых между несмещаемыми опорами надвигной при // <

< 6 м, монтажный зазор должен быть не менее 50 мм. Конструкции усиления монтируют в последовательности, указан

ной в рабочей документации и в ППР, обеспечивающей устойчивость

и геометрическую неизменяемость смонтированной части конструкций

ций усиления и прочность монтажных соединений. В зависимости

от условий производства работ и особенностей конструкций усиления

применяют блочный или поэлементный методы монтажа (по

следний — в стесненных условиях). Укрупнительную сборку элементов усиления следует производить

на специализированных площадках, а при малых объемах — непо

средственно у места установки конструкций. Конструкции и элементы

усиления включают в работу преимущественно механическим спосо

бом. Стержневые элементы натягивают динамометрическими ключа

ми или стержневыми домкратами. Отклонения величин напряжений

и деформаций должны соответствовать указанным в СНиПЗ.03.01—87. Контроль качества работ по усилению железобетонных

конструкций стальными элементами включает: проверку соответствия

элементов усиления чертежам КМД; контроль качества подготовки

к монтажу; контроль качества монтажных работ. При контроле ка

чества подготовки к монтажу проверяют: правильность установки

опорных деталей и подготовки опорных поверхностей; состояние

поверхности элементов усиления на опорных поверхностях и в от

верстиях. Кромки, подготовленные под сварку, должны быть обра

ботаны до металлического блеска. При монтаже стальных элементов

усиления обеспечивается контроль за соблюдением требований

СНиПа, чертежей КМД и ППР с занесением результатов контроля

в журналы приемки, а также в исполнительную документацию на

монтажные работы (акты, журналы работ). Усиление натяжения

предварительно напряженных затяжек определяют с погрешностью

5 % по показаниям тарированного манометра, динамометра и по

упорному удлинению, измеряемому с погрешностью 1 мм для про-

дольной и 0,1 мм поперечной арматуры. Потери на трение в динамо-

метрических ключах и домкратах определяют опытным путем. Раз-

ность напряжений в параллельных стержнях не должна превышать

10 %. Монтажные сварные соединения выполняют, как правило, по

заранее разработанной технологии, устанавливающей способ сварки,

марку электродов, порядок наложения швов, режим сварки и т.д.

Тип, марку и диаметр электродов для сварки принимают в соответ-

ствии с проектом усиления конструкций. При отсутствии указаний

в проекте тип и марку электродов для сварки углеродистых и низ-

легированных сталей принимают в зависимости от способов свар-

ки, класса арматуры, условий работы усиливаемой конструкции (ви-

да нагрузки) в соответствии с требованиями СНиПа.409

При сварке сталей, различных по химическому составу, приме-

няют электроды, рекомендуемые для сварки менее легированной

стали. При усилении под нагрузкой железобетонных конструкций с ар-

матурой из кипящих сталей соединения существующей арматуры

сваривают с усиливающими стальными элементами при температу-

ре не ниже  $-5^{\circ}\text{C}$ , а с арматурой из спокойных и полуспокойных

сталей — не ниже  $-15^{\circ}\text{C}$ . Сварку соединений в слабонагруженных

элементах, воспринимающих до 25 % расчетной нагрузки, проводят

соответственно при температуре не ниже  $-15^{\circ}\text{C}$  и  $-25^{\circ}\text{C}$ . Темпе-

ратура, режим прокаливания электродов и режимы дуговой сварки

принимают по СНиП 3.03.01—87 и уточняют по паспортным данным

электродов. Прихватки при сварке должны выполняться теми же

электродами, что и основные сварные швы. Длина прихваток для

соединения установленных, выверенных и пригнанных деталей с су-

ществующей арматурой или закладными элементами усиливаемых

конструкций должна быть 15—20 мм, а высота сварных швов — не

более 4 мм. Прихватки должны располагаться в пределах сварных

швов. Число прихваток должно быть минимальным. Диаметр элек-

троды рекомендуется принимать меньше, чем для сварки, но не бо-

лее 4 мм. Не допускается располагать прихватки в углах, местах

пересечения швов. Вертикальные швы сварных соединений стыковых

пластин с рабочей арматурой выполняют снизу вверх на предельно

короткой дуге. Направляют швы в один или несколько проходов до

получения проектного сечения. При симметричном расположении

стыковых планок швы накладывают поочередно с обеих сторон

относительно продольной оси стержня. При необходимости закреп-

ления монтажных деталей (опорных столиков, пластин) последние

приваривают к существующей арматуре фланговыми швами. При

усилении конструкций элементами из штампованных или гнутых в хо→

лодном состоянии профилей следует избегать сварных швов, накла→

дываемых в области изгиба. При сварке многослойными швами каж→

дый последующий слой накладывают после охлаждения предыдуще→

го до температуры, не превышающей 100 °С, очищают от шлака

и брызг металла. Число проходов при сварке на монтаже указано

в табл. 10.5. Сварные соединения контролируют в соответствии со СНиПЗ.03.01—87. Операционный контроль качества сварных соединений

должен осуществляться на всех этапах их выполнения и включать

в себя проверку подготовки арматуры или закладных деталей уси→

ливаемых конструкций, а также элементов усиления к сварке, точ→

ность фех сборки, соответствие режимов и технологии производства

сварочных работ требованиям ППР. Приемочный контроль качества сварных соединений осуществ-410

10.5. Зависимость числа проходов сварки от условий Число пр оходов при условиях Эскиз сварного

соединения Васота катета, мм нормальные

условия свар\*

ки, статичес

кая нагрузка сварка пэд нагрузкой "ри

отрицательной температуре

эксплуатация при динами-

ческой нагрузке Примечания: 1. Слева от черты — число проходов при го

ризонтальном положении, справа — при вертикальном и потолочном

2. Каждый последующий слой накладывают после остывания преды

дущего до 100° С. 3. Диаметр электрода при  $h_m < 8$  мм равен 3 мм,

при  $h_m \geq 4$  мм. ляют внешним осмотром сварных соединений в соответствии с ГОСТ

3242—79; обмером всех соединений; механическими испытаниями на

прочность соединений контрольных образцов;  
засверливанием швов

с последующим травлением для выявления внутренних дефектов (не-

провара, пор, шлаковых включений, макротрещин). По  
внешнему

виду швы сварных соединений должны удовлетворять  
требованиям

СНиПа. Отклонения размеров сечения швов сварных  
соединений от

проектных не должны превышать указанных в ГОСТ  
8713—79;

14771—76, 5264—80 и ГОСТ 10922—75. На поверхности  
свариваемых

элементов не допускается наличие поджогов и  
подплавлений

от дуговой сварки. Поджоги должны быть зачищены  
абразивным инструментом

кругом. При этом уменьшение площади сечения  
стержней (углуб-

ление в основной металл) не должно превышать 3%.  
Места зачи-

стки должны иметь плавные переходы к телу стержня,  
а риски от

абразивной обработки направлены вдоль стержня. При  
отрицатель-

ных температурах дефектные участки следует вырубать после подо-

грева участка сварного соединения до  $t = 200\text{—}250\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Заварку де-

фектного участка следует также производить после подогрева. 10.5. ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТ ПО УСИЛЕНИЮ

ОТДЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И СООРУЖЕНИЙ Усиление фундаментов (рис. 10.6) железобетонными рубашками

проводят в такой технологической последовательности: выполняют

отрывку фундамента с устройством крепления котлована и бетонную

подготовку на щебеночном основании; создают требуемый уклон

боковым поверхностям фундаментов (табл. 10.1, п. 3); обрабатыва-

ют поверхность, устанавливают арматуру и закрепляют в проектном

положении; при помощи крана, лебедки, подъемника или других

монтажных механизмов монтируют и закрепляют опалубку в проект-

ном положении; подают, укладывают и уплотняют бетонную смесь. При усилении ленточных фундаментов дополнительно устраива-

ют штрабы и устанавливают на растворе в  
высверленные отверстия

анкера. Бетонную смесь целесообразно подавать  
автобетоносмесите-

лем, снабженным ленточным питателем или другим  
устройством для

боковой выгрузки. При усилении фундаментов под  
технологическое

оборудование (манипуляторы, молоты, прессы, и т. п.) с  
использова-

нием несъемной металлической опалубки (табл. 10.1, п.  
1), послед-

ние снабжают анкерами, бетонирование ведут после  
монтажа и за-

крепления вертикальных листов опалубки.  
Горизонтальные листы

устанавливают после укладки и уплотнения бетонной  
смеси на 3—

5 см ниже проектной отметки. Затем через «окна» в  
горизонтальных

листах дополнительно укладывают и уплотняют  
бетонную смесь. Усиление колонн бетонированием  
обойм рекомендуется выпол-

нять с использованием самонесущей щитовой опалубки.  
Опалубоч-

ные щиты могут крепиться непосредственно на жесткой арматуре

или выносных инвентарных стойках-кондукторах, жестко соединяе-

мых с усиливаемой колонной при помощи хомутов. При армирова-

нии гибкой арматурой щиты опалубки могут крепиться к «воротни-

кам» из полосовой стали (см. рис. 10.4). Шаг «воротников» прини-

мается равным высоте щитов опалубки (0,8—1,0 м).  
Воротники

могут крепиться к колонне путем их приварки к существующей ар-

матуре планками из стали толщиной 6—8 мм шириной 100 мм. При

использовании для бетонирования мелкозернистых бетонных смесей,

укладываемых растворомасосами, число одновременно бетонизируемых

## 10.6 Усиление отдельно стоящих ступенчатых фундаментов

7 —кран; 2—крепление коглована; 5 —лестница навесная; 4 — железобетон-

ная колонна;-5 — усиливаемый фундамент; 6 — бетонная подготовка; 7 — ще-

беночная подготовка; в —бадья; 0 — бетон усиления; 10 — ограждение; // —опалубка колонн должно соответствовать производительности раствора насоса.

Технологические схемы усиления обоймами колонн, армированных

гибкой арматурой: с использованием выносных стоек (см. рис.

10.3,а), жесткой арматурой (см. рис. 10.3,б), в опалубке с упругими

бортами (см. рис. 10.3,в).413

Усиление колонн железобетонными обоймами осуществляют сле→

дующим образом, разгружают колонну (в случае необходимости),

вскрывают колонну до верхнего среза фундамента или уровня пли→

ты перекрытия; устанавливают леса, удаляют поврежденный слой

бетона колонны, обрабатывают поверхность бетона; устанавливают

дополнительную арматуру; для вариантов усиления с приваркой ар→

матуры оголяют существующую арматуру в местах установки со→

единительных деталей и приваривают к дополнительной; устанавли→

вают хомуты, перемещая их вдоль рабочей арматуры и закрепляя

к ней проволочными скрутками; обеспыливают поверхность колонны

сжатым воздухом и увлажняют; устанавливают и закрепляют щиты

опалубки ярусами; укладывают и уплотняют бетонную смесь слоями

высотой 200—300 мм; осуществляют уход за бетоном, демонтаж

опалубки и инвентарные леса. Усиление железобетонных колонн предварительно напряженными

распорками (рис. 10.7) производят в следующем порядке: вокруг

низа усиливаемой колонны разбирают пол и удаляют слабопрочный

бетон колонны и подколонника или монолитной плиты перекрытия;

устанавливают инвентарные подмости; обрабатывают бетонную поверхность

верхность ригелей и колонн в местах их соединения. На цементном

песчаном растворе В22,5 строго горизонтально устанавливают опоры

ные уголки (3,4) так, чтобы внутренняя вертикальная плоскость

уголков располагалась вровень с боковой поверхностью усиливаемой

колонны. Бетонную поверхность колонн выравнивают цементно-пес-

чаным раствором заподлицо с внутренними вертикальными плоско-

стями полков нижнего и верхнего опорных уголков. В соответствии

с проектом выполняют выгиб распорок (стоек). После набора це-

ментным раствором прочности 70 % от проектной устанавливают

металлические распорки, верхние и нижние упорные планки которых

монтажными шпильками прижимают к колонне. После рихтовки рас-

порки регулировочными болтами компенсационного узла создают

монтажные усилия в распорках путем закручивания гаек стяжного

болта. К уголкам распорок приваривают упорные планки компенса-

ционного узла. После проверки качества сварных соединений созда-

ют напряжение в распорках, стягивая их путем закручивания гаек

стяжных болтов. Гайки закручивают в два этапа: стягивают при

мерно на 50 % начального выгиба с выдерживанием под этим напря

жением 10 мин для осмотра; затем закручивают гайки стяжных бол

тов до установки распорок в вертикальное положение. После этого

к распоркам приваривают соединительные планки последовательно

от середины до верха и низа колонны. В многоэтажных зданиях уси

ление колонн следует начинать с нижележащих этажей. Усиление ригелей и подкрановых балок производят после усиле

ния колонн (если требуется усиление последних), на которые они

в-вющг1&U1- Н '■f J10.7. Усиление колонн предварительно напряженными распорками (стойками) а — в стадии подготовки; б — в стадии монтажа; в — в рабочем положении;

/ — распорка (стойка); 2 — соединительные планки; 5 — верхний опорный

уголок; 4 — монтажная шпилька; 5 — центральная планка; 6 — стяжной болт;

7 — нижний опорный уголок; 8 — регулировочный болт;  
5 — стопорный болт;

/0 — упорная планка опираются. При усилении ригелей и подкрановых балок обетони-

ванием целесообразно использовать подвесную опалубку или неразъ-

емные блок-формы. При усилении подкрановых балок вначале выпол-

няют работы по усилению сжатой зоны, а затем растянутой (ниж-415

ней полки) и боковых поверхностей стенок. Работы по усилению

сжатой зоны подкрановых балок металлической обоймой и наращи-

ванием сечения (см. рис. 10.5, а) выполняют после демонтажа кра-

новых путей, деталей и узлов крепления в такой последовательно-

сти: удаляют остатки свесов полок, подливку и частично бетон за-

щитного слоя, выполняют подготовку бетонной поверхности;

устанавливают краном металлическую обойму усиления верхнего

пояса, выверяют при помощи установочных болтов и фиксаторов,

крепят к нижнему поясу тяжами; через «окна» в верхнем листе

обоймы укладывают и уплотняют мелкозернистую бетонную смесь.

После бетонирования верхнего пояса подкрановой балки проводят

монтажное натяжение в тяжах. При достижении бетоном проектной

прочности ступенями в тяжах создают предварительное напряжение,

равное проектному. После суточной выдержки производят контроль

натяжения и приварку гаек. При усилении растянутой зоны балок и ригелей (рис. 10.8)

в местах установки соединительных скоб оголяют и очищают ар-

туру, устанавливают, выверяют и приваривают дополнительную ар-

матуру к существующей; монтируют неразъемную блок-форму с на-

весными вибраторами и закрепляют на усиливаемой конструкции.

Бетонную смесь укладывают сбоку в уширение блок-формы. Уплот-

нение и распределение смеси производят периодическим включением

вибраторов. Бетону верхних граней набетонки придают проектн

уклон. При отсутствии указаний в проекте уклон принимается не

менее  $15^\circ$ , а при эксплуатации усиливаемой конструкции на открытом

воздухе — не менее  $45^\circ$ . При усилении подкрановых балок в качест

ве средств подмащивания рационально использовать рабочие пло

щадки с ограждениями, устанавливаемые на металлических консо

лях, которые жестко закрепляются болтами к колоннам. Усиление железобетонных ригелей и балок предварительно на

пряженными шпренгельными затяжками с жесткой распоркой (рис.

10.9) производят в следующей очередности (рис. 10.9): на подготов

ленной поверхности железобетонного перекрытия с установленными

подкладками монтируют стальную балку верхнего пояса металли

ческого шпренгеля; после выверки балки ее крепят монтажными хомутами

к перекрытию и присоединяют подкладки к балке электро-

сваркой; после выполнения сварных соединений монтажные хомуты

снимают; при помощи монтажного блока и лебедки устанавливают

затяжки вдоль обеих сторон железобетонного ригеля и закрепляют их

через пробитые отверстия в перекрытии к анкерным устройствам

балки; создают предварительное напряжение путем одновременного

закручивания гаек тяжелой усиливаемой конструкции тарированными

динамометрическими ключами. Предварительное напряжение созда-

ют в два этапа: вначале — до контрольной величины (установленной 416

то 8 Усиление подкрановой балки с креплением рабочих площадок на метал-

лических консолях/-усиливаемая балка; 2 -подвеска; 3- прижимной винт; ^-- вибратор; 5 — блок-форма; 5 — бетон усиления; 7 —бадья для бетона; 8 — рабочая пло-

щадка с ограждением; 9 — металлическая консоль; 10 — монтажный крайпроект) для восприятия нагрузок от монтируемого технологиче

ского оборудования; после монтажа оборудования до проектной

расчетной величины. Величину усилия в затяжке шпренгеля конт

ролируют по показаниям на динамометрическом ключе. Установив-27—502417

10.9. Усиление шпренгельной затяжкой с креплением на металлической балке/ — усиливаемая балка; 2 — анкерное устройство; 3 — подкладка; 4 — балка

усиления; 5 — шпренгельная затяжка; 6 — тяжшее в тяжах усилие проверяют через сутки, и при необходимости

доводят его до проектного. Гайки сваривают между собой и при

варивают к тяжам. Работы по усилению ригеля металлическими предварительно

напряженными шпренгельными затяжками с креплением их в упо

рах обойм, установленных на участках колонн в уровне перекрытия

(рис. 10.10) ведут в такой последовательности: обрабатывают по

верхность опорных участков колонн вышележащего этажа, на

колоннах устанавливают металлические полуобоймы с анкерными уст-

ройствами и сваривают между собой. Зазоры между обоймой и ко-

лонной (не менее 50 мм) заделывают мелкозернистым бетоном клас-

са не ниже В15. После достижения бетоном проектной прочности

через отверстия в перекрытии монтируют металлические затяжки418

10.10. Усиление балки шпревгельяой затяжкой с креплением и\* на упорах обойм колонн/ — металлический тяж (горизонтальный тяж); 2 — стяжная шпилька; 5 —

металлическая обойма колонны; 4 — анкерное устройство; 5 ~ ~ усиливаемая балка и стяжными шпильками создают в них предварительное напряже-

ние. Величину создаваемого напряжения рассчитывают по удлине-

нию и контролируют при помощи рычажных тензометров, закреп-

ляемых на обеих тяжах. Работы по усилению железобетонных подкрановых балок пред-

варительно напряженными шпренгельными затяжками с креплением

к обойме полки выполняют в следующей технологической последо-

вательности (рис. 10 11): снимают крепления подкранового рельса

и подклинивают его; в полке подкрановой балки просверливают

отверстия; очищают поверхность полки от загрязнения; выравнивают

поверхность полки цементным раствором состава 1 : 2; устанавли-

вают элементы металлической обоймы и закрепляют шпильками

с обжатием раствора; устанавливают шпренгельные затяжки с за-

креплением их в анкерных устройствах; по достижении раствором 27\*419

10.11. Усиление подкрановых балок шпренгельной затяжкой с креплением к обойме полки 1 — шпренгельная затяжка; 2 — обойма полки; 3 — центрирующие подклад-

ки; 4 — анкерное устройство; 5 — шпилька обоймы проектной прочности создают предварительное напряжение в затяж\*

ках согласно рабочей документации. Усиление плит перекрытий проводят по технологии, определяе-

мой принятым методом усиления и условиями производства работ.

До начала работ плиты перекрытий необходимо разгрузить, если

это предусмотрено проектом. Усиление монолитных ребристых пере-

крытий путем наращивания сверху (рис. 10.12, г) выполняют в такой

последовательности: в плите перекрытия в шахматном порядке про-

сверливают сквозные отверстия для устройства железобетонных шпо-

нок; контактную поверхность очищают от мусора, грязи, арматуру —

от следов бетона и коррозии; устанавливают арматурную сетку уси\*420

10.12. Схема усиления монолитных перекрытий наращиванием сверху (а) и снизу (б) 1 — монолитная плита; 2 — арматура усиления; 3 — бетон усиления; 4 — V-

образные стержни; б — отверстие в существующей плите; б — «коротыш» ар-

матурный усиления плиты и V-образные стержни; бетонируют плиту по маячным

рейкам. Уход за бетоном осуществляют в соответствии с требованиями

ми, изложенными в п. 10.4. При невозможности усиления «сверху»

проводят усиление плит наращиванием снизу (рис. 10.12,б): в плиту

снизу через 500—700 мм вырубает поперечные борозды до существ-

ующей арматуры с обнажением последней; обрабатывают контакт

ную поверхность бетона, очищают существующую арматуру; уста-

навливают дополнительную арматуру и приваривают коротышами

к существующей; устраивают набетонку торкретированием. Усиление сборных железобетонных многопустотных плит пере-421

.IS. Монтаж балки и стоек порталаа, б — установка балки портала; в —

обеспечение подвижности опорного уз-

ла; 1 — монтажная консоль; 2 — мон-

тажный блок; 5 — канат лебедки; 4 —

универсальный строп; 5 — монтажный

хомут; 6 — захват; 7 — уголок; 8 — от-

тяжка; 9 — металлическая обойма;  
10 — консольные выпускные леса; //—  
крюк; — кольцевой строп; 18 — ме-  
таллическая обойма усиления колон-  
ны; 14 — опорный узел пролетной фер-  
мы галереи; /5 — стойка портала; /б—  
металлическая обойма усиления ко-  
лонны; 17 — поперечная балка; 18 —  
подвижная траверса; 19 — домкрат;  
20 — усиливаемая железобетонная опорная балка; 21 —  
упорные болты;  
22 — металлическая балка портала;  
29 — центрирующая прокладка; 24 —  
стойка портала покрытий (табл. 10.1, п. 9) осуществляют в  
следующей последователь-  
ности; очищают поверхность плиты; вдоль плиты над  
пустотами про-  
бивают борозды шириной 70—100 мм; контактную  
поверхность про-  
дувают сжатым воздухом; увлажняют; устанавливают  
вертикальные

каркасы и дополнительную арматурную сетку; укладывают и уплот-

няют бетонную смесь по маячным рейкам; осуществляют уход за

бетоном.423

Усиление железобетонной П-образной консольной опоры, на ко-

торую опираются металлические фермы наклонной галереи, выполня-

ют путем подведения наклонного металлического портала и обеспе-

чения подвижности опорного узла для восприятия температурных

деформаций (рис. 10.13). При усилении опоры вначале крепят металлическую обойму из

уголков к колоннам; усиливают железобетонную балку обоймой из

уголков, для чего уголки устанавливают на свежееуложенный рас-

твор, соединяют шпильками и производят их монтажное натяжение;

при помощи лебедок поднимают балку портала и временно крепят ее

к усиливаемой балке; поочередно устанавливают стойки портала с при\*-

соединением их нижних и верхних опор сваркой к обойме колонны;

опускают балку портала при помощи хомутов и соединяют со стой-

ками портала; включают в работу балки портала путем одновре-

менного закручивания упорных болтов с двух сторон балки попар-

но от краев к середине; заполняют зазоры между усиляемой балкой

и балкой портала мелкозернистой бетонной смесью; создают подвиж-

ность опорных узлов ферм галереи путем подведения поперечных

балок и передачи на них нагрузки от ферм при помощи домкратов

с последующей приваркой к ним подвижной траверсы с центрирую-

щей прокладкой. Усиление железобетонных балок и стен наклонных галерей (рис.

10.14) рекомендуется осуществлять с использованием комплекта обо-

рудования, включающего: передвижные салазки, перемещаемые по

направляющим, жестко закрепленным на конструкциях покрытия

галереи; подвесных люлек, закрепленных на консолях салазок и ра-

бочего настила между ними; механизма перемещения салазок; стра-

ховочных канатов, закрепляемых на покрытии галереи; установки

для нанесения торкрет- или набрызг-бетона; установки для гидро-

абразивной обработки бетонной поверхности; комплекта ручного

инструмента для обработки поверхности бетона, сварочного аппарата-

та и т.д. Работы по усилению производят вдоль галереи в направ-

лении вверх по уклону отдельными захватками длиной, равной про-

лету подвесных люлек. Безопасность работ обеспечивается благода-

ря оснащению салазок тормозным устройством, перемещению люлек

на последующую захватку без людей, уравниванию массы и на-

грузок на люльки. При обработке бетонной поверхности, установке дополнитель-

ной арматуры, устройстве набрызг-бетона и его выдерживании необ-

ходимо соблюдать требования, изложенные в п. 10.4. Усиление конструкций силосов (на примере силосного склада

комбикормового завода) (рис. 10.15) из сборных элементов в осях

11, 12, 13 осуществляют в две очереди: 1) усиление конструкций, не

посредственно воспринимающих нагрузки от технологического обо-424

10.14. Усиление железобетонных стен галереи

1 — торкрет-установка; 2 — люлька строительная; 3 — контейнер для сухой

бетонной смеси; 4 — компрессор; 5 — электролебедка; 6 — отводной блок; 7 —

салазки; 8 — рабочий настил; 9 — двухветевой строп; 10 — направляющие; 11 — канат лебедки; 12, 13. По условиям

безопасности работ направление ведения работ по временному за

креплению, разборке и усилению конструкций принято сверху вниз.

Работы первой очереди выполняют в такой последовательности: по

оси 11 закрепляют тяжами кирпичную стену надсилосной части; раз

гружают колонны по оси 11 и закрепляют конструкции покрытия

от обрушения путем устройства V-образных металлических порта

лов с передачей нагрузки от покрытия с оси 11 на ось 12 на отм.

+22,08 м; включение их в работу; устраивают временный рабочий

настил, необходимый для производства работ по разборке кирпич

ной стены по оси 11\ разбирают кирпичную стену по оси И надси

лосной части. Разборку ведут уступами высотой по 4—5 рядов

кладки длиной 1,5—2 м с обеих сторон к ключу образовавшегося

свода над разрушенной опорой. В последнюю очередь разбирают

ключ свода с обрушением оставшейся части кладки высотой 1,2—1,3 м; устраивают монтажный проем над разрушенной плитой пере

крытия (отм. +22,08 м); демонтируют разрушенные железобетонные

стенки силосов по оси 11 и плиты перекрытия в осях 11—12; уси

ливают плиту перекрытия силосного склада на отм. 4-22,08 м в осях

И—12, усиливают конструкцию лестничной клетки путем установки 425

10.19. Усиление и восстановление

строительных конструкций комби\*

кормового завода (стрелками обо-

значены направления ведения раз-

борки конструкций) 1 — асбоцементные листы; 2 — V-

образный портал; 3 — трубчатые

металлические стойки; 4 — метал-

лический жесткий торцевой фах-

верк; 5 — кран МКГ-25БРВ-В

пространственного блока, состоящего из трубчатых стоек, раскреп-

ленных системой связей, к которому крепится технологическое обо-

рудование и элементы лестницы и ограждение. Конструкции уси-

ления лестничной клетки монтируют снизу вверх. Во вторую очередь

выполняют: усиление стенок силосов в осях 12—13 путем устрой-

ства железобетонных монолитных рубашек в объемно-переставной

опалубке; ограждение из асбоцементных листов на участках демон-

тированных стенок силосов, которые в дальнейшем не эксплуатиру-

ются; установку металлического жесткого торцевого фахверка

и крепления к нему в качестве ограждающих конструкций асбоце-

ментных листов. Усиление конструкций угольной башни выполняется в связи

с интенсивной коррозией арматуры и разрушением защитного слоя

бетона. Проектом предусмотрено усиление железобетонных конст-

рукций перекрытий, фасадной поверхности здания и стенок бунке-

ров путем установки и соединения дополнительной арматуры с су-

ществующей на сварке и с последующим нанесением торкрет-бетона

(рис. 10.16). В подготовительный период устраивают выносную пло-

щадку с ограждениями; оборудуют площадку для установки обо-

рудования при выполнении работ по торкретированию.  
Работы по

усилению железобетонных конструкций осуществляют  
отдельными

захватками без остановки работы башни. При работах  
внутри здания захваткой является отдельный бун-

кер и зона перекрытий над ним, при восстановлении  
наружных по-

верхностей стен здания — ярус высотой 1,2—1,6 м по  
одной из сторон

фасада. В пределах каждой захватки внутри башни при  
работе со-

блюдают следующую последовательность:  
освобождают бункер от

угля и плотно перекрывают течку заслонкой;  
устраивают в бункере

рабочий настил и навесные металлические лестницы,  
устраивают

и ограждают монтажные проемы в перекрытиях на отм.  
+41,00 м

и +35,680 м с размерами в плане 2X2 м (2,3,4);  
устраивают в стене

по оси «А» два монтажных проема (2,3) для подачи  
материалов на

отм. +Ю,640 и +35,680;<sup>1</sup> устанавливают ленточный  
конвейер для по-

дачи бетона от монтажного проема на перекрытия. На перекрытия

материалы подают с выносной площадки для приема материалов при

помощи ленточного конвейера и тельфера. На выносную площадку

материалы подают при помощи автокрана. Мусор удаляют при по-

мощи течки, выполненной из тонкостенного листа. Работы по усиле-

нию наклонных стенок бункеров проводят с рабочего настила, уста-

навливаемого в бункере и поднимаемого по мере производства

работ, и навесных металлических лестниц; работы по усилению верти-

кальных стен бункеров — с подмостей, устанавливаемых на метал-

лических трубчатых лесах. Восстановление наружных поверхностей башни выполняют с под-427

10.16. Усиление конструкций угольных ба-

шен коксохимзаводов I . автотранспорт; 2 — площадка для при-

ема материала; 3 — ленточный конвейер

для загрузки торкрет-установки; 4 — тор-

крет-установка; 5 — напорный бак для воды; 6 — гибкий рукав; 7 — течка; 8 — выносная площадка с ограждением для приемки материала; 9 — консольная балка\* /0 — тельфер; // — монтажные проемы; 12 — автокран; 13 — компрессор; 14 — навесная лестница; 15 — трубчатые стоечные леса; 16 — рабочий настил; 17 — ленточный конвейер; 18 — строительная люлька

#### 10.17. Усиление конструкций покрытия

1 — ■ переносная лестница с площадкой; 2 — монтажный рабочий настил со

съёмным ограждением; 3 — рабочий настил; 4 — мостовой кран; 5 — тележка

мостового крана; 6 — монтажный кранвесных люлек, закрепляемых на консольных балках. При удалении

слабопрочного бетона, очистке арматуры от продуктов коррозии,

монтаже и сварке дополнительной арматуры, а также торкретирования

нии необходимо соблюдать требования, изложенные в п. 10.4. Усиление конструкций покрытия одноэтажных промышленных

зданий (рис. 10.17) в условиях действующего предприятия выполняю-

т с рабочих настилов или с мостовых кранов, оборудованных мон-

тажным рабочим настилом. При усилении нижних поясов стропиль-

ных ферм, связей, опорных участков плит работы производят с мон-

тажного рабочего настила, установленного на мостовом кране. До

начала работ следует переоборудовать мостовой кран, для чего не-

обходимо отключить троллеи и обеспечить электропитание через

электрический кабель. При необходимости усиления стоек, раскосов,

верхних поясов стропильных ферм, замены световых фонарей на

светоаэрационные и т. п. работы выполняют по захваткам с исполь-

зованием рабочего настила, устроенного по временным металличе-

ским прогонам, закрепленным к нижним поясам стропильных ферм.

По профнастилу укладывают деревянные трапы для перемещения

рабочих и дощатый настил, с которого выполняют работы. К рабо-

чим местам конструкции подают в зависимости от условий произ-

водства работ, самоходным монтажным краном, крышевым краном

либо с помощью лебедки и монтажных блоков. Складирование кон-

струкций усиления на рабочих настилах и мостовом кране допуска-

ется в пределах нагрузок, указанных в рабочей документации. 10.6. МЕТОДЫ УСИЛЕНИЯ КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ Усиление столбов, простенков и пилонов обоями показано на

рис. 10.18; 10.19. Несущая способность каменных и кирпичных стол-

бов, простенков, пилонов и пилонов может быть значительно увели-

чена путем устройства стальных, железобетонных или армирован-

ных растворных обоям, создающих боковое обжатие кладки. Обой-

мы устраивают в тех случаях, когда несущая способность столбов,

простенков и пилястр недостаточна при реконструкции и надстройке

зданий или при значительных повреждениях кладки (трещины, раз-

дробления, сколы). Стальная обойма состоит из вертикальных уголков, устанавли-

ваемых на растворе по углам усиливаемого элемента, и хомутов

(поперечных планок) из полосовой стали или круглых стержней, при-

вариваемых к уголкам. Расстояние между хомутами должно быть

не более меньшего размера сечения элемента и не более 55 см. Для

защиты от коррозии стальную обойму оштукатуривают цементным

раствором М50—100 толщиной 2—3 см по металлической сетке. Се-

чение уголков и хомутов определяют расчетом. Рекомендуется при-

менять уголки с полками размером 50—75 мм и хомуты из полосо-

вой стали сечением 40x5—60x12 мм или из круглой стали диа-

метром 12—30 мм. Для получения эффекта обжатия кладки зазор между кладкой

и уголками следует тщательно заделывать (зачеканивать) цемент-

ным раствором М50—100 и обжимать с помощью напрягаемых430

#### 10.18. Усиление столбов (простенков) обоймами

а — металлической; б — железобетонной; в — кирпичной армированной кладк«

кой; / — кирпичный столб; 2—'Стальные уголки; 3 — планки; 4 —бетон; 5 —

продольная арматура диаметром 6—12 мм; 5— хомуты диаметром 4—10 мм?7 — новая кладка, армированная сетками через 3 ряда; 8 — сваркаобойм (рис. 10.20). Для натяжения гайки закручивают динамомет-

рическим ключом. Величина натяжения 30—40 кН. Железобетонная обойма выполняется из бетона В 12,5 и выше

с армированием вертикальными стержнями диаметром 10—16 мм

и хомутами диаметром 6—10 мм. Расстояние между хомутами долж-

но быть не более 15 см. Класс бетона должен быть больше марки

кирпича. Толщина обоймы принимается по расчету и может изме-

няться от 4 до 12 см. Бетонирование производится в опалубке. Усиление каменных конструкций армированными растворными

обоймами производится так же, как и железобетонными обоймами.

При этом на поверхность конструкций вместо бетона наносят слоя-431

### 10.19. Усиление пилястр обоймами

а — стальными; б — железобетонными; / — стальные уголки; 2 — соединитель

ные планки (хомуты); 3 — упорная шайба 10—12 мм; 4 — болт диаметром

18—22 мм; 5 — зачеканка цементным раствором; 5 — хомут диаметром 18—

22 мм; 7—арматурная сетка диаметром 8—12 мм; 8 — бетон; 9 — бетонные су

харики; 1<sup>^</sup>19/т -j -l10.20. Усиление каменных столбов металлическими напрягаемыми обоймами/ — уголки; 2 —отрезок уголка; 3 — поперечный стержень; 4 —гайка; 5 —

шайба; 6 — штукатурный слой; 7 — прямой клин; 5 — обратный клин; 9 — ре

бро жесткости; /0 —опорный уголок432

ми по 2—3 см цементный раствор М75—200 вручную, с помощью

растворонасоса или торкретированием. При отношении ширины столба или простенка к толщине более

двух в середине устанавливают дополнительные поперечные связи,

пропускаемые через кладку на расстоянии не более двух толщин

и не более 100 см. Поврежденные пилястры усиливают стальными или железобетонными

тонкими обоймами, как показано на рис. 10.19. Обоймы должны

охватывать пилястру с трех сторон. При этом через стену пропус-

кают стяжные хомуты диаметром 18—22 мм. Хомуты после установ-

ки обоймы затягивают снаружи с помощью гаек, под которые под-

кладывают стальные упорные шайбы 10X10 см толщиной 10—12 мм

или обрезки швеллеров. Перед устройством обойм поврежденную трещинами кладку

столбов, простенков и пилястр рекомендуется усилить инъекцированием

цементного или цементно-полимерного раствора. Стальные, железобетонные и растворные обоймы рассчитывают

в соответствии с Руководством по проектированию каменных и армо-

каменных конструкций (М.: Стройиздат, 1984). При местном повреждении кладки простенков, столбов, пилястр

(вертикальные или косые трещины небольшой длины, раздробление

и сколы кладки под концами перемычек в местах опирания балок,

ферм) устройство обойм обязательно. Поврежденные участки

достаточно стянуть одиночными хомутами (бандажами) из полос

вой стали 6Х60 (80) мм (рис. 10.21), а поврежденную кладку за-

инъецировать цементным раствором под давлением. Монолитность и несущая способность поврежденных трещинами

каменных конструкций (стен, столбов, простенков, сводов и т. п.)

можно восстановить путем нагнетания (инъекции) в кладку под дав-

лением до 0,6 МПа цементных, цементно-полимерных и полимерных

растворов с помощью ручных или механических насосов. Монолит

ность и прочность кладки повышается благодаря склеивающему

эффекту растворов и заполнению ими пустот и трещин в кладке. Установка для инъекции цементно-водной эмульсии (рис. 10.22)

включает: растворомешалку с емкостями для приготовления и хра-

нения готового раствора при непрерывном перемешивании; насос

механический или ручной для нагнетания раствора в кладку; соеди-

нительные шланги; регулировочный штуцер с накладной гайкой,

с помощью которого напорный шланг от насоса соединяется с инъ-

екционной трубкой, заделанной в кладку. Инъектирование начинают с разметки (через 50—100 см по дли-

не и высоте) и сверления электродрелью скважин на глубину 10—

30 см (но не более половины толщины конструкции). Диаметр

скважин должен быть на 2—3 мм больше наружного диаметра инъ-28—502433

10.21. Усиление простенка стальным

хомутом/ — хомут из полосовой стали 6Х

Х60 (80) мм; 2 — переключатель; 3 —

заделка цементным раствором

М 100; 4 — трещина; 5—протекание?6 — сварка10.22.

Установка для инъекции це<

ментно-водной эмульсии в стену/ — стена; 2 —  
инжектор, заделан

ный в стену на растворе; 3 — нип

пель; 4 — гидравлический Насос

6 — шланг; 6 — растворомешалкаекционной трубки. В  
скважины на цементном растворе или эпоксид

ном клее заделывают инъекционные трубки диаметром  
12 мм и дли

ной 15—20 см с нарезкой на конце для подключения  
шланга. Для

предотвращения вытекания раствора при  
инъекции крупные

(более 4 мм) трещины расчищают, продувают сжатым  
воздухом

и заделывают снаружи цементным раствором состава 1  
:2, мелкие

трещины затирают раствором того же состава.  
Инъекционные труб

ки соединяют шлангом с насосом и опробывают на  
герметичность.

Трещины промывают прокачиванием воды при максимальном давлении 434

МПа. После промывки (из трубок выходит чистая вода) в трещины

нагнетают цементный раствор. Нагнетание проводят вначале через

трубки нижнего яруса до вытекания раствора из трубок вышележа-

щего яруса. После выдерживания в течение 10—15 мин (для опрес-

нения) давление снижают до нуля, насос подсоединяют к инъекто-

рам верхнего яруса и процесс повторяют. Составы растворов (при В/Ц=0,6) При раскрытии трещин до 1,5 мм

полимерный состава 1 : 0,3 : 0,15 : 0,5 (эпоксидная смола ЭД-20,

модификатор МГФ-9: отвердитель ПЭПА : тонкомолотый песок);цементно-полимерный состава 1:0,15:0,25 (цемент : полимеры

СКС65ГП-Б и ПВА : тонкомолотый песок);цементно-песчаный состава 1 : 0,25 (цемент : пластификатор

нафталинформальдегид : тонкомолотый песок);При раскрытии трещин 1,5 мм и более

цементно-полимерный состава 1 : 0,15 : 0,3 (цемент : полимер СКС

65ГП-Б : песок);цементно-песчаный состава 1 : 0,05 : 0,3  
(цемент, пластификатор

нитрит натрия: песок с модулем крупности  $A_{fK} = 1$ );цементный (беспесчаный) состава 1 :0,1 (цемент, пластификатор

нафталинформальдегид,  $V/C=0,5$ ).Составы растворов могут уточняться в зависимости от влаж-

ности и сорбционных свойств материалов кладки.При приготовлении раствора контролируют его вязкость и водо-

отделение, а также изготавливают образцы для определения прочности

раствора при сжатии и сцеплении.Полноту заполнения кладки раствором при инъектировании конт-

ролируют по радиусу его распространения (вытекания из близлежа-

щих трубок, щелей, намоканию штукатурки).Плотность заполнения раствором трещин и пустот в кладке

в отвердевшем состоянии определяют ультразвуковыми приборами

УКВ-1 М по скорости распространения и степени затухания импуль-

сов ультразвука, а также путем высверливания кернов с прослойка-

ми раствора. Керны используют также для определения прочности

инъецированной кладки при сжатии и сдвиге. Несущую способность поврежденной трещинами кирпичной

кладки при сжатии после инъецирования цементным и цементно-полимерным раствором рассчитывают как монолитной

кладки в соответствии со СНиП 11-22-81 «Каменные и армокаменные конструкции»

с умножением на коэффициенты  $\gamma_k$ : при инъецировании цементным

и цементно-полимерным растворами  $\gamma_k=1,1$ ; то же, полимерными

растворами  $\gamma_k=1,3$ ; при инъецировании отдельных трещин, возникших под воздействием температуры, усадки, при

неравномерных осадках фундаментов  $\gamma_k=1$ . Несущая способность кладки стен и фундаментов может быть

значительно увеличена путем прикладки (новой кладки) или набе-28\*435

тонки стен с одной или двух сторон. Прикладку стен и фундаментов

выполняют из тех же материалов, что и основную стену. Для повышения несущей способности кладку армируют сетками и каркасами.

Для повышения несущей способности кладку армируют сетками и каркасами.

Для повышения несущей способности кладку армируют сетками и каркасами.

Для повышения несущей способности кладку армируют сетками и каркасами.

Толщина прикладки, определяемая расчетом, может изменяться от

12 до 38 см и более. Для обеспечения совместной работы с основ-

ной кладкой прикладка должна иметь конструктивную связь с ос-

новной кладкой (перевязка, шпонки, штыри, сквозные стержни

и т. п.). Набетонка стен выполняется из тяжелого или легкого бетонов

B7,5—15, армированных сетками диаметром 4—12 мм (рис. 10 23).

Толщина бетонных слоев, определяемая расчетом, колеблется от 4

до 12 см. Набетонку проводят на высоту этажа в опалубке с виб-

рированием или послойно бетонированием методом торкретирования. Для повышения сцепления бетона с кладкой горизонтальные

и вертикальные швы предварительно расчищают, поверхность кладки

стен насекают и промывают водой. Арматурные сетки крепят к стальным штырям диаметром 5—

10 мм, заделанным на цементном растворе M100 в швы кладки или

отверстия, просверленные электродрелью. Для стен из кирпича и камней правильной формы глубина за-

делки штырей 8—12 см, шаг штырей по длине и высоте 60—70 см,

при шахматном расположении — 90 см. При двусторонней набетонке стен и фундаментов из бутовой

кладки устанавливают сквозные связующие стержни диаметром 12—

20 мм. Шаг стержней при хорошем сцеплении бетона с бутовой клад-

кой 1 м. Несущую способность стен и фундаментов, усиленных набетон-

кой, рассчитывают как для многослойных стен с жесткой связью

между слоями в соответствии с Пособием по проектированию камен-

ных и армокаменных конструкций (М., 1987) к СНиП И-22-81. Столбы и простенки перекладывают в следующих случаях: ког-

да усиление конструкций обоямами, инъекцией и т. п. экономически

и технически нецелесообразно (значительное повреждение или ос-

лабление сечения, аварийное состояние кладки); при надстройке и ре-

конструкции зданий, когда указанные способы усиления недостаточны;

при необходимости сохранения архитектурного облика здания. Столбы и простенки, подлежащие перекладке, разбирают после

устройства на время работ временных креплений, которые должны

быть рассчитаны на восприятие нагрузок, действующих на заменяемые

столб или простенок. Заменять простенки рекомендуется поочередно.

Временные крепления столбов и простенков рекомендуется выполнять

в виде деревянных или металлических стоек на клиньях,

устанавливаемых в непосредственной близости от разбираемой конструкции.

Усиление стен на бетонкой/ — стена; 2 — плиты перекрытий; 3 — на бетонка; 4 — штыри диаметром 8—

10 мм; 5 — арматурная сетка диаметром 6—8 мм конструкции (рис. 10.24), либо путем частичной или полной временной

закладки проемов по обе стороны от простенка. Закладка проемов выполняется на быстротвердеющих растворах.

рах. Зазор между закладкой и перемычками проемов для включе↵

ния закладки в работу следует расклинивать стальными клиньями.

Число и сечение стоек или закладок проемов устанавливается рас↵

четом. При разборке простенков и столбов следует соблюдать меры437

10.24. Укрепление поврежденных простенков стойками и разгрузка ях от веса перекрытий1 — подкладка; 5 — стойка; 3 — клинья; 4 — лежень; 5 — перемычка; 6 — бал↵

кабезопасности при постоянном контроле состояния стоек и их под↵

клинки. Использовать пневматические молотки для разборки кладки

поврежденных простенков не рекомендуется. Для кладки новых столбов и простенков применяют материалы

повышенной прочности: каменные материалы (кирпич, бетонные

и природные камни) марки 100 и выше на цементном растворе мар↵

ки 100—150. При необходимости кладку армируют стальными сет↵

ками, располагаемыми в горизонтальных швах. Для обеспечения плотного прилегания новой кладки к старой

верх новой кладки не доводят до старой на 3—5 см с последующей

тщательной зачеканкой зазора плотным («сухим») цементным рас-

твором марки 100—150. Временные крепления разбирают при дости-

жении раствором новой кладки 50 % проектной прочности. Все работы по замене столбов и простенков должны выпол-

няться в соответствии с ППР, который разрабатывается с учетом ус-

ловий работ, принятой технологии и требований техники безопас-

ности. Поверхностные слои и облицовку стен восстанавливают следу-

ющим образом. Выветрившиеся, размороженные и отслоившиеся слои

кладки или облицовки стен удаляют и заменяют новой кладкой (об-

лицовкой), конструктивно связанной со старой неповрежденной клад-

кой. Возводить новую кладку или облицовку без конструктивной

связи со старой не допускается. Новая кладка (облицовка) выпол-

няется из тех же или более прочных и морозостойких материалов

на цементном растворе М50—100. Конструктивная связь новой и ста-

рой кладок обеспечивается перевязкой тычковых рядов (при возмож-

ности) либо с помощью стальных сеток и каркасов из стержней диа-

метром 3—4 мм или «усов» из вязальной или отожженной проволоки,

заделанных в горизонтальные швы новой кладки через 60—90 см по

высоте (кратно высоте ряда). Сетки, каркасы и «усы» крепят к сталь-

ным штырям диаметром 5—8 мм (рис. 10.25). Штыри забивают или

заделывают на цементном растворе М100 в швы кладки на глубину

6—12 см. «Усы» могут заделываться в швы кладки на цементном

растворе без штырей (петлей). Вертикальный шов между старой и новой кладкой (облицовкой)

заполняют цементным раствором. Замену разрушенных или отслоив-

шихся слоев кладки и облицовки рекомендуется выполнять последо-

вательно участками длиной не более 5 м в соответствии с ППР и с

соблюдением мер безопасности. В зависимости от конструктивных и архитектурных требований

к монолитности и лицевой фактуре наружных поверхностей (фаса-

дам) стен трещины рекомендуется заделывать путем инъекции и за-

чеканки цементным раствором, закладки кирпичом или заделки бе-

тоном и путем залицовки поверхностей кладки кирпичом (камнем). Инъекцию трещин с раскрытием до 4 мм выполняют нагнетани-

ем цементного или цементно-полимерного раствора под давлением

(см. рис. 10.22). При раскрытии трещин более 4 мм заделку трещин

раствором можно выполнять с помощью растворонасоса или пневмо-

нагнетателя ПН-1. Заделка (зачеканка) трещин цементным раствором рекоменду-

ется при раскрытии трещин более 3 мм в случаях, когда полное за-

полнение трещин раствором не обязательно. Зачеканку цементным раствором М100 производят на глубину

2—4 см с каждой стороны после расчистки и промывки трещин

водой. Крупные трещины (разломы) с раскрытием более 5 см заклады-

вают кирпичом на растворе М50—100 с перевязкой или без перевяз-

ки с основной кладкой или трещины заделывают бетоном (раство-

ром) В3,5—7,5 на легких заполнителях. Залицовку трещин и разломов стен выполняют, когда необхо-

димо сохранить лицевую фактуру кладки из кирпича, камней или об-

лицовки. При этом кладку стены по длине трещины разбирают на

глубину в полкирпича и ширину не менее одного кирпича (камня)439

А-А10.25. Крепление кирпичной об-

лицовки к старой кладке шты-

рями1 — старая кладка; 2 — обли-

цовка; 3 — стальной штырь или

гвоздь диаметром 5—8 мм; 4 —

«усы» из прбволоки или арма-

турные сетки (пунктир) диа-

метром 3—4 мм; 5 —цементный

раствор 10.26. Заделка трещин с разборкой

старой кладки

с последующей закладкой штрабы новым кирпичом в перевязку со

старым (рис. 10.26). В стенках и перегородках толщиной 25 см и менее разборку

поврежденной кладки в зоне трещины и ее замену производят на

всю толщину стены. Стены и простенки, имеющие продольное расслоение кладки

(продольные трещины), должны стягиваться в поперечном направле-

нии болтами с шайбой. Трещины заделывают инъекцией цементного

или цементно-полимерного раствора, как указано выше. Диаметр

стяжных болтов не менее 16 мм; шаг болтов по длине и высоте 60—

70 см, при расположении болтов в шахматном порядке — 90 см. Усиление напрягаемыми стальными тяжами и поясами повреж-

денных трещинами стен и перекрытий одноэтажных и многоэтажных

зданий (рис. 10.27) проводят в целях: восстановления или повышения

монолитности, пространственной жесткости зданий и прочности

и устойчивости стен и перекрытий; прекращения развития деформаций

стен из плоскости (наклонов, выпучивания); уменьшения или

прекращения развития трещин в стенах и перекрытиях при неравно-

мерных осадках фундаментов, температурно-влажностных воздей-

ствиях и при разной жесткости и нагруженности сопряженных стен. Тяжи должны иметь натяжное устройство (муфты, гайки) или

напрягаться термонагревом с помощью паяльных ламп или автогена.

Усиление натяжения должно составлять 30—50 кН. Натяжение

контролируют специальными приборами (тензомерами, тензодатчи-

ками, индикаторами) или простукиванием (при ударе напряженный

тяж должен издавать звук высокого тона). Натяжение проводят од-

новременно по всему контуру здания после заделки трещин цемент-

ным раствором под давлением. Расстояние между тяжами рекомен-

дуется принимать 4—6 м с таким расчетом, чтобы на один тяж при-

ходила площадь стены не более 20 м<sup>2</sup>. В многоэтажных зданиях тяжи снаружи и внутри помещений

устанавливают в уровне верха перекрытий. В одноэтажных промыш-

ленных зданиях тяжи устанавливают по осям ферм или несущих

балок в непосредственной близости от их опор и крепят к ним от

провисания. При усилении каменных стен снаружи поясами (рис. 10.27,6)

тяжи укладывают на поверхности стен в штрабы сечением 70Х

Х80 мм, вырубленные в кладке, которые после натяжения тяжей

заделывают цементным раствором М100—150. Концевые упоры тяжей выполняют в виде металлических пласти-

нок ЮХЮ—15Х15 см толщиной 10—12 мм или из отрезков швел-

леров. Концы стержней (тяжей) должны иметь нарезку с гайкой. При отсутствии перевязки или образовании вертикальных тре-

щин в местах сопряжения наружных и внутренних стен монолитность 441

а) б) И 7"/г, S ■ ■ шаг // (\*!K\*УJ 2f) 1 ш лгсгэ сзь-ш к%Ч  
110.27. Крепление стен металлическими тяжами в уровне перекрытия — внутри здания; б — снаружи здания; в — разрез; г — вариант укладки

тяжей в штрабу; / — тяж; 2 — муфта натяжения; 3 — металлическая про-

кладка; 4 — швеллер № 16—20; 5 — уголок; 6 — цементный раствор М100 442

/1-/1| в 1000-1500| >Ш. \_—[10/0 00Щ|10.28. Усиление стальными тяжами пересечения кирпичных стен, ослабленного

трещиной или швом 7 — тяж диаметром 20 мм; 2 — шайба 76X75X8; 3 — трещина, инъецирован\*

ная цементным раствором М100; 4 — уголок или швеллер; 5 — штраба, зали-

цованная кирпичом А 'А^ "-f -ft 10.29. Усиление угла металлически-

ми балками 7 — металлические балки № 16—

20; 2 — стяжные болты диаметром

16—20 мм 10.30. Усиление рядовых и клинчатых

перемычек 7 — кладка; 2 — швеллер; 3 — болт; 4 — штукатурка по сетке. Кладки можно восстановить путем установки в уровне верха пере-

крытий натягаемых хомутов из стержней диаметром 20—24 мм

длиной 1,5—2 м (рис. 10.28). Хомуты анкерят в поперечные стены с помощью отрезков угол-

ков или швеллеров. Натяжение хомутов производят закручиванием

гаек. Трещины или зазор между стенами заделывают цементным

раствором под давлением. Местное усиление поврежденных трещинами углов зданий и от-

дельных участков стен может выполняться двусторонней накладкой

(обвязкой) металлических полос сечением 6X80—10X100 мм или

швеллеров № 14—20, стянутых болтами диаметром 16—20 мм (рис.

10.29). Поврежденные трещинами или разрушенные рядовые или клин-

чатые перемычки проемов перекладывают или усиливают подводкой

стальных балок из швеллеров. Балки укладывают в штрабы, выруб-

ленные с двух сторон стены, и стягивают болтами или хомутами

(рис. 10.30). Металлические балки после установки покрывают сет-

кой и штукатурят цементным раствором М50—100. Железобетонные перемычки в зависимости от степени поврежде-

ния ремонтируют (усиливаются) или заменяют новыми. Перемычки,

на которые опираются балки или плиты перекрытий, при замене или

перекладке необходимо полностью разгрузить путем подводки под

опоры балок и плит временных креплений в виде стоек или рам (см.

рис. 10 24). Стойки и рамы должны устанавливаться на клиньях. Стальные тяжи, балки, обвязки, шайбы, хомуты, подвергающиеся

атмосферным воздействиям или находящиеся в помещениях с влаж-

ным и мокрым режимами, должны иметь антикоррозионную защиту. 10.7. ПРИЕМКА УСИЛЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ.

**ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ** При приемке усиленных железобетонных конструкций проверя-

ют надежность обеспечения прочности и устойчивости отдельных

элементов, частей либо всего сооружения или здания в целом. При

приемке усиленных обоями и набетонками конструкций проверя-

ют соответствие сечений и размеров рабочим чертежам, правильность

расположения закладных деталей, толщины защитного слоя бетона.

Должна быть проверена вся документация, связанная с приемкой

и испытанием примененных материалов, изделий, а также отдельных

видов работ (прочность, морозостойкость и другие качества бетона,

предусмотренные проектом; характеристика арматуры; акты на скры-

тые виды работ). Отклонения размеров и положения конструкции не

должны превышать предусмотренных СНиП 3.03.01—87 или проек-

том усиления. При приемке конструкций, усиленных стальными эле-

ментами, проверке подлежат: геометрические размеры элементов уси-

ления и их сечений, допустимость отклонений от проектных размеров

согласно СНиПу и проекту усиления, качество отдельных монтаж

ных стыков, вся документация, связанная с приемкой материалов

и изделий. В необходимых случаях проводят испытания отдельных

усиленных конструкций по программе, разработанной проектной ор

ганизацией. Все выявленные дефекты должны быть исправлены по

разработанному или согласованному проектной организацией проек

ту. Приемку усиленных конструкций, соответствующих проекту

и строительным нормам, следует оформлять актом.444

Работы по усилению конструкций относятся к работам повы\*

шенной опасности и должны производиться по нарядам-допускам.

Необходимо соблюдать требования СНиП III-4-80. Рабочие СМР

должны быть ознакомлены с ППР и пройти дополнительный инст

руктаж по технике безопасности в связи с повышенной опасностью

работ при реконструкции предприятий. Должны соблюдаться тре-

бования по технике безопасности, изложенные в инструкциях по

эксплуатации используемых аппаратов, оборудования и механизмов.

Работники действующего предприятия, в свою очередь, должны

пройти инструктаж по правилам безопасного поведения в зоне СМР.

Режим рабочих, выполняющих усиление конструкций в действующем

цехе, и их индивидуальные средства защиты должны соответствовать

режиму работ и индивидуальным средствам защиты рабочих основ-

ного производства и требованиям СНиП III-4-80. На проведение ра-

бот при реконструкции на действующем предприятии перед началом

работ администрация должна выдать подрядной организации наряд-

допуск к работе, который является письменным разрешением для

производства работ в отведенной зоне (участке, отделении объекта).

Наряд-допуск оформляется администрацией предприятия (цеха) на

время, необходимое для выполнения указанного объема работ. Для

обеспечения безопасности рабочих, занятых работами по усилению

конструкций, зона производства работ должна быть ограждена.

Конструкции ограждения должны удовлетворять требованиям ГОСТ

23407—78. Все находящиеся в рабочей зоне силовые линии, комму-

никации и технологическое оборудование необходимо перенести или

оградить. При необходимости рабочая зона должна быть изолиро-

вана. При работах по усилению в условиях действующего цеха инже-

нерные сети в рабочей зоне должны быть отключены, закорочены,

а оборудование и технологические трубопроводы освобождены от

взрывоопасных, горючих и вредных веществ и нейтрализованы. При

производстве работ в действующих цехах необходимо выполнять

требования пылегазового и других режимов, действующих на рекон-

струируемом предприятии. Несущие конструкции до начала подго-

товки к усилению должны быть разгружены путем подведения до-

полнительных опор, демонтажа оборудования и т. п. При усилении

несущих конструкций покрытия одноэтажных зданий необходимо

устанавливать временные защитные перекрытия по нижним поясам

ферм. При пробивке проемов или отверстий в перекрытиях на ниже-

лежащем этаже должны устраиваться ограждения или крытые про-

ходы. Проемы в наружных стенах и выносные площадки для приема

и подачи нового технологического оборудования и строительных

материалов следует ограждать защитными ограждениями. При об-

наружении в процессе работ деформаций, которые могут привести

к аварийному состоянию, должны быть приняты срочные меры к обе-

спечению устойчивости и прочности конструкций зданий с одновре-

менным уведомлением об этом проектной организации. В действующ-

щем цехе работы должны быть прекращены, рабочие выведены за

пределы опасной зоны. Работы по разборке и усилению следует вести в направлении,

позволяющем уменьшить размеры опасной зоны (возможной зоны

обрушения), исключая нахождение в ней рабочих. Размеры рабочих

зон для выполнения различных работ приведены в табл. 10.6.10.6. Рекомендуемые зоны для выполнения работ по усилению. Работы. Ширина рабочей зоны, м. при выполнении работ способом ручным механизированным без зоны

складирования

зона

складирования

зона

складирования

зона

складиро↵

вания Опалубочные 11,5 1,52 Арматурные 11,5 1,52 Монтажные 11,5 1,52 Сварочные 1—1—

Бетонные 11,5 1,52 Торкретирование ——2—Примечания:  
1. При подаче бетона в тележках по перекры-

тию ширина катальных ходов должна быть не менее 0,6 м, а при уст↵

ройстве катальных ходов на лесах и подмостях ширина настила дол↵

жна быть не менее 1,2 м. 2. В таблице указаны размеры рабочей зо↵

ны для производства работ без учета необходимой для размещения

механизмов. Расстояние от нижней грани усиливаемой строительной конст↵

рукции (подкрановой балки, ригеля, фермы) до рабочего настила

должно быть не менее 2 м при выполнении работ по торкретирова↵

нию и не менее 1,6 м при производстве арматурных, опалубочных,

монтажных, сварочных работ. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 1. Конструктивные решения по усилению строительных кон↵

струкций промышленных зданий. Разд. 4. Усиление железобетонных

конструкции — Волгоград, 1985. — 142 с.2.  
Организационно-технологические решения для условий  
рекон

струкции промышленных предприятий, ч. III.  
Организационно-тех

нологические решения по производству отдельных  
видов работ.446

«Усиление каменных конструкций». — М., 1987. — 46 с8  
Усиление

железобетонных конструкций.— М., 1987,-50 с.3.  
Рекомендации по способам усиления и расчету  
железобетон

ных балок перекрытий, воспринимающих статические и  
динамические

нагрузки. — М.: Стройиздат, 1971. — 24 с.4.  
Рекомендации по усилению железобетонных  
конструкций зда

ний и сооружений реконструируемых предприятий, —  
Харьков,

1985. — 248 с.5. Рекомендации по усилению  
монолитных железобетонных кон

струкций зданий и сооружений предприятий  
горнодобывающей про

мышленности.— М.: Стройиздат, 1971. — 95 с.6.  
Руководство по обеспечению долговечности  
железобетонных

конструкций предприятий черной металлургии при их реконструкции

и восстановлении. — М.: Стройиздат, 1982. — 112 с.7. Технологические схемы производства работ по усилению же→

лезобетонных конструкций в условиях реконструкции промышленных

предприятий. — М., 1988. — 155 с.8. Технология усиления строительных конструкций из реконст→

руируемых предприятиях: РСН 342—86. — Киев, 1987.— 182 с.ГЛАВА 11. РЕКОНСТРУКЦИЯ ОСНОВАНИИ

И ФУНДАМЕНТОВ11.1. ИЗМЕНЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТОВРеконструкция — сложный комплекс строительных работ, в од→

ном случае это связано с увеличением площади застройки, в дру→

гом — с надстройкой существующего сооружения, а следовательно,

и с возрастанием нагрузок на стены и фундаменты. Часто реконст→

рукция связана с ремонтными работами, перепланировкой помеще→

ний и т.д. Обычно старое сооружение, выполненное в определенных

инженерно-геологических условиях, за годы эксплуатации «изнашиваются», ветшают его конструкции, воздействию коррозии, Изменяются гидрогеологические условия района застройки. Здания, сооружения, находящиеся в них машины, оборудование и коммуникации взаимодействуют с окружающей средой. Так, на грунт, основание сооружений действует нагрузка и их тепловое поле. Технологическое оборудование вследствие неисправностей, дефектов нередко становится причиной обводнения территории и заметных изменений гидрогеологических условий района застройки. В результате утечек нарушается режим подземных вод, перестраивается водный баланс территории. Во многих случаях повышаются уровни подземных вод. Можно выделить следующие причины, объясняющие это явление. Асфальтовые и другие покрытия с одновременным изменением теплового режима вызывают конденсацию и скопление влаги в грунте

тах. Пополнению запаса подземных вод способствуют атмосферные

осадки, дождевые и талые воды, поверхностный сток с окружающих

территорий. Подъему подземных вод в значительной мере способствуют

утечки временных и постоянных трубопроводов водопровода и канализации,

водозаборные и водоотборные системы предприятий. Исключением являются

точниками подачи воды в грунт, как правило, являются цехи с «мокрыми» технологическим процессом. В ряде случаев подъем подземных вод вызывается подпором подземной части сооружений, а также

водными полями орошения, водохранилищ, прудов, испарителей и т. п. Воды, инфильтрующиеся в грунт на территории действующих

предприятий, разнородны по своему составу. Во многих случаях они

содержат химически активные вещества, вредно воздействующие на заглобленные строительные конструкции. В результате этого воздействия

содержат химически активные вещества, вредно воздействующие на заглобленные строительные конструкции. В результате этого воздействия

содержат химически активные вещества, вредно воздействующие на заглобленные строительные конструкции. В результате этого воздействия

содержат химически активные вещества, вредно воздействующие на заглобленные строительные конструкции. В результате этого воздействия

ствия такие материалы, как бетон, железобетон, металл, могут на-

чать интенсивно разрушаться под действием коррозии. Эта интен-

сивность зависит не только от химического состава вод, но и от со-

стояния и свойств объектов, на которые они воздействуют, от

скорости водного потока, его напора и т. д. Подъем уровня подземных вод вызывает изменение прочностных

и деформационных свойств грунтов. Степень этого воздействия

зависит от сочетаний режимобразующих факторов. Гидростатическое

взвешивание может разуплотнить грунт при подъеме уровня подзем-

ных вод. Замачивание приводит к тому, что в просадочных грунтах

начинают проявляться просадки, а в набухающих деформациях —

набухания. Некоторые связные грунты размокают, изменяется их

пористость и коэффициент фильтрации. Известно большое число

аварийных состояний сооружений, вызванных, в частности, замачиванием

просадочных грунтов. В некоторых районах застройки наблюдается понижение уровня

подземных вод. Это вызывается, например, продолжительными откачками

для водоснабжения или необходимостью обеспечить эксплуатацию

осушенных грунтов заглубленных и подземных сооружений

Снижение уровня подземных вод влияет на состояние грунтового массива и расположенные в нем сооружения. Например,

в них часто возникают трещины. В последние годы участились карстовые явления. Одна из причин этого — динамика подземных вод, обусловленная антропогенными

причинами. Карстовые полости в грунтах вызывают образование провальных воронок на дневной поверхности. А это, в свою очередь,

может стать причиной деформаций зданий и сооружений, — порой — катастрофических. Возникновение карстовых полостей в грунте обусловлено

образованием карстовых полостей в грунтах

на дневной поверхности. А это, в свою очередь, может стать причиной деформаций зданий и сооружений, — порой — катастрофических.

Возникновение карстовых полостей в грунте обусловлено

образованием карстовых полостей в грунте

ясняется тем, что подземные воды растворят некоторые виды

грунтов (например, загипсованные). Растворенные грунты выносятся

из мест залегания водным потоком. Этот процесс ускоряется, когда

подземные воды пополняются химически активными водами (за счет

инфильтрации от расположенных поблизости производств). При ре-

конструкции может случиться так, что на заостренной площадке

грунты (породы), ранее отнесенные к некарстующимся, под действием

этой инфильтрации придется считать карстующимися. Таким образом, эксплуатация построенных сооружений вызывает

существенное изменение свойств грунтов их оснований и влияет

на гидрогеологический режим застроенного района. Планируя рабо-

ты по усилению несущей способности оснований, реконструкции

фундаментов, необходимо эти изменения учитывать. Следует прини-

мать во внимание и то, что выполнение таких работ может повлечь

за собой новые (может быть, еще более существенные) изменения

в массиве грунта, вызванные антропогенными факторами. 11.2. ОБСЛЕДОВАНИЕ ФУНДАМЕНТОВ И ОСНОВАНИЙ

РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ  
Фундаменты и основания сооружений, подлежащих реконструк-

ции, детально обследуют. Их натурному обследованию предшеству-

ет ознакомление с архивными и проектными материалами. обследо-

вание требует отрывки шурфов и бурения скважин. Эти работы

можно начать лишь после получения специального разрешения. Для осмотра и обмера фундаментов в грунте отрывают прямо-

угольные или круглые в плане шурфы. Глубину шурфов назначают

на полметра больше, чем глубина нахождения подошвы фундамента.

Минимальные размеры прямоугольных шурфов 1X1,2 м, минималь-

ный диаметр круглых 0,7 м. При глубинах заложения обследуемых

фундаментов более 1,6 м указанные размеры шурфов затрудняют

выполнение работ, поэтому их обычно увеличивают: площадь шур-

фа возрастает до 2 м<sup>2</sup> и более. Как правило, шурфы вскрывают

у тех мест, где произошли повреждения или деформации фундамен-

тов сооружения, других его конструкций, а также у тех мест фун-

даментов, которые несут наибольшую нагрузку. Используя шурфы,

определяют тип и размеры фундаментов, а также глубину их за-

ложения. При изучении состояния железобетонных фундаментов фиксиру-

ют сколы защитного слоя, прочность сцепления арматуры с бетоном,

пятна высолов и ржавчины на его поверхности. При визуальном обследовании обращают внимание на направ-

ление трещин, определяют ширину их раскрытия. С целью исследо-

вания структурных изменений бетона применяют микроскопический

метод. Для этих же целей, а также для Изучения состава новообра-29—502449

зований в результате взаимодействия с агрессивной средой исполь-

зуют рентгено-структурный анализ, электронную микроскопию и дру-

гие методы исследований. Работу производят на образцах, отобран-

ных из массива фундамента. В местах обнажения арматуры исследуют состояние ее поверх-

ности (фиксируют глубину язв, толщину слоя ржавчины)» Там, где

ржавчина имеет наибольшую толщину, определяют сечение арма-

туры. Для определения механических характеристик поверхностного

слоя бетона используют пистолет ЦНИИСКА, молотки конструкции

К. Р. Кашкарова или И. А. Физделя. Пистолет ЦНИИСКА имеет

металлический боек, который под действием пружины наносит удар

по бетонной поверхности. После удара боек отскакивает По величине

не этого отскока определяют прочность бетона. Молоток Кашкарова

после удара по бетонной поверхности оставляет на ней отпечаток.

Прочность бетона определяют, используя корреляционную связь

между прочностью бетона и отношением диаметров отпечатков уда-

ров по бетону и по стальному эталонному стержню. Молоток Физ-

деля снабжен ударяющей частью со стальным шариком. После уда-

ра молотка на поверхности бетона остается отпечаток. При испыта-

ниях наносят десять ударов молотком. Затем определяют

среднеарифметический размер полученных отпечатков, а по его ве-

личине и эмпирическому графику оценивают прочность бетона. Иногда для приближенной оценки класса бетона применяют зу-

било. Этот инструмент устанавливают перпендикулярно к поверхно-

сти бетона. Если после удара молотком зубило погружается на глу-

бину около 5 мм, то марка бетона 70—100. Если же после удара

оно погружается на меньшую глубину с отделением тонких чешуек,

то класс бетона »В7,5—10. При классе выше В15 чешуйки не отде-

ляются, на поверхности бетона остаются лишь отпечатки ударов. Физико-механические свойства материала реконструируемого

фундамента могут быть определены и неразрушающими методами

исследований. Так, радиоизотопный метод основан на принципе ре-

гистрации рассеянного гамма-излучения. Прибор, снабженный дат-

чиком с излучателем, накладывают на исследуемую конструкцию. По

интенсивности зарегистрированного рассеянного излучения, которое

взаимодействует с бетоном, и тарировочному графику определяют

плотность бетона. При использовании ультразвука (акустический метод) в теле

исследуемой конструкции возбуждают колебания, интенсивность ко-

торых регистрируют приемником. Принятый сигнал позволяет судить

о свойствах материала конструкции. Наряду с этими неразрушающими методами используют и другие

методы. С учетом состояния бетона, арматуры, закладных частей по де-

фективности системы оценивают состояние фундамента. В фундаментах, сложенных из каменного материала, определяют

размеры и форму камня, состояние раствора и т. д. Если фунда-

мент испытывает динамические нагрузки, то в процессе обследования

определяют параметры колебаний фундамента, уровень колеба-

ний пола и грунтового основания. Для исследований применяют комплект стандартной виброизме-

рительной аппаратуры измерения вибраций КООИ. Комплект рассчи-

тан на измерение колебаний в пределах: по частоте 3—200 Гц, а по

амплитуде до  $\pm 1$  мм. Для предварительных обследований с целью определения уров-

ня вибраций, а также выявления участков повышенной вибрации

применяют приборы со стрелочным показателем ВПУ-1 и ВИП-5

с вибродатчиками ВД-4. Места для измерения вибраций назначают

с учетом конструкции фундамента, его размеров, степени его де-

формированное™, характера крепления машины к фундаменту, типа

машины [12]. Колебания записывают по трем взаимно перпендику-

лярным направлениям для каждой точки исследований. Обследование состояния конструкции фундамента завершают

составлением технического заключения, в котором приводятся ре-

зультаты ознакомления с архивными материалами, конструктивная

схема здания и фундамента, его размеры и нагрузки, отмечаются

происшедшие деформации, результаты исследования прочности ма-

териала фундамента. В отчет включают краткое описание сооруже-

ния, сведения о конструкции и их состоянии. Кроме обследования фундаментов изучают состояние грунтов

оснований (инженерно-геологические и гидрогеологические условия

планируемых работ по реконструкции фундаментов).  
Необходимые

для этого изыскания выполняют по согласованной с  
проектной орга-

низацией программе. Для выполнения такой программы  
отбирают

образцы ненарушенной структуры и обследуют грунты  
в шурфах;

исследуют физико-механические свойства грунтов в  
лабораторных

условиях; определяют свойства грунтов в натуральных  
условиях; изу-

чают гидрогеологическую обстановку района застройки  
и выполне-

ние химического анализа подземных вод. Для оценки  
сжимаемости грунтов в полевых условиях их на-

гружают штампами. Эталонным испытанием считается  
нагружение

штампом площадью 600 см<sup>2</sup>. Результаты, полученные  
при таких ис-

пытаниях, корректируют, используя коэффициенты,  
полученные в ре-

зультате сопоставления результатов испытаний грунтов  
штампами

обоих размеров В условиях стесненных строительных  
площадок

особенно удобны испытания круглым штамном площадью 600 см<sup>2</sup>, 29\*451

которые выполняют в скважинах. Скважины могут быть закреплены

обсадной трубой. Наружный диаметр обсадных труб 325 мм. Если исследованию подлежат песчаные грунты и грунты твер-

дой и полутвердой консистенции, находящиеся выше уровня грунто-

вых вод, штамп имеет сплошную поверхность. Конструкция штампа

изменяется, если необходимы испытания грунтов, находящихся ниже

уровня грунтовых вод. В этом случае используют штамп с зачисти\*

телем. Последний в процессе вращения выравнивает забой скважи-

ны, который вспучивается при ее проходке. Штамп, расположенный

в пробуренной скважине, нагружают через рычажную систему или

гидравлическим домкратом. Для передачи нагрузки с поверхности

грунта на штамп используют вертикальную трубчатую стойку, уста-

навливаемую по центру скважины. Нагрузку на штамп прикладывают ступенями. Для слабых

грунтов каждая ступень равна  $0,25—0,5 \cdot 10^5$  Па, для остальных —

в пределах  $0,5—1 \cdot 10^5$  Па (определяют по виду, плотности и влаж-

ности грунта). Обычно на прямолинейном участке зависимости «на-

грузка — осадка» число таких ступеней 4—5. Используя прямолиней-

ный участок этой зависимости, для которого  $D_r$  и  $A_S$  — соответст-

венно приращение давления и осадка штампа, по формуле

Ф. Шлейхера определяют модуль деформации грунта:  $E = 0,79(1-\mu^2) (b_p/b_S)$ , где  $\mu$  — коэффициент Пуассона (для песков и супесей 0,3, для суглинков

0,35, для глин 0,42). Вычисленное таким способом значение  $E$  меньше, чем получен-

ное в результате опробования штампом площадью  $5000 \text{ см}^2$ . На и-

более существенная причина этого — состояние грунтов забоя сква-

жины, в которой выполняли испытания. Для корректировки полученных значений  $E$  используют попра-

вочные коэффициенты, величины которых содержатся в табл. 11.1,

приведенной ниже. 11.1. Коэффициенты корректировки значений модуля деформации,  $E$ ,

полученных для штампа площадью 600 см<sup>2</sup> (по В. М. Чижевскому) Генетические типы грунтов Значения  $E$  при коэффициенте пористости 0.4-0,7 | 0,7-1 более  
1 Аллювиальные 1,25 1,5 1,75 Делювиальные

Элювиальные для пород: 1,9 2,2 1 интрузивных 1,25 1,5 1,9 эффузивных 1,1 1,5 1,3 метаморфизованных 1,3 1,4 1,5 1,6 4 5 2

Сжимаемость грунтов может быть исследована также способами

ми прессиометрии и зондирования. Зондирование применяют также

для определения прочностных характеристик грунтов. Результаты изысканий оформляют в виде отчета, в разделах ко

торого содержатся: сведения о грунтах основания, полученные при

веденными способами; расчетные давления на грунты; результаты

исследований подземных вод: их состав, коэффициенты фильтрации

и т. д. При необходимости дают заключение о динамике вод во вре

мя существования здания и составляют прогноз на будущее по за-

вершении реконструкции. В отчете целесообразно отразить вероят-

ность влияния работ по реконструкции на расположенные по сосед-

ству здания и сооружения. По результатам обследования состояния фундаментов и изуче-

ния свойств грунтов составляют рекомендации о реконструкции, на

основе которых выдают задание на проектирование. Проектные материалы могут быть представлены в виде рабоче-

го проекта (одностадийное проектирование) или в виде проекта

и рабочего проекта (двухстадийное проектирование). В состав про-

екта должна входить документация, обосновывающая принятый ва-

риант производства работ. При необходимости в проект (как ста-

дия проектирования) включают проведение опытных работ с отче-

том о выполнении. 11.3. УПЛОТНЕНИЕ ГРУНТОВ ВБЛИЗИ ФУНДАМЕНТОВ

И ЗАГЛУБЛЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ Поверхностное и  
глубинное уплотнение грунта в зоне, прилега-

ющей к отдельно стоящим фундаментам или другим  
подземным

конструкциям, рекомендуется проводить укаткой,  
вытрамбовыванием,

вибрированием или комбинированным воздействием на  
грунт (виб-

роукаткой, виброуплотнением с пригрузом). Для этой  
цели могут

быть использованы специальные механизмы и  
оборудование, а так-

же различные способы устройства грунтовых  
свай. Работы по уплотнению грунтов в условиях  
реконструкции ус-

ложняются стесненностью строительной площадки и  
возможностью

повреждения существующих конструкций от  
динамических воздейст-

вий. Некоторые вопросы по работе уплотняющих машин  
вблизи

строительных конструкций освещены в  
соответствующих разделах

СНиПа на земляные сооружения. Для поверхностного  
уплотнения грунтов используют малогаба-

ритные машины и оборудование, например электрические трамбовки

ИЭ-4504, ИЭ-4502, ИЭ-4505; самопередвигающиеся трамбовки

ВУТ-5, ВУТ-4, ВУТ-3, СВТ-ЗМП; виброплиты самопередвигающиеся,

в том числе и плиты ВПП-2, ВПП-3, ВПП-5, ВПП-6, подвешенные

к крану; навешенные на краны гидромолоты ГПМ-120, СП-62, СП-71;

пневмомолоты ПН-1300, ПН-1700, ПП-2400. Для уменьшения динамического воздействия на подземные конструкции

при уплотнении грунта необходимо сначала уплотнить

грунт в непосредственной близости от вертикальных граней подзем-

ных конструкций (но не ближе 0,1 м), а затем — остальной грунт

с перекрытием слоев 0,05—1 м. Глубинный способ уплотнения (табл. 11.2) основан на погру-

жении штампов, которые образуют скважины с вытеснением грунта

11.2. Оборудование для глубинного уплотнения грунтов

Показатели	Станок
------------	--------

ударно-

канатного

бурения

БС-1мНавесное

оборудо↵

вание Б-8Навесное

оборудо↵

вание

ОН-15 с

пневмо-

пробойни↵

ками

М-130,

СО-134НавесноеоборудованиеСДГУ-1Комплект

оснастки

с пневмо-

пробойнн-

ком ИП-46

4603АБазовая маши↵Спец-

ТракторТракторТ-74ЭкскаваторТреноганашассиТ-100ЭО-

3322Бперенос↵наяРабочий орган:диаметр, смДо

606023,535,013...20типСвободноРаскаты↵Динами↵Стат

ико↵Динами↵падаю↵щийвающедействиеяческийдина

мичес↵кийческийГлубина уплот↵

нения, м18,03.58,04,6—6,08,0Производи

тельность, мэ/ч35—4012,04,524,02,5радиально в  
стороны. При этом уплотняется грунт вокруг скважи

ны. Погружение штампа осуществляется проколом,  
забивкой, виб

рированием. В отформованную скважину засыпают  
местный грунт

или специальный грунт (песок, песчано-гравийную  
смесь, щебень)

и скважину вновь отформовывают до тех пор, пока  
усредненная

плотность грунтового массива не станет равной  
требуемой, Наиболь

ший эффект уплотнения грунтового массива  
достигается при шах

матном расположении скважин.Расстояние между  
осями скважин при уплотнении глинистых

грунтов назначают в зависимости от диаметра  
уплотняющего рабо

чего органа и требуемого коэффициента уплотнения  
(табл. 11.3),Расстояние между осями скважин для  
обеспечения требуемого

качества уплотнения (рекомендация ЦНИИОМТП)  
определяют по454

11.3. Зависимость расстояния между скважинами от  
требуемого

коэффициента уплотнения и диаметра  
оборудования Тип и марка уплот-

няющих машин и

механизмов Диаметр

уплот-

няющего

рабочего

органа, мм Расстояние, мм, между осями скважин 1

при уплотнении глинистых грунтов при

коэффициенте уплотнения  $K_0,98-0,970,9G-0,950,94-$   
 $0,930,92-$

0,91 Пневмопробойник 130200325390455 ИП-46031703404  
25510595200400500600700 Пневмопробойник 152305280  
455530СО-134

(ПР-400)200400500600700240480600720840 Станки

ударно-ка-270540625810945 натного

бурения 3256408159251135БС-1м37074092511001295фо

рмуле  $\rho = \gamma \cdot 0,952d \cdot \frac{J}{*U_{тр}} / (?_{тр} T_{исх})$ »

где  $r_f$  — диаметр скважины (сваи), мм;  $v_{хр}$  — требуемая  
усредненная плот-

ность сухого грунта массива;  $V_{,сх}$  — исходная плотность  
сухого грунта. Следует учитывать, что глинистые  
грунты в меньшей степени

реагируют на вибрацию, чем пески. Чтобы  
деформировались гли-

нистые грунты, требуется продолжительное воздействие вибрации.

Довольно быстро реагируют на динамические воздействия водона-

сыщенные пески и супеси, находящиеся в рыхлом состоянии или

в состоянии средней плотности. Фундаменты существующих зда-

ний в таких грунтах могут подвергаться значительным неравномер-

ным осадкам вследствие уплотнения или выдавливания грунта из-

под фундаментов. Опасность колебаний при забивке элементов, вызывающих осад-

ку 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 рас-

стояния амплитуды смещений быстро затухают. Большое влияние

на это оказывают грунтовые условия, Использование молотов мень-

шего 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 мо→

жет быть связано не только с особенностями геологического строе→

ния площадки, но и с перерывами в погружении сваи, например

в тиксотропных грунтах,455

С целью снижения уровня колебаний уменьшают частоту уда→

ров и высоту падения молота, увеличивают его вес, а также сокра→

щают 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 эле→

ментов в условиях тесной застройки требует предварительной оцен→

ки возможных неблагоприятных последствий. Исследованиями уста→

новлено, что при ударах молота в грунте возникают колебания

с частотой 3—30 Гц продолжительностью 0,1—0,4 с, которые рас-

пространяются со скоростью 100—330 м/с. Зависимость амплитуд смещения от расстояния описывается

формулой Б. Б. Голицына  $A = A_0 (r/r_0)^{-2} e^{-\gamma(r-r_0)}$ , где  $A_0$  и  $L_0$  — амплитуды смещений на расстоянии соответственно  $r_0$  и  $L_0$  от

источника;  $e$  — основание натурального логарифма;  $\gamma$  — коэффициент затуха-

ния колебаний. Для условий одной площадки коэффициент  $\gamma$  можно принимать

постоянным. Большие исследования по излагаемому вопросу были проведены

в нашей стране Д. Д. Барканом, В. А. Ильичевым, П. Л. Ивановым,

В. К. Рудем, О. А. Савиновым, О. Я. Шехтер. Согласно исследова-

ниям В. К. Рудя [6], из условия недопустимости дополнительных

осадок допустимое расстояние от существующих зданий до места

забивки:  $r = 2 \times 10^{-3} M / (0,9 - a)$ , где  $M$  — среднеинтегральная величина амплитуды динамического напряжения

под фундаментом за четверть периода колебаний от единичного перемещения

грунта;  $V$  — Угол наклона прямой на графике  $L^*/f(\gamma)$ , построенном в логарифмическом масштабе ( $A$  — амплитуда смещений);  $\text{tg } \varphi = 0,4 - 1,0$ ;  $f$  — коэффициент, определяемый по величине сопротивления зоны на уровне острия сваи.

При забивке свай, труб в пески  $f = 23 \gamma D \gamma + 254$ ; при забивке шпунта в пески

$f = 33 \gamma d + 40$ ; при забивке труб, свай и шпунта в глинистые грунты  $K = 22 \gamma d + 129$ ;  $R$  — условное расчетное давление для данного грунта и фундамента, определяемое по СНиПу;  $\sigma$  — статическое напряжение под фундаментом. Одним из перспективных способов погружения элементов, используемых для образования скважин при глубинном уплотнении грунтов, является вдавливание. Машины для вдавливания по типу рабочего органа (табл. 11.4) могут быть гидравлическими и механическими. Гидравлические работают с одним или несколькими цилиндрами. Механические устройства имеют канатно-блочный (по-

лиспаственный) привод, цепной или с ходовым винтом. Кроме станков ударно-канатного бурения в условиях реконст

рукции для устройства скважин перспективно применение раскаты

вающих проходчиков скважин. Особенность процесса раскатывания

скважин — формообразование цилиндрической полости в грунте<sup>456</sup>

11.4. Вдавливающие установки на базе тракторов и экскаваторов На базе экскаватора Э-754 На базе трактора На базе экскава

тора «Фудзи

Рису» (Япония) Показатель На базе трактора

С-100 (ABC-35) Минэнерго СССР Омского треста

Строймех аниза -

ция Т 1в0-МГП

(конструкции

УПИ) Размеры погружаемых свай:

сечение, см 25x25, 30x30 30x30 длина, м » До 7 м До 8 — До 10 Максимальное усилие вдавли

вания, кН 400 420 400 680 300 Скорость вдавливания, м/мин 1,5 — 3,0 — 2,4 3,0 — Тип механизма вдавливания Канатно-блочный Цепной Гидравличес

кий одноци-

линдрическийХодовой винтОбщая масса установки,  
т40,4—45—Характеристика и масса погру-

за, т, или способ анкеровкиТракторС-100 массой

18,35 тСъемный при-

груз и анкеров-

ка за соседние

сваиБетонные блоки

общей массой

30 сБез пригруза(инвентарноеустройство)—Наличие  
специального оборудо-

вания для устройства лидерных

скважинНетТрубчатый ли-

дер диаметром

219 или 245 ммНетТрубчатый ли-

дер диаметром

до 650 мм дли-

ной 3 мБуровая штан-

га со спираль-

ным буромПримечание. Вдавливающее усилие  
передается на сваю через голову сваи посредством

наголовника

(сторцевой передачей).

катками, эксцентрично установленными на бурильной штанге (без

ударов, как это имеет место при ударно-канатной бурении). В НПО «Союзспецфундаменттяжстрой» разработаны раскатыва-

ющие проходчики скважин типа РС (табл. 11.5), навешиваемые на

установки БУК-600 (на гусеничном ходу) и УГБ-50М (на автоходу). Для устройства скважин при глубинном уплотнении грунтов мо-

гут использоваться пневмопробойники. Пневмопробойник состоит

из корпуса, ударника и воздухораспределительного патрубка. Рабо-

чим органом пневмопробойника является его корпус. При работе

ударник, находящийся внутри корпуса, под действием сжатого воз-

духа совершает возвратно-поступательное движение и наносит уда-

ры изнутри по передней части корпуса. Под действием ударов кор-

пус 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 сква-

жины 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 расшири-

телем) скважины 300 мм. Возврат пробойника из пробитой скважины обеспечивается ре-

версированием его движения. Реверсирование достигается за счет

перемещения внутри пневмопробойника воздухораспределительного

патрубка из переднего положения (соответствующего прямому хо-

ду) в заднее (соответствующее обратному движению пневмопробой-

ника). Серийно выпускаемые пневмопробойники последних моделей

имеют реверс натяжного действия. При проходке вертикальных скважин в слабых грунтах само-

стоятельное возвратное движение пневмопробойников затрудняется

из-за недостаточности сил трения. Для надежного и быстрого их

возврата в этом случае используют присоединяемый к задней гайке

пневмопробойника канат и лебедку с ручным или механическим при-

водом. Производительность пневмопробойника зависит от физико-ме-

ханических свойств грунта, диаметра пробиваемых скважин, энер-

гии единичного удара, частоты ударов и т. д. Наиболее распростра-

ненные пневмопробойники отечественного производства — ИП 4603А, Тип Диаметр скважины, м

Глубина скважины, м

Скорость бурения, мм/об .

Вазовая машина ЯИ111.5. Проходчики РС-250 РС-4000, 4015, 00, 2510, 04, 5 УГБ-50 М458

СО134А, СО 166. Производительность их при проходке вертикальных

скважин составляет 120—200 м в смену. Для строго вертикальной ориентации пневмопробойника при его

запуске служат стартовые устройства. Простейшее стартовое уст→

ройство состоит из основания — плиты, закрепляемого забиваемыми

в грунт штырями, и направляющей трубы. После установки старто→

вого устройства согласно разбивочным осям над местом погружения

пневмопробойника устанавливают треногу с ручной лебедкой для

поддержания пневмопробойника при его обратном ходе. В верхней

части треноги размещается блок для каната, прикрепленного к гай→

ке пневмопробойника и соединяемого с ручной лебедкой (монтируе→

мой на одной из опор треноги). При использовании для проходки вертикальных скважин мощ→

ных пневмопробойников (С0134А и С0166) стартовым устройством

служит специальное навесное оборудование ОН-15, монтируемое на

тракторе ДТ-75. При многократной проходке применяют сменные

расширители диаметром 170, 200 и 240 мм. При использовании для образования скважин энергии взрыва

в толще уплотняемого грунта проходят скважину-шпур диаметром

60—80 мм. В нее опускают заряд малобризантного взрывчатого ве-

щества, 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 уплотненного грунта диаметром около 1 м. 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 уплот-

нения порции грунта в 250—300 кг необходимо произвести 25 уда-

ров. Плотность грунта в теле сваи достигает 1,8—1,85 т/м<sup>3</sup>. Сква-

жины могут выполняться вертикальными или под углом наклона

к вертикали, что зависит от конкретных условий. Применение глубинного упрочнения оснований реконструируе-

мых зданий ограничено, так как пробивка скважин сваебойными

агрегатами и взрывы вызывают значительные динамические воздей-

ствия на существующие здания и оборудование. При применении

бурового способа при устройстве грунтовых свай снижается сте-

пень уплотнения грунта вокруг скважин, так как грунт при бурении

извлекается из скважины. Достичь необходимого уплотнения в сла-

рых грунтах набивкой не удастся, так как стенки скважин, особенно

наклонных, недостаточно устойчивы. Указанных недостатков можно избежать, если использовать

для глубинного уплотнения оснований существующих зданий техно-

логию винтового продавливания скважин. Технология позволяет

различным сочетанием приемов проводить глубинное уплотнение или 459

закрепление основания. При глубинном уплотнении скважины за-

сыпаются сыпучими материалами, а при закреплении — твердеющи-

ми материалами. Глубинное уплотнение заключается в следующем. Вначале спи-

ралевидным снарядом проходят скважину, заполняют ее грунтом

и уплотняют грунт описанным способом. Однако в некоторых слу-

чаях, когда однократное заполнение скважины грунтом недостаточ-

но, глубинное уплотнение можно осуществить путем многократного

заполнения скважин и прохода снаряда, достигая необходимой не-

сущей» способности основания под заданные нагрузки, что особенно

важно в условиях реконструкции (рис. 11.1). При промежуточных

заполнениях скважин грунт засыпают без уплотнения. Уплотняют

грунт только при последнем заполнении. Глубинное упрочнение оснований с использованием вяжущих

материалов (рис. 11.2) выполняют по следующей технологии. Вна-

чале в грунте спиралевидным снарядом проходят первичную сква-

жину диаметром, меньшим заданного, а затем скважину заполняют

закрепляющим материалом. После этого по оси первичной скважи-

ны 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. В качестве твердеющей смеси может быть использована любая

композиция, отверждающаяся с грунтом, например химические реа-

генты, применяемые для химического закрепления грунтов (фенол-

формальдегидная, карбамидная и другие смолы, жидкое стекло),

а также цементно-песчаные и цементные растворы. Для предотвращения выдавливания закрепляющего материала из скважины на по-

верхность первичную скважину заполняют закрепляющим материа-

лом на 1—1,5 м ниже ее устья, а диаметр первичной скважины

должен быть менее 0,8 диаметра проектной скважины. В зависимости

сти от характера грунтовых напластований закрепление можно вы-

полнять выборочно на отдельных участках, причем толщина закреп-

ляемых слоев по длине скважины может быть различной. 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 необхо-

димой несущей способности укрепляемого основания. Расстояние между центрами скважин определяют по формуле

$$s_k = 0,954 \sqrt{P_{ds} / (P_{d8} - P_d)} \cdot 460$$

11.1. Глубинное упрочнение основания многократным проходом спиралевидного снаряда а и б — образование

первичной скважины; в — заполнение первичной скважины засыпным материалом; г — вторичное прохождение снарядом скважи-

ны с засыпанным материалом; д — скважина после повторного прохождения

снаряда; е — окончательное заполнение скважины засыпным материалом; / —

спиралевидный снаряд; 2 — скважина; 3 — первичное уплотнение стенок; 4 —

материал заполнения скважины; 5 — вторичное уплотнение стенок

### 11.2. Глубинное упрочнение основания с использованием вяжущих материалов — образование первичной скважины; б — заполнение скважины вяжущим

материалом; в и г — вторичное образование скважины снарядом большего

диаметра; д — окончательное заполнение скважины засыпным материалом;

/ — первичная скважина; 2 — снаряд малого диаметра; 3 — вяжущий матери-

ал; 4 — снаряд большего диаметра; 5 — с^ой закрепленного грунта; 6 — сква-

жина проектного диаметра; 7 — материал заполнения скважины

### 11.3. Глубинное уплотнение основания методом винтового продавливания скважина — с вертикальным

расположением скважин; б — с наклонным расположением скважин; в — с комбинированным расположением скважин; / — существующий фундамент; 2 — грунтовая ссылаясь; 3 — уплотненная зона при однократном продавливании; 4 — то же, при многократном продавливании; 5 — слабый грунт; б — прочный грунт где — плотность сухого грунта природного сложения, т/м<sup>3</sup>; — средняя плотность сухого грунта в уплотненном массиве, т/м<sup>3</sup>. Глубинное уплотнение может быть выполнено в виде вертикальных или наклонных скважин; может быть принято комбинированное расположение скважин (рис. 11.3). Выбор способа уплотнения основания зависит от конкретных условий реконструируемого объекта, диаметра скважин, материала, используемого для упрочнения и др. 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.11.4. ИНЪЕКЦИОННЫЕ СПОСОБЫ УКРЕПЛЕНИЯ

ГРУНТОВ И УСИЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ

КОНСТРУКЦИИ Инъекция растворов часто используется для закрепления грун-

тов. Кроме этого, ряд инъекционных способов применяется для уси-

ления строительных конструкций. Ниже рассмотрены способы, ис-

пользуемые преимущественно для закрепления грунтов. Указаны

также возможные варианты их применения для усиления строитель-

ных конструкций (заглубленных сооружений и фундаментов). Инь-

екция закрепляющих растворов в грунт широко распространена

в практике строительства, в частности при реконструкции.462

Сущность применяемых способов работ состоит в том, что

в грунт через предварительно погруженные в него перфорированные

трубы (инъекторы) нагнетают маловязкие растворы. Находясь

в грунте, эти растворы вступают в химическую реакцию с грунтом

и отверждаются в нем, улучшая механические свойства основания.

Закачка растворов в грунт может быть реализована в том случае,

если закрепляемые грунты имеют достаточную проницаемость. Химические способы закрепления грунтов делят на две группы.

Первая группа способов основана на использовании силикатных рас-

творов и их производных. Основа технологии этих способов — ис-

пользование неорганических высокомолекулярных соединений. Вто-

рая группа способов предусматривает применение органических по-

лимеров (акриловых, карбамидных, резорцино-формальдегидных,

фурановых смол и т.п.). Кроме химических способов, для закрепления грунтов применя-

ют инъекцию в грунт различных составов, которые, проникая в по-

ры грунта или трещины горных пород, не вступают с ними в хи-

мическое взаимодействие. К этим способам можно отнести цемента ↵

цию, глинизацию, битумизацию. Инъекционные способы Из химических способов закрепления наибольшее распространение ↵

ние получили способы силикатизации. Двухрастворный способ силикатизации применяется для хими ↵

ческого закрепления маловлажных и водонасыщенных песков (ко ↵

эффицент фильтрации 2—80 м/сут), Процесс закрепления сводит ↵

ся к поочередному нагнетанию в грунт раствора силиката натрия

и раствора хлористого кальция\* Плотность растворов изменяется

в следующих пределах: для раствора силиката натрия 1,35—

1,44 г/см<sup>3</sup>, для раствора хлористого кальция 1,26—1,28 г/см<sup>3</sup>. Тон ↵

кие пленки новообразования, образующиеся в пристенном слое ка ↵

пилляра, не мешают раствору хлористого кальция проникать в ра ↵

створ силиката натрия. В процессе взаимодействия растворов сечение капилляра пере ↵

крывается хлопьями геля кремниевой кислоты.  
Образование гидро-

геля приводит к уменьшению содержания щелочи в  
растворе жид-

кого стекла. В результате этого раствор сначала  
желатинизируется,

а затем переходит в гидрогель кремниевой  
кислоты. Двухрастворный способ закрепления получил  
широкое приме-

нение в практике усиления оснований  
реконструируемых зданий

и сооружений. Пески после инъекции становятся  
водонепроницае-

мыми. Прочность на одноосное сжатие образцов  
закрепленного мас-

сива доходит до 4 МПа, 46Э

Для закрепления песчаных грунтов с коэффициентами  
фильт-

рации менее 2 м/сут во ВНИИ оснований и подземных  
сооружений

им. Н. М. Герсеванова был разработан (В. Е. Соколович)  
так на-

зываемый однорастворный способ силикатизации.  
Название способа

условно: фактически он сводится к инъекции в грунт  
смеси раство-

ров: растворов силиката натрия и отверждающего реагента (раство

ров кислот, органических составов). В результате протекающей ре

акции грунт цементируется гелем кремниевой кислоты. Прочность

образцов закрепленного грунта на одноосное сжатие около 0,2 МПа.Используется несколько видов однорастворной силикатизации,Алюмосиликатная рецептура. Для отверждения силиката натрия

вводят соль алюмината натрия. Алюмосиликатный гелеобразующий

раствор — смесь двух растворов: силиката натрия и алюмината

натрия. Плотность силиката натрия 1,15 г/см<sup>3</sup>, алюмината натрия —

1 г/см<sup>3</sup>. Рецептура используется для работ в аллювиальных мелко

зернистых песках с коэффициентом фильтрации 5—16 м/сут и в су

песях с коэффициентом фильтрации 0,2—0,5 м/сут.Силикатно-фтористосерноокислая рецептура. Роль отвердителя

выполняет серная кислота. Применяют кислый золь, приготовленный

на 5 %-ном растворе серной кислоты с добавлением 0,5 % фтористого

натрия. Раствор жидкого стекла готовят плотностью 1,05 г/см<sup>3</sup>.

Приготовленные растворы смешивают в соотношении 1:1. Силикатно-кремнефтористоводородная рецептура. Для отверждения

жидкого стекла используют кремнефтористоводородную кислоту.

На практике применяют рецептуру в двух вариантах. Первый

вариант используют при работах в мелких маловлажных песках.

После закачки в них растворов низких концентраций (около 1,04 г/см<sup>3</sup>) удается закрепить грунт до плотности образцов на

одноосное сжатие 0,2 МПа. Второй вариант применяют при различных

работ по усилению оснований. Силикат натрия имеет плотность

1,3 г/см<sup>3</sup>, а кислота — 1,1 г/см<sup>3</sup>. Для увеличения времени гелеобразования

силикатный раствор до смешивания с кислотой охлаждают.

Аммонийно-силикатная рецептура. Технологией работ предусматривают

ривается использование жидкого стекла, сернокислого и углекислого

аммония. Жидкое стекло смешивают с раствором из аммонийной

соли. Соотношение составляющих в закачиваемом растворе опреде-

ляет время гелеобразования, т. е. способ позволяет регулировать

время гелеобразования. При использовании сернокислого аммония

на одну часть раствора силиката натрия плотностью 1,19 г/см<sup>3</sup> да-

ют 0,75—0,85 части 6 %-ного раствора аммония плотностью

1,035 г/см<sup>3</sup>. Если в работах применяют углекислый аммоний, то на

одну часть раствора силиката натрия (как и в предыдущем случае)464

вводят 0,75—0,8 части 4,8 %-ного раствора аммония плотностью

1,016 г/см<sup>3</sup>. Силикатно-алюмосернокислая рецептура. Для коагуляции жид-

кого стекла используют серную кислоту. С целью замедления коа-

гуляции, которая в этом случае наступает очень скоро, в раствор

добавляют серноокислый алюминий. В смешанный отвердитель вво-

дят жидкое стекло. Время гелеобразования 10—16 ч. Плотность

раствора серной кислоты и серноокислого алюминия 1,06 г/см<sup>3</sup>, жид-

кого стекла 1,5—1,8 г/см<sup>3</sup>. Объемное отношение в частях для серной

кислоты, серноокислого алюминия и жидкого стекла 1,3:0,7 : 1,7. Силикатная фосфорнокислая рецептура. Во время интенсивного

перемешивания в кислоту вводят жидкое стекло. Применяют рас-

твор фосфорной кислоты плотностью 1,025 г/см<sup>3</sup> и раствор жидкого

стекла плотностью 1,19 г/см<sup>3</sup>. Силикатно-органические рецептуры. При закреплении песчаных

грунтов для отверждения применяют нетоксичные составы — слож-

ные эфиры алифатических кислот, амидные соединения, диальдеги-

ды. Экономически выгодно использовать для отверждения дешевый

этилацетат (уксусно-этиловый эфир). Обычно в приготовляемый ра-

створ вводят около 6 % этилацетата [4]. При  
закреплении силикат-

но\*этилацетатным золем песчаных грунтов с  
коэффициентом филь-

трации 0,5—25 м/сут достигается прочность до 2  
МПа. Для отверждения силикатных растворов  
применяют формамид

(амид муравьиной кислоты). При использовании его при  
закрепле-

нии мелких песков достигается прочность 1,7—4,4 МПа  
(испытание

образцов на одноосное сжатие). Силикатно-  
формамидные золи дают

хороший эффект при закреплении водонасыщенных  
грунтов и грун-

тов, в состав которых входят карбонаты кальция и  
гумусовые ве-

щества. Для отверждения силикатных растворов часто  
используют гли-

оксаль (простейший диальдегид), который хорошо  
растворяется

в воде. С этой же целью применяют смесь метиловых  
эфиров али-

фатических кислот в следующем соотношении, %:  
метилформиат

10—15, метилацетат 50—60, метилпропионат 4—15. В последние годы во многих городах страны отмечается подъем

уровня грунтовых вод и. участились случаи аварийного замачивания

грунтов щелочными и кислотными сточными водами. В результате

возникают непредвиденные деформации оснований и сооружений,

а также коррозионное разрушение фундаментов. Возникла необходимость в разработке морозостойкого, химичес-

ки стойкого закрепления, позволяющего значительно повысить несущую

способность указанных грунтов оснований, а также затампо-

нировать систему микротрещин, повысить прочность конструкций

фундаментов. 30—502465

Исследованиями д-ра техн. наук В. Е. Соколовича и инж.

Т. А. Жилкиной была показана целесообразность использования

в качестве крепителя раствор жидкого стекла повышенной концент-

рации, а в качестве отвердителя — доступных органических добавок,

обладающих рядом ценных свойств, прежде всего водостойкостью

и химической стойкостью [9]. Удалось получить композицию на основе жидкого стекла путем

связывания свободной воды через введение в раствор добавок, лег-

ко вступающих в химическое взаимодействие с водой. Для добавки

был применен полиизоцианат. Реакция приводит к образованию

амин\* и карбоната и сопровождается выделением углекислого газа.

Газ, взаимодействуя с щелочным раствором жидкого стекла, при-

водит к его твердению. В итоге возникает полимерная матрица из

отвержденного органического и неорганического полимеров. В результате подбора состава инъекционного раствора была со-

ставлена его общая формула: силикат натрия плотностью 1,3 г/см<sup>3</sup>,

полиизоцианат марки «К», бутилацетат и поверхностно-активное ве-

щество (ПАВ) — контакт Петрова, разбавленный водой в отноше-

нии 1 : 3. Прочность в зависимости от содержания компонентов в компо-

зиции имеет наибольшее значение при содержании полиизоцианата

90—195 % и бутил ацетата 16—44 % (по отношению к жидкому

стеклу). Увеличение ПАВ в растворе вызывает обратное действие

на изменение прочности геля: с увеличением его содержания наблю-

дается резкое падение прочности. Способ пригоден для закрепления несвязных (песчаных) грун-

тов с  $f_{сф} = 0,5—0,25$  м/сут, в том числе водонасыщенных, защелочен-

ных, и укрепления трещиноватых пород. Надежность способа зави-

сит от области применения, инженерно-геологических условий осно-

вания и правильности выбора состава нагнетаемого раствора. Закрепление грунта силикатно-полиизоцианатным раствором це-

лесообразно для усиления оснований фундаментов при значительном

увеличении нагрузки; для закрепления грунтов закислоченных и за-

щелочных оснований; для закрепления грунтов при проходке горных

выработок; при устройстве противофильтрационных завес и экранов,

устройстве фундаментов из закрепленного грунта и усилении фунда-

ментов при их реконструкции. Смолизация песчаных грунтов. Метод состоит в том, что в грунт

вводят высокомолекулярные органические соединения (карбамидные,

фенол формальдегидные и другие синтетические смолы) вместе с от-

вердителями (кислотами, кислыми солями), После взаимодействия

с отвердителями смола полимеризуется.466

Для глубинного закрепления грунтов чаще всего применяют

карбамидные смолы. Они хорошо растворимы в воде, имеют незна-

чительную вязкость, полимеризуются при нормальной температуре

в результате введения отвердителей (соляной или щавелевой кис-

лот или хлористого аммония). Закаченный в грунт раствор отвер-

ждается в поровом пространстве и грунт приобретает прочность

и водонепроницаемость. Прочность при сжатии песка, закрепленного

карбамидной смолой, изменяется в пределах 1—5 МПа. В практике

используют растворы крепителей М и М-2, смолы МФ-17. Способ смолизации успешно применяется для закрепления сухих

и водонасыщенных песчаных грунтов с коэффициентом фильтрации 0,5—25 м/сут, для закрепления оснований зданий и сооружений, при

устройстве подземных выработок [8]. Положительное в этом способе то, что закрепленные грунты не

представляют коррозионной опасности для металлических элементов

фундаментов и подземных коммуникаций. Благодаря своим достоинствам (легкости разбавления водой до

незначительной вязкости, удобству регулирования времени гелеоб-

разования, прочной адгезии, долговечности, недефицитности, относи-

тельно низкой стоимости) карбамидные смолы нашли в глубинном

инъекционном закреплении оснований зданий и сооружений в СССР

наиболее широкое применение из всех синтетических смол. Однако применение способа смолизации песчаных грунтов сдер-

живается из-за токсичности карбамидной смолы. Это обусловлено

наличием в смоле значительного количества свободного формальде-

гида, выделяющегося как из раствора смолы, так и из закрепленно-

го карбамидной смолой грунта. Во время смолизации грунтов осно-

ваний в помещениях с ограниченной вентиляцией и при проходке

подземных выработок в закрепленном грунте концентрация  $CH_2O$

в воздухе рабочей зоны превышает предельно допустимую по сани-

тарным нормам. Из-за испарения формальдегида из закрепленного

основания затрудняется нормальная эксплуатация здания. Для превращения способа смолизации грунтов в безопасный для

окружающей среды во ВНИИОСП им. Н. М Герсевича разрабо-

тан (В. Е. Соколова, Р. Л. Мацквичус) способ нетоксичной смолы-

зации грунтов. Он заключается в закреплении грунтов модифициро-

ванным мочевиной раствором карбамидной смолы, который отвер-

ждается при взаимодействии с водным раствором хлорного железа.

Выделение формальдегида из грунтов оснований, закрепленных спо-

собом нетоксичной смолизации, а также из рабочих (модифициро-

ванных мочевиной) растворов смолы уменьшается до 25 раз по

сравнению с традиционным способом смолизации и достигает зна-

чений, не представляющих опасности.30\*467

В Москве было проведено закрепление песчаного грунта под

фундаментом 5-этажного здания способом нетоксичной смолизации.

В грунт было заинъецировано 44,1 м<sup>3</sup> гелеобразующей смеси, для

изготовления которой израсходовано 32 т карбамидной смолы «Кре-

питель М-2» и 4,1 т мочевины. Концентрация формальдегида на

месте проведения работ (в подвале) была значительно ниже ПДК

(предельно допустимой концентрации), установленной санитарными

нормами. По стоимости материалов разработанные нетоксичные рецепту

ры незначительно (на 3—7%) дороже традиционной (токсичной).

Это несущественное удорожание компенсируется тем, что эффектив

ный способ закрепления грунтов карбамидной смолой становится

безопасным для окружающей среды. Применение глинисто-силикатных растворов. Эта технология ре

комендуется при больших объемах закачки тампонажных растворов.

Инъецируемые смеси представляют собой водные растворы высоко

дисперсных глин с небольшой добавкой силиката натрия. Применя

ют как высокодисперсные (бентонитовые) глины, так и местные

(например, каолиновые) глины. В глинистый раствор добавляют

раствор силиката натрия: около 0,5 % массы глины, если раствор

приготовлен из бентонитовой глины, и 7%, если раствор  
приготов-

лен из местных глин. В последнем случае в раствор  
добавляют дис-

пергатор (например, фтористый натрий или  
метафосфат). Добавка

составляет 0,5 % массы глины. Силикат натрия  
инициирует возникновение в порах грунта элас-

тичного геля, который обеспечивает  
водонепроницаемость грунтового

массива. Плотность глинистых растворов на  
бентонитовых глинах 1,09—

1,1 г/см<sup>3</sup>, а на местных глинах 1,37—1,4 г/см<sup>3</sup>. Расплав  
раствора

(конус АзНИИ) на местной глине составляет 26—30. а на  
бентони-

товой глине — 28—30 см. Практика показала  
эффективность приме-

нения этих растворов при устройстве  
противофильтрационных за-

вес [5]. Силикатизация лёссовых грунтов. Лёссовые  
грунты, обладающие

высокой пористостью, при замачивании под действием  
собственного

веса или внешней нагрузки значительно уплотняются.  
Пористость их

сокращается, а на дневной поверхности наблюдаются просадочные

явления. За счет их происходят недопустимые деформации зданий

и сооружений [1]. Силикатизация — эффективный способ технической мелиорации

лессовых грунтов. После силикатизации изменяется прочность, ис-

чезают просадочные свойства этих грунтов. Силикатизацию исполь-

зуют для ликвидации деформаций лессовых грунтов I и II типов по

просадочности. Закреплению подвергают грунты, находящиеся выше

уровня грунтовых вод. Прочность закрепленного грунта, определен-

ная по образцам на одноосное сжатие, изменяется в довольно широ-

ких пределах — от 0,2 до 2 МПа. Прочность грунта сокращается на

25—40 % при его взаимодействии с водой. Силикатизация лессовых просадочных грунтов реализуется по

двум схемам. По первой схеме слабый раствор жидкого стекла раз-

ливают на поверхность дна котлована. Просачиваясь через поры

грунта, раствор закрепляет грунтовый слой толщиной около 0,5 м.

Эта схема применяется при строительстве на лессовых грунтах I ти-

па по просадочности. Чаще применяют вторую схему, по которой

водный раствор силиката натрия инъецируют вглубь закрепляемого

массива. При этом происходит физико-химическое взаимодействие

раствора с грунтом. На поверхности коллоидного поглощающего

комплекса грунтовых частиц протекает реакция обмена. В процессе

реакции взаимодействуют катион кальция лессового грунта и катион

натрия силикатного раствора. Образующаяся нерастворимая твер-

дая фаза гидроксила кальция имеет развитую поверхность, абсорби-

рующую кремниевую кислоту. Таким образом, грунт закрепляется

известково-кремнеземистыми новообразованиями. Последние появля-

ются так же как результат разложения гипса (содержится в грунте)

щелочью силикатного раствора. В работах применяют силикатные растворы плотностью 1,13—

1,19 г/см<sup>3</sup> при диапазоне естественной влажности грунта 10—20 %

и при коэффициенте фильтрации 0,2—2 м/сут. Малый радиус распространения раствора, довольно высокая

стоимость закрепления, значительный расход реагента сдерживают

увеличение объемов работ в лессовых грунтах с большой просадоч-

ной толщей и слабым подстилающим слоем. В этой связи представ-

ляет интерес повышение несущей способности лессовых просадочных

грунтов введением в грунт вместе с водой небольших добавок до-

ступных и дешевых реагентов. Эти реагенты должны во временно

созданной щелочной среде активизировать и мобилизовать находя-

щиеся в лессовых грунтах резервы коллоидной кремниевой кислоты,

извести и гидроокиси алюминия. Такую рецептуру разработали во

ВНИИОСП им. Н. М. Герсевича д-р техн. наук В. Е. Соколов

и канд. техн. наук В. Семина [10]. Прочность стабилизированного грунта в 1,5 раза больше, чем грунта, пропитанного водой. Модуль деформации стабилизированно

го грунта на 30—35 % выше, силы сцепления грунта (по методу

шарового штампа Н. А. Цытовича) в два раза выше. Относительная

просадочность грунта уменьшилась более чем в 15 раз. На строительных площадках в г. Запорожье была использована

аммонизация—пропитка лессовых просадочных грунтов водными

растворами аммиака. 469

Грунты на площадке строительства (лессовые просадочные су

глинки, залегающие на глубину более 15 м) относились ко II типу

грунтовых условий по просадочности. В целях пропитки грунта были пробурены скважины диаметром 0,127 м и глубиной 4 м, снабженные тампонами — иньекторами.

Через них под давлением менее 0,1 МПа нагнетался 8 %-ный рас

твор аммиака (0,33 м<sup>3</sup> раствора на 1 м<sup>3</sup> стабилизированного грунта). Спустя полгода после пропитки массива на стройплощадках

были открыты шурфы, из которых отобрали монолиты грунта. Испы-

тания их показали эффективность аммонизации грунтов как способа

их стабилизации. Радиус распространения раствора достигал 1,5 м.

Просадка стабилизированного грунта при давлении 0,4 МПа на рас-

стоянии 0,66 м от инъектора не была обнаружена, а на расстоянии 1,33 м она достигла 0,01, что в 5,3 раза меньше, чем у необработан-

ного грунта [10]. Для стабилизации грунтов слабоконцентрированными щелочны-

ми растворами силиката натрия применяют безинъекционную и инъ-

екционную схемы пропитки грунта. Первую схему целесообразно ис-

пользовать в лессовых грунтах с коэффициентом фильтрации более

10~5 м/сут. При глубине просадочной толщи до 10 м рекомендуется

применять котлованы или дренажные траншеи, а при мощности про-

садочной толщии более Юм— дренажные скважины.  
Если грунты

имеют коэффициент фильтрации менее 10-5 м/сут,  
пропитку следует

выполнять инъекционным способом. Для этого  
пробуренные сква-

жины оборудуют специальным тампоном. При  
стабилизации лессовых грунтов аммонизацией водные рас-

творы аммиака нагнетают в грунт под давлением, не  
превышающим

давление разрыва грунта. Объем и концентрация  
растворов зависят

от геологических условий  
площадки. Электрохимическое закрепление  
грунтов. Способ предусматривает комбинированное  
применение тока и хи-

мических растворов. Специалисты по лессовым грунтам  
рекомендуют

этот способ для закрепления в основном лессовых  
грунтов I типа

по просадочности, а также лессовых грунтов, которые  
уплотнились

в результате протекания просадки, например под  
подошвой зданий

или сооружений [1]. Применение постоянного электрического тока

путем размещения в закрепляемом массиве электродов позволяет за-

крепить лессовые грунты, в которые жидкое стекло проникает с тру-

дом (коэффициент фильтрации менее 0,1 м/сут). Способ дает наи-

лучшие результаты при влажности грунта свыше 18 %. По данным Б. А. Ржаницына [5], для закрепления малопрони-

цаемых грунтов (мелких песков, супесей) расход энергии составляет

40—100 кВт·ч на 1 м<sup>3</sup> закрепляемого грунта. Напряжение тока 60—

100 В; расстояние между электродами 0,5—1 м. Газовая силикатизация грунтов Газовая силикатизация применяется для песчаных и просадочных

лессовых грунтов. При отверждении жидкого стекла применяют уг-

лекислый газ, который нагнетают в грунт для предварительной ак-

тивизации грунта. После этого инъецируют силикат натрия, а затем

вновь подают углекислый газ. В процессе предварительной обработки газом карбонатных

грунтов на грунтовых частицах возникает слой бикарбоната каль-

ция, который взаимодействует с инъецируемым раствором силиката

натрия. В результате этого на грунтовых частицах высаждается из-

вестковисто-кремнеземистое соединение. Способ применим для закрепления и бескарбонатных песчаных

грунтов с коэффициентом фильтрации 0,5—20 м/сут, а также лес-

совых грунтов с коэффициентом фильтрации не ниже 0,2 м/сут. При закреплении песков используют растворы силиката натрия

плотностью 1,19—1,3 г/см<sup>3</sup> (в зависимости от Е^гличины коэффициент-

та фильтрации). Закрепленные пески приобретают прочность 0,8—1,5 МПа, а закрепленные лессовые грунты — 0,8—1,2 МПа. Аэросиликатизация грунтов. Способ предусматривает использование сжатого воздуха, кото-

рый подают в грунт вместе с закрепляющим раствором жидкого

стекла. Применение сжатого воздуха позволяет получить в грунте

радиально направленные от инъектора лучеобразные участки закреп-

ленного грунта. Цементация грунтов Способ  
используется для закрепления грунтов и горных пород,  
например для заполнения пустот в основаниях под  
фундаментами.

Такие пустоты нередко образуются здесь в результате  
разложения

органических включений. Цель цементации — усиление  
конструкции

фундамента, а также создание в грунте завесы,  
преграждающей путь

фильтрации химического раствора в пустоты под  
фундаментами,

когда планируется закрепление грунта под  
фундаментом. Способ

используют также для заполнения трещин и пустот в  
крупнообло-

мочных грунтах. Применяют цементные, цементно-  
песчаные и цементно-глинистые

растворы. Добавка глины до 5 % способствует улучшению  
качества

работ. 471

Во ВНИИОСП им. Н. М. Герсеванова разработана  
рецептура

цементации с использованием местных глинистых  
грунтов. Это поз-

воляет сократить расход цемента, а также исключает расслоение

раствора. Раствор подвижен. Образующийся после твердения камень

надежно сцепляется с породой или бетоном. Он не размывается во-

дой, прочен. Инъекционные растворы для выполнения цементации имеют

плотность 1,60—1,85 г/см<sup>3</sup>, подвижность их по конусу АзНИИ 10—«

14 см, водоотделение за 2 ч составляет 0—2%; ВЦ 1—0,4. Проч-

ность образцов затвердевшего цементного камня на одноосное сжа-

тие после выдержки в течение 28 сут 1—2 МПа. Работами ВНИИОСП им. Н. М. Герсеванова доказана эффек-

тивность применения вспененных цементных суспензий. Такие су-

спензии выгодно инъецировать в трещиноватые и закарстованные по-

роды [8]. Для приготовления вспененных цементных суспензий использу-

ют воздухововлекающую добавку поверхностно-активного вещества

(ПАВ) — алюмосульфонафтен, акрилсульфат.  
Устойчивый пенистый

раствор (двукратное вспенивание) получается при  
добавке 1 % этих

веществ массы цемента. Плотность образующегося  
раствора состав

ляет 0,3—1,7 г/см<sup>3</sup>. Замкнутые поры затвердевшего  
раствора обеспечивают его вы

сокую прочность: 0,5—4,5 МПа. Вспенивание цементных  
растворов

позволяет экономить дефицитный цемент, например  
при ликвидации

карстовых пустот. Сложность устройства искусственных  
оснований в гипсовых за-

карстованных грунтах объясняется тем, что грунтовые  
воды в таких

грунтах агрессивны по отношению к цементу. В этих  
случаях строи

тели вынуждены применять дорогостоящие  
сульфатостойкие цементы

для тампонирувания карстовых полостей. С целью  
удешевления ра

бот по закреплению закарстованных гипсовых  
оснований разработа

ны (В. Е. Соколович, В. В. Турчин) сульфатостойкие  
тампоажные

растворы на портландцементе. В состав раствора входят также пе-

сок и гипс. На 1 м<sup>3</sup> тампонажного раствора расходуется по массе:

портландцемента М400 — 380 кг; воды — 475 л; песка карьерного

строительного — 1135 кг; гипса двуводного — 7,5 кг.  
Параметры

раствора: плотность 1,90—1,93 т/м<sup>3</sup>; расплыв по конусу АзНИИ

16—17 см; прочность образцов в возрасте 28 сут 6—7 МПа; водоот-

деление 6 %.Используется и другая рецептура:  
портландцемент М400

380 кг, бентонит — 95 кг, гипс двуводный — 7,5 кг, вода — 845 кг.

Параметры этого раствора: плотность 1,31—1,33 т/м<sup>3</sup>, расплыв по

конусу АзНИИ 18—20 см, прочность в возрасте 28 сут 1—1,5 МПа,

водоотделение 1 % за 2 ч выстойки.472

Инъекцию цемента в грунт используют во время строительства

заглубленных сооружений, реконструкции фундаментов для устрой-

ства буросмесительных опор (свай), а также ленточных фундамен-

тов. Буросмесительным способом можно создавать несущие конст-

рукции в различных грунтах. В практике строительства на слабых

водонасыщенных илистых грунтах инъекцию цемента в грунт ис-

пользуют для устройства илоцементных свай. Они формируются

в грунте перемешиванием его с вяжущим (например, портландцемен-

том). Технология разработана во ВНИИОСП им. Н. М. Герсевича

(д-р техн. наук В. Е. Соколов, инж. Я. Я. Мотузов). Илоцемент отличается от глиноцемента тем, что последний ос-

нован на применении маловлажных грунтов песчано-пылеватого со-

става, а опоры из ила изготавливают на основе водонасыщенных ма-

лоуплотненных грунтов. Их влажность 100—120 % и более при вы-

соком содержании солей (30 г/л), глинисто-коллоидной фракции,

органики. Мягкопластичная скрытотекучая консистенция не требует

для перемешивания ила с вяжущим значительных затрат энергии. Исследованиями установлено, что в процессе перемешивания

в грунте протекает гидролиз и гидратация цементного вяжущего.

Хотя в работах предусмотрено высокое значение водовяжущего от

ношения (как правило, более 0,7), в результате достигается прочное

закрепление ила. Прочность образующегося материала не менее

прочности грунтобетона, у которого, как известно, водовяжущее отно

шение не превышает 0,3. Твердение цементного вяжущего интенсифицируется

главным образом реакционноспособным алюминием, ак

тивным кремнеземом и закисным железом, которые содержатся

в илистом грунте. Исследования прочности илоцементных образцов на сжатие по

казали, что наряду с практически не закрепляющимися грунтами не

которые илы (из Мурманска, Ильичевска и др.) образуют при вве-

дении 10—15% добавки цемента материал прочностью выше

4 МПа (в полугодовом возрасте). Обычно из илоцемента устраива-

ют цилиндрические опоры (сваи) диаметром до 800 мм, длиной до

30 м. Глинизация и битуминизация оснований Для выполнения работ применяют глинистые растворы. Способ

выгодно использовать для заполнения карстовых пустот. Однако это

может быть реализовано лишь в сухих породах, которые впитывают

воду раствора, заполнившего карстовую полость. Обезвоживанию

закаченной глиняной пасты способствует повышенное давление на-

гнетания, обычно превышающее 2 МПа. Срок обезвоживания мень-

ше у тощих глин. Для ускорения обезвоживания глинистые раство-

ры на несколько суток оставляют под давлением. Плотность раство-473

ров, используемых на практике, 1,2—1,3 г/см<sup>3</sup>.  
Глинизация применя-

ется в трещиноватых породах, имеющих коэффициент  
фильтрации от

50 до нескольких тысяч метров в сутки. При горячей  
битуминизации в качестве инъецируемого веществ-

ва используют разогретый битум, который не  
смешивается с водой.

Заполняя трещины в породе и отверждаясь в них, битум  
обеспечи-

вает водонепроницаемость закрепляемого массива.  
Остывший битум

имеет усадку около 12 %. Если в местах производства  
работ имеются

напорные воды, пластичный битум может быть  
выдавлен из трещин,

что нарушит водонепроницаемость закрепленного  
массива. Расплав-

ленный битум не заполняет трещины с раскрытием  
более 1 мм. ^ Для закрепления песчаных грунтов  
разработан способ холодной

битуминизации, когда в закрепляемый массив  
нагнетают битумную

эмульсию. Этот способ рекомендуется для грунтов с  
коэффициен-

тами фильтрации 10—50 м/сут. Масса битума, необходимого для за-

крепления 1 м<sup>3</sup> грунта, составляет 100—200 кг. Отмеченные недостатки, а также довольно сложная технология

работ стали причинами сокращения использования способа в по-

следние годы. Изыскания и проектирование усиления оснований Как и в общем случае проведения инженерно-геологических изыс-

каний для выполнения работ по реконструкции, значительный объ-

ем исследований связан с изучением свойств образцов грунта, ото-

бранных в шурфах и скважинах. Число и расположение последних

зависит от размеров и конструктивных особенностей сооружения, так

и от сложности геологического разреза строительной площадки.

Скважины и шурфы инструментально привязывают к реперам строи-

тельства. Вскрывают не менее одного шурфа на каждые 100 м<sup>2</sup> пло-

щади застройки. Геологические образцы отбирают в соответствии

с действующими нормативными документами. Работы по инженерно-геологическим изысканиям можно разде-

лить на три вида: полевой, лабораторный и камеральный. Если предполагается закреплять лессовые просадочные грунты,

то разведочные скважины бурят на всю предполагаемую мощность

толщи просадочных грунтов. В водонасыщенных грунтах или при

небольшой мощности просадочных грунтов бурение выполняют на

всю мощность сжимаемой зоны. Используя разработанное разделение лессовых грунтов на груп-

пы по способности к закреплению [1] по характерным признакам,

прогнозируют способность их закрепления. Образцы для исследова-

ний целесообразно отбирать из каждой такой группы. В лабораторных условиях исследуют физико-механические свой-

ства отобранных образцов (гранулометрический состав, плотность, 474

11.4. Прибор для определения ко\*

эффицента фильтрация] — болт с гайкой; 2 — резиновая

обойма; 3 — стакан; 4 — патрубки;

5 — крышки; 6 — грунт  
11.5. Прибор для испытаний  
песча-

ного грунта на закрепляемость  
1 — штатив; 2 —  
манометр; 8 — от-

верстие с пробкой; 4 — цилиндр

мерный; 5 — кулачковый уплотни-

тель; 6 — крышка; 7 — трубка для

грунта влажность, прочностные и деформативные  
свойства, коэффициент

фильтрации), степень карбонатности, химический  
состав водной вы-

тяжки и грунтовых вод, просадочность. Коэффициент  
фильтрации грунтов в лаборатории определяют

в трубке Г. Н. Каменского, а также в других  
приборах. Для определения коэффициента фильтрации  
лессовых грунтов,

а также для испытаний закрепленных песчаных и  
лессовых грунтов

на водопроницаемость во ВНИИОСП им. Н. М.  
Герсевича

инж. И. И. Курденковым разработан простой и  
надежный прибор

(рис. 11.4). Основная часть прибора — стакан,  
закрывающийся с двух

сторон крышками. И в крышках и в стакане закреплены патрубki.

Внутри стакана находится резиновая обойма, которая производит

боковые обжатия образцов грунта, а также предотвращает пристен-

ную фильтрацию. При проведении испытаний в стакан устанавлива-

ют образец грунта естественной структуры и влажности. Диаметр

образца 5, высота 6 см. Стакан закрывают крышками, которые стя-

гивают болтами с гайками. Первоначально к образцу подают через подводящий патрубок

порцию силиката натрия объемом 6 см<sup>3</sup>, чтобы зафиксировать струк-

туру образца. Плотность силикатного раствора 1,13 г/см<sup>3</sup>.475

До начала опыта в обжимающей обойме создают избыточное

давление, которое в несколько раз превышает давление проведения

испытаний. Затем начинают фильтровать через образец раствор, ко-

торый подводят через патрубок. Через 5 и 15 мин после начала

фильтрации регистрируют расход раствора. Для вычисления коэффициента фильтрации используют форму-

лу  $[6] K_f = 864QL/rH$ , где  $K_f$  — коэффициент фильтрации, м/сут;  $Q$  — расход раствора, см<sup>3</sup>/с;  $L$  —

длина пути фильтрации, см;  $W$  — площадь фильтрующего образца, см<sup>2</sup>;  $H$  —

напор, при котором происходит фильтрация, см.\* Для испытаний закрепленных песчаных и лессовых грунтов на

водопроницаемость работу выполняют при градиенте напора  $m \leq$

нее 10. Образцы песчаного грунта испытывают на закрепляемость специ-

альным прибором (рис. 11.5), состоящим из двух стоек, одного шта-

тива с двумя цилиндрами. Один из цилиндров мерный из органиче-

ского стекла (объемом 1 л), другой — металлический диаметром

40—50 мм, высотой 200—250 мм. После парафинирования внутренней поверхности в металличе-

ский цилиндр укладывают грунт, который послойно уплотняют. За-

тем, пользуясь верхним эксцентриковым кулачком со штифтом и пру-

жиной, цилиндр закрывают крышкой. Эту крышку при помощи рези-

новых трубок соединяют с газовым баллоном (через редуктор)

и с мерным цилиндром, в котором находится силикат натрия. Если грунт испытывают при газовой силикатизации, то через

грунт сначала пропускают углекислый газ. Объем газа 0,5 л. Если

нет расходомера, объем фиксируют по времени (1—2 мин нагнетания

при давлении 0,02 МПа). После этого в цилиндр подают 80—100 см<sup>3</sup>

раствора силиката натрия, а затем углекислый газ (1,5 л). После

этого цилиндр снимают со штатива и из него извлекают образец,

предварительно цилиндр подогревают, чтобы размягчить парафин. Образец распиливают на части для испытаний на прочность при

сжатии. На предполагаемой строительной площадке, используя погру-

женный в грунтовый массив иньектор, путем пробного нагнетания

воды определяют водонепроницаемость грунтов [5] при помощи при-

бора, схема которого показана на рис.

11.6. Исследовательские работы выполняют в такой последовательно-

сти. Трубу с наконечником забивают в грунт до отметки, на которой

необходимо выполнить исследования. Бак и систему заполняют во-

дой, фиксируя положение уровня воды на водомерном стекле. Бак

с трубой приподнимают над землей на 5 см. Во время этой операции

наконечник трубы задерживается в грунте, а между ним и торцом

11 6. Прибор для определения водо-

непроницаемости грунтов в полевых

условиях 1 — труба с подвижным наконеч-

ником; 2 — глухие эвенья; 3 — водо-

мерный бак приподнятой трубы возникает зазор, через который вода начинает

вытекать из бака в грунт. Фиксируют объем (по водомерному стек-

лу) и время вытекания воды из бака в грунт. Для вычисления коэффициента фильтрации используют

соотно-

шение  $K_{\text{ф}} = \sqrt{1 - \frac{4h_{\text{max}}}{r_{\text{г}} AT}}$ , где  $r_{\text{г}}$  — радиус бака, см;  $A$  — падение уровня воды, см;  $h_{\text{max}}$  — напор от

среднего уровня грунтовых вод до уровня воды в баке (при глубоком зале\*

гании уровня грунтовых вод отсчитывается от уровня воды в баке до низа

трубы), см;  $r$  — радиус зонда (трубы), см;  $D_{\text{г}}$  — время падения уровня во-

ды, с. Для определения водонепроницаемости могут быть использова-

ны и другие методы и оборудование. Для оценки закрепляемости грунтов на строительной площадке

через иньектор закачивают закрепляющие растворы. Используя вскрытые шурфы, из закрепленного в опытных целях

массива отбирают образцы, которые исследуют на прочность и водо-

непроницаемость. Лабораторные исследования отражают в отчете по инженерно-

геологическим изысканиям, которые являются основой для подготов-

ки ППР по закреплению грунтов. ППР составляют на основании СНиП 3.02.01—87 «Земляные ра-

боты, основания и фундаменты», 477

Состав ППР1. Пояснительная записка, полностью отражающая проектируе-

мую технологию работ и способы проверки их качества.2. Смета и калькуляция с технико-экономическим обоснованием

выбранного варианта закрепления.3. Инженерно-геологические данные о строительной площадке.4. Отчет о лабораторных и полевых испытаниях.5. Сведения о ранее построенных сооружениях и зданиях и о на-

хождениях существующих подземных коммуникаций (уложенные ка-

бельные линии, газо- и водопроводы, канализация и т. п.).6. Данные по закреплению грунтов (общий объем работ, места

расположения инъекторов, расход химических реагентов на всю ра-

боту и на одну заходку, режим нагнетания).7. Технологическая схема организации работ, в которой приве-

дены указания по монтажу необходимого оборудования с его харак-

теристиками, последовательность нагнетания растворов.8. Сведения о потребности в рабочем персонале для выполне-

ния работ; календарный план работ.При выполнении ППР следует предусмотреть, что растворы за-

качивают в грунте «заходками» или участками по высоте, которые

закрепляют за один прием. Если коэффициент фильтрации грунтов

с увеличением глубины возрастает, заходки чередуют снизу вверх.

Если же грунт по всей глубине закрепляемой зоны однороден и ко-

эффициент фильтрации его неизменен, то нагнетание производят за-

ходками сверху вниз. В зависимости от вида работ инъекторы располагают верти-

кально или с наклоном (например, при закреплении грунта под по-

дошвой фундамента). При сплошном закреплении массива инжекто-

ры погружают в него вертикально в шахматном порядке с шагом  $1,73r$  ( $r$  — радиус закрепления грунта от одного инъектора). Радиусы закрепления для различных видов грунта и способов

закрепления [7] приведены в табл. 11.6. Для двухрастворного способа силикатизации и силикатизации

лессовых грунтов Б. А. Ржаницыным предложены эмпирические фор-

мулы для вычисления радиусов закрепления. Для двухрастворного способа  $\gamma = 0,25 \frac{U}{C_{\text{ф}}}$ ,

где  $C_{\text{ф}}$  — коэффициент фильтрации, м/сут. Для силикатизации лессовых грунтов  $\gamma = 0,13 \frac{U}{K_{\text{ф}}} \cdot (1 - \dots)$   
в К-2П где  $\gamma$  — радиус закрепления, м;  $K_{\text{ф}}$  — коэффициент фильтрации по силикат-

ному раствору в вертикальном направлении в начальный момент, м/сут;  $P$  —

давление при нагнетании раствора, 104 Па;  $\beta$  — коэффициент заполнения пор 478

### 11.6. Радиусы закрепления грунта в зависимости от коэффициента

фильтрации  
Способ закрепления Вид  
грунта Коэффициент фильтрации, м/сут Радиус

закрепления,  
м Силикатизация: двухрастворная Песчаный 2—10

10—20

20—л50

50—800,3—0,4

0,4—0,6

0,6—0,8

0,8—1 однорастворная » 0,3—0,5

0,5—1

1—2

2—50000гш00газовая»0,5—11-55—20000

00 сл сош»00 слоднорастворнаяПросадочный000IUCП  
со0,4-0,7

0,7—0,8

0,8—1СмолизацияПесчаный0,3-11—55—1010—2020—  
500,3—0,5

0,5—0,65

0,65—0,85

0,85—0,95

0,95—1( $P \sim 0,7 \dots 0,9$ );  $\mu$  « пористость в долях единиц»;  $K$   
— эмпирический коэффи-

циент при определении фильтрации в вертикальном  
направлении, равный 1,13;

$T$  — продолжительность инъекции, сут. Зная радиус  
закрепления, легко определить объем закрепляю-

щего раствора, л, необходимого на одну заходку [1]:  $Q =$   
 $\pi r^2 l n a t$  где  $l$  — длина заходки, м;  $\mu$  — пористость грунта;  
 $a$  — коэффициент, равный

при двухрастворной силикатизации  $b$  (для каждого  
раствора), при однораств-

ворной силикатизации 12, при смолизации 10, при  
газовой силикатизации 8

и при силикатизации лессовых грунтов 7. Используя  
коэффициент  $a$ , определяют количество  
химических растворов, необходимое для закрепления

определенного объема грунта:  $A = aVt$  где  $V$  — объем закрепляемого грунта, м<sup>3</sup>.

а) А-А д) Б-Б 9) Г-Г г) А~Аа — сплошное; б — с разрывом по вертикали; в — в форме перевернутого ста-

кана; е — с разрывом по горизонтали. Потребность исходного раствора силиката натрия или смолы для

приготовления заданного объема раствора рабочей конструкции

можно вычислить по формуле  $Q_k = Q_p \frac{Y_p - Y_b}{Y_k - Y_b}$ , где  $Q_k$  — количество исходного раствора силиката натрия или смолы, л:

$Q_p$  — количество раствора силиката натрия или смолы рабочей консистенции,

$Y_k$ ;  $Y_b$  — плотность исходного раствора силиката натрия или смолы рабочей

консистенции, г/см<sup>3</sup>;  $Y_b$  — плотность воды, г/см<sup>3</sup>. Необходимые для проектирования значения прочности закреп-

ленных грунтов в зависимости от способа закрепления и коэффици-

ента фильтрации грунта приведены в работе [3] (стр. 358, табл.

Х-8). Для двухрастворного способа силикатизации можно также вос-

пользоваться эмпирической формулой [5]  $R_{cm} = 0.15 S M V_q$ , где  $R_{cm}$  — предел прочности закрепленного грунта

при сжатии, МПа;  $S$  —

содержание  $SiO_2$  в силикате натрия, изменяющееся в пределах 27—31 %;  $M$  —

модуль силиката натрия;  $Q$  — площадь удельной суммарной поверхности  $cm^2$

стиц,  $cm^2$  на 1  $cm^3$  грунта, вычисленная на основе гранулометрического

в состава. Сообразуясь с грунтовыми условиями и в зависимости от типа

зданий и сооружений, при проектировании используют ряд конст

руктивных схем оснований из закрепленного грунта (рис. 11.7). Схе-480

мы а, б, в рекомендуется применять для грунтовых условий как I,

так и II типов по просадочности, а схему г — только для II типа.

Схема б рекомендуется, если невозможно бурение в самом теле фун

дамента, а схема в — когда площадь подошвы столбчатого фунда

мента превышает 10  $m^2$ . В результате проектируемого закрепления грунта под фундамен

том будет образовано искусственное основание. Размер его по ши

рине рекомендуется определить из соотношения  $[1]B = B(2K+1)$ , где  $B$  — размер фундамента здания или сооружения в плане, м;  $K$  — коэффи-

циент, принимаемый по табл. 11.7 в зависимости от среднего давления  $P$  по

подошве фундамента;  $P$  — среднее давление от расчетных нагрузок опреде-

ленных по нормативным документам. МПа 11.7.  
Значения коэффициента  $K$  в зависимости

от среднего давления  $P$ , МПа 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8  
 $K$  0,10 0,15 0,20 0,25 0,30 0,35 0,40 0,4) 5  
Примечания:  
1. Для отдельно стоящих зданий

и сооружений с высокорасположенным центром тяже-

сти  $/C > 0,3$ . 2. При давлении менее 0,1 МПа  $/(< 0,1$ .  
Производство работ Работы по закреплению грунтов инъекцией выполняют специа-

лизированные строительные организации. Подготовительные работы  
1. Прокладка водоводов и сетей электроснабжения.  
2. Расчистка территории и планировочные работы.  
3. Устройство мест складирования материалов и (в случае необ-

ходимости) тепляков.  
4. Доставка оборудования.  
5. Монтаж коммуникаций и оборудования, включая оборудова-

ние для приготовления растворов.  
6. Разметка точек размещения инъекторов.  
Работы начинают при наличии ППР и результатов опытного за-

крепления грунтов. В зимнее время в зоне закрепления должна под-

держиваться температура не ниже 5 °С, Последовательность выполнения работ 1. Погружение в грунт инъекторов или проходка и оборудования-

ние специальных инъекционных скважин. 2. Приготовление растворов для нагнетания. 31-502481

3. Нагнетание раствора (а в случае необходимости и газа)

в грунт. 4. Извлечение инъекторов из грунта. 5. Тампонирование скважин. 6. Промывка использованного оборудования. Погружение инъекторов производят забивкой или задавливани-

ем. В отдельных случаях бурят лидирующие скважины (диаметр бу-

рового инструмента меньше диаметра инъектора). При закреплении

грунтов под зданием или сооружением погружению инъекторов пред-

шествует устройство буровых скважин в теле фундамента или пол\*. Погружение инъекторов с наклоном лучше производить с при-

менением направляющих кондукторов (шаблонов), что облегчает вы-

держивание необходимого угла наклона инъектора. Во время погружения инъектора не следует его

расшатывать,

так как при этом вокруг него образуется зазор, через который в про-

цессе инъецирования раствор часто вытекает наружу. Поставляемый на строительную площадку исходный раствор до

начала работ разбавляют водой, чтобы получить раствор смолы, кис-

лоты, силиката натрия рабочей концентрации. Необходимое для по-

лучения такого раствора количество воды вычисляют, используя со-

отношение  $Q_b = Q_0(Y_0 - V_p)/(Y_p - 1)$ . где  $Q_b$  — количество добавляемой воды, л; — количество исходного реа-

гента, л;  $Y_0$  — плотность исходного реагента, г/см<sup>3</sup>;  $V_p$  — проектная плот-

ность крепящего раствора, г/см<sup>3</sup>. Как указывалось выше, раствор закачивают через инъециторы от-

дельными заходками по высоте закрепляемой толщи. В случаях выхода раствора на поверхность по затрубному про-

странству или через пустоты, полости в грунте (породе) инъецицию

необходимо прервать, а места прорыва раствора подвергнуть там-

понажу, используя глину, цементный раствор, паклю, пропитанную

жидким стеклом и т. п. Иногда во время инъекции закачиваемый раствор прорывается

в соседнюю скважину. Чтобы избежать этого, бурение скважин на

до выполнять на расстоянии двойного шага. После инъекции рас

положенных таким образом скважин ведут бурение и закачку сква

жин между двумя ранее заполненными. Силикатизацию просадочных грунтов с влажностью 16—20 %

раствором плотностью 1,13—1,20 г/см<sup>3</sup> можно выполнять не только

при помощи инъекторов, но и через стенки пробуренных скважин

[1]. В этом случае скважину проходят буровым станком на глубину,

равную глубине одной заходки (2—3 м). После этого в верхней час

ти скважины устанавливают надувной тампон, через который прэ-

пускают шланг. По нему в скважину насосом нагнетают раствор\*482

11.8. Схеми\* нагнетания раствора в грунт

а — с использованием бака: 1 — бак; 2 — распределитель; 3 — счетчик; 4 —

инъектор; б — с использованием дозирующих насосов: / — баки для раствора

и отвердителя; 2 — дозирующие насосы; 3 — смеситель; 4 — распределитель

ная колонка; 5 — инъектор; 5 —расходомерПо завершении этой операции тампон извлекают и начинают буре

ние очередной заходки. Такими циклами выполняют инъекцию на

всю глубину закрепления.Опыт показал, что давление нагнетания при двухрастворной си

ликатизации не должно превышать 1,5 МПа, при однорстворной си

ликатизации и смолизации песчаных грунтов 1 МПа, просадочных

грунтов 0,5 МПа [5].При окончании работ по инъекции нельзя резко снижать дав

ление в системе, так как это может привести к забиванию инжекто\*

ров грунтом.На рис. 11.8 показаны схемы нагнетания раствора в грунт.ОборудованиеПри закреплении грунтов используют специализированное обору

дование: силикаторазварочные установки (применяют в основном

при большом объеме работ по силикатизации);  
элементы разводящей

сети (рукава, детали соединения с инжекторами и т. д.);  
инжекторы; 31\*483

насосы для нагнетания растворов; механизмы  
погружения и извле-

чения инжекторов; установки для бурения скважин;  
емкости для

растворов; компрессоры для пневматического  
нагнетания растворов

и для работы пневматических молотков; контрольно-  
измерительную

аппаратуру. Инжекторы конструктивно решены в двух  
основных вариантах:

1) простые с перфорированным звеном, 2) с манжетами.  
Инжектор

первого типа состоит из двух частей. Первая часть —  
перфорирован-

ное звено, представляющее собой толстостенную трубу  
диаметром

32—42 мм и длиной 0,5—1 м с отверстиями 2—3 мм.  
Нижний торец

трубы заканчивается коническим наконечником,  
верхний — внутрен-

ней резьбой. Вторая часть инжектора составляется из  
^перфориро-

ванных труб того же диаметра длиной 1—1,5 м. Трубы соединяются

с перфорированным звеном и между собой на резьбе с помощью

ниппелей. Последнее неперфорированное звено инъектора имеет за-

глушку и штуцер для соединения со шлангом, подключающим инъ-

ектор к распределительной колонке. Инъектор второго типа имеет перфорированную часть с рези-

новыми манжетами, перекрывающими отверстия. Диаметр труб тот

же, что и у простого инъектора. Длина секций труб 2—3 м. Секции

соединяют муфтами. Внутри перфорированной трубы находится

внутренняя труба диаметром 0,5 дюйма, которая в нижней части

имеет три ряда отверстий. Средний ряд имеет манжеты, а верхний

и нижний ряды закрыты резиновыми тампонами. При перемещении

внутри наружной трубы устройство внутренней трубы с тампонами

позволяет инъецировать раствор через отверстия на любом уровне

наружной трубы. Во ВНИИОСП им. Н. М. Герсевича В. Е. Соколовичем,

М. Н. Ибрагимовым и Б. А. Ржаницыным разработана конструкция

манжетного иньектора, которая позволяет погружать его с помо-

щью сжатого воздуха [8]. 11.8.

Перфораторы Показатель ПР-24 ЛОМ-506 ЛПРО-24 ЛУПР-19  
Глубина бурения, м 5,5 4,4 Рабочие давление воздуха,

МПа 0,4—0,6 0,4—0,6 0,40,4 Число ударов, уд/  
мин 3,4 2,2 3,5 2,5 Масса, кг 30 23 28 20 Наибольший диаметр  
корон-

ки, мм 56 56 56 40 Примечание. Перфоратор марки  
ПРШ-24Л выпускается

с глушителем шума. 484

Характеристики ряда иньекторов приведены в работе [1]. Для погружения в грунтовый массив иньекторо» применяют от-

бойные молотки, перфораторы (табл. 11.8), бетоноломы (табл. 11.9),

буровые установки (табл. 11.10). 11.9.

Бетоноломы Показатель ПЛ-1 МИП-4602 ИЭ-4601 Рабочее  
давление воздуха, МПа 0,5—0,7 0,6 Расход воздуха, м<sup>3</sup>/  
мин 1,2 1,6— Число ударов, уд/мин 125 085 010 000 Масса,  
кг 31,7 16,7 20 Длина, мм 635 670 665 Внутренний диаметр  
шланга, мм 16 18— Мощность электродвигателя  
1,2 АП-42 В, кВт

Напряжение, В—220Для подачи сжатого воздуха применяют компрессорные стан-

ции различной производительности с рабочим давлением 0,3—

0,7 МПа (табл. 11.11).Для соединения компрессоров с инструментами для монтажа си-

стемы используют воздушные резиновые рукава, способные выдер-

жать рабочее давление, а также резиновые толстостенные рукава

с внутренним диаметром 25 мм для подключения инжекторов.Для подачи растворов в инжекторы применяют насосы или пнев-

матические установки. Последние представляют собой емкости вме-

стимостью 500 и 1000 л, способные выдержать давление 0,8 МПа.

Они снабжены предохранительным клапаном, манометром, водомер-

ным стеклом. Раствор из них выдавливается сжатым воздухом, ко-

торый подается через штуцеры, установленные на емкости.Характеристики пневмоустановки с баком диаметром 1220 мм,

а также насосов и дозировочных агрегатов приведены в табл. 11.12.

Применяют также насосы: НС-3 (шесть плунжеров); НГП-1М (два

плунжера); ПС-4Б (один плунжер); высоконапорные насосы ГР-16/40

(давление до 4 МПа), НГр 250/50 (до 5 МПа), ПГрБ (до 6,3 МПа). Инъекторы извлекают из грунта гидравлическими домкратами

грузоподъемностью 5—10 т, а также речными домкратами ДР-7

грузоподъемностью 7,0 т. Применяют также автопогрузчики (напри-

мер, Т-4003, 4045Р) с захватками, а также тали грузоподъемностью

5—10 т, подвешенные на треноги, и копровые установки, оборудован-

ные перфоратором (например, КЦМ-4).485

11.10. Буровые установки Глубина буре-

ния, м Рекоме н дуемый Привод ^ Габариты, мм Наименование диаметр шнека

(стакана), мм длина ширина высота Буровые станки:

ПВБСМ-151570 От двигателя

«Дружба-4» 14805401730 ударно-ка-

натный БУКС-

ЛГТ301270 От двигателя

Д-300510014001400Мотобур Д-10М1070От двигателя

«Дружба-4»725385445Колонковый мото-

бур КМ-101070То же—6381400Буровые установч

ки:УКБ-12/251570»132010602020БУЛИЗ-15АП30135От  
тягового

двигателя420017502300УГБ-50М50135/127То  
жеоооо20003000ЛБУ-5050135/127»838023152546УБР-22  
5135/127От двигателя

24-85/П828524503370

11.11. Компрессорные  
станцииПоказатель> £СГ)ЗИФ-55ЗИФ-ВКС-  
БПКС-5КС-9ДК-9МПК-10Производительч

ность, М3/мин105658,58,510,5Рабочее давление,

МПа0,60,70,70,70,60,70,7На работах по погружению и  
извлечению инъекторов хорошо

себя зарекомендовали станки конструкции инж. А. Г.  
Медведева.При работах используется контрольно-  
измерительная аппаратуч

ра: ареометры для измерения плотности растворов,  
термометры для

измерения его температуры, газовые редукторы, весы  
(для опредеч

ления массы потребляемого газа) на 150  
кг.НИИПромстроем создана установка для химического  
закреплеч

ния грунтов УХЗ-1 (рис. 11.9). Установка предназначена для инъекций. Оборудование для нагнетания раствора. Наименование: Масса, кг; Высота, мм; Давление, МПа; Производительность, м<sup>3</sup>/ч; Высота всасывания, м; Мощность двигателя —

ля, кВт; Диаметр плунжера,

мм; Число ходов плун-

жера в 1 мин; Условный проход

патрубка, мм; Пневмоустановка с баком диаметром

1220 мм и рабочим

объемом 1,6 м<sup>3</sup>

Центробежные насо-

сы: 2К20—30

(2К-6) 721800.3119,86,04,550/403К45/55(3К-6) 2942600,54  
456,014—80/504К90/85(4К\*6)\* 5702600,67905,055—  
100/70 Насосы-

дозаторы; НД1000/101507261.01,03,02,26010032НД1600/  
102398401,01.63,03,08010032НД2500/102458401.02,53,0  
3,010010040 Дозировочные агре-

гаты: 2ДА50911901,00.9453,01,725/40\*150204ДА7331610  
1,03.43,02,832/55150326ДА116520351,08,283,04,5£40/70  
15)45\* Слева от черты — диаметр привода; справа —  
диаметр поршня насоса. 487

11.9. Установка УХЗ-1

1 — компрессор; 2 — баки для гелеобразующих смесей;  
3 — бак для смолы;

4 — бак для отвердителя; 5 — трубопроводы; 6 —  
кабина; 7 — химическая ла-

боратория; 8 — бак для приготовления отвердителя; 9,  
10 — перекачивающие

насосы; 11 — пульт управления; 12 — насосы  
дозировочные; 13 — шасси при-

цепы; 14 — аутригеры; 15 — резиноканевые рукава; 16  
— инъекторы в грунт химических растворов типа  
карбамидных смол с отвер-

дителями в радиусе 60—70 м. Строительная площадка,  
на которой

выполняются инъекционные работы, должна быть  
оснащена водопр-

водом и электрической сетью, а также оборудованием  
для погруже-

ния инъекторов или бурения скважин.  
Гидровыдергиватели забив-

ных инъекторов подключаются к насосной  
станции. Установка подключается к сети  
электропитания и водопр-

воду, заправляется смолой и отвердителем. Для этого  
насосом 1,5 К—8/19 перекачивают смолу из заводской  
тары в бак объемом

1600 л. В баке объемом 300 л готовится концентрированный

отвердитель, который насосом Х8/18—Е—С перекачивается порция—

ми в бак, где его разбавляют водой до нужной концентрации. После заправки установки реагентами проверяют готовность

фронта инъекционных работ и приступают к приготовлению гелеоб—

разующей смеси. В требуемое количество смолы добавляют воду из

водопровода и отвердитель из бака через дозатор. Заданное соотношение смолы и воды в баках выдерживают

с помощью уровнемеров. Баки снабжены барботерами, посредством

которых растворы и их смеси перемешивают сжатым воздухом от

компрессора СО-7А, установленного на УХЗ-1.488

Инъекцию гелеобразующей смеси ведут дозировочным насосом

НД-1600/10 через инжекторы. Для двухрастворной обработки грун—

та растворы готовят в двух баках и нагнетают с помощью двух

насосов в один или одновременно в два иньектора.  
Баки и дозатор

связаны трубопроводами, имеют запорную арматуру и  
расположены

так, что не требуют дополнительных насосов для  
перекачки раство

ров из одного бака в другой. Наличие  
распределительной гребенки

позволяет подавать воду в баки, включая бак для  
заполнения на

соса при его запуске. При отсутствии на площадке  
водопровода под

возимую воду перекачивают из транспортных емкостей  
насосом

и с помощью гребенки подают в баки. Запуск и  
остановку насосов и компрессора, а также контроль

за наполнением и опорожнением баков и дозатора по  
уровнемерам

производит оператор с пульта управления.  
Дозировочные насосы

снабжены электроконтактными манометрами, которые  
отключают на

сосы при отклонениях в режиме нагнетания  
гелеобразующих смесей

в грунт. Химическая лаборатория УХЗ-1 оснащена  
приборами, посудой

и химикатами для контроля качества исходных реагентов, их раство→

ров и смесей. Все оборудование, запасные части, пять комплектов инжекторов,

резинотканевые рукава и химическая лаборатория размещены на

шасси двухосного принципа ГKB-817. Прицеп оборудован кабиной,

ящиками и четырьмя аутригерами для разгрузки ходовой части

и придания прицепу устойчивости при заправке емкостей раствора→

ми и водой. Опытный образец УХЗ-1 изготовлен Главбашстроем Минпром-

стройка СССР. Производственные испытания и опыт эксплуатации

установки на стройплощадках г. Уфы показали ее пригодность для

смолизации грунтов. Использование УХЗ-1 при химическом усиле→

нии оснований позволяет полностью механизировать все работы по

подготовке и нагнетанию гелеобразующих смесей и повысить куль-

туру производства. Для устройства цементогрунтовых и илоцементных свай приме→

няют оборудование с вращающимся рабочим органом.  
Рабочий ор-

ган снабжен основными (режуще-уплотняющими) и  
дополнительны-

ми (перемешивающими) лопастями, посаженными на  
полный корпус,

в котором под основными лопастями имеются отверстия  
для выпус-

ка суспензии. Рабочий орган в процессе погружения в  
грунт пере-

мешивает его с нагнетаемой цементной суспензией.  
При извлечении

рабочего органа, осуществляемом обратным  
вращением, грунтоце-

ментная смесь дополнительно перемешивается и  
уплотняется задни-

ми гранями основных лопастей. При устройстве опор  
суспензия из растворосмесителя раство-

насосом (через расходомер, рукав и полую буровую  
штангу) пода-

ется к вращающемуся вокруг вертикальной оси  
рабочему органу,

которому сообщается принудительная подача 8—14 мм  
за оборот\*

По окончании технологического цикла в грунте без  
извлечения его

на поверхность образуется свая цилиндрической формы из грунто-

цемента. Для устройства илцементных свай используют агрегат АГС-7,

изготовленный на базе буровой машины УРБ-ЗАМ с рабочим орга-

ном, ранее применявшимся для устройства грунтоцементных свай

в маловлажных, главным образом, лессовых грунтах. Кроме этого оборудования, применяют установки УГБ-50М

с оборудованием для устройства грунтоцементных свай диаметром

до 0,7 м и длиной до 12 м, с также оборудование на базе буровой

машины УШ-2Т. Использование полимеров для усиления

фундаментов и заглубленных сооружений Широко применяемые в строительстве бетоны отличаются высо-

кой пористостью 8—15 %. Большой объем в теле бетона, занимаемый

порами и капиллярами, сокращается при вибрировании, прокатке

и других воздействиях. Заметно уменьшается пористость бетонов

при использовании пластифицирующих добавок — пластификаторов

и суперпластификаторов. Применение этих добавок положительно

отражается на свойствах бетонов: повышается их водонепроницаемость,

морозостойкость, без увеличения расхода цемента

возрастает прочность. Добавкой пластификаторов можно резко уменьшить

время виброуплотнения бетонной массы. Среди веществ, применяемых в качестве добавок, значительное

место принадлежит полимерным веществам. Так, в качестве суперпластификаторов

часто используют составы С-3 и С-4, введение которых

в бетонную смесь в 4—5 раз сокращает продолжительность

виброуплотнения. Суперпластификаторы и пластификаторы вводят

в состав растворов в небольших количествах: кремнийорганических

жидкостей ГКЖ — 0,05—0,1 % от массы цемента, а суперпластификаторов

каторов 0,2—1 %. Водные дисперсии органических полимеров (латексы, кремний-

органические соединения, водорастворимые карбамидные, эпоксид-

ные смолы) в смеси с неорганическим вяжущим (портландцементом

и др.) образуют сложные вяжущие — полимерцементы. Такие це-

менты применяют для приготовления строительных растворов, мас-

тик, бетонов, красок и т. д. Содержание полимеров изменяется в довольно широких преде-

лах. Об этом можно судить по значению полимерного отношения

Я/Д: 0,2—0,5. Полимерцементные композиции эффективны при омо-

ноличивании железобетонных конструкций, использовании в составах

штукатурной гидроизоляции, закреплении керамических плит, устрой-

стве цветных покрытий панелей и т. д. Использование полимеров в качестве армирующего материала

при пропитке бетонов позволяет получить бетонополимеры путем про-

питки готовых изделий в специальных камерах. Перед пропиткой

бетоны высушивают и вакуумируют для удаления из их опор влаги.

Для пропитки применяют стирол, метилметакрилат, петролатум, раз-

жиженный битум. Если в результате пропитки бетона полимером за-

полняется большая часть капилляров и пор структуры бетона, то

его прочность и плотность заметно возрастают, что повышает его

износостойкость, непроницаемость, морозостойкость, трещиностой-

кость. Бетонополимеры выгодно использовать для производства напор-

ных труб как малого, так и большого диаметром (до 2400 мм).

Плиты с бетонополимерным поверхностным слоем применяют в до-

рожном и аэродромном строительстве. Полимербетоны — бетоны на основе высокомолекулярного вяжу-

щего. В качестве вяжущего используют преимущественно полимер-

ные смолы. Разработаны полимербетоны на основе фурановых, фе-

нольных, эпоксидных смол. Роль грубодисперсных заполнителей может выполнять гранит-

ный или андезитовый щебень, кварцевый песок и др.  
Соотношение

вяжущего с грубодисперсным наполнителем  
изменяется в пределах

от 1 : 3 до 1:20 (по массе). Кроме грубодисперсных  
наполнителей в композицию вводят 10—

50 % (от массы связующего) различных веществ,  
улучшающих тех—

нологические свойства и эксплуатационные показатели.  
Так, с целью

повышения прочности добавляют барит, графит, сажу.  
Для улучше—

ния пластичности добавляют, например, ацетон в  
эпоксидные смо—

лы, а фурфурол — в фурановые смолы. • Полимербетоны  
отличаются высокими прочностью, водонепрони—

цаемостью, износостойкостью. Полимербетоны на  
основе фурановых

смол не только высокопрочны, но и имеют повышенные  
электроизо—

ляционные характеристики. Заводы стройиндустрии  
выпускают бал—

ки, плиты, трубы из фуранового  
полимербетона. Практика показала эффективность  
использования полимербетонов

при ремонте и восстановлении железобетонных и бетонных конструкций

ружций. Наряду с полимербетонами применяют полимерные растворы

и мастики, в которых в качестве заполнителя используют тонкомолотые

минеральные порошки и песок. Технология работ и рецептура с использованием полимеров оп-491

ределяются состоянием конструкции, подлежащей ремонту. Рассмотрим

несколько часто встречающихся случаев. В конструкции образовались трещины шириной более 2 мм, имеются

раковины в бетоне глубиной менее 50 мм. Для этих условий

рекомендуется применение полимерраствора и полимермастики. В них

в качестве заполнителя можно применять в первом случае — песок

с цементом, во втором — цемент. Кроме указанных составляющих,

в состав полимерраствора вводят отвердитель полиэтиленполиамин

(ПЭПА). Вместо него можно применять гексаметилендиамин

(ГМДА) или его кубовые остатки (КО ГМДА), а также аминофе-

нольный отвердитель АФ-2. Соотношение компонентов (в частях по

массе): эпоксидная смола (ЭД-16, ЭД-20) —100; жидкий каучук

(СКН-10-1А, СКН-18-1А) -10; песок 50-100; цемент 50-100;

ПЭПА (ГМДА и КО ГМДА) —10—12 или АФ-2 —30. ПЭПА при-

меняют, если бетон воздушно-сухой, при водонасыщенном бетоне сле-

дует применять АФ-2. Приготовление смеси начинают со смешивания каучука со смо-

лой при подогреве. Затем смешивают с песком и цементом. Для заделки трещин применяют мастику, приготовленную без

песка с цементным заполнителем. На поверхности конструкции часто образуются трещины и ра-

ковины, обнажаются элементы арматуры. В этом случае «лечение»

обычно выполняют путем заделки бетоном или раствором, нанесени-

ем торкрет-бетона. Если бетон фильтрует, его высушивают после водопонижения.

Все эти мероприятия при их трудоемкости и большой продолжительности

ности не всегда приводят к желаемым результатам. Более надежна

технология с использованием полимерных материалов. В приведенном

случае, когда на конструкции возникают раковины (глубина

более 50 мм) и обнажаются элементы арматуры, использованию торцевых

шпатель-бетона или укладке слоя свежего бетона предшествует предварительное

нанесение адгезионной обмазки. Эта операция выполняется

после очистки поврежденного бетона и удаления ржавчины с арматуры.

Состав адгезионной обмазки (в частях по массе): эпоксидная

смола (ЭД-16 или ЭД-20) — 100; жидкий каучук (СКН-10-1А или

СКН-18-1А)— 10; отвердитель (полиэтиленполиамин) 10—12; растворитель

(толуол, Р-4, Р-40 или № 646)—30; или аминофенольный

отвердитель (АФ-2) — 30.При приготовлении обмазки сначала при температуре 50—60 °С

смешивают эпоксидную смолу и каучук. Подогрев производят на во-

дяной бане. В полученную смесь добавляют растворитель. Отверди-

тель вводят в смесь непосредственно перед нанесением обмазки на

поверхность. При этом учитывается степень увлажнения бетона: если

он в воздушно-сухом состоянии, применяют полиэтиленполиамин,

а если он водонасыщен — отвердитель АФ-2. Нанесению второго слоя обмазки предшествует выдержка во

времени. После нанесения второго слоя обмазки на места дефектов

укладывают слой свежего бетона или выполняют торкретирование. В НИС Гидропроекта (Е. Н. Толденкова) разработано гидро-

изоляционное антикоррозийное защитное покрытие, состоящее из

двух слоев эмали. Покрытие можно применять при сухом и влажном

бетоне. Его состав (в частях по массе): смола ЭД-16 или ЭД-20 —

100; каменноугольная смола — 100; жидкий каучук СКН-18-1А — 20;

растворитель — 50; цемент — 20—30; ПЭПА—10—12 или АФ-2 —30

(при влажном бетоне).С целью увеличения трещиностойкости покрытие армируют од-

ним-двумя слоями стеклоткани.Технология работ следующая. Сначала выполняют одноразовую

огрунтовку бетона (грунт готовится из того же состава, но без це-

мента). После его впитывания в бетон наносят первый слой эмали,

и в него сразу втапливают первый слой стеклоткани. Когда эмаль

первого слоя достигнет состояния «отлипа», наносят второй покров-

ный слой эмали. «Состояние отлипа»— прижатый палец не пачкает-

ся, но оставляет отпечаток. При двух слоях армирования после за-

густевания второго слоя эмали, «до отлипа» укладывают новый слой

эмали и слой стеклоткани и т. д.В ЦМИПКС при МИСИ им. В. В. Куйбышева (И. М. Елшин,

И. Н. Киселев) разработана технология ликвидации дефектов бетон-

ных и железобетонных конструкций путем инъектирования цементных

растворов и смол. Инъекцирование можно выполнять и в случаях,

когда конструкция увлажнена. Последовательность выполнения операций такова. На глубину

$\frac{2}{3}$  толщины элемента конструкции бурят шпур диаметром 20—

50 мм. Расстояние между точками размещения шпуров не менее 1 м.

Если после инъекцирования фильтрация не прекратится, то вскрыва-

ют новые шпур и выполняют новое инъекцирование. Из шпуров про-

дувкой удаляют продукты бурения и тампоном, смоченным в рас-

творителе, снимают масляные загрязнения. Затем готовят цементные

тампонажные растворы одним из способов. Первый способ в частях

по массе: цемент — 50; бетонитовая глина — 3; жидкое стекло — 6.

Второй способ рекомендуют специалисты Киевского метрополитена

(в частях по массе): цемент 70—80; зола-унос 20—30; нитрат каль-

ция или железа 0,5—3,0; СДБ 0,15—0,25. Полимерные смеси при-

готовляют путем смешивания смолы ФАЭД-20 (или ФАИС-30) с на-

полнителем (для получения полимерраствора для обмазки трещин).

Затем в смесь добавляют отвердитель (для получения как поли-

мерраствора, так и инъекционной композиции).493

11.13. Рекомендуемые составы полимерных смесей Состав (в частях по массе)

для Компонент полимерраствора инъекционной композиции ФАЭД-20 или ФАЭИС-30

ПЭПА, ГМ ДА или КО ГМДА

Цемент 100

25—30

50—100 100 15—20 Компоненты используют в пропорции, приведенной в табл. 11.13. Полимерраствор, рекомендованный в работе [9], наносят на

трещины. Сначала наносят один слой, через 1 ч второй (так, чтобы

их общая толщина составила 2—4 мм). Эта операция предотвраща-

ет возможное вытекание через трещины жидкости, которая будет

нагнетаться в конструкцию. Спустя 15—20 ч в тело укрепляемой

конструкции закачивают цементные композиции. Закачку начинают

с растворов жидкой консистенции. Инъекцию выполняют «до отка-

за». После недельного перерыва осматривают отремонтированный

участок. Если наблюдаются течи воды, то в дефектных местах про-

водят дополнительную инъекцию фураново-эпоксидных композиций.

Для выполнения этих работ можно применять краско-нагнетатель-

ные бачки СО-12 и СО-42. При выполнении работ следует учитывать,

что жизнеспособность инъекционных композиций примерно 1—1,5 ч.

Их приготовление и инъектирование следует производить при темпе-

ратуре не ниже +10 °С. Инъекционное лечение фильтрующего железобетона можно вы-

полнить по технологии Киевского треста Мостострой № 1 Минтранс-

строя. По этой технологии укрепляют бетон, находящийся в воздуш-

но-сухом состоянии (под напором до 5 МПа) с использованием эпок-

сидных смол и установки УНК-2. Последовательность работ следующая. Бурят шпуры диаметром

20—50 мм на глубину не более 2/3 толщины конструкции. Расстоя-

ние между шпурами 150—1000 мм (при ширине трещины менее 0,3—

150 мм, при ширине 1—2 мм— 1000 мм). Продувкой удаляют из

шпуров продукты разрушения бетона при бурении. Тампоном, смо-

ченным в растворителе, снимают масляные загрязнения. На видимые

трещины наносят два слоя адгезионной обмазки для предотвращения

вытекания из трещин инъектируемой жидкости (рецептуру обмазки

см. выше). На полимеррастворе или быстротвердеющем цементе

укрепляют в шпурах инъекционные трубки. Инъекционные работы проводят на следующий день. Состав ком-494

позиции (в частях по массе): эпоксидная смола—100; растворит-

тель-40; ПЭПА 15-20. Описанный метод восстановления железобетонных конструкций

хорошо себя зарекомендовал. Однако его невыгодно применять, ког→

да внутренние дефекты в бетоне велики по объему. В этом случае

работа требует большого расхода смол, а цены на эти смолы пока

еще высоки.11.5. ПОВЫШЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

ЛЕНТОЧНЫХ И СТОЛБЧАТЫХ ФУНДАМЕНТОВНаиболее распространенные методы повышения несущей способ→

ности ленточных и столбчатых фундаментов:  
устройство обойм без

уширения и с уширением подошвы фундамента;  
подведение под су→

ществующие фундаменты плит, стен и столбов;  
подведение новых

фундаментов с полной разборкой старых; усиление забивными и на→

бивными сваями; усиление корневидными и буроинъекционными свая→

ми; усиление способом «стена в грунте».Способ повышения несущей способности фундаментов выбирают

в зависимости от величины и характера нагрузок, инженерно-геолог→

гических и гидрогеологических условий площадки и конструктивных

особенностей фундаментов и всего здания в целом. Широкое распространение получило усиление железобетонными

обоймами (рис. 11.10), устраиваемыми без углубления фундамента,

как без увеличения площади подошвы, так и с ее уширением. При

устройстве обойм фундамент не углубляют. Устройство обойм воз-

можно как на всю высоту фундамента, так и на меньшую высоту.

Обоймы могут быть бетонные и железобетонные. Наиболее надежны

железобетонные обоймы, которые схватывают усиливаемый фунда-

мент со всех сторон, плотно обжимая его при усадке бетона. Перед устройством железобетонных обойм подготавливают по-

верхность старого фундамента. Для лучшего сцепления обоймы

с фундаментом поверхность последнего обрабатывают с целью при-

дания ей шероховатости. Для этого на поверхности фундамента с по-

мощью перфоратора делают насечки. При необходимости дополни-

тельного усиления сцепления обоймы с фундаментом ее анкеруют

путем устройства шпуров с помощью перфораторов. В просверлен→

ные шпуров вставляют анкерные стержни. В ленточных фундаментах

противоположные стенки обоймы крепят друг к другу анкерами или

поперечными балками. Обойма может выполняться в виде подбетонки по краям обреза

фундамента на 20—30 см с каждой стороны. При этом заполняются

неровности и углубления в самом фундаменте. Для уменьшения

дополнительных осадков фундаменты следует уширять путем искус-493

11.10. Усиление ленточных фундаментов бетонными обоймами

с — обойма у подошвы; б — трапецеидальная обойма на всю высоту фунда→

мента; в — прямоугольная обойма на всю высоту фундамента; / — усиливаемый

фундамент; 2 — обойма; 3 — штрабы в кладке; 4 — металлическая балка  
11.11. Усиление фундамента с обжатием основания элементами уширения —

вдавливание элементов уширения под подошву фундамента; б — фунда-

мент после уширения; / — существующий фундамент; 2 — колонна; 3 — под-

косы; 4 — рама; 5 — котлован; 6 — упорная конструкция; 7 — домкрат; 8 —

элементы уширения; 9 — железобетонная обойма; 10 — обжатое основаниественного обжатия перед тем, как оно будет окончательно соедине-

но со старым фундаментом. Обжатие основания производят клинья-

ми или домкратами. Съему домкратов предшествует установка рас-

порок и их расклинивание, после чего бетонируют обоймы. Обжатие496

грунта перед уширением обеспечивает немедленное включение в ра-

боту уширенной части фундамента. Обжатие основания можно проводить путем задавливания под

подошву элементов уширения (балок, плит) с помощью домкратов

(рис. 11.11). Фундамент с помощью подкосов и рамы разгружают.

Далее вокруг фундамента разрабатывают грунт ниже подошвы фун-

дамента, размещают на дне выработки элементы уширения и упор

ные конструкции. Между элементами уширения и упорными конст

рукциями с обеих сторон устанавливают домкраты, с помощью ко

торых одновременно навстречу друг другу зажимают элементы

уширения под подошву фундамента статической нагрузкой на рас

стояние, меньшее ширины фундамента. После вдавливания элемен

тов уширения домкраты снимают и производят обратную засыпку. Задавливаемые элементы имеют скошенный лидирующий торец

с углом  $\alpha < \varphi$ . Грунт вокруг фундамента разрабатывают на глубину,

равную высоте вдавливаемых элементов, и на ширину, достаточную

для размещения этих элементов и оборудования для вдавливания. Этот способ обеспечивает уплотнение грунта под подошвой фун

дамента и трансформирует эпюру контактных напряжений. Для усиления фундамента может быть использован способ, ос

нованный на вдавливание под края подошвы  
фундамента блоков

с односторонним скосом (рис. 11.12). После разработки  
грунта до

уровня подошвы фундамента вокруг фундамента  
устанавливают

блоки с односторонним скосом в нижней части и с  
уступом в верх

ней. Перед вдавливанием блоки устанавливают на  
клинья, которые

выполняют роль вспомогательных приспособлений для  
сохранения

устойчивости блоков в начальной стадии вдавливания.  
На подколен

нике или колонне закрепляется упорная конструкция  
для восприятия

реактивных усилий от гидравлических домкратов, с  
помощью кото

рых блоки вдавливаются в грунт. Когда уступы блоков  
займут по

ложение на 3—5 см ниже подошвы фундамента,  
вдавливание пре

кращают и демонтируют приспособления,  
используемые при

вдавливании. После этого устанавливают  
приспособления для гори

горизонтального стягивания блоков. Поверхность уступов блоков покры-

та слоем раствора и стягивают блоки до их соприкосновения с бо-

ковыми гранями усиляемого фундамента. При стягивании уступ за\*»

ходит под подошву фундамента, а слой раствора способствует

надёжному сопряжению блока с фундаментом. Вместо приспособ-

лений для горизонтального стягивания блоков могут быть использо-

ваны гидравлические домкраты, устанавливаемые в горизонтальном

положении на дне котлована. После окончания работ приспособле-

ния демонтируют и производят обратную засыпку грунта. В описанных способах задавливаемые элементы и блоки для по-32—502497

фьCD0011.12. Усиление фундамента вдавливанием блоков с односторонним скосом — подготовка блоков к вдавливанию; б — вдавливание блоков с односторон-

ним скосом в основание фундамента; в — заводка блоков с односторонним

скосом под подошву фундамента; г — фундамент после усиления; / суще-

ствующий фундамент; 2 — блок с односторонним скосом; 3 — клинья; 4 — ко-

лонна; 5 — упорная конструкция; 6 — гидравлический домкрат; 7 — котлован;

раствор; 9 — приспособление для горизонтального стягивания блоков;

10 — бетон; 11 — железобетонная обойма; 12 — обжатое основание

11.13. Способы подведения конструкций под фундаменты — отдельные столбы; б — сплошные стены; в — столбы с шахматным рас-

положением; г — железобетонные плиты; / — фундамент; 2 — столб; 3 — шурф; 4 — сплошная стена; 5 — плита; 6 — арматурный каркас вышения надежности могут быть сопряжены с существующим фун-

даментом железобетонной обоймой. Применение способов усиления фундаментов путем вдавливания

элементов под подошву фундамента обеспечивает простоту работ

при одновременном обжатии основания и исключении мокрых про-

цессов. Фундаменты мелкого заложения можно усиливать уширяя

и углубляя их путем подведения конструктивных элементов под су-

существующие фундаменты. Такими элементами могут быть плиты,

столбы или сплошные стены (рис. 11.13). Для уширения фундамента без значительного увеличения его

глубины под подошву существующего фундамента подводят железобетонные

плиты. На участках длиной 1—2 м грунт под фундаментом откапывают и на месте изготавливают железобетонную монолитную плиту или монтируют заготовленные сборные железобетонные

элементы. После обжатия грунта в основании гидравлическими домкратами промежутки « между плитой и подошвой старого фундамента

заполняют бетоном тщательно уплотняя его вибраторами. 32\*499

Иногда под существующий фундамент подводят снизу отдельные столбы, которые располагают по линии или в шахматном порядке на

определенном расстоянии один от другого. Отдельные столбы применяют в тех случаях, когда на небольшой глубине (1,5—4 м) за-

полняют бетоном тщательно уплотняя его вибраторами. 32\*499

Иногда под существующий фундамент подводят снизу отдельные столбы, которые располагают по линии или в шахматном порядке на

определенном расстоянии один от другого. Отдельные столбы применяют в тех случаях, когда на небольшой глубине (1,5—4 м) за-

полняют бетоном тщательно уплотняя его вибраторами. 32\*499

Иногда под существующий фундамент подводят снизу отдельные столбы, которые располагают по линии или в шахматном порядке на

легают слои прочного грунта. При недостаточной несущей способности основания, необходимо

сти устройства подвалов, а также строительства вблизи сооружений

под фундамент необходимо подводить сплошную стену. Подводка

сплошной стены может осуществляться с одновременным увеличени

ем площади подошвы фундамента и глубины его заложения или

только с изменением глубины. Углубление фундаментов и подводку столбов, как правило, вы

полняют только в сухих и маловлажных грунтах. Основные приемы

подводки новых фундаментов сводятся к следующему. Весь ленточ

ный фундамент разбивают на отдельные захватки длиной 1—3 м.

Очередность бетонирования по захваткам должна быть не последо

вательной— один участок за другим, а с интервалом в несколько

участков при постоянном продвижении в одном направлении. На

правление подводки выбирают, начиная с наиболее слабых участков

и мест, наиболее ослабленных проемами. Отдельные столбы и сплошную стену при подводке фундаментов

устраивают в следующем порядке. Вначале разрабатывают шурф

с наружной стороны фундамента. Ширина шурфа должна быть та

кой, чтобы удобно было выполнять работы по проходке шахты под

фундаментом. После крепления стенок шурфа устанавливают опор

ную раму. Стенки крепят одновременно с разработкой грунта. Затем

разрабатывают шахту под фундаментом с таким расчетом, чтобы

в каждой очереди уменьшение площади передачи нагрузки на грунт

от всего сооружения было не более 20 %. Далее разбивают нижнюю

часть фундамента и удаляют грунт, служивший основанием старого

фундамента. После разборки всего старого фундамента и разработ

ки грунта до проектной отметки приступают к устройству нового

фундамента, снимая крепление снизу вверх. При усилении столчатых фундаментов возможно

переустройств

во этих фундаментах в ленточные, а ленточные — в плитные. Такие

случаи возникают при значительных неравномерных деформациях

основания, изменении нагрузок, установке нового технологического

оборудования, изменении конструктивной схемы здания и др. Для переустройства столбчатого фундамента в ленточный

(рис. 11.14) между существующими фундаментами устраивают же

лезобетонную стену в виде перемычки. Нижнюю часть перемычки

подводят под подошву существующего столбчатого фундамента. Пе

ремычка охватывает подколонтник железобетонной обимой. Для по

вышения несущей способности нижняя часть перемычки может вы-500

, !г--1 ^ Г7=" /1 -• ! 1 W

1 11=гН ^ f-f—!! III—И 1—=i! i !! lizLlj Н—pi

u11 \*— 1 1 — 111.14. Схема переустройства столбчатых фундамента в ленточные (а) и лен

точных в плитные (б)/ — столбчатый фундамент; 2 — железобетонная перемычка; 3 — арматурные

Каркасы; 4 — уширенная часть железобетонной перемычки; 5 — ленточный

фундамент; 5 — отверстия в ленточном фундаменте; 7 — подводимая плита;

8 — пропуски плиты под ленточным фундаментом выполняться уширенной. При необходимости устройства подвала пе-

ремычку делают на всю высоту столбчатых фундаментов. Арматуру

устанавливают таким образом, чтобы во вновь образованном лен-

точном фундаменте все перемычки работали совместно. Для этой

цели арматурные стержни перепускают у подколонника из одной 501

перемычки в другую, а понизу арматурные каркасы заводят под по-

дошву существующих фундаментов. Для лучшего сопряжения пе-

ремычки на существующих фундаментах делают насечку и штрабы,

а также оголяют арматуру для приварки арматуры перемычки. Ленточные фундаменты переустраивают в плитные путем под-

ведения концов плит под ленточный фундамент. Плиты между лен-

тами объединяют обоймами, проходящими через отверстия, пробитые

в нижней части стены ленточного фундамента. Через 3—4 м плиты

между лентами объединяют железобетонными перемычками, прохо-

дящими под подошвами ленточных фундаментов. Возможно увеличение несущей способности за счет переустрой-

ства Столчатых фундаментов в перекрестно-ленточные и плитные,

а также перекрестно-ленточные в плитные. Сплошную фундаментную плиту можно подготовить под здание

с помощью металлических выпусков консолей, которые пропускают

через стены фундаментов. К консолям приваривают арматуру желе-

зобетонной плиты. Отверстия в стенах для заделки консолей проби-

вают с чередованием через одно. После заведения консолей в от-

верстия последние заделывают бетоном с тщательным уплотнением.

Пробивку группы отверстий, установку в них консолей и омоноли-

чивание бетоном проводят без перерыва, в течение одной смены.

После омоноличивания всех консолей на отдельном участке выпол-

няют армирование и бетонирование плиты. Для увеличения несущей способности фундаментов можно ис-

пользовать глубоко залегающие прочные грунты. В этом случае для

передачи нагрузки от здания используют различные сваи. Этот спо-

соб особенно оправдан при высоком уровне грунтовых вод. Усиление фундаментов сваями проводят способами: пересадкой

фундамента иа выносные сваи или подведением свай под подошву

фундамента. Для усиления ленточных фундаментов выносные сваи могут

устанавливаться как с каждой стороны ленточного фундамента, так

и с одной его стороны (консольно-рычажные системы) (рис. 11.15).

Для пересадки столбчатых фундаментов сваи могут располагаться

по периметру вокруг фундамента или с двух противоположных сто

рон. Сваи, подводимые под подошву фундамента, можно распола

гать в один, несколько рядов или кустами в зависимости от конст

рукции фундамента. Выносные сваи применяют при высоком уровне грунтовых вод,

а сваи, подводимые под подошву фундамента, — при низком. Головы свай с усиливаемым фундаментом соединяют ростверка

ми, выполняемыми в виде железобетонных поясов (для ленточных

фундаментов) или железобетонных обойм (для столчатых фунда

ментов). Если усиливаемые фундаменты не имеют достаточной проч-502

іР\_QAg\_°j11.15. Усиление фундаментов выносными сваями — усиление ленточного \*фун да мента сваями, расположенными с двух сторон

фундамента; б — то же, с расположением свай с одной стороны; в, г — ва

рианты усиления столчатых фундаментов; / — усиливаемый фундамент; 2 —

сваи; 3 — ростверк; 4 — рандбалки; 5 — поперечная балка; 6 — рычажный ростверкности, то их укрепляют

обвязочными балками, проходящими через

фундамент. Длину свай устанавливают в зависимости от характера

реструктур грунта и на глубину заложения на фундамент. При проектировании усиления работы старого фундамента, как

правило, в расчетах не учитывают. Вся нагрузка от существующего

здания, а также дополнительная должны быть восприняты сваями.

Предварительно несущую способность свай определяют расчетом,

а для уточнения ее проводят испытание пробных свай статической

нагрузкой непосредственно на строительной площадке. При усилении фундамента выносными сваями добиваются на

дежного сопряжения старого фундамента со сваями путем устрой

ства в стене рандбалок в продольных штрабах. Балки связывают

монолитным железобетонным ростверком, который соединяет голо

вы свай. Сваи выводят до верха нижней ступени фундамента, а за

тем бетонируют отдельные ростверки. Домкраты  
устанавливают

непосредственно над сваями, чтобы исключить работу  
ростверка на

изгиб. На участке, расположенном между домкратами,  
фундамент

разбирают и бетонируют ступень фундамента,  
объединяющую оба

ряда ростверков. Эта ступень должна быть выполнена  
так, чтобы

смогла работать как жесткий фундамент. Через 1 сут  
домкраты

снимают. Инвентарные ригели удаляют, старую кладку  
на этих участ→

как разбирают и заменяют бетоном. При усилении  
столчатых фундаментов поперечные передаточ→

ные балки делают парными и между ними зажимают  
колонну или

фундамент. Для синхронной работы домкраты  
присоединяют к об→

щему насосу. Давление передают постоянно  
возрастающими ступе→

нями. После каждой ступени делают перерыв для  
наблюдения за

осадкой сваи под нагрузкой. Перерыв продолжается до  
стабилизации

осадки. Обжатие свай прекращается, как только прибор, установ-

ленный на колонне, отметит деформации подъема. После стабили-

зации осадки свай производят подклинку между рандбалками и по-

перечными балками, затем бетонируют железобетонный пояс. В практике реконструкции накоплен большой опыт повышения

несущей способности фундаментов мелкого заложения вдавливаемы-

ми сваями, как цельными, так и составными из отдельных элементов. Ленточные фундаменты можно усилить с помощью залавливае-

мых свай из трубчатых элементов длиной 0,8—1,2 м, располагаемых

попарно — с двух сторон стен (рис. 11.16). Сваи погружают домкра-

тами, реактивные усиления от которых передаются на железобетон-

ные балки, изготавливаемые совместно со сплошным железобетонным

поясом, который монолицируется со сваями. Завдавливание свай

осуществляют одновременно с двух сторон стены. По мере вдавли-

вания трубчатые элементы стыкуются с помощью сварки. Для под-

вески домкрата и равномерного распределения усилий вдавливания

параллельно с каждой стороны стены к железобетонным балкам кре-

пят инвентарные металлические упорные балки. По окончании вдавл-

ливания, демонтажа домкратов и упорных балок устанавливают ар-

матуру и опалубку у оголовков свай, заполняют полость трубчатой

11.16. Усиление ленточного фундамента с помощью выносных задавливаемых свай/ — существующий фундамент; 2 — металлические трубчатые сваи; 3 — арматура

турный каркас оголовка сваи; 4 — оголовок; 5 — железобетонная балка; 6 —

стена; 7 — отверстие сваи бетоном литой консистенции и бетонируют оголовки через от-

верстие в железобетонной балке. Под ленточные фундаменты сваи

можно подводить в один ряд. Для выполнения работ требуется час-

точная разборка фундамента, что обуславливается требуемым мес-

том для выполнения работ. Работы выполняют из шурфов, откопан-

ных до подошвы фундамента. Для передачи нагрузки на нижнюю полость блоков при вдавли-

вании свай между домкратом и блоком устанавливают стальную

распределительную подушку в строго горизонтальном положении.

После этого приступают к вдавливанию сваи, состоящей из звеньев

труб длиной 0,5—0,8 м. Чтобы не снимать домкрата с трубы после

вдавливания каждого звена, домкрат устанавливают поршнем вниз.

После вдавливания каждого звена поршень поднимают вверх и сваю

наращивают очередным звеном. Для демонтажа домкратов без снятия усилий со сваи в просвет

между верхом поддомкратной клетки и низом поддомкратной балки

устанавливают вертикально с обеих сторон домкрата металлические

стойки. После снятия домкратов образовавшийся проем в стене фун-

дамента закладывают или бетонируют. При проектировании вдавливаемых свай требуется

тщательное

обследование конструкций здания, так как состояние стен влияет

как на расчетную нагрузку на сваю, так и на максимальное усилие

нагружения. При этом расчетная нагрузка на сваю не должна пре-

вышать допустимой нагрузки на участок стены. Шаг свай чаще все-

го составляет 1,4—2,5 м. Для повышения несущей способности ленточных и столбчатых

фундаментов широко применяют буронабивные сваи, которые распо-

лагают вокруг существующего фундамента так же, как забивные илч

вдавливаемые. Бурение скважин выполняют ручным или механизир-

ованным способом в зависимости от стесненности площадки и га-

баритов оборудования. При усилении столбчатых фундаментов по периметру существув-

ющего фундамента пробуривают скважины, устанавливают арматур-

ные каркасы и бетонируют сваи. Головы свай с арматурными выпус-

ками связывают железобетонной обоймой, выполняемой вокруг су-

ществующего фундамента. Конструкции железобетонных обойм ана-

логичны ранее описанным конструкциям. Концы свай заглубляют

в прочный слой грунта. Буронабивные сваи могут быть использованы в качестве рычаж-

ных опор при увеличении несущей способности ленточных фунда-

ментов (см. рис 11.15,6). Для этого на расстоянии 1—3 м от на-

ружной стены здания выполняют 1—2 ряда буронабивных свай с ша-

гом 2—4 м. Головы свай объединяют железобетонными балками

ростверками. В качестве рычажных балок используют металлические

или железобетонные балки, рассчитанные для условий передачи на

свайный фундамент нагрузок от стен здания. Концы рычажных ба-

лок заделывают в стену здания или в старый фундамент. В первом

ряду сваи работают на вдавливание, а во втором — на выдерги-

вание. Для повышения несущей способности фундаментов реконструируемых зданий могут быть использованы набивные сваи, выполненные по технологии винтового продавливания [12].

Преимущество этой технологии состоит в том, что не возникают динамические воздействия, которые могут отрицательно влиять на реконструируемые здания и установленное технологическое оборудование.

В основу технологии положен способ образования скважин в грунте спиралью с помощью радиально направленных сил, создаваемых снарядом, который погружается в грунт вращением и осевым вдавливанием.

При проходке скважин грунт не извлекается, а скважина расширяется до проектного диаметра путем непрерывного уплотнения грунта с помощью радиально направленных сил, создаваемых снарядом, который погружается в грунт вращением и осевым вдавливанием.

При проходке скважин грунт не извлекается, а скважина расширяется до проектного диаметра путем непрерывного уплотнения грунта с помощью радиально направленных сил, создаваемых снарядом, который погружается в грунт вращением и осевым вдавливанием.

При проходке скважин грунт не извлекается, а скважина расширяется до проектного диаметра путем непрерывного уплотнения грунта с помощью радиально направленных сил, создаваемых снарядом, который погружается в грунт вращением и осевым вдавливанием.

При проходке скважин грунт не извлекается, а скважина расширяется до проектного диаметра путем непрерывного уплотнения грунта с помощью радиально направленных сил, создаваемых снарядом, который погружается в грунт вращением и осевым вдавливанием.

При проходке скважин грунт не извлекается, а скважина расширяется до проектного диаметра путем непрерывного уплотнения грунта с помощью радиально направленных сил, создаваемых снарядом, который погружается в грунт вращением и осевым вдавливанием.

При проходке скважин грунт не извлекается, а скважина расширяется до проектного диаметра путем непрерывного уплотнения грунта с помощью радиально направленных сил, создаваемых снарядом, который погружается в грунт вращением и осевым вдавливанием.

При проходке скважин грунт не извлекается, а скважина расширяется до проектного диаметра путем непрерывного уплотнения грунта с помощью радиально направленных сил, создаваемых снарядом, который погружается в грунт вращением и осевым вдавливанием.

При проходке скважин грунт не извлекается, а скважина расширяется до проектного диаметра путем непрерывного уплотнения грунта с помощью радиально направленных сил, создаваемых снарядом, который погружается в грунт вращением и осевым вдавливанием.

При проходке скважин грунт не извлекается, а скважина расширяется до проектного диаметра путем непрерывного уплотнения грунта с помощью радиально направленных сил, создаваемых снарядом, который погружается в грунт вращением и осевым вдавливанием.

11.17. Спиралевидный снаряд для устройства скважин винтовым продавливанием — геометрия снаряда; б — общий вид снаряда; в — схема процесса устройства

ства скважины; 1 — калибрующая часть; 2 — переходный рабочий участок;

3 — цилиндрические соосные участки; 4 — наконечник; 5 — штанга; 6—7 — ка-

налы; 8 — отверстие; 9 — лопасть; 10 — корпус; 11 — уступ. В качестве основного рабочего органа используют

снаряд, рабочая часть которого образована соосными участками в виде винтовых

цилиндрических поверхностей, последовательно сопряженных пере-

ходными рабочими участками, смещенными один относительно дру-

гого на угол  $450^\circ$  по цилиндрической винтовой поверхности (рис.11.17). В отличие от известных буровых снарядов вытеснение грунта

здесь осуществляется не всей поверхностью рабочего органа, а толь-

ко переходными рабочими участками, сопрягающими соосные ци-

линдрические участки, радиус которых ступенчато уменьшается от

калибрующего корпуса к наконечнику. При внедрении снаряда в грунт в радиальном направлении

грунт непрерывно вдавливается переходными рабочими участками.

При этом цилиндрические соосные участки в работе не участвуют.

Ввиду того, что грунт из скважины не извлекается, вокруг нее об-

разуется зона уплотненного грунта. Набивные сваи в винтопродавленных скважинах выполняют

у существующих фундаментов как с отрывкой фундамента, так и без

отрывки (рис. 11.18). В первом случае вначале откапывают старый

фундамент до его подошвы. Затем с помощью буровой установки

продавливают скважину спиралевидными снарядами. В скважину

устанавливают арматурный каркас и бетонируют сваю. При этом

для сопряжения с обоймой из головы сваи оставляют арматурные

выпуски длиной 25—30 см. Таким образом, вокруг усиливаемого фун-

дамента выполняют нужное число свай. После завершения бетони-

рования свай устраивают железобетонную обойму, объединяющую

старый фундамент со сваями и проводят обратную засыпку. Вокруг старого фундамента можно откапывать

только приямок,

глубина которого соответствует толщине ростверка, сопрягающего

сваи с верхней частью фундамента. При выполнении скважин спиралевидным снарядом наконечник

снаряда устанавливают у существующего фундамента в месте

устройства скважины и через штангу с помощью привода под осе→

вым давлением приводят снаряд во вращение, при этом снаряд

внедряется в грунт. В качестве базовой машины для погружения спиралевидного

снаряда можно использовать буровые установки СО-2; МБС-1,7,

БУК-600 и др., используемые со шнековыми или другими бурами. Технология винтового продавливания скважин наиболее эффек→

тивна при усилении фундаментов на недоуплотненных макропорис→

тых грунтах, в том числе пылевато-глинистых с показателем теку→

чести  $i > 0,1$ . При усилении фундаментов винтонабивными сваями

грунт вокруг свай значительно уплотняется, что улучшает работу ос→

нования. Обычное расположение буронабивных, забивных и вдавливаемых

свай — за пределами реконструируемого фундамента (выносное):

для ленточных фундаментов — с обеих сторон его, для столбчатых —

с четырех или с двух сторон. В отдельных случаях прибегают к од-

ностороннему расположению свай. Двусторонне расположенные сваи сооружают вдоль фундамента

в шурфах или в траншеях. В зависимости от свойств грунтов сваи вбивают

11.18. Усиление фундаментов набивными сваями, выполненными методом

винтового продавливания

а — с отрывков котлована; б — без отрывки котлована; в — существующий

фундамент; 2 — сваи; 3 — слабый грунт; 4 — зона уплотненного грунта; 5 —

слой прочного грунта; 6 — котлован; 7 —

железобетонная обойма

11.19. Удаление части фундамента ниже пола подвала

1 — пол подвала; 2 — фундамент; 3 — клин; 4 — наддомкратная балка; 5 — клинья; в — домкрат; 7 — свая; 8 — швеллеры; 9 — шурфжины бурят с использованием обсадных труб или без них. Для переноса

редачи нагрузки на сваи по их головам поперек продольной оси

фундамента устанавливают балки. Для этих балок в теле фунда-

мента пробивают отверстия. Нижнюю часть стены в зоне ее примы-

кания к верху фундамента часто усиливают разгрузочными метал-

лическими балками, которые размещают в продольных штрабах. Для

обжатия грунтов, в которых были выполнены сваи, их задавливают

при помощи гидравлических домкратов. Последние распирают в про-

межутке между верхним торцом (головой) сваи и балками, прохо-

дящими поперек фундамента. Возникающий в результате обжатия

(задавливания) свай промежуток между ее торцом и балками фикси-

руют путем подклинивания. Работы завершаются устройством рост-

верка по изготовленным сваям и ликвидацией открытых шурфов

(траншей). Роль ростверка при реконструкции столбчатых фунда-

ментов может выполнять железобетонная обойма, сооружаемая во-

круг него. Одностороннее расположение свай может быть достигнуто ис-

пользованием рычажных разгружающих балок. Последние одним

концом вводят в проем, пробиваемый в теле реконструируемого

фундамента в зоне примыкания к стене. Нижнюю часть стены, при-

мыкающая к проему, усиливают двумя швеллерами. Разгружающие

балки на всю свою длину выводят на одну сторону фундамента

и опирают на головы буронабивных свай, расположенных вблизи

фундамента. Свободный конец балки связан с анкерным устройст-

вом — железобетонной плитой, заложеной в грунте, и стержнем

с гайкой. Анкерное устройство позволяет перемещать длинный конец

балки в вертикальной плоскости. При этом другой короткий конец

балки такой рычажной системы, перемещаясь в пространстве, может

полностью или частично разгрузить реконструируемый фундамент. Работы завершаются омоноличиванием мест сопряжения ры-

чажной балки со стеной, усиленной швеллерами. Наряду с буронабивными в работах по реконструкции фунда-

ментов применяют и забивные сваи. Целесообразность их приме-

ния обуславливается условиями строительной площадки и технико-

экономическим расчетом. Сваи могут быть вынесены за пределы

фундамента или располагаться под его подошвой.

Материал свай —

железобетон, металлические трубы и прокат. Каждая из таких свай

состоит из нескольких секций длиной 0,5—1 м. Последовательность работ при расположении свай под фунда-

ментом: отрывка и закрепление откосов шурфов по фронту фундамента

в местах расположения свай; удаление грунта из-под фундамента (с использованием шурфов);

усиление фундамента наддомкратными балками, в которые бу-

дут упираться домкраты; монтаж оборудования (гидравлической установки с домкрата-

ми и насосами); размещение яод штоком домкрата  
головной секции сваи и за-

давливание ее в грунт; наращивание сваи очередной  
секцией сваи;

задавливание всех последующих секций;

заполнение полости сваи бетоном; 510

удлинение сваи двумя швеллерами до упора их в низ  
наддомк-

патной балки (швеллеры соединяют со сваей  
сваркой); ввод сваи в работу с предварительным  
напряжением (нагруже-

ние домкратом); установка клиньев в зазоре,  
образовавшемся между удлиняю-

щими сваю швеллерами и наддомкратной балкой;

фиксирование клиньев в зазоре сваркой;

демонтаж домкратов;

заполнение шурфа. Для удобства выполнения работ  
удаляют часть фундамента ни-

же пола подвала (рис. 11.19). Образовавшееся  
свободное простран-

ство ниже пола подвала используют для наддомкратной  
балки, бла-

годаря чему уменьшается глубина шурфа под  
ней. Наддомкратную балку устраивают выше подошвы  
фундамента

примерно на 70 см. Во время работ балка с обоих концов поддер-

живается плоскими стальными рамами, выполненными из швеллеров

и опирающимися на дно шурфа. Балку устанавливают строго по

уровню, затем заливают ее бетоном. Над ней с уширением кверху

до краев подошвы фундамента также укладывают бетон. Для луч-

шей связи бетона с наддомкратной балкой слои бетона по краям

армируют. Концы арматуры приваривают к наддомкратной балке.

Зазор 5 см между бетоном и подошвой фундамента набивают (че-

канят) полусухим цементным раствором. Балки соединяют горизон-

тальной арматурой, которую выпускают с конца установленной над-

домкратной балки в сторону следующей балки. Аналогичный ар-

мированный пояс сооружают в бетонном массиве над балкой. После

выхода всего поршня домкрата на полную длину его обратным хо-

дом втягивают в корпус. Затем в образовавшийся промежуток уста-

навливают компенсатор (например, отрезок трубы). Длина компен-

сатора равна ходу поршня домкрата. Когда секция сваи задавлена,

снимают компенсатор и наращивают сваю приваркой следующего

звена. После задавливания сваю заполняют бетоном. Через 12 ч,

когда закончится основная усадка бетона, его поверхность сверху

выравнивают полусухим бетоном. Затем сваю вводят в работу

с предварительным напряжением. При реконструкции нередко приходится усиливать фундамент

и его основание, что вызвано необходимостью отрывки котлована

для вновь сооружаемого фундамента, заглубленного сооружения

и т. д. В этих и других случаях весьма эффективно устройство под-

порных конструкций и опор способом «стена в грунте». В зависимости от геологических и инженерных условий строи-

тельной площадки стена в грунте может выполняться с использованием

контрфорсов. При устройстве инъекционных анкеров с целью

увеличения их несущей способности по опыту строительных работ

на некоторых стройках Урала возможно применение камуфлетных

взрывов. Образование уширений за счет взрыва в рабочей части

анкера позволяет значительно увеличить его несущую способность,

что очень важно при выполнении работ в стесненных условиях. При значительных горизонтальных нагрузках щелевые фунда-

менты, выполняемые способом «стена в грунте» (рис. 11.20), могут

иметь не только прямоугольную, но и тавровую, крестообразную

и другую формы в плане и располагаться (как и подпорная кон-

струкция) с одной или нескольких сторон реконструируемого фун-

дамента. Конструктивные решения повышения несущей способности фун-

даментов глубокими стенами или столбами зависят от причин уси-

ления, грунтовых условий и нагрузок на фундамент. Особенно рационален этот способ, когда к фундаменту примы-

кает глубокий подвал. Усиление в этом случае производится глубо-

кими стенами. Для обеспечения устойчивости фундамента при этом

рассчитывают защемление стены в грунте с учетом нагрузок от фун-

дамента и грунта, находящегося за стеной. Если рассчитать за-

щемление трудно или экономически нецелесообразно, то устойчи-

вость стен повышается устройствами анкерных креплений, распола-

гаемых между фундаментами. Глубину заделки анкеров в грунте

определяют расчетом. Увеличить несущую способность столчатых фундаментов мож-

но возведением у фундамента глубоких стен или столбов прямоуголь-

ного сечения, опираемых на прочное основание. Стены или столбы

могут иметь в плане двухстороннее и четырехстороннее расположение

ние. В некоторых случаях рационально устройство стен в виде замка

нутого короба. Возведенные стены или столбы объединяются с уси-

ливаемым фундаментом железобетонной обоймой. Для одновременного увеличения несущей способности фунда-

мента и повышения его устойчивости могут быть возведены парал-

лельные стены в виде глубоких лент, располагаемых с обеих сторон

фундаментов. С целью повышения жесткости стены объединяют пе-

ремычками, устраиваемыми на глубину меньшую, чем основные па-

раллельные стены. При такой конструкции усиления улучшаются ус-

ловия работы основания под подошвой фундамента, так как оно

включено в жесткую обойму фундамента. В сложных условиях реконструкции несущую способность фун-

даментов можно увеличить путем комбинирования способа «стена

в грунте» с устройством набивных и корневидных свай, а также

с различными методами закрепления грунтов в основании. В отдельных случаях по методике Харьковского Промстрой-

НИИ проекта для усиления оснований реконструируемых фундамен-

тов применяют опускные колодцы, располагая круглый или прямо-

угольный в плане колодец вокруг фундамента. Конструкция его

может быть как сборной, так и монолитной. Внутренние размеры ко-512

стт-£3-m[rjш.i=1t Jы=—ЩmЙсУ-fi—ll.20. Усиление фундаментов способом «стена в грунте»] \_\_  
усиливаемый фундамент; 2 — стена в грунте или прямоугольный фунда-

мент; 3 — выемка; 4 — анкер; 5 — железобетонная обойма; 6 — замкнутая

стена в виде короба; 7 — глубокие стены; 3 — перемычки между стенами 11.21. Усиление существующих фундаментов с помощью буроинъекционных свай — безростверковый; 6 — ростверковый; в — подведение нового фундамента;

г — развитие площади фундамента; 1 — стена здания; 2 — подводимый фун-

дамент; 3 — буроинъекционные сваи; 4 — существующие сваи; 5 — распреде-

лительные плиты 33—502 513

лодца на 15—20 см превышают габариты фундамента в плане. В от-

личие от обычных колодцев в этом случае ножевую часть изготов-

ляют с наружным скосом. При погружении колодца грунт разрабатывают вдоль наруж-

ного контура ножевой части: фундамент и обжимаемое основание

находятся внутри колодца. Применение буроинъекционных свай позволяет успешно укреп-

лять и основания, и фундаменты (рис. 11.21). Усиление оснований и фундаментов буроинъекционными сваями

имеет по сравнению с другими известными методами следующие пре-

имущества: возможность выполнения работ по усилению фундамен-

тов из подвалов (высотой до 2,5 м) и с лесов; возможность устрой-

ства свай и опор непосредственно через тело существующих фун-

даментов под любыми углами наклона в разнообразных грунтовых

условиях; усиление оснований и фундаментов без прекращения или

остановки других строительных работ; минимальные затраты руч-

ного труда; выполнение работ без нарушения внешнего вида соору-

жения, которое может иметь архитектурную ценность. В каждом случае при проектировании усиления оснований

и фундаментов необходимо решать две задачи: 1) обеспечение не-

обходимой прочности и устойчивости здания или сооружения; 2) при-

нятие наиболее экономичного решения, что достигается технико-эко-

номическим сравнением различных вариантов усиления. Целесооб-

разность применения буроинъекционных свай или опор при усилении

реконструируемых и реставрируемых объектов должна опреде-

ляться конкретными условиями и во всех случаях должна быть обо-

снована технико-экономическим сравнением возможных вариантов

проектных решений. Основные случаи использования инъекционных свай и опор: усиление оснований и фундаментов в связи с увеличением экс-

плуатационных нагрузок, связанных с изменением конструктивной

схемы усиливаемого объекта за счет замены несущих элементов, за-

мены оборудования на более тяжелое, изменением этажности и т. п.; усиление оснований и фундаментов для стабилизации развития

незатухающих осадок и деформаций существующих зданий и соору-

жений; усиление конструктивных элементов реконструируемых объектов,

включая кирпичную и каменную кладки несущих стен, сводов, пере-

крытий и т. п.; устройство фундаментов вновь строящихся объектов вблизи су-

ществующих; строительство или реконструкция в отдаленных и труднодоступ-

ных районах. Буроинъекционные или, как их часто называют, «корневидные

сваи» (последним названием обязаны форме тела, которое они обра-

зуют в грунте) представляют собой пучок относительно тонких свай, 514

расходящихся под различными углами наклона и напоминающих

корни деревьев или свайных стволов, имеющих многочисленные мест-

ные уширения, получаемые при нагнетании раствора в скважину под

давлением. Отличительные особенности свай этого типа: малый диа-

метр (127—190 мм); большое относительное заглубление  $L/d$  (бо-

лее 100); материал ствола — армированный мелкозернистый бетон;

способ изготовления — инъекция бетона в скважину под давлени-

ем. Наибольшее распространение буринъекционные сваи получили

при усилении оснований и фундаментов существующих реконструи-

руемых и реставрируемых зданий и сооружений, в частности, па-

мятников архитектуры, в связи с чем изложенное ниже посвящено

преимущественно этому аспекту их применения. Усиление оснований и фундаментов буринъекционными сваями

часто сочетается с укрепительной цементацией, при которой усили-

вается кладка существующих фундаментов инъекцией в них цемент-

ного или других растворов, а также заполняются подобными рас-

творами пустоты на контакте фундамент — грунт. Материалы, применяемые для изготовления буроинъекционных

свай, должны удовлетворять требованиям главы СНиПа по проекти-

рованию бетонных и железобетонных конструкций, а также главы

СНиПа на вяжущие материалы и неорганические добавки для бето-

нов и растворов. Для приготовления растворов и мелкозернистых бетонов при-

меняют: цемент, соответствующий: ГОСТу; заданной марке раствора, (не

менее 200); агрессивности среды; требуемому сроку схватывания (не

менее 2 ч); бентонитовый глинопорошок (ТУ 39-01-08-658—81) в качестве

пластифицирующей добавки в растворе; песок, мелко- и среднезернистый в качестве инертного заполни-

теля в растворах крупностью не более 1 мм. При устройстве буроинъекционных свай состав растворов мел-

козернистых бетонов подбирает лаборатория в соответствии с за-

данной маркой раствора и условиями строительства. Для устройства буроинъекционных свай используют различные

типы растворов (мелкозернистых бетонов) в зависимости от усло-

вий строительства и характера работы свай в конструкции: цемент-

но-песчаные, цементно-бентонитовые и цементные растворы. В необ-

ходимых случаях возможно также применение растворов других спе-

циальных составов. Для раствора М 200 соотношение компонентов по составу (це-

мент: песок: вода) по весу находится в пределах 1,0:(1,0—1,5):

:(0,4—0,7). Например, расход материалов на 1 м<sup>3</sup> раствора состав\*33\*515

ляет: цемента М 400 — 705 кг, песка — 830 кг, воды — 460 л, при

соотношении компонентов 1,0 : 1,18 : 0,65. Для цементно-бентонитовых растворов соотношение

компонент

тов по составу цемент : бентонит : вода 1,0 : (0,03—0,04): (0,4—0,7)\*

Расход материалов на 1 м<sup>3</sup> раствора М200 составляет:  
цемента

М400— 1080 кг, бентонитового глинопорошка — 33 кг,  
воды — 650 л

(при соотношении компонентов 1—0,03 : 0,6). Растворы,  
применяемые для изготовления буроинъекционных

свай, должны иметь плотность по ареометру АГ-2 1,95—  
2,07 г/см<sup>3</sup>,

подвижность по конусу АзНИИ 13—17 см и  
водоотделение не бо-

лее 2»%. Прочность затвердевшего раствора по  
испытаниям стандартных

кубиков размером 7х7х7 см при нормальных условиях  
вызревания

должна быть не менее 15 МПа в 7-дневном возрасте и  
30 МПа

в 28-дневном. Состав, удельный вес и другие показатели  
глинистого бурового

раствора для заполнения скважин при бурении должны  
обеспечи-

вать устойчивость стенок скважин против оплыwania и  
обрушения.

Удельный вес глинистого (бентонитового) раствора обычно прини-

мают равным 1,05—1,15 г/см<sup>3</sup>. Во многих случаях усиления оснований существующих зданий

и сооружений их фундаменты используют в качестве ростверка

в новом фундаменте. Устройству буроинъекционных свай в этих слу-

чаях, как правило, предшествует укрепительная цементация фунда-

ментов. Технологический цикл цементационно-укрепительных работ

включает бурение в грунте или теле существующего фундамента инъ-

екционных скважин, цементацию фундамента и контакта «фунда-

мент—грунт», опрессовку скважин. Бурение цементационных скважин выполняют станками колонко-

вого бурения с продувкой сжатым воздухом. Диаметр скважин в за-

висимости от условий работы, состояния кладки существующего

фундамента и его размеров обычно не превышает 100 мм. При уси-

лени существующих фундаментов цементацию выполняют, как пра-

вило, в два этапа. На первом этапе цементационную скважину бурят

в пределах фундамента, не доходя до его подошвы 0,5 м. В устье

скважины для предотвращения выхода из нее нагнетаемого раствора

устанавливают тампон (обтюратор), а затем цементируют фунда-

менты. По окончании цементации скважину выдерживают в течение

2—3 сут. На втором этапе проводят повторную разбурку ствола

скважины или тела фундамента до его подошвы и далее в грунт на

0,4—0,5 м и цементируют контакт «фундамент—грунт». В этом слу\*

чае тампон размещают в кладке фундамента на уровне 0,5 м выше

подошвы. Давление нагнетания при цементации фундаментов не превышает 516

11.22. Технология изготовления буроинъекционных спай

а — бурение; б — заполнение скважины раствором, установка армокаркаса;

в — опрессовка; г — готовая свая; / — глинистый раствор; 2 — емкость для

раствора; 3 —арматурный каркас; 4 —цементный раствор; 5 — иньектор;

б —тампон; 7 — кондуктор; 8 — цементный каменьшаает 0,1 МПа, а при цементации зоны контакта «фундамент— грунт» — 0,2 МПа. Нагнетание прекращают, если расход цементаци

онного раствора в течение 10 мин при давлении 0,2 МПа не превы

шает 1 л/мин. Вид и состав цементационных растворов зависит от

конструкции, материала, состояния существующих фундаментов, гео

логических и гидрогеологических условий площадки; в каждом слу

чае параметры растворов подбираются лабораторией. При усилении фундаментов буроиньекционными сваями их

устройству должна предшествовать цементация. Технологический цикл устройства буроиньекционных свай (рис.11.22) включает бурение кладки фундаментов и, в случае необходи

мости, стен и других конструктивных элементов усиливаемых зданий

й сооружений, установку трубы-кондуктора, бурение скважины

в грунте до проектной отметки, заполнение скважины твердеющим

раствором, установку в нее арматурного каркаса и опрессовку. При

устройстве буроинъекционных свай скважины бурят станками ко-

лонкового бурения с продувкой сжатым воздухом. При проходке не-

устойчивых, обводненных грунтов бурение ведут с промывкой сква-

жин глинистым (бентонитовым) раствором или под защитой обсад-

ных труб. В пределах конструкций реконструируемого здания

диаметр бурения должен позволять устанавливать в них трубы-

кондукторы, внутренний диаметр которых больше или равен расчет-

ному диаметру буроинъекционных свай. Скважины под кондуктор517

заполняют раствором до излива его из устья скважины. Раствор по-

дается через рабочий орган бурового станка или трубу-инъектор,

опущенную до забоя скважины. При понижении уровня раствора

в скважине более чем на 1 м скважина выдерживается в течение

суток и затем доливается до устья цементным раствором с меньшим

В/Ц. После заполнения скважины раствором до начала его схваты→

вания в скважину устанавливают трубу-кондуктор. Разбуривание

цементного камня в трубе-кондукторе следует начинать не ранее чем

после двухсуточной выдержки трубы-кондуктора в скважине. Бу→

рение ведут с продувкой сжатым воздухом. По окончании разбури-

вания цементного камня бурение скважины ведут до проектной от→

метки нижнего конца сваи. Отклонение от заданного угла бурения

не должно превышать  $\pm 2^\circ$ , по длине сваи  $\pm 30$  см. По окончании бурения скважину через буровой став промывают

от шлама свежим буровым раствором в течение 3—5 мин. Скважины заполняют твердеющим (цементным или другим)

раствором через буровой став или трубу-инъектор от забоя скважины

ны снизу вверх до полного вытеснения глинистого раствора и появ

ления в устье скважины чистого цементного раствора. Непосредст

венно после заполнения скважины твердеющим раствором в нее

устанавливают арматурный каркас. Армокаркас опускают в скважины

ну отдельными секциями, длина которых зависит от условий изготов

ления буроинъекционных свай. Отдельные секции армокаркаса сты

куют сваркой. После установки армокаркаса в проектное положение

и при отсутствии утечек раствора из скважин (снижение уровня

раствора в скважине не более чем на 0,5 м) опрессовывают сваю.

Для опрессовки в верхней части трубы-кондуктора устанавливают

тампон (обтюратор) с манометром и через инъектор нагнетают под

давлением в 0,2—0,3 МПа в течение 3—4 мин. Опрессовка может

быть прекращена, если расход раствора в процессе ее не превышает

200 л. При большем расходе раствора необходимо провести вы-

стойку свай в течение 1 сут, после чего опрессовку повторить. Вид и состав твердеющих растворов, применяемых при изготов-

лении буроинъекционных свай, зависят от условий их применения;

в каждом случае параметры растворов подбирает лаборатория. Буроинъекционные сваи следует устраивать в строгой техноло-

гической последовательности, которая должна быть отражена

в ППР. Состав ППР на устройство буроинъекционных свай: рабочие чертежи узла приготовления глинистого раствора, вклю-

чая узел регенерации; рабочие чертежи узла приготовления цементного раствора; чертежи технологических трубопроводов для подачи глинистого

и цементного растворов от узла приготовления к месту работ; 518

детальные технологические карты на выполнение всех видов мероприятия по технике безопасности с разработкой схем пере-

мещения оборудования и временного крепления конструкций при

усилении оснований и фундаментов реконструируемых объектов; мероприятия по обеспечению работ в зимнее время года. 11.6. АРМИРОВАНИЕ ГРУНТА Армированный грунт (армогрунт) состоит из чередующихся сло-

ев грунта и арматуры. В качестве арматуры используют стержни,

полосы, сетки или листовый материал из синтетических веществ, бу-

маги или металла. В последние годы расширилось использование

геотекстиля с высокими пределами прочности при растяжении и мо-

дулем упругости. Армируемый грунт обычно не имеет органических

включений; он сочетает прочность при сжатии и сопротивление сдви-

гу грунта с прочностью арматуры при ее растяжении. При реконструкции армированный грунт позволяет выполнять

работы на небольших строительных площадках, при сооружении

подпорных стенок, насыпей, откосов. Если строительная площадка

сложена слабыми грунтами, то, применяя арматурные элементы, на-

пример в виде сеток, можно достичь надежного опирания насыпей

на слабый подстилающий грунтовый слой. Откосы укрепляют, со-

оружая поддерживающие конструкции из армированного грунта

или размещая арматуру непосредственно в откосе. Насыпи обычно

укрепляют, размещая армирующие элементы внутри насыпи, что

позволяет увеличить крутизну откосов и несущую способность есте-

ственных оснований, сложенных слабыми грунтами.Преимущества армированного грунта: возможность устраивать

крутые откосы, что позволяет уменьшить ширину новой полосы от-

вода или увеличить ширину насыпи без изменения существующей

полосы отвода; снижение стоимости подпорных стенок различных

видов и береговых устоев из армированного грунта по сравнению

с конструкциями из других материалов; простота и экономичность

строительства; небольшие объемы подготовительных работ на строи-

тельной площадке, краткосрочное прекращение движения транспорта

и отключение линий коммуникаций; использование элементов за-

водского изготовления; улучшение устойчивости конструкций из ар-

могрунта к внутренним и внешним смещениям за счет взаимодействия-

ствия грунта с арматурой. В конструкции подпорной стенки, выполняемой из армогрунта,

наружную (лицевую) сторону стенки монтируют из сборных железобетон-

бетонных элементов. Эти элементы с тыльной стороны связаны с ар-

матурными полосами, которые располагаются в насыпаемом грунте

(рис. 11.23). Существуют варианты устройства лицевой стороны из

металлических корытообразных элементов. 519

1»' 11.23. Подпорные стенки из армогрунта с использованием

а — железобетонных элементов; б — корытообразных металлических эле-

ментов 11.24. Подпорная стенка с армированием по методу Йорка (два варианта) / — армирующие полосы; 2 — вертикальные стержневые опоры; 3, 4 — эле-

менты ограждения. Горизонтальные полосы арматуры располагают на расстоянии

250—1000 мм одна от другой. Между полосами арматуры по верти-

кали при металлической лицевой части шаг составляет 250 мм, при

железобетонной лицевой части — 750 мм. Для изготовления этих

элементов используют тонколистовую сталь толщиной 3 мм с галь-

ваническим покрытием. Стальные листы длиной 10 м соединяются

между собой в фальц. Для крепления арматурных полос в листах

при помощи штамповки вырубают специальные отверстия. Кроме ва-

риантов конструкций стенок, показанных на рис. 11.23, используют

и иные. При армировании по методу Йорка (рис. 11.24) арматурные

полосы соединяются с лицевыми элементами при помощи вертикаль-

ных стержней. К грунтовому материалу, используемому в конструкциях из ар-

могрунта, предъявляются определенные требования на основании

опыта строительства и исследований: грунт должен содержать час-

тиц мельче 0,05 мм меньше 15%, крупнее 100 мм — меньше 25%;

в грунте не должно быть органических или химических примесей,

вызывающих коррозию бетона и металла; при использовании оцин-

кованных металлических полос кислотность грунта должна находить-

ся в пределах  $6 < \text{pH} < 10$ ; грунт должен хорошо уплотняться и обес-

печивать высокую прочность на срез. В зарубежной практике при строительстве стен с использовани-

ем стальных облицовочных элементов грунт укладывают слоями

толщиной по 300—350 мм, а при использовании железобетонных

элементов — слоями толщиной 375 мм. Грунты тщательно уплотняют по всей площади отсыпки, чтобы

создать равномерно плотное примыкание грунтовой толщи к арми-

рующим элементам. В зоне, примыкающей к ограждающей стенке,

грунт уплотняют легкими трамбующими механизмами. Деформации

уплотненной грунтовой толщи и ограждающей стенки должны быть

такими, чтобы предотвратить появление изгибающих моментов в мес¬

тах примыкания арматуры к стенке. При выборе грунта для засыпки следует учитывать значения ко¬

эффициентов трения грунта по поверхности арматурных элементов

(табл. 11.14). Более высокие их значения повышают и эффективность

армирования. При монтаже железобетонных элементов стенки между отдель¬

ными элементами по горизонтальным швам укладывают прокладки

для более равномерного распределения давлений в местах контакта.

Необходимо предусмотреть дренажные мероприятия у подошвы

стенки для отвода вод, собирающихся за стенкой. В этом случае ис¬

ключается гидростатическое давление воды на конструкцию. Наряду с конструктивными решениями,

описанными выше, ис→

пользуются и варианты, предусматривающие применение геотексти→

ля — тканого или нетканого синтетического материала, стеклоплас→

тика и т. д. (рис. 11.25). Для фиксации формы облицовки в конструкции используют ста→

билизаторы, обеспечивающие жесткость всей стенки. Их устанавли→

вают один над другим и соединяют болтами. Наибольшее распространение в мировой практике получили син\*521

11.25. Устройство подпорных стенок с прослойками из геотекстиля с облицовкой — железобетонными элементами; б — полотнищами геотекстиля 11.14. Коэффициент трения  $M$  и угол трения грунтов по поверхности

арматурных стержней  
Материал  $M$  Угол трения,

град  
Крупный гравий по стали: 0,4323  
гладкой окисленной 0,5127  
Мелкозернистый песок по стали: 0,5127  
гладкой окисленной 0,5830  
Песок средней крупности по стали: 0,5127  
гладкой окисленной 0,5629  
Песчаная смесь по стали: гладкой 0,4022  
окисленной 0,5830  
синтетические нетканые материалы. Вырабатывают их методом непре→

прямого формования непосредственно из расплава полимера. К чис→

лу таких материалов относятся, например, «бидим» (Франция), по-

лифельт (Австрия), «типар» (США). Текстильные материалы нередко

11.26. Технологическая последовательность устройства нагельной крепи/ —открытие котлована; //— установка сетки и нанесение бетонной смеси;

/// — бурение скважины и установка анкера; IV — углубление котлованаизготавливают и из штапельных волокон, например «колбоид» (Фран-

ция). В процессе изготовления эти материалы часто упрочняют ме-

ханическим способом — иглопробивкой. В СССР выпускается синтетический нетканый материал на ос-

нове капрона «дорнит». Дорнит Ф-1а имеет плотность 600 г/м<sup>2</sup>, раз-

рывную прочность 120/100 Н/см, коэффициент фильтрации 50 м/сут,

относительное удлинение 70/130 %. Армирующий эффект текстильной прослойки при деформации

грунта проявляется двояким образом. Во-первых, синтетическое во-

локно за счет собственной прочности противодействует сдвигу одних

частей грунтового массива относительно других. Во-вторых, про-

слойка перераспределяет напряжения между частями массива. Обес-

печивая передачу части напряжений с перегруженных зон на сосед-

ние недогруженные, она изменяет напряженно-деформированное со-

стояние как отдельных, наиболее загруженных участков, так и всего

массива в целом.-Этот принцип используется для повышения устой-

чивости откосов, дорожных насыпей, увеличения несущей способно-

сти оснований. Исходя из этого, в грунтовое тело насыпи помещают

текстильную прослойку таким образом, чтобы ее обязательно пере-

секала поверхность скольжения призмы обрушения. Вариант конструкции типа «армогрунт» — нагельное крепление

(рис. 11.26). Роль арматуры здесь выполняют стальные стержни. При

устройстве нагельного крепления землеройная машина отрывает кот-

лован на глубину около 2 м. Затем на поверхности грунтового от-

коса с помощью металлических скоб устанавливают 3  
слоя арматур→

ных сеток из профилированной арматурной стали  
диаметром 4—5 мм.

По арматурным сеткам наносят слой шприц-бетона  
толщиной 25 см.

С этой отметки буровая установка бурит скважины в  
направлении,

перпендикулярном плоскости откоса. Диаметр скважин  
50 мм, глу→

бина 5—8 м. После образования скважины в ее полость  
закачивают цемент→

ный раствор и вводят металлические стержни на всю  
глубину буре→

ния. Диаметр металлических стержней 25—30 мм.  
Стержни профи→

лированы по длине. Длину стержня разделяют на две  
части: рабо→

чую и свободную (аналогично устройству инъекционных  
анкеров).

Рабочую часть анкера погружают в массу цементного  
раствора,

предварительно данного в скважину. Свободную часть  
оставляют вне

цементного раствора, покрывая для защиты от  
коррозии поливинил→

хлоридной оболочкой. Вдоль стержня (на его рабочей и свободной частях) устанавли-

вают центрирующие пластмассовые детали, назначение которых —

предотвращение смещения стержня от центра скважины. После установки стержней в скважинах с шагом по горизонтали

около 1 м извлекают обсадные трубы, удерживающие

стенки сква-

жин от обрушения. Для выполнения этой операции применяют ту

же буровую установку. Затем землеройные машины углубляют котлован на глубину 1,7—2 м. И вновь бурят скважины, устанавливают стержни, арма-

турные каркасы с нанесением слоя шприц-бетона по ранее описан-

ной технологической схеме. Стержень с образующей стеной крепят путем установки на сво-

бодном стержне металлической накладки с центральной втулкой, че-

рез которую пропускают стержень. На стержень наворачивают гайку

с накладкой и закрепляют их сваркой. Металлическую гайку и на-

кладку покрывают слоем шприц-бетона. В бетонный массив в процессе работ закладывают пластмассо-

вые трубы диаметром «600 и длиной 400 мм. Их располагают по

сетке с шагом 1,5 м. Назначение их — выпустить грунтовые воды из

грунта, давление которого воспринимает построенная стена.Использование в строительной практике нагельного крепления

позволяет отказаться от дорогостоящих гравитационных подпорных

стен, которые требуют гораздо большего расхода металла и бетона.

Конструкция нагельной стены включает в работу слой прилегающего

грунта, что обеспечивает указанное выше преимущество по сравнению

с ранее применявшимися конструкциями.Технология устройства нагельных стен несложна и при наличии

простейшего оборудования для наклонного бурения (могут быть

применены установки вращательного бурения) рациональна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫАнаньев В. П. Зеленский Ю. В., Шувалова Л. П., Исаев Б. Н.

Силикатизация лессовых грунтов. Ростов: Изд-во. Ростов, ун-та,1985. — 96 с.2. Елшин И. М. Применение полимеров для повышения надежности

железобетонных конструкций в условиях реконструкции. М., 1986. — 30 с.3. Организационно-технологические решения для условий реконст

рукции. Ч. 3. Повышение несущей способности оснований и фун

даментов. — М.: ВНИИИС, 1987. — 64 с.4. Основания и фундаменты/Под ред. М. И. Смородинова. — М.:

Стройиздат, 1983. — 387 с.— (Справочник строителя).5. Ржаницын Б. А. Химическое закрепление грунтов строительст

ва. — М.: Стройиздат, 1986. — 264 с.6. Рудь В. К. Колебания зданий при забивке вблизи них свай//Экс-

пресс-информ. Сер. 6. Строит. работы/ЦБНТИ ММСС СССР. —

М., 1983.— С. 25—31.7. Смородинов М. И., Мулюков Э. И. Современные способы рекон

струкции фундаментов и укрепления оснований. — М., 1982.—

Вып. 15.8. Соколович В. Е. Химическое закрепление грунтов. — М.: Строй

издат, 1980. — 118 с.9. Соколович В. Е., Жилкина Т. А. Полимерсиликатные растворы

для закрепления деформированных фундаментов и грунтов//Ос-

нования, фундаменты и механика грунтов.— 1988. — № 1.—

С. 4—5.10. Соколович В. В., Семина В. В. Химическая стабилизация лессо-

вых грунтов//Основания, фундаменты и механика грунтов. —

1984. — № 4. —С. 8—11.11. Сотников С. Н., Симагин В. Г., Вершинин В. П. Проектирование

и возведение фундаментов вблизи существующих сооружений.—

М.: Стройиздат, 1986 —96 с.12. Швец В. Б., Феклин В. И., Гинзбург Л. К. Усиление и реконст-

рукция фундаментов. — М.: Стройиздат, 1985. — 202

с.ГЛАВА 12. ПРОИЗВОДСТВО ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ12.1.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯПроизводство земляных работ в условиях реконструкции имеет

следующие особенности:стесненные условия выполнения в цехах и на территориях с дей-

ствующим производством. Ограниченность фронта работ из-за нали-

чия ранее возведенных фундаментов, зданий, сооружений и комму-

никаций;необходимость проведения земляных работ на отметках, превы-

шающих отметки заложения фундаментов реконструируемых пред-

приятий;529

ограниченность размеров котлованов; необходимость производить работы в насыпных грунтах, содержащих

твердые включения — отходы бетона, раствора, железобетонных

изделий и металлолом; до начала земляных работ требуется разборка покрытий полов,

дорог, площадок; перед производством земляных работ требуется кропотливая работа

по обнаружению действующих и недействующих подземных

коммуникаций и составлению исполнительных схем; имеется много технологических ограничений по производству

работ: возможность повышения уровня грунтовых вод, динамическое

воздействие на инженерные сооружения и коммуникации при

разработке и уплотнении грунта с использованием механизмов с двигателями

внутреннего сгорания, невозможность использования тракторов

и экскаваторов; необходимость разработки, транспортировки и укладки грунта

на объекте. Основанием для разработки ППР на земляных работах является

раздел «Организация строительства» проекта реконструкции пред-

приятия, в котором необходимо отобразить основные технические

решения и особенности производства работ: основные конструктивные и объемно-планировочные решения по

реконструкции предприятия, цеха, сооружения; основные решения по производству земляных работ;

методы разработки твердых покрытий, бетона, асфальтобетона;

методы разработки и укладки грунта, типа основных и вспомо-

гательных машин и механизмов; способы транспортировки грунта при его разработке и укладке

в пределах реконструируемых цехов и открытых площадок предпри-

ятий; баланс разрабатываемых и укладываемых грунтов, площадки

складирования разрабатываемого и укладываемого грунта; система водопонижения и водоотлива, схема отвода откачиваемых

вод; особенности производства работ из-за наличия в зоне работ дей-

ствующих коммуникаций — электрокабелей, кабелей связи, трубопро-

водов; создание временных инженерных коммуникаций на период ре-

конструкций; основные технические решения по отрывке котлованов: конст-

рукции крепления вертикальных стенок, устройство полок, системы

крепления и укрепления соседних фундаментов, если отметка разра-

батываемых котлованов равна или ниже отметок существующих

фундаментов; организация контроля за деформациями существующих фунда-

ментов и конструкций, вблизи которых проводятся земляные работы; перечень технологических процессов земляных работ, для кото-

рых необходимо разработать специальную технологическую оснаст-

ку и индивидуальные сметные нормы и расценки; стройгенплан, календарный график реконструкции, взаимоувя-

занный с производственной программой реконструируемого предпри-

ятия. На основании ПОС для отдельных технологических процессов 526

разрабатывают ППР и сметы по рабочим чертежам, главной состав-

ляющей частью которых являются: типовые или специально разработанные технологические схемы

или карты на отдельные технологические процессы, например уст-

ройство креплений стенок котлована, разработка и уплотнение грун-

та в стесненных условиях и т. д.; потребность в ресурсах — механизмах, оборудовании, материа-

лах, трудозатратах, определенных с учетом специфики работ; циклограммы работ, увязка их с общим календарным графиком

строительства; условия совмещения различных технологических процессов. 12.2. УСТРОЙСТВО КОТЛОВАНОВ  
Перед началом работ по устройству котлованов после вынесе-

ния в натуре контура котлована необходимо уточнить расположение

всех подземных коммуникаций, попадающих в зону работ, и обо-

значить их в натуре. Инженерные коммуникации выявляются на

основании исполнительных схем действующих и недействующих ком-

муникаций, а также с помощью специальных методов и приборов

обнаружения трубопроводов и электрокабелей. В основе методов обнаружения кабелей и трубопроводов лежит

нахождение приемным устройством магнитного поля, созданного

самим кабелем или наведенного внешними возбудителями. Имеется

несколько принципов работы приборов. Так, по одному из методов для создания магнитного поля гене-

ратор переменного тока подключают в цепь «оболочка кабеля — зем-

ля». Такие приборы называются трассоискателями. Для его работы

необходимо, чтобы в доступном месте к оболочке кабеля можно

было подключить генератор. Трассоискатели используют в том слу-

чае, когда примерно известна трасса кабеля. Имеются другие методы обнаружения кабелей, где не требуется

контакт с кабелем или трубопроводом. Здесь различают два вида

кабелеискателей: пассивные, опирающиеся на внешние поля, и ак-

тивные, использующие внутренние индукционные возбудители. В Советском Союзе серийно выпускаются и широко используют-

ся кабелеискатели типа КТ-1 и КИ-4П (табл. 12.1). Для обнаружения трубопроводов и кабелей целесообразно использовать

различные комбинации приборов, с помощью которых решаются следующие задачи:

поиск кабелей и трубопроводов; определение

глубины залегания коммуникаций в плане и по глубине; определение мест

повреждения кабелей и трубопроводов. Отечественной промышленностью разработан комплект трассо-

поисковых приборов: искатель кабелей ИП-8, прибор для измерения

глубины залегания кабелей ПИГ, генератор испытательных сигналов

ГИС, усилитель мощности УМ-ГИС (табл. 12.2), 527/

## 12.1. Кабелеискатели

Точность определения

трассы, мм

Коэффициент усиления

усилителя кабелеиска-

теля ....

Температурный диапа

зон, °С Протяженность контро

лируемой трассы, км

Определяемая глубина

залегания, м

Электропитание Габариты, мм Масса, кг ±100 100 000

-40...+50 длина 5001,2 КИ-4 П±250—30 ...  
+40 51,5 Электросеть пере-

менного тока 220 В

или автономное

Генератор — 175X

X260X135 прием-

ник — 118X130—56

искатель — 750

Генератор — 4,5

приемник — 3,5

искатель — 1,0 В в практике применяются аналогичные  
приборы зарубежных

фирм: прибор для установления местоположения  
трубопроводов и ка-

белей «Феррофон-4» и «Феррофон-25» фирмы Северин  
(ФРГ); прибор РГ-16 (США) для обнаружения кабелей.  
Масса комплек-

та приборов 52 кг; комплекты трассопоисковых приборов Т 16/7 и Т 16/8 фирмы

«Электроник» (ФРГ) для обнаружения кабелей и трубопроводов; комплект поисковых приборов 81018 (фирма «Роботрон» ГДР),

основанный на индукционном бесконтактном поиске коммуникаций

(трубопроводов, кабельных линий). Глубина обнаружения до 5 м.

Масса комплекта 6,5 кг; прибор 505 ТС для точного обнаружения труб, кабелей, метал-

лических предметов (фирма «Детекрон» США). Глубина обнаруже-

ния до 7 м. Масса комплекта 3,2 кг. После уточнения расположения всех подземных коммуникаций,

находящихся в зоне работ, необходимо откорректировать ППР по

устройству котлованов. При устройстве котлованов учитывают

свойства грунтов, наличие грунтовых вод и расположение вблизи су-

ществующих фундаментов или сооружений. Котлованы устраивают

с откосами или вертикальными стенками. Допускается устройство котлованов с вертикальными стенками

без креплений в маловлажных грунтах, если они остаются открыты

ми непродолжительное время и если вблизи отсутствуют другие со

оружения и фундаменты. Глубина выемки с вертикальным откосом не должна превышать

следующих величин, м: в дресвяном, гравийном, песчаном грунтах,

супесях пластичных—1; в супесях твердых, суглинках и глинах

мягкопластичных—1,25; в суглинках и глинах тугопластичных —528

12.2. Комплект трассопоисковых приборов Состав комплекта Назначение прибора Характеристика и условия работы Масса, кг Габариты, мм Искатель кабелей ИП-8 Бесконтактное определе

ние трассы, глубины за

легания и мест повреж

дения кабелей с метал

лическими и пластмассо

выми оболочками. Температура окружающего воз

духа —10...+5 ° С, электропи

тание — встроенный источник

тока И-5, 5В 135МА, индика

ция — головные телефоны, стрелочный индикатор 2120x184x128 Прибор для измерения глубины залегания кабелей ПИГ Непрерывный контроль глубины залегания кабелей Пределы измерений глубины залегания кабеля 0,1—3 м. Электропитание — батареи сухих элементов или внешний источник постоянного тока Н-12В. Температура окружающего воздуха —10...+40 °С 6,5274x253x179 Генератор испытательных сигналов ГНС Подача в кабели связи сигналов тональной частоты при определении трассы кабеля и глубины залегания Рабочие частоты 1071 ±2,5 и 2227 ±3,5 Гц. Выходное сопротивление 0, 5, 2, 10, 20, 50, 100,

200, 400, 1000 Ом. Электропитание — переменный ток 220 В или постоянный 220 В. Выходная мощность 2 Вт при 220 В и 1 Вт при 12 В. 5,1280X227X192 Усилитель мощности

УМ-ГИС Усиление сигналов, выходяемых ГИС Выходная мощность более 25 Вт. Выходное напряжение более 250 В. Напряжение питания усилителя 12 или 24 В. 5280 X210X186

1,5; в суглинках и глинах полутвердых — 2; в суглинках и глинах твердых — 3. При большой глубине разработки необходимо предусматривать

крепление стенок котлована. В условиях реконструкции из-за стес-

ненности мест, как правило, делают котлованы с вертикальными

стенками. При этом необходим специальный проект разработки кот-

лована, который должен содержать: чертежи крепления стенок кот-

лована; последовательность работ по устройству крепления; схему

водоотлива или водопонижения; ведомость потребных материалов;

комплект необходимых средств механизации и технологической осна-

стки; калькуляцию трудозатрат и смету; перечень мероприятий по

усилению оснований существующих фундаментов или предотвраще-

нию их деформаций. Конструкции крепления вертикальных стенок могут быть инвен-

тарными, стационарными и конструктивными, когда материал креп-

ления откосов при бетонировании фундаментов выполняет конструк-

тивную роль и остается в теле фундамента. На практике применяют различные схемы крепления вертикаль-

ных стен котлована. При небольшой глубине котлована (до 5 м)

применяют консольную (безанкерную) шпунтовую стенку. Распорные

крепления (одноярусные или многоярусные) применяют при ширине

котлована до 15 м. Анкерные крепления представляют собой анкерные тяги, пере-

дающие усилия от крепи на анкерные плиты. Их применяют для ши-

роких котлованов, а также в том случае, когда распорное устройство

мешает разрабатывать котлован. Подкосные крепления применяют

в тех случаях, когда нельзя применить распорные и анкерные креп-

ления. В качестве ограждающих конструкций стен котлованов применяют-

ют: железобетонные забивные и буронабивные сваи, сделанные

впритык или с шагам 1—2 м; железобетонные стенки, выполненные

способом «секущихся» скважин или «стена в грунте»; ограждения

из прокатного профиля или металлических труб с заборкой из дере-

ва; шпунтовые стенки из дерева, железобетона, металла, специаль-

ного профиля. Тип конструкций ограждения котлованов выбирают на основе

технико-экономических расчетов. Наиболее экономично ограждение

из буронабивных свай, входящих в контуры фундаментов. Из-за чередования выемки (обратной засыпки) грунта траншей

с установкой забирок и монтажа (демонтажа)  
распорных балок

и труб в 3—4 раза снижается производительность  
проходки траншей

по сравнению с разработкой сплошным забоем.  
Затрудняется забив

ка труб и их последующее извлечение. Опасным и  
трудоемким явля

ется процесс снятия распорок. Снятые забирки, расход  
которых 530

составляет 0,5—1,3 м<sup>3</sup> на 1 м траншеи, для повторного  
использова

ния практически исключается. Устройство крепления из  
буры забив

ных свай более технологично. Уложенный в распор  
бетон лучше вос

принимает усилия грунта. Исключается устройство  
забирки. Конст

рукция позволяет создать механизированный поток и в  
2—3 раза

сократить сроки строительства. В табл. 12.3  
сопоставлены варианты крепления на примере уча

стка длиной 559 м и глубиной 8 м. 12.3. Варианты  
крепления

стен Гипрогор, ЦИИИЭП инженерного оборудования  
С тонкость крепления траншей,

тыс. руб.: всего стоимость 1 м\* ограждения, Руб Расход металла всего, т

В том числе безвозвратные по-  
тери: на трубы (при однократной  
оборачиваемости)  
на арматуру свай  
цемент, т ....

пиломатериалы

Трудоемкость, работ: чел.-дн маш.-смены ....

Продолжительность работ, дн. 250—300 16-20750460110

700—9D04500900350 В/О Гидро-спеце трой 270-30017-  
19600-650320-350110012003ЭО120 Для крепления  
откосов в небольших котлованах, а также при

устройстве траншей одного сечения применяют  
инвентарные крепле-

ния (рис. 12.1, табл. 12.4): 1) консольные крепления,  
объединяющие безраспорные шпунто-

вые, анкерные и консольно-распорные крепления.  
Стойки крепления

удерживаются путем забивки их ниже дна котлована; 2)  
распорные крепления характерны тем, что стойки  
ставят на

дно выемки и крепят распорками; 3) подвесные\*  
крепления, имеющие горизонтальные элементы.

Последние выполняют роль упорных прогонов, которые подвешива-

ют к опорной рамке, укладываемой по поверхности выемки; 4) подносные крепления примечательны тем, что стойки ставят

на дно выемки и крепят при помощи подкосов; 5) объемное крепление — это жесткая или шарнирная конст-

рукция. Для устройства шпунтовых ограждений применяют копры, обо-

рудованные вибромолотами (табл. 12.5). Вибропогружение применяют при устройстве шпунтовых стенок 34\*531

12.1. Виды крепления стенок выемок/ — консольное (при // < 3 м — деревян-

ный шпунт; // < 6 м — металлический

шпунт; Ж10 м — железобетонная под-

порная стенка); // — анкерное; /// — рас-

порное; IV — подносное; V — опускной

кслodeц; VI — закрепление грунтов; / —

существующие конструкции; 2 — огражда-

ющая конструкция; 5 — котлован; 4 — ан-

кер; 5 — существующая коммуникация;

ь — траншея для устройства анкера; 7 —

дорожное покрытие; 8 — фундамент; 9 —

опускной колодец; 10 — подкос; // — мас-

сив закрепленного грунта в обводненных грунтах, когда для погружения металлических свай

достаточно собственного веса и вибрационных колебаний от вибро-

погружателя (табл. 12.6). Использование вибромолотов и вибропогружателей эффективно

только в том случае, когда грунты в зоне разработки котлована

имеют естественное сложение или в них отсутствуют инородные твер-

дые включения. 532

#### 12.4. Инвентарные

Тип	Наименование	Характеристика	Особенности и производств работ
Крепления	Консоль	Безраспорные	Траншеи и котло-
	Механизирован-	ные	ваны глубиной до

5 м	ные работы»	Шпунтовые	То же	Работы в переув-
		лажных грунтах	Консоль	Анкерные
		Траншеи и котло-	Продолжительные	ные
		ваны глубиной до	работы в котлова-	8 м
		не»	Распорные со	Траншеи шириной
		Рассредоточен-	стальными	до 5 м и глубиной
		ные	объемы в пе-	стойками до 8 м
		реувлажненных	грунтах	Распор-
		Траншейные	Траншеи	глубиной
		Малые	рассредо-	ные
		конструкции	до 4 м, шириной	точенные
		объемы	до 2 м	работ
		Подвес-	То же	Круглые
		котлова-	Устройство	колод-
		ные	ны	

диаметром доцев и камер, ре=7,5 м и глубиной монтажные работы надо 8 м больших глубинах 12,5.

Вибромолоты Показатель шо Зи и ВМ-7У ВМ-9 Ми «эS Зи Масса ударной части, кг 70090670\_6501350 Момент эксцентриков, кН-м 476050030006000 — — Мощность электродвигате

ля, кВт 7,5 М 7,530928 Частота оборотов электро

двигателя, мин-1 1440—1400 — — Число электродвигателей 2221 — — Частота ударов, мин-1 483141014401440480480 Возмущающая сила, кН 1001057014050135 Масса в сборе, кг 14001501400150018002300 Максимальное крановое уси

лие для подъема и установ

ки вибромолота на сваю,

кН 15515152025533

12.6.

Вибропогружатели Показатель ВПП-2 ВПП-4 ВП-1 ВПП-2 МВ П-2 ВПП-1 Момент эксцентри

ков, кН\*м 105,5951025—4010 Возмущающая си

ла, кН 25014018525084—42250 Мощность элект

родвигателя, кВт 40-5528-3060402230 Частота оборотов

двигателя, мин~1960 — — — 455—9101500 Масса вибропо

гружателя в сбо

ре, т 2,21,2—24,52,224,5 Частота оборотов

валов с эксцент-

риками, мин-115001300—

15001420455-9101500Максимально до-

пустимая масса

шпунтовой сваи, т21322Расчет конструкций ограждения котлованов, анкеров в грунте

и шпунтовых стенок приведен в книге [6].12.3. РАБОТЫ ПО ВОДООТЛИВУ И ВОДОПОНИЖЕНИЮРеконструкция зданий и сооружений часто осложняется наличи-

ем подземных вод. В этой связи важное значение приобретает пра-

вильная организация работ по водопонижению (осушению) строи-

тельной площадки. На территориях многих промышленных предпри-

ятий, а также городов повышение уровня подземных вод вызывается

утечками из линий водопровода и канализации. Это явление не-

обходимо учитывать при планировании работ по реконструкции.Водопонижение часто вызывает деформации зданий и сооруже-

ний, находящихся вблизи строительной площадки, вследствие осуще-

ния грунта, залегающего под подошвой их фундаментов. В результа-

те осушения грунта нагрузка на него возрастает, что вызывает

дополнительное уплотнение грунтовых частиц. Поэтому при разра-

ботке проектов реконструкции для ранее построенных зданий необ-

ходимо произвести расчеты дополнительных осадок, которые могут

возникнуть при работах по водопонижению. При выполнении ука-

занных расчетов, кроме давления от сооружения, следует учитывать

давление, вызванное понижением уровня подземных вод. Другое<sup>534</sup>

явление, которое сопровождает откачку или отвод подземных вод —

изменение среды, окружающей заглубленное (подземное) сооруже-

ние: в пространство, освободившееся от подземных вод, проникает

воздух и растворенные в водах газы. При проектировании откачек

подземных вод необходимо исходить из принципов охраны окружа-

ющей среды. В частности, водопонижение способно отрицательно

влиять на почвенный слой грунта, на установившийся режим подзем-

ных вод. При определении мероприятий по водопонижению учитывают

вид работ по реконструкции, гидрогеологические и инженерно-геоло-

гические условия строительной площадки. Одна из важных гидрогеоло-

логических характеристик грунта (породы) — коэффициент  $e'$

фильтрации (табл. 12.7), определяющий проницаемость грунтов или

пород, т. е. их свойство пропускать через себя жидкости, газы и их

смеси при перепаде давления. Для определения коэффициента фильтрации применяют опытные

откачки, наливов и нагнетания. Откачки, дающие наиболее достовер-12.7. Коэффициенты фильтрации для некоторых грунтов

Группа пород	Характеристика
Им/сутсм/сl	Очень хорошо проницаемые

лечники и гравий с крупным

песком, сильнозакарстованные

известняки и сильнотрещино-

ватые породы 100-10001,16-0,12 II Хорошо проницаемые галечники

ки и гравий, частично с мел-

ким песком, крупный песок,

чистый среднезернистый песок,

закарстованные, трещиноватые

и другие породы 000,12-0,012 III Проницаемые галечники и гра-

вий, засоренные мелким песком

и частично глиной, среднезер-

нистые и мелкозернистые пески,

слабозакарстованные, малотре-

щидоватые и другие породы 10—10,012-0,0012 IV Слабопроницаемые тонкозерни-

стые пески, супеси, слаботрещи-

новатые породы 1—0,11,2хЮ-8—

1,2х10—4 V Весьма слабопроницаемые су-

глинки, очень слаботрещинова-

тые породы 0,1-0,0011,2 x 10 - 4—1,2хЮ-«VI Почти непроницаемые глины,

плотные мергели и другие мас-

сивные породы с ничтожной

проницаемостью  $< 0,001 < 1,2 \times 10^{-5}$  — 535

ные сведения, используют для установления коэффициентов фильт-

рации водоносных пластов. С целью определения коэффициента

фильтрации для грунтов, залегающих выше уровня грунтовых вод,

используют опытные наливывы в скважины и шурфы. Наряду с коэффициентом фильтрации грунт (порода) характе-

ризуется и другим показателем — влажностью. Этим термином при-

нято обозначать отношение массы воды к массе абсолютно сухого

грунта (массе скелета породы) в данном объеме, выраженное в про-

центах. Метод лабораторного определения влажности регламентиро-

ван ГОСТ 5180-84. Влажность грунтов, т. е. их способность принимать, вмещать

и удерживать определенное количество воды, характеризуется коэф-

фициентом влагоемкости (в %). Различают гигроскопическую, моле-

кулярную, капиллярную и полную влагоемкость. Влагоемкими являются илы, торфы, глины, суглинки; слабове-

гоемкими — мергель, мел, лессовые грунты; не влагоемкими — песой,

гравий, галька, магматические, метаморфические и осадочные по-

роды. Грунты и породы различают и по водоотдаче, т. е. их способно-

сти, будучи насыщенными до полной влагоемкости, отдавать часть

воды путем свободного стекания под влиянием силы тяжести. Наи-

большей водоотдачей обладают крупнозернистые и гравелистые

пески. Для понижения уровня подземных вод применяют ряд способов:

открытый водоотлив, дренаж, водопонизительные скважины, игло-

фильтры. Основные сведения о них и соответствующие конструктив-

ные решения описаны ниже. При разработке грунта ниже уровня грунтовых вод в ППР дол-

жен быть предусмотрен открытый водоотлив из разрабатываемого

котлована или организация общего либо частичного водопонижения

системой глубинных дренажных скважин. Проект водоотлива и водопонижения разрабатывает проектная

организация на основе детального изучения инженерно-геологичес-

ких и гидрогеологических условий строительства с учетом возможной\*

техногенных факторов (утечки системы водо-, теплоснабжения, си-

стем канализации технологических стоков и т. д.), повышающих об-

водненность района производства работ. Открытый водоотлив применяют при наличии прочных неразмы-

ваемых пород, слагающих борта и дно котлована: скальные породы,

щебенисто-дресвяные грунты, гравийно-галечниковые и песчано-гра-

вийные смеси. Конструкция зумпфов, водоподводящих лотков и дре-

нажей должна предотвращать механическую суффозию грунта ин-

фильтрационным потоком. При проектировании открытого водоотлива в условиях реконст-

рукции необходимо учитывать возможность размещения в котловане

зумпфов с насосными станциями и установками, а также устройства

дренажей пригрузки по бортам и дну котлована; необходимость

питания силовых установок насосных от двух автономных источни→

ков тока; возможность использования конструкций ограждения кот→

лована в виде водосборников дренажных пригрузок. Приток воды в котлован определяют по методике, изложенной

в Справочнике проектировщика [6]. При подборе насосов исходят из

схемы водоотлива, гидравлического расчета напорных трубопрово→

дов и учитывают двойной запас мощностей. При открытом водоотливе грунтовая вода, просачиваясь через

откосы и дно котлована, поступает в водосборные каналы и по ним—

в прямки, откуда ее откачивают насосами. В мелкозернистых грун→

тах водосборные каналы, а иногда и откосы котлована загружают

песчано-гравийной смесью, предохраняющей каналы и откосы от оп→

львания. Число прямков сооружают исходя из расчетного притока

воды к котловану и производительности насосного оборудования,

принятого для откачки воды, например, насосы грязевые осушитель

ные моноблочные типа ГНОМ (табл. 12.8). Моноблоки опускают

в зумпфы и прямки ниже уровня поверхности воды, что позволяет

откачивать котлован «насухо». Дренажи (траншейные, закрытые беструбчатые, трубчатые, гале

рейные, пластовые) обычно сочетаются с водоотводящими коллекто

рами, сбросными линиями, водосборниками насосных станций, к ко

торым подземные воды направляются самотеком. Траншейные дренажи (открытые траншеи и канавы) использу

ют для осушения грунта в относительно устойчивых грунтах. При

реконструкции надо учитывать, что устройство дренажей требует

больших площадей и затрудняет прокладку коммуникаций. Для ре

шения задач кратковременного осушения  
стройплощадок использу-

ют закрытый беструбчатый дренаж. В этом случае  
отрывают тран-

шеи, которые заполняют фильтрующим материалом от  
дна до уровня

подземных вод. Для заполнения применяют гравий,  
щебень и т. п.

материалы. Трубчатый дренаж предусматривает  
применение перфорирован-

ных труб с обсыпкой песчано-гравийным материалом.  
Используют

фильтровое покрытие из нетканых волокнистых  
материалов, а также

ткани (сетки) из синтетических материалов ССТЭ-6,  
ВВК, ВВГ, ВПМ

и др., которые накладывают в один или несколько  
слоев. При устройстве дренажа указанной конструкции  
применяют тру-

бы: керамические, бетонные (рис. 12.2),  
асбестоцементные, железобе-

тонные, пластмассовые и чугунные; трубофильтры из  
пористою

бетона. Один из определяющих факторов при выборе  
труб — агрес-

сивность среды. Кроме перфорации или пор в стенках труб для сбора

12.8. Насосы ГНОМ (ГОСТ 20763—73) Параметр Насосы ГНОМ10-1016-1525-2040-18Т [ 53-ЮТ |100-25 Подача, м<sup>3</sup>/ч 1016254053100 Напор, м 101520181025 Мощность электродвигате

ля, кВт 1,11,745,5415 Габариты, мм 278X210XХ450500 X

X240\*260x327 XХ600327 x260 x660295 X260 X600530 X385 X820 Масса, кг 2131587658180 Допустимый размер твер

дых включений в воде, мм 658685 Допустимое содержание в

воде механических приме

сей, % 1010— — — ■ 10 Допустимая температура

вод\*1, °С .353535604535\* Диаметр насоса

12.2. Дренажные керамические и бетонные трубы

/ — дренажные трубы; 2 — фильтрующая обсыпка из щебня; 3 — то же, из

песка; 4 — просмоленный канат; 5 — асфальтная мастика подземных вод в дренажах с керамическими трубами используют

зазоры в стыках, которые заделывают не по всему периметру. Диа

метр труб определяют гидравлическим расчетом. Галерейный дренаж представляет собой подземную конструкцию

для осушения. Галерейные дрены выполняют проходного сечения

(высота 1,6—1,8 м) или полупроходного (высота 0,9—1,2 м). При

проходке в неустойчивых породах у дрен устраивают фильтрующую

крепь, например, из пористого бетона, из железобетона с отверстиями

или из дерева и т. д. В прочных породах обделка фильтрующей крепью

не применяется. Если галереи располагаются в слабопроницаемых грунтах, то для

повышения их эффективности используют скважины (фильтры), соединенные

с галереями с поверхностями либо из галерей (бурением под различными

углами). Если галерейный дренаж сооружают открытым способом, то применяют

обсыпку (аналогично трубчатому дренажу).

Внутри галерей предусматривается устройство лотка или водоотвода

в виде канавки. Галереи обычно имеют уклон в сторону выпуска не менее

0,003. Пластовый дренаж выполняют в виде одного или нескольких

слоев фильтрующего материала. В зависимости от решаемой задачи

### Ъ)12.3. Пластовый и пристенный дренажи

а — сложный при расположении дрены-собирателя под подошвой сооружения;

б — простой; / — многослойный пластовый дренаж; 2 — пристенный дренаж;

3 — однослойный пластовый дренаж; 4 — дренажный колодец; 5 — дрена-со-

биратель такой дренаж может быть размещен под фундаментом здания, на

откосах водоемов, под грунтовыми насыпями и т. д. В состав пласто-

вого дренажа включают системы канав, лотков дрен для отвода во-

ды. В качестве фильтрующего материала в пластовых дренажах

применяют грунты с коэффициентом фильтрации больше 5 м/суг.

Если основание сложено из мелкозернистых песков, то для дренажа

применяют среднезернистый песок, а если из среднезернистых пес-

ков| то крупнозернистый. Пластовый дренаж нередко сочетается с пристенным дренажом

(рис. 12.3). Последний выполняют в виде вертикального слоя из

фильтрующего материала, который соединен с дренажом. Из-за стесненности строительных площадок при реконструкции

часто невозможно применить пластовый или горизонтальный трубчатый

дренаж. С этой точки зрения имеет преимущества вертикальный

дренаж в виде водопонижительных скважин, не требующий больших

площадей для размещения. В дренажных системах применяют центробежные самовсасываю-

щие насосы (табл. 12.9), 540

12.9. Центробежные самовсасывающие насосы  
Марка насоса    Подача, м<sup>3</sup>/ч    Напор, м    Мощность, кВт    Частота вращения, мин

Габариты, мм	Масса, кг
НЦС-1*1820,55,7930001215x390x66525012011,36,961308,36,91	нцс-3821,72,3836,415,93,1430001120x385x540150604,33,76К160/30160303015001470x615x575455К290/30290303015001640x710x656600КМ45/55455510,53000847x385x435198КМ90/35903510,83000847x403x440197КМ160/201602010,91500877x472x505237Д200-95(4НДв)200951003000830x640x520210Д320-50(5НДв)20036401500830 X 800 X 620270Д320-50

(БНДв)32050751500830 X 970 X 700380\* Насосы НЦС работают от электродвигателей 4А-112-М2 (7,5

кВт) или бензинового двигателя УД-2 (5,8 кВт) В практике находят применение сообщающиеся с атмосферой

открытые водопонижительные скважины: 1) оснащение насосами,

гидроэлеваторами, эрлифтами; 2) сквозные фильтры для сброса

в подземные дренажные галереи подземных вод из прорезаемых

скважинами водоносных слоев; 3) самоизливающиеся скважины

с изливом воды через устье; 4) водопоглощающие скважины для

сброса подземных вод из осушаемого слоя в нижерасположенный

слой. Скважины первого вида оборудуют фильтровой колонной, ко-

торая имеет фильтр, отстойник и надфильтровые трубы. Глубину

заложения, диаметр скважины и другие ее данные назначают после

соответствующих" расчетов. Для сооружения скважин на территории строительной площад-

ки обычно пробуривают скважины буровыми станками (ударно-ка-

натными, вращательными и др.). В пробуренную скважину опуска-

ют фильтровую колонну и устраивают грунтовую обсыпку. В других

случаях возможно и непосредственное гидравлическое погружение

колонны в грунт. Внутри фильтровой колонны опускают специальный скважинный

насос, тип которого выбирают в зависимости от высоты подъема во-

ды из скважины и ее расчетной производительности.54!

Применяют агрегаты электронасосные центробежные скважин-

ные для воды типа ЭЦВ-5 (6, 8, 10, 12, 14, 16), а также агрегаты

водоподземные с электродвигателем над скважиной АТН8

и 20А-18Х1. Для отвода откачиваемой воды от насоса внутри сква-

жины оборудуют водоподъемные трубы. Приводной двигатель насоса может быть расположен внутри

скважины и вне ее. В первом случае двигатель имеет водонепрони-

цаемое исполнение и работает в затопленном состоянии. В другом

случае двигатель, находящийся над устьем скважины, связан с насо-

сом в скважине трансмиссионным валом. Описанные водопонижительные скважины имеют следующие

преимущества по сравнению с другими способами водопонижения:

возможен значительный отбор воды из каждой водопонижающей

скважины; расположение водопонижительных скважин просто увязы-

вается с планом застройки территории, расположением подземных

коммуникаций и организацией строительных работ. Сроки устройства водопонижающих скважин и ввода их в дей-

ствие сравнительно невелики, а вводить их в эксплуатацию можно

последовательно, постепенно увеличивая число скважин и мощность

насосного оборудования. Во время эксплуатации нетрудно увеличи-

вать или снижать мощность водопонижительной системы, включая

новые или выключая действующие скважины (аналогично осуществ-

ляют замену насосов и очистку фильтров). Сквозные фильтры применяют для сбора вод внутри подземных

дренажных галерей. Здесь также используют фильтровую колонну

с песчано-гравийной обсыпкой. Самоизливающиеся скважины приме-

няют для сбора воды и подачи ее с изливом через устье на более

низкий уровень. Они могут быть вертикальными, горизонтальными

или наклонными. Самоизливающиеся скважины могут сооружаться с берм на от-

косах. В этом случае они могут применяться, например, для борьбы

с суффозионным выносом грунта через откосы котлованов. Схема самоизливающихся скважин эффективно реализуется

в лучевых водопонижительных колодцах или лучевых водозаборах

(рис. 12.4). В этом случае горизонтальные фильтры располагают

в виде лучей, радиально расходящихся от водосборного колодца. Лучевые водозаборы устраивают следующим образом. Ма

стройплощадке способом опускного колодца сооружают железобетонную

тонную шахту, прорезающую водоносные слои грунта. До начала

бетонирования в оболочку шахты закрепляют металлические обечайки,

которые в процессе опускания шахты перекрыты заглушками.

После опускания шахты до проектной отметки в ней устраивают

бетонное днище ниже уровня заделки обечаек. На днище шахты

размещают необходимое оборудование и. выполняют работы по за-542

#### 12.4. Устройство лучевых горизонтальных фильтров

1 — шахта; 2 — настил; 3 — домкрат; 4 — маслопровод к домкрату; 5 — шлакопровод

моотводящая труба; 6 — обсадиаз; труба диаметром 160/190 мм; 7 — буровая

головка; 8 — уплотнение; 9 — деревянная пробка; 10 — фильтровая труба диаметром

150 мм; // — гидравлический захваткладке в грунт лучевых фильтров. С этой целью в окружающий

грунт через обечайки залавливают звенья фильтровых труб. Домкраты для задавливания звеньев фильтровых труб и упоры

ный брус под их торцом размещают на настиле, находящемся под

днищем шахты. В лобовой части первой залавливаемой трубы за-

крепляют буровую головку, через отверстия которой внутрь шахты

выносятся частицы грунта по специальной шламовой трубе, распо-

лагающейся внутри фильтровой трубы. В некоторых конструкциях

буровых головок имеется устройство для размыва грунта. Внутри

фильтровой трубы укладывают тонкую трубу для подачи напорной

воды. Усилие от домкратов к фильтровой трубе передается с помощью

гидравлического захвата. После подачи трубы на величину хода

штоков домкратов гидравлический захват освобождается и переме-

щается вместе со штоками в исходное положение. Здесь захват сно-

ва охватывает трубу и вновь подает ее в грунт на величину хода

штоков и т. д. После задавливания на длину звена в шахты опускают очеред-

ное звено, которое стыкуется с предыдущим.  
Фильтровые трубы соединяют

с помощью сварки. После устройства одного луча  
домкратную установку, гидравлическую

установку, упорный брус переставляют в новое  
положение, что позволяет

начать задавливание в грунт нового луча. Во время  
задавливания лучевых участков фильтров в грунт

в шахту поступают грунтовые частицы различного  
размера в виде

пульпы. Таким образом, вокруг фильтровой трубы как бы  
естественным

образом возникает гравийный фильтр. Водопоглощающие  
скважины используют для перепуска дренажных

вод из осушаемых верхних водоносных горизонтов  
в нижележащие

горизонты. Эффективность работы этих скважин зависит от  
поглощающей

способности водопроницаемых водоносных  
горизонтов. Вакуумные скважины для дренирования  
подземных вод требуют

герметизации устья скважины. При производстве работ  
из полосы скважины откачивают воздух

и воду, применяя погружные насосы в сочетании с  
вакуум-насосами

сосами, которые откачивают воздух. Вместо последних можно использовать

эжекторные установки. Вакуумные скважины рекомендуется применять в грунтах с ко-

эффициентами фильтрации 0,1—2 м/сут. Игольчатые фильтры используют в составе водопонижительных устано-

вок нескольких типов. Для использования в грунтах с коэффициен-

тами фильтрации 1—50 м/сут применяют легкие игольчатые

установки ЛИУ. При одноярусном расположении эти установки по-

нижают уровень подземных вод на 4—5 м ниже отметки расположе-

ния насоса. Установка включает: комплект игольчатых фильтров и коллекторов, на-

сосы, рукава для соединения игольчатых фильтров с коллекторами, краны,

манометры и т. д. Игольчатые фильтры выполняют в виде колонны труб, состоящей из

надфильтровых труб и фильтровых (приемных) звеньев (рис. 12.5). Насос установки ЛИУ включает в себя центробежный насос

и вакуум-насос. При работе установки ЛИУ вакуум создается лишь

в пределах всасывающего коллектора и самого иглофильтра. Схемы

могут быть одноярусными и многоярусными, когда характеристики

оборудования не позволяют понизить уровень вод при одноярусном

размещении скважин. Для понижения уровня подземных вод в мелкозернистых грун-544

0S812.5. Фильтровое звено иглофильтра

в —с латунной сеткой; б —с капроновой сеткой; в —с керамическим блоком;

/ — надфильтровая труба; 2 —муфта; 3 —сетка; 4 — наружная труба; 5 —

Внутренняя труба; 6— седло; 7 — наконечник; 5— кольцо; 9 — переходная

муфта; 10 — стальной крепящий колпачок; // — корпус фильтра; /2 —капро-

новая сетка; 13 — спираль из проволоки диаметром 4 мм; 14, 17 — резиновые

прокладки; /5 —шаровой клапан; 16 — муфта-фланец; 18 — керамическиетрубкитах, когда невозможно применять установку ЛИУ, используют ва-

куумные водопонизительные установки УВВ, ЭИ, ЭВВУ (табл. 12.10),

у которых вакуум во время работы устанавливается на поверхности

иглофильтров В состав этих установок входят эжекторы  
— водоструйные насо-

35—502 545

12.10. Иглофильтровые установки ЛИУ-6БУВВ-2УВВ-3-  
ЭИ-70 Показатель насос № 1 насос №  
26КМ(ЭВВУ)\* Максимальная

производитель —

ность установки по

воде, м<sup>3</sup>/ч 140654343150 Напор на выходе,

м Мафсса насосного

агрегата, кг Габариты насосно —

го агрегата (с

электродвигате —

лем), мм: 3528—20—6504701320790639 в плане 1845 X

X9451680 X

X7354400 X X7801800 X

X7801500 x 690 высота 1250123419001400715 Мощность  
элект —

родвигателя, кВт Длина коллекто —

ра, м: 2211301575 всасывающего 10554105 — напорного  
— 48 сливного — 42 Длина одного зве —

на, м Размеры фильтро —

вого звена:64,566наружный ди-

аметр по сетке,

мм68,57068,570общая длина,

м0,941,01,261,12длина водо-

приемной час-

ти, м0,800,800,800,8005щая длина игло-

филтра, м8,57,58,512Масса установки,

т7,,15,086,8510,5\* В комплект установок ЭВВУ

дополнительно входят фильтро-

вые оболочки, а фильтровые звенья не имеют сетчатого  
покрытия.546

сы, работа которых обеспечивает возникновение в  
системе вакуумз

при истечении водяной струи из насадки. В установках  
УВВ насосы

устанавливают на дневной поверхности строительной  
площадки

и соединяются через коллекторы с  
иглофилтрами.Эжекторные иглофилтровые установки  
ЭИ и ЭВВУ отличаются

от ранее рассмотренных тем, что в их состав входят  
иглофилтры

особой конструкции — с эжекторными  
водоподъемниками. Кроме

комплекта таких иглофильтров, в состав установки входят комплек-

ты секций распределительного и всасывающего трубопровода (кол-

лекторов) и центробежные насосы. Грунтовая вода засасывается внутрь иглофильтров под действи-

ем вакуума; который создается в них при работе эжекторного водо-

подъемника. Для обеспечения работы водоподъемника к нему пода-

ется напорная вода от центробежного напорного насоса. Пройдя

через иглофильтр, эта вода вместе с грунтовой водой выбрасывается

из иглофильтров на поверхность. Технические данные для выбора основных параметров игло-

фильтровых систем приведены в табл. 12.11. Оптимальный вариант

водопонижения выбирают из нескольких возможных вариантов про-

изводства работ. Наряду с водопонижением на стройках для борь-12.11. Технические данные для выбора основных параметров

иглофильтровых систем (по М. Я. Маргулису и Б. И. Фомину) Коэффи-

циент

фильтра

ции осу

шаемого

грунта /г,

м/сут Водоносный слой Проект

ный срок

предвари

тельной

откачки,

сут Расстояние

от приемных

звеньев до

откоса, м Требуе

мое пони

жение. м Шаг игло-фильтров, м ГоСП Напорный 12—  
3 > 1,5 < 55—72,25 1,5 Безнапорный 20—7 > 70,75 0,5—  
2 Напорный 5—3 > 1,5

пки  $b = 0,5$

м/сут < 55—72,25 1,5 Безнапорный 7—5 > 3

при  $k = 2$

м/сут > 70,75 > 2 Напорный 2 — 3  $o < 51.5$  Безнапорный | 3 —  
5  $o > 5$  | 0,75 35\* 547

бы с подземными водами используют  
противофильтрационные за —

весы. При разработке основных решений водопонижения  
ПОС должен

содержать технико-экономический анализ вариантов  
производства

работ с учетом мероприятий, снижающих приток по  
бортам и дну

котлована: устройства сплошного шпурового  
ограждения, укрепи —

тельной цементации или глинизации водонасыщенных  
пластов, уст —

ройства замораживающих систем. 12.4. РАЗРАБОТКА  
ГРУНТА В КОТЛОВАНАХ

И ТРАНШЕЯ Ручная разработка грунта в котлованах  
может вестись только

в исключительных случаях: крайняя стесненность места  
работ,

исключающая применение существующих средств  
механизации; от —

сутствие у подрядчика необходимых средств  
механизации и относи —

тельно небольшие объемы работ; насыщенность зоны  
работ дейст\*

вующими подземными коммуникациями, исключая применение

в соответствии со СНиПом существующих механизмов и оборудования

ния; необходимость параллельного ведения работ по разработке

котлована и реконструкции (усиления существующих коммуникаций,

фундаментов и сооружений); разработка грунта вблизи существую

щих сооружений сложной конфигурации; при отсутствии проездов

в цехи и невозможности подать в зону работ землеройную технику. При производстве механизированных земляных работ в стеснен

ных условиях строительства к конструкциям и параметрам машины

предъявляют такие требования, как универсальность, относительно

небольшая масса и габариты, мобильность, маневренность. В стесненных условиях наиболее эффективны универсальные

машины с телескопическим рабочим оборудованием и быстросъемны

ми рабочими органами. Специфика работ требует применения много

операционных строительных машин, выполняющих функции целого

комплекса машин. Как правило, грунт разрабатывают одноковшовыми гидравлическими

экскаваторами, снабженными различным сменным рабочим

оборудованием. Наиболее удобным рабочим органом для выемки

грунта в котлованах с малыми размерами и вертикальными стенками

является грейферный ковш. Применение его сводит к минимуму

долю ручного труда при разработке грунта вблизи конструкций.

При работе над ППР необходимо учитывать, что производительность

экскаватора, оборудованного грейфером, в 2 раза ниже экскаватора

той же марки, оборудованного стандартным ковшом. Для разработки грунта в котлованах и перемещения его в зону

работы экскаватора при стесненности его передвижения используют

12.6. Разработка котлованов в стесненных условиях с использованием — конвейеров; б — технологических или строительных кранов; в — силовых

подъемников; / — экскаватор; 2 — приемный бункер; 3 — передвижные кон-

вейеры; 4 — бункер-накопитель; 5 — автосамосвал; 6 — кран; 7 — бадья; 8 —

силовой подъемник; 9 — землеройно-транспортная машина малогабаритные бульдозеры, в частности малогабаритный бульдозер

БМ-4 на тракторе Т-548-С1 с ковшом отвалом. Бульдозер позволяет

перевозить и подавать в ковше 200 кг грунта или другого мате-

риала. При разработке котлованов в стесненных условиях используют

конвейеры, краны, силовые подъемники (рис. 12.6). При комплекто-

вании парка машин для работы в стесненных условиях можно с ус-

пехом применять горно-проходческие механизмы: туннельные экска-

ваторы, породопогрузочные машины, средства для транспортировки

грунта и пород, мини-экскаваторы. Для разработки грунта применяют также специальные земле-

ройно-транспортные малогабаритные машины типа «Бобкэт» (табл.

12.12). Подавляющее большинство выпускаемых моделей мини-экскаваторов

составляют гусеничные и полноповоротные с гидравлическим

приводом, с ковшом «обратная лопата». Экскаваторы классифициру-

ются по вместимости ковша (0,05—0,1; 0,1—0,15; 0,15—0,2 м<sup>3</sup>) и мас-

се (1—3,5 т). В СССР эксплуатируются некоторые экскаваторы за-

рубежных фирм (табл. 12.13). Мини-экскаваторы снабжены бульдозерным отвалом, который

помимо основной функции — планировки грунта выполняет роль

55012.12. Малогабаритные землеройно-транспортные машины  
Показатель Бобкэт Р-060 ТО-31 ДЭ-133443643 |843  
Номинальная грузоподъемность, кг 272455771750600750  
Масса в снаряженном состоянии, кг 114018782948293025004520  
Максимальная рабочая скорость в пе-8,410,610,0—12,22,5/10,54 ред-назад, км/ч  
Вместимость основного ковша, м<sup>3</sup> 0,170,250,380,450,25/0,350,38  
Ширина колеи, мм 7591158131112001600  
Двигатель: тип Дизель мощность, кВт 11,822,44134,21855,2  
Длина с основным ковшом, мм 243930583358320035005380  
Ширина со стандартными шинами и ос-89214001584135016002130  
новным ковшом, мм  
Высота, мм 181719252042233021002850  
Высота с поднятым ковшом, мм 30233545394135802200  
Расстояние между осями

колес, мм72289498010209002600Радиус поворота по габариту, мм1408178019482400Дорожный просвет, мм149189191186190190Примечания. 1. Погрузчики серии Бобкэт оборудуются: основным и вспомогательными ковшами, обратной

лопатой с ковшом шириной 300—900 мм, грейфером, планировочным отвалом, рыхлителем, буром диаметром 200—

600 мм и глубиной 2 м, монтажным краном, гидромолотом с трамбующей плитой, траншеекопателем с шириной

разработки 130 305 мм, глубиной 915 мм. 2. Погрузчики серии Р-060 оборудованы аналогичным оборудованием

за исключением гидромолота и траншеекопателя. 3. Погрузчик ТО-31 оборудован основным и вспомогательным ков-

шом, обратной лопатой, гидромолотом, буром. 4. Бульдозер-погрузчик ДЭ-163 оборудован основным и допол-

нительным ковшом, отвалом, монтажным крюком, вилами, челюстным захватом.

1213. Мини-экскаваторы зарубежных фирм  
МодельНоминальная

мощность двига-

теля, кВтВместимость

стандартного

ковша, м\*Наибольшая

глубина копания,

мНаибольший

радиус копания,

мНаибольшая

высота выгрузки,

мШирина гусенич-

ной ленты, ммДавление на

грунт, кПа.Общая ширина, мМасса,

тФирмаKomatsu(Япония):PC 20—

215,90,072,464,352,3530028,421,473,06PC 30—

119,50,093,064,852,6530032,341,473,42PC 40-

226,00,123,175,473,1330027,441,754,66Hitachi

(Япония)

JSB 8023,50,11—

0,33,756,03,3440022,02,096,2(Велико-британия)19,00,13

3,104,752,5030031,361,453,34аутригера и

дополнительного упора, облегчающего разработку

грунта.Для облегчения работы экскаваторов вблизи стен и ограждений

на ряде моделей ось копания смещена, а также возможен поворот

стрелы в плане в пределах 1,74—1,8 град относительно поворотной

платформы. Экскаваторы комплектуются широким набором сменно-

го оборудования (ковшами с режущей кромкой, планировочными,

погрузочными ковшами, гидромолотами, различным оборудованием

для резки арматуры, грейферными ковшами и буровым оборудова-

нием, водяными насосами), что позволяет им выполнять земляные

работы комплексно. Ряд фирм Швейцарии, ФРГ и Великобритании выпускают шага-

ющие экскаваторы, предназначенные для выполнения малообъемных

земляных работ в стесненных условиях. Эти экскаваторы имеют оди-

наковую конструкцию: неприводная ходовая ось с двумя выносными

регулируемыми опорами. Перемещается экскаватор путем подтяги-

вания ходовой тележки к рабочему оборудованию при убранных вы-

носных опорах. Наличие регулируемых опор позволяет экскаватору

работать в котлованах с различными отметками. Отсутствие меха-

низма упрощает конструкцию. Вместимость ковша 0,08—0,18 м<sup>3</sup>, вы-

сота выгрузки — минимальная (2 м). Разработка грунтов при реконструкции предприятий связана

с необходимостью предварительного разрушения бетонных полов,

асфальтобетонных покрытий и разрыхления насыпного слежавшегося

грунта с включениями обломков кирпича, железобетонных конструк-

ций, наплывов бетона и раствора. Для этой цели рекомендуется

применять навесные гидравлические и гидропневматические молоты

к экскаваторам II—IV размерных групп и захватно-клевшевые рабо-

чие органы к экскаваторам IV и V размерных групп. Указанные

средства механизации применяют также для разрушения мерзлых

грунтов и заменяемых бетонных конструкций. Гидромолот навешивают как сменное рабочее оборудование на

экскаватор и крепят к рукояти обратной лопаты с помощью инвен-

тарных деталей. Работает гидромолот только тогда, когда он при-

жат к разрушаемой или уплотняемой среде. Рекомендуется применять гидромолот СП-62 к экскаватору

ЭО-4121А и гидропневмомолоты: СП-71 к экскаватору ЭО-3322Б,

ГПА-300 к экскаватору ЭО-4321 и ЭО-3121 (Э-5015А), ГПМ-120

к экскаватору ЭО-2621А. Эти молоты (табл. 12.14) серийно выпуска-12.14.

Гидромолоты СП-62 СП-71 ГПМ-300 ГПМ-120 Тип молота Гидравлический Гидропневматический Базовая машина ЭО-4121А ЭО-3322Б ЭО-4321 ЭО-3121 ЭО-5015А ЭО-2621А Энергия удара, Дж 9000 3000 3000 1200 Частота удара в мин 160±30 120±30 180—220 до 240 Масса ударной части, кг

Масса молота (без ин-

струмента), кг 600 155 163 302 100 750 ±г > % на ЭО-4321

1'33

на ЭО-3121 А

(Э-5015А)—

940 275 Длина молота, м 2,25 2,03 2,21 1,55 Ширина по проушинам, мм 0,89 0,65 0,60 0,44 Номинальное давление

в гидросистеме, МПа 16 16,5 16-25 10 Расход жидкости, л/мин 165 165 200-240 120 Давление газа в аккумуля-

ляторе, МПа—00о1о1Не выше 1ИзготовительКовровский  
экскаватор—

ный заводКалинин—

ский эк—

скаватор—

ный заводПО «Красный экскаватор»ются  
экскаваторными заводами Советского Союза.  
Предполагается

оснастить гидромолотом землеройно-транспортную  
машину ТО-31.В Советском Союзе в эксплуатации  
имеются также гидромоло—

ты фирмы «Роксон» и «Крупп» (табл. 12.15).При  
разработке грунта гидромолоты могут быть  
использованы

по двум технологическим схемам: поточной и  
циклической. В первом

случае экскаватор с молотом работает непрерывно, а  
выемку грунта

осуществляют другим экскаватором. Во втором случае  
один и тот552

12.15. Гидромолоты фирм «Роксон» и  
«Крупп» ПоказательНМ-50НМ-60НМ-110НМ-200НМ-300Н  
М-500НМ-600НМ-700НМ-950НМ-1800НМ-2200Масса  
(заправлен—

ный), кг851301905104607209001250149030003800Масса  
(чистый),

кг78\*1201753753305557301020123023603100Расход  
гидрожид↵

кости, л/мин20—3520—4030—5040—5545—8550-11065—  
9090—120100—135160—270200—320Давление в гидро↵

системе, бар90—130100—

130130150110—

140120—

170150100—

170120—180140—180150—180Частота ударов в

мин550—

1100450—1200100—

1000480650400—950400-150380—520350—1100360—  
900250—585240—455Диаметр инстру↵

мента, мм4555658080100100115135160180Наличие  
пневмо↵

аккумуляторов+++++++Масса базового эк↵

скаватора, т0,8—31,5—42,5—76—138—1612—2015—2618  
—4022—4534—60

же экскаватор попеременно работает либо молотом,  
либо на погруз↵

ке разрыхленного материала.Производительность  
молотов зависит от состояния инструмента,

навыков машиниста, характера разрушаемого материала, группы

грунта, его температуры и влажности. По данным ЦНИИОМТП Гос-

строля СССР, эксплуатационная производительность молотов СП-62,

СП-71 и ГПМ-120 на различных грунтах и материалах составляет 2—40 м<sup>3</sup>/ч (табл. 12.16).12.16.

Эксплуатационная производительность гидромолотов Молот «Тип грунта, материала Производительность, м<sup>3</sup>/ч СП-62 Мергель трещиноватый V и VI 15,9-42 групп СП-71 Асфальтобетон, цементобетон 8,52—10 ГПМ-120 Асфальтобетон 1,8-2,5 При составлении ППР и разработке календарных планов рекон-

струкции необходимо определять производительность молотов с при-

влечением нормативно-исследовательских станций. Необходимо учи-

тывать также следующие данные ЦНИИОМТП: при дальности

перебазировки 5 км для разрушения грунта выгодно применять мо-

лот СП-62 на объектах свыше 150 м<sup>3</sup>, при дальности Перебазировки

15 км —свыше 250 м<sup>3</sup>, при дальности перебазировки 50 км —свыше

500 м3. На объектах с меньшими объемами выгоднее применять мо-

лот СП-71. Молот ГПМ-120 эффективнее применять на объектах до

125 м3 при дальности перебазировки 50 км и более. В условиях реконструкции, при разработке грунтов с твердыми

включениями, а также в мерзлом состоянии целесообразно использо-

вать экскаваторы ЭО-4121А или ЭО-5122с однозубым или трехзубым

захватно-клещевым рабочим органом (табл. 12.17).  
Захватно-клеще-

вой рабочий орган может разбирать дорожное покрытие, разрушать

бетонные конструкции и негабариты, удалять из разрабатываемой

зоны длинномерные предметы — трубы, бревна, крупные куски поро-

ды. Для выполнения перечисленных работ не требуется замена ра-

бочего оборудования, и погрузка их может производиться без уча-

стия стропальщиков. Экскаваторщик, переводя рыхлитель в нерабочее положение,

может производить обычные экскаваторные работы.  
Совмещение работ

да технологических операций (рыхление и заполнение  
ковша, разру-

шение прочных включений, погрузка блоков  
разобранных конструк-

ций) позволяет заменить две машины: экскаватор с  
молотом и экс-

каватор с обычным ковшом и крановым  
оборудованием. При составлении технологических карт  
на разработку насыпных

12.17. Экскаваторы с захватно-клещевыми рабочими  
органами Рабочий  
орган Показатель однозубый трехзубый ЭО-4121 А |  
ЭО-5122 ЭО-4121 А Количество зубьев рыхли-

теля, шт. 113 Радиус, описываемый режу-

щей кромкой зуба, м 1,51,461,3 Усилие на режущей  
кромке,

кН Вместимость ковша (спе-

циального исполнения), м<sup>3</sup> 274,6—  
243,20,651/1,250,65 Радиус, описываемый зубом

ковша, м 1,51,721,3 Усилие на кромке зуба ков-

ша, кН 117,7 117,6 Масса оборудования,  
кг 275040502400 Изготовитель Ковровский Воронеж—Ковр  
овский экскаватор—ское ПО по экскаватор—ный  
завод выпуска экскаваторовный завод грунтов

необходимо предусматривать постоянное дежурство газорез-

чика для оперативной резки арматуры и разрушаемых конструкциях

и встреченного металлолома. Для перемещения и транспортировки грунта целесообразно при-

менять микробульдозеры производства ГДР (табл. 12.18) и специ-

альные транспортные средства (табл. 12.19). 12.18. Микробульдозер КР-145 (ГДР) Двигатель:

тип мощность, кВт . . . . . Охлаждение . . . . . Скорость, км/ч\*

задний ход 1-я вперед 2-я ... \* 3-я ... \* Габариты, мм: длина ширина (без планировочного отвала ковша)

высота • . \* . « • • • ширина планировочного отвала Вместимость ковша, м<sup>3</sup> Масса, т Давление гусениц на грунт, МПа .... Тяговая сила, кН Допускаемый уклон, град.: продольный поперечный Производительность (при перемещении грунта

на расстояние б м), м<sup>3</sup>/ч ..... Высота высыпки, макс, мм . \* •

• 55 четырех-тактный дизель 11 воздушное 2,024,643,285,842930960145013Э00,121,20,0493020181680

12.19. Мототележки-автосамосвалы для работ в стесненных

условиях Показатель УТМ-1С-1061Саз-3503Саз-3504М-2510 Базовая машина Мото-Спец-ГЛЗ- 52-04 Спецшасси Объем ковша, м<sup>3</sup>:

геометричес – роллер ТГ-2000, 2 шасси 1,33, 22,01, 07 кийс «шапкой» 1,55\_ Грузоподъем – 0,32, 54, 44, 252, 2 ность, т Погрузочная вы – 1,01, 61, 71, 63 51, 26 сота кузова, м

Скорость переме –

щения, км/ч:

вперед 152,5 – 14707050 назад – 1,8 – 3,5 – – – База, мм 1775 1700 3300 3300 1970 Колея, мм – 1600 1690 1690 1215 Дорожный про –

свет, мм Радиус поворота,

м – 2604, 588 260 Габариты,

м: длина 2,75 3,05, 265, 253, 96 ширина 1,35 2,02, 252, 178 1,91

высота 1,35 1,52, 1502, 1502, 1 Масса,

т 0,37 1,62, 752, 91, 68 Двигатель Т-200 Д-2155, 255, 233, 1 Мик

робульдозер КР-145 выполняет: погрузку грунта на высоту

1700 мм, перемещение предварительно разрыхленного грунта, засып –

ку траншей, планировку, отсыпку разрыхленного грунта слоями.

Один микробульдозер высвобождает на указанных работах 10 чел. 12.5. ОБРАТНАЯ ЗАСЫПКА И УПЛОТНЕНИЕ

ГРУНТА ВНУТРИ ЦЕХОВ При разработке ПОС в первую очередь необходимо рассматри –

вать такие варианты конструкций фундаментов, которые исключают

устройство обратных засыпок в труднодоступных местах. При неко-

тором увеличении доли прямых затрат создание контуров реконст-

руируемых фундаментов несущими ограждающими конструкциями,

входящими в объем бетонируемых фундаментов, повышает техноло-

гичность конструкций, снижает стесненность строительной зоны, 556

уменьшает объемы земляных работ, полностью исключает трудоем-

кие работы по обратной засыпке и уплотнению грунта, а главное —

повышает качество работ. При необходимости устройства обратных засыпок внутри цехов

помимо общих требований СНиП 3.02.01—87 необходимо учитывать

следующие специфические условия: стесненность работ: сжатые

сроки производства работ; необходимость совмещения СМР с про-

изводственной деятельностью реконструируемых предприятий; боль-

шую насыщенность строительной зоны людьми, механизмами и тех-

нологическим оборудованием; недоступность мест отсыпки грунта;

необходимость организации работ по борьбе с загазованностью по-

мещений. Стесненными считаются места, где уплотнение грунта обратных

засыпок невозможно осуществить машинами непрерывного действия

с размерами в плане 2х2 м. Стесненные места, где уплотнение грун-

та обратных засыпок невозможно осуществить машинами независи-

мо от их размеров, механизмами и механизированным ручным инст-

рументом, считаются труднодоступными. Группы стесненных мест по условиям расположения строитель-

ных конструкций в котлованах и траншеях: I. Уплотнение грунта в пазухах подпорных стенок, к которым

подъезд грунтоуплотняющей машины возможен только с одной сто-

роны. II. Уплотнение грунта между стенками траншей с трубами (кол-

лекторами), кабельными лотками. Здесь в нижней части траншей

между стенками и конструкциями уплотнение грунта возможно только

с помощью механизированного инструмента. Выше конструкций

после укладки подстилающего слоя уплотнение может производиться

с помощью грунтоуплотняющих механизмов и машин. III. Уплотнение грунта между стенами котлованов и колонн

ми. В этом случае затруднен маневр грунтоуплотняющей техники:

выступающие части сооружений препятствуют повороту стрел экска-

ваторов, кранов с навесными рабочими органами. IV. Уплотнение грунта в узких траншеях, ширина которых не

менее 1,3 м, где применение малогабаритной уплотняющей техники не-

возможно. При ширине траншей 0,6—0,8 м их глубина ограничена

из-за возможности опускания стрелы экскаватора с навесным

грунтоуплотняющим рабочим органом. V. Уплотнение грунта при ямочном ремонте полов цехов, когда

объемы работ в одном месте не превышают 0,2—0,3 м<sup>3</sup>. VI. Уплотнение грунта вблизи группы колонн,

ограничивающих

свободное перемещение механизмов по челночной схеме.VII. Уплотнение грунтов под полы зданий и сооружений при на-

личии фундаментов под оборудование, строительных конструкций,

приямков, лотков под инженерные коммуникации и т. д.Группы труднодоступных мест для обратной засыпки:I. Щели между фундаментами под оборудование, конструкция-

ми и подземными сооружениями,557

II. Пазухи под «козырьками» в котлованах с обратными уклона-

ми откосов котлованов.III. Нижние части пазух котлованов при ограниченной ширине

на уровне 0,5 м выше дна котлована и при откосах котлована, пре-

вышающих предельно допустимые.В ПОС и ППР должны быть определены схемы уплотнения

грунтов на разных стадиях реконструкции, чтобы оценить фактиче-

скую для данных условий производительность грунтоуплотняющей

техники и правильно определить потребность в ней.По данным КарПТИ и ЦНИИОМТП, наибольшая производи-

тельность и наименьшие затраты для всех групп стесненных условий

при уплотнении грунта гидropневмоударным рабочим органом на

базе экскаватора II размерной группы достигают 1,3—2,3 м при

возможности подъезда с одной стороны объекта и 3—4,5 м при

возможности подъезда с двух сторон. Стесненность работ и требуемая степень уплотнения в значитель-

ной степени влияют на производительность уплотняющей техники

и себестоимость работ. Для правильного определения фактических сметных затрат т

уплотнение грунта в условиях реконструкции необходимо на стадии

разработки ПОС с привлечением Нормативно-исследовательских

станций составлять ведомственные местные нормы. Для примера приведены зависимости производительности смен-

ного навесного оборудования и себестоимости уплотнения от коэф-

фициента уплотнения при работе в условиях II группы рабочего ме-

ста по стесненности. Толщина уплотняемого слоя 0,5—0,75 м. Про-

изводительность изменяется от 22,8 до 12 тыс. м<sup>3</sup> в год, а себестои-

мость от 0,27 до 0,44 руб/м<sup>3</sup>. После выявления стесненности работ по обратной засыпке

в ПОС необходимо рассмотреть с учетом календарных сроков работ

возможность ведения СМР совмещенным методом и разработать

генеральную схему горизонтального и вертикального транспорта

грунта для обратной засыпки. Схемы горизонтального и вертикального транспорта грунта

при реконструкции предприятий 1. Подача грунта автосамосвалами, электрокарами, грузовыми

мотороллерами и погрузчиками непосредственно в зону укладки

грунта с последующим перемещением и разравниванием грунта буль-

дозерами. 2. Подвоз грунта к месту укладки с помощью автосамосвалов

с последующей разгрузкой грунта в специальные бады. Подача их

в зону укладки строительными или монтажными кранами. 3. Подача грунта в зоне укладки с помощью

конвейерной систе→

мы из: а) серийно выпускаемых конвейеров,  
установленных на от-558

метки пола здания и сооружения; б) стационарно  
смонтированных

конвейеров, укрепленных на несущих конструкциях  
зданий и соору→

жений.4. Подача в зону укладки грейферными ковшами,  
бадьями и под→

донами с помощью монтажных и технологических  
кранов, переобо→

рудованных для этой цели.5. Комбинированными  
комплектами средств механизации, ука→

занных в пп. 1—4.Для комплектации технологической  
цепочки помимо серийно

выпускаемых механизмов, машин и оборудования в ППР  
должна

быть предусмотрена разработка специального  
нестандартного обору→

дования (табл. 12.20—12.21).12.20. Передвижные  
ленточные конвейеры  
Параметр  
ТК-17-2ТК-  
18ТК-19ТК-20  
Производительность, т/  
ч100100104100  
Установленная мощность,  
кВт2,22,22,24  
Расстояние между центрами  
бараба→6101015  
нов, м  
Ширина ленты,  
мм400100500500  
Скорость движения ленты, м/

с1,681,681,681,60Масса, т3855207501080Высота загрузки, м:

наименьшая1,51,81,8наибольшая3,83,93,82,812.21.  
МототележкиПоказательС-751С-1061Вместимость кузова, м8:геометрическая0,311,3с шапкой0,351,55Грузоподъемность, т0,52,5Погрузочная высота, м—1,6Скорость передвижения, км/ч:2,6—21,6вперед2,5—14назад2,34—1,951,8—3,5ДвигательТ-200Д-21База, мм—1700Колея, мм—1600Дорожный просвет, мм—260Радиус поворота, м—4,5Габариты, м:3,0длина—ширина—2,0высота—1,5Масса, т—1,6559

Для транспортировки грунта к месту укладки как внутри цеха,

так и внутри зоны работ может применяться землеройно-транспорт→

ная машина ТО-31.На головном участке конвейерных систем необходимо преду→

смотреть приемное устройство, обеспечивающее накопление грун→

та и равномерную подачу его на транспорт. Приемными устройства→

ми могут служить разгрузчики непрерывного действия (табл. 12.22)«12.22. Разгрузчики непрерывного действия

МВС-4мСРС-1ТР-23040—  
60250229160027002260586060507450117514405000195  
0207010

87017,514,2100350022003900ПоказательПроизводительность, м3/ч

Наибольшая высота выгрузки, м

Ширина захвата материала, мм

Габариты, мм:

длина

ширина

высота

Мощность двигателя, кВт

Масса, кг Наиболее оптимальная схема с приемным бункером-питателем,

обеспечивающим приемку грунта непосредственно из автосамосва

лов. При этом бункеры-питатели следует располагать в специальных

прямяках или устраивать эстакады для автотранспорта. Здесь широко

кое применение найдут конвейерные системы в передвижных дро

бильно-сортировочных и бетоносмесительных установках СБ-140,

СБ-134, СБ-75А, СБ-135, СБ-109А. Концевые участки конвейерных систем следует оборудовать

грунтораздатчиками. В качестве грунтораздатчиков можно приме

нять систему желобов, металлических хоботов и бетоноукладчики

(табл. 12.23).12.23. Бетоноукладчики конструкции ЦНИИОМТППроизводительность, м<sup>3</sup>/ч Рабочая длина секции конвейера, мСкорость движения ленты, м/с Ширина ленты, мм Угол наклона стрелы в вертикальной плоскости, градОбщая установленная мощность

Давление в гидросистеме, МПа

Габариты, мм:длина ширина высота . . . \* .

Масса, кг . • .привода, кВт2561400+18...-104,053,08500328013501150Стрела бетоноукладчика имеет возможность возвратно-поступа-

тельного движения и перемещения относительно каретки; угол поворота

стрелы в горизонтальной плоскости вокруг оси опорной колонны

равен 360°.Для разравнивания грунта в стесненных местах можно использовать

электротрактор М-663Б (табл. 12.24).12.24. Гусеничный электротрактор М-663БМощность, кВт 25Масса, т . . . • 5,2Производительность, м<sup>3</sup>/ч t 50—ГОГабариты, м:база . . . • . f f • . . • • 1 »7колея 1 »5длина \*.«»«•■••••• 3,3высота . 1.Ширина ..«'••••■ 2,5Удельное давление, МПа .••<••• 0.22Скорость, м/с ..... 32—42В соответствии с требованиями СНиП 3.02.01—87 пазухи реконструкция

струируемых помещений следует засыпать несвязным скелетным

грунтом (песчаным, щебенистым, гравийно-галечниковым и гравий-

ным) с послойным уплотнением его до требуемой плотности. В об-

ратных засыпках связные грунты могут использоваться только для

специальных конструктивных решений: устройства глиняных замков,

противофильтрационных завес и т. д. или при наличии оснований,

сложенных просадочными грунтами II типа, когда обратная засыпка

из дренирующего грунта не допускается. Использование несвязных, маловлажных грунтов обеспечивает:

снижение трудозатрат на транспортировку, укладку и уплотнение

грунта; снижение влияния погодных факторов, низких температур

наружного воздуха, увлажнения атмосферными осадками и пром-

стоками; возможность уплотнения грунта более мощными слоями,

Грунт, предназначенный для обратных засыпок, не должен со-

держат: строительного мусора (отходов строительного производства)

ва); органических включений более 5 % по массе; водорастворимых

солей более 0,3 % по массе. При отсыпке грунта внутри цехов под

полы и фундаменты оборудования он должен быть талым и сыпучим

без мерзлых комьев. Существуют пять основных методов механического уплотнения

грунтов: укаткой, вибрированием, вибротрамбованием, трамбовани-

ем, комбинированным воздействием. Метод уплотнения грунта укаткой основан на передаче стати-

ческого давления от колес (вальцов) на уплотняемый грунт. Имеют-

ся катки на пневматических и металлических вальцах, кулачковые

и решетчатые. Метод уплотнения грунта вибрированием основан на передаче

грунту механических колебаний от рабочих органов (вальца, колеса,

плиты, вибробулавы). Метод вибрирования, поверхностный и глу-

бинный) нашел применение при уплотнении грунта в стесненных ус-36-502561

ловиях. При этом рабочий орган помимо вибрации передает на грунт

ударное воздействие. Метод уплотнения грунта трамбованием, основанный на переда-

че уплотняемому грунту ударных нагрузок, эффективно применяется

для уплотнения просадочных грунтов и для вытрамбовки котлова-

нов. Комбинированные методы основаны на различном сочетании

нагрузок, передаваемых рабочим органом грунту. Требуемая плотность грунта, выражаемая объемной массой  $\sigma_{\text{т}}$

грунта или коэффициентом уплотнения  $K_{\text{уп}}$  устанавливается про-

ектом на основании исследований физико-механических свойств грун-

тов, расчета статической устойчивости, а в необходимых случаях —

фильтрационной прочности земляных сооружений и несущей

способности оснований фундаментов и сооружений. Под коэффици-

ентом уплотнения грунта понимается отношение требуемой плотно-

сти грунта  $\rho_{гр}$  к максимальной стандартной плотности  $\rho_{макс}$ , опре-

деляемой уплотнением грунта в приборе стандартного уплотнения по

ГОСТ 22733—77. Величину проектной плотности грунта (объемной

массы скелета грунта)  $\rho_{ск}$  следует определять по формуле  $\rho_{ск} = \rho_{макс} \cdot k$  значения минимального требуемого коэффициента уплотнения  $k$

грунтов различных сооружений (табл. 12.25) необходимо определять 12.25. Минимальные коэффициенты уплотнения  $k$  при нагрузке на поверх-

ность уплотненного грунта  $P$ , МПа  $P_0 \mid P = 0,05—0,2 \mid P = 0,2$  при общей толщине отсыпки, см  $h \leq 10$

0)  $h > 10$  см  $h < 10$  см  $h > 10$  см  $h < 10$  см

тр  $h > 10$  см  $h < 10$  см «Глинистый Песчаный 0,920,910,930,920,940,930,950,940,940.930,950,940,960,950,970,960,950,940,960,950,970,960,980,97» в соответствии с требованиями СНиП 202.03—85 и СНиП 11-18-76.

В случаях, не оговоренных указанными нормативными документами,

норму плотности следует назначать в соответствии со СНиП 3-02-01-87. Грунты в зависимости от их влажности, определяющей возмож-

ность уплотнения, подразделяются на четыре группы: сухие, опти-

мально влажные, повышенной влажности и переувлажненные. Для каждого грунта существует такое значение влажности, при

котором достигается максимальная плотность при наименьшей за-

трате механической работы на его уплотнение. Эту влажность грунта

принято называть оптимальной. Для сравнения уплотняемости раз-

личных грунтов принят метод стандартного уплотнения (метод

ДорНИИ) по ГОСТ 22733—77, который соответствует производствен-

ному уплотнению грунтов катками среднего веса. При увеличении

затрачиваемой на уплотнение работы значение оптимальной влажно-

сти уменьшается. Допускаемое отклонение влажности грунта и требуемого коэф-

фициента уплотнения  $K$  следует принимать по табл. 12.26. Допускаемые отклонения влажности грунта от оптимальной Коэффициент

уплотнения Допускаемое отклонение от оптимальной влажности,

грунт п, равной 6 % глинистого | песчаного 0,98—0,97360,96—0,95480,94—0,925100,91714 Указанные

отклонения влажности следует принимать во внимание на стадии разработки ПОС при выборе карьеров для грунтов

обратных засыпок. Имеются рекомендации М. Ю. Абелева, В. И. Кру-

това (1984 г.) по диапазону допускаемого изменения влажности

уплотняемого грунта дифференцированно для разновидностей связ-

ных грунтов (табл. 12.27). В ПОС и ППР должны быть предусмотрены мероприятия по

кондиционированию грунта по влажности. Увлажнение грунта мож-

но проводить как в карьере, так и на месте укладки. 12.27. Допускаемые изменения влажности уплотняемого грунта Вид грунта Диапазон допускаемого изменения влажности

грунта при K <sub>0</sub>	0,98	0,95	0,92	Крупные, средние, мелкие	Неограничивается	пески	Пылеватые пески	0,6—1,35
	0,5—1,45	0,4—1,6	Супеси	0,8-1,2	0,75—1,35	0,56—1,4	Суглинки	0,85-1,15
	0,8—1,20	0,70—1,3	Глины	0,9—1,10	0,85—1,15	0,75-1,23	6*563	

Подсушка грунта в естественных условиях возможна только

в летнее время в период, когда количество влаги, испаряющейся

с периодически оголенной поверхности грунта, больше, чем количе-

ство выпадающих атмосферных осадков. При невозможности подсу-

шить связный грунт до требуемой влажности в проекте сооружения,

а также в ПОС необходимо предусмотреть замену связного грунта

на несвязный, тощий бетон или специальные установки для подсу-

шивания грунта, например передвижную установку для приготовле-

ния грунтовых смесей непрерывного действия производительностью

200—240 т/ч. Ее характеристики: вместимость бункера готовой сме-

си 5 м<sup>3</sup>, установленная мощность 130 кВт, габариты 26,50X20X

X 11,5 м, масса 42 т. Для этой цели могут быть использованы также

сушильные барабаны бетоносмесительных установок. Для уплотнения грунтов в стесненных условиях реконструкции

в отечественной и зарубежной практике применяются:

малогабаритные самоходные виброкатки;

самопередвигающиеся виброплиты и вибротрамбовки;

подвесные на кранах виброплиты и вибротрамбовки;

управляемые вручную механические трамбовки;

взрывотрамбовки; сменное навесное  
грунтоуплотняющее оборудование к гидроэкс-

каваторам; подвесные на экскаваторах и кранах  
трамбовки со свободным

падением; трамбуемые машины на самоходном шасси;

оборудование для глубинного уплотнения грунтов;

глубинные вибраторы. Используя эти машины или  
применяя их в различном сочетании,

можно обеспечить требуемую плотность грунта в  
отсыпке при высо-

ком уровне механизации. Технологические возможности  
средств для уплотнения грунтов

в реконструируемых цехах приведены в табл. 12.28, а  
возможные

схемы уплотнения — на рис. 12.7. Для определения  
параметров уплотнения грунтов различными

средствами при объемах засыпки свыше 10 тыс. м<sup>3</sup>  
проводят опыт-

ное уплотнение грунтов по правилам, предусмотренным  
СНиП

3.02.01—87. Технологический регламент уплотнения грунтов пред-

ставлен в табл. 12.29.12.7. Схема уплотнения грунтов в стесненных условиях 565

12.28. Технологические возможности средств механизации для

уплотнения грунтов Уплотняющие машины X

. >»

ь о. Толщина уп-

лотненного

грунта, см Число проходов (ударов)

для достижения коэффициен-

та ки механизмы с  $2s K < 0$

Л х н 0,98-0,97 0,96-0,95 0,94-0,93 0,92—0,91 Трамбовки (свобод-

но падающие, подвес-

ные к экскаватору;

высо^ сбрасывания

б м) диаметром, м/

/массой,

кг: 1,2/2500 Песчаный 140161284 Глинистый 1201,4/3500 160140161284 1,6/4500 180160161284 Виброплиты самопе-

редвигающиеся:12.5

2531.5

63,131.5

63

22Песчаный2030405070803044444433333322222211  
11111Трамбовки электри-

ческие:'ИЭ-450435254321ИЭ-4502Песчаный254321Глини  
стый20ИЭ-45051054321Вибротрамбовки са-

мопередвигающиеся:

ВУТ-5

ВУТ-4

ВУТ-3

СВТ-3МППесчаный203030304444333322221111

12.29. Технологический регламент уплотнения  
грунтовУплотняющие машиныХ>»о S? I \*Время  
уплотнения одного

слоя, с, для достижения

коэффициента уплотнения ки механизмыс U

олг! \* \*3

СС х нхх£Я- ия X 055 н о

Р о Щ 2Н с; О О0,98-0,970,96—

0,950,94-0.930,92—0,91Гидромолоты (навес-

ные на

экскаваторы):ГПМ-12030252015105СП-62Песчаный802015105Глинистый70СП-7160502015105Пневмомолоты (на-

весные на экскавато-

ры):ПН-130030252015105ПН-1700Песчаный402015105Глинистый30ПН-240050402015105Виброплиты (подвес-

ные к крану или эк-

скаватору) :ВПП-2

ВПП-3

ВПП-5

ВПП-6

\*Песчаный8060605030303030252525252020202015151515Вибротрамбовка

ПВТ-3 (подвесная к

крану или экскавато-

ру)Песчаный8030252015Глинистый60567

12.6. ОБРАТНАЯ ЗАСЫПКА И УПЛОТНЕНИЕ ГРУНТА

НА ОТКРЫТОЙ ТЕРРИТОРИИ РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ

ОБЪЕКТОВВ соответствии со СНиП 3.01.01—85 при разработке ПОС на ре-

конструкцию действующих предприятий необходимо: указать на

стройгенплане действующие сооружения, здания и коммуникации;

уточнить объемы работ по обратной засыпке, не связанные с оста-

новкой производственного процесса, а также объемы работ по об-

ратной засыпке, связанные с остановкой технологического процесса;

определить порядок и очередность совмещения работ по устройству

нулевых циклов зданий, устройству коммуникаций, устройству об-

ратных засыпок и верхнего строения проездов и площадок предпри-

ятий, объемы работ по уплотнению грунта в стесненных условиях;

определить схемы постоянных и временных землевозных дорог, ме-

ры безопасности. Реконструкцию предприятий следует отнести к особо сложным

объектам. В связи с этим ПОС дает решения по: подготовке основа-

ний под сооружения или насыпи при строительстве на посадочных,

водонасыщенных грунтах, илах, пывунах; технической мелиорации

грунтов, предназначенных к укладке в обратные засыпки для улуч-

шения их строительных свойств, способам подготовки грунта в карь-

ере; производству работ в зимнее время; производству работ вблизи

фундаментов действующих предприятий, способам закрепления сла-

бых грунтов оснований. Кроме того, в ППР разрабатывают: способы транспортировки

грунта; мероприятия, обеспечивающие подъезд транспортных средств

к местам укладки грунта, временные подъездные пути; схемы подачи

грунта к месту укладки, использование мостовых и козловых кранов,

конвейеров и конвейерных систем; циклограммы совмещения земля-

ных работ действующих предприятий. При разработке ПОС и ППР, а также при определении договор-

ной цены необходимо учитывать снижение производительности меха-

низмов вследствие стесненности фронта работ. Обратные засыпки и насыпи на открытых территориях следует

производить механизированными комплексами, состоящими из веду-

щих и вспомогательных машин, механизмов и транспортных средств.

Основные требования при построении механизированных комплексов:

применение наиболее эффективных способов разработки, транспор-

тировки, кладки и уплотнения грунта; выполнение всех операций

с меньшим числом машин, взаимоувязка их по производительности

и продолжительности технологических процессов; полное исключение

или значительное сокращение ручного труда; минимум прямых за-

трат, снижение себестоимости единицы продукции (1 м<sup>3</sup> насыпи).568

В основе ППР лежат технологические схемы и карты, в том чис-

ле типовые на отдельные технологические процессы, привязанные

к конкретным местным условиям, в которых детально описывается

технология работ, определяется потребность в ресурсах, длитель-

ность процесса и его совмещение с другими работами. Для вертикальной планировки с разработкой на стройплощадке

насыпных грунтов или грунтов естественного сложения, а также для

устройства насыпей широко применяют бульдозеры и скреперы

(табл. 12.30).12.30.

Скреперы Самоходные Прицепные Показатель Д-357 ПДЗ-1 ЗДЗ-115 ДЗ-13 ДЗ-111 ЗДЗ-77 Вместимость ковч

ша геометрическая, м3 Ширина резания,

мм 815 1544,5 782 750 292 630 402 100 243 026 802 710 Глубина резания,

мм 233 503 502 001 303 003 50 Толщина слоя отч

сыпки, мм 55 55 55 30 40 25 50 Наибольшая скоч

рость движения,

км/ч 40 43 50 И10 99 Объем скальных грунтов природной плотности, необходимый

для отсыпки насыпей, следует определять по проектному объему нач

сыпей с коэффициентом 0,83, учитывающим остаточное разрыхление. Объем нескального грунта природной плотности, необходимый

для возведения насыпи, должен приниматься равным проектному

объему насыпи с учетом коэффициента уплотнения. В соответствии

со СНиП 3.02—01—87 для скальных и нескальных грунтов следует

учитывать потери грунта при разработке и транспортировке, а так-

же для компенсации осадок насыпи и ее основания. Показатели разрыхления грунтов и скальных пород для пере-

счета объемов разрабатываемого грунта в зависимости от времени

хранения и типа грунта в отвале определяют по прил. 2 ЕНиР ст. 2

вып. I, 1983 г. или непосредственно замером с оформлением соответ-

ствующего акта. При отсыпке насыпей из промышленных карьеров или с проме-

жуточных складов объемы грунта исчисляют в разрыхленном состоя-569

12.31. Механизированные средства для уплотнения грунтов  
Машины  
Область применения  
грунты  
сооружение  
Примечания  
Прицепные кулач-

ковые и решетча-

тые катки  
Прицепные, полу-

прицепные и само-

ходные катки на  
пневмомашинахПрицепные и само-  
ходные виброкат-  
киТрамбовочные ма-  
шины и подвесные  
свободно падаю-  
щие тамбовки и  
плитыГидромолоты на-  
весные на экска-  
ваторах с уплот-  
няющими  
плитамиПневмомолотыЭлектрическиетрамбовкиВиброт  
рамбовки  
самопередвигаю-  
щиеся ВУТ, СВТ-  
ЗМПСвязныеСвязные  
и не-  
связныеНесвяз-  
ные и  
мало-  
связные,

мало-

влажныеСвязные

и не-

связныеТо жеНесвяз-ныеНасыпи различно-

го назначения и

грунтовые подуш-

ки под фундамен-

тыНасыпи различно-

го назначения и

грунтовые подуш-

ки под фундамен-

ты, а также для

грунтовой подсып-

ки под полы в

средней части про-

летов цехов при

большом фронте и

на открытых тер-

риторияхЗасыпка пазух

фундаментов, тран-

шей, подушки под  
фундаменты, на-  
сыпи различного  
назначения Засыпка пазух  
фундаментов, тран-  
шей большими  
слоями до 5 м. На-  
сыпи различного  
назначения. Узкие  
прорези. Ремонт-  
ные работы по уп-  
лотнению ранее  
отсыпанных грун-  
тов Узкие прорези  
траншей, обратных  
засыпок при стес-  
ненном фронте ра-  
бот

То же Уплотнение грун-  
тов в стесненных

местах Уплотнение грун-  
тов в стесненных  
местах При наличии  
комковатых су-  
хих грунтов На несвязных  
грунтах приме-  
нять при низ-  
ких давлениях  
в шинах Рекомендуют-  
ся при устрой-  
стве верхней  
части засыпки  
траншей и па-  
зух фундамен-  
тов Применяются  
при выполнении  
работ вблизи  
массивных соо-  
ружений,  
стойких к удар-

ным воздейст-

виямБ70

Продолжение табл. 12.31МашиныОбласть применения  
-ПримечаниягрунтысооружениеВиброплиты само-

передвигающиесяНесвяз-ныеУплотнение грун-

тов в стесненных

местахВиброплиты под-

весные ВППТо жеТо жеГидровибраци-

онные установки»Засыпка траншей

в стесненных ме-

стах при невоз-

можности послой-

ного уплотнения

насыпи различно-

го назначенияСтанки канатно-

ударного буренияСвязные

и не-

связныеУплотнение грун-

тов в стесненных

условияхнии в транспортных средствах. Количество  
грунта определяется при

уплотнении до 0,92 стандартной плотности с  $b=1,12$ ;  
свыше 0,92 —

с  $b=1,18$  с учетом дополнительных объемов,  
предусмотренных на

потери грунта и осадок сооружений. При  
необходимости указанные

коэффициенты уточняют.12.32. Прицепные кулачковые  
каткиПоказательДУ-26ДУ-27ДУ-32АМасса, т:с  
балластом917,618без балласта4,79,29Число вальцов,  
шт.1,021Диаметр вальцов, м:1,81,82,6с кулачкомбез  
кулачка -1,41,42Ширина уплотняемой полосы,  
м1,842,6Тип тягачаТрактор

класса 3 т

ДТ-75С2Трактор класса 10 т

Т-100МГабариты,  
м:4,97,9длина4,9ширина2,24,83,1высота (с  
кулачками)1,81,82571

Работы по устройству насыпей и обратных засыпок на  
открытых

территориях реконструируемых предприятий  
отличаются от анало→

гичных работ на объектах нового строительства.Для  
уплотнения грунтов на открытых территориях  
реконструи→

руемых предприятий применяют машины и механизмы,  
приведенные

в табл. 12.31. Технические характеристики серийно выпускаемых катков

и трамбовок приведены в табл. 12.32—12.38.12.33.

Прицепные катки на

пневмошинах Показатель 0ДУ-30ДУ-39А Масса, т: 25с

балластом 12,5 без балласта 4,6 Число секций 55 Тип

тягача Т-74-С27-75-С2Т-100М Габариты,

м: 5,35,9 длина ширина 2,32,9 высота 1,82,2 Ширина

уплотняемой полосы, м 2,22,6 12.34. Полуприцепные

катки на пневмошинах Показатель ДУ-31А ДУ-29 Масса, т: с

балластом 1630 без балласта 8,423 Двигатель

(дизель): тип АМ-41 ДАМ-01 А мощность, кВт 6696 Число

колес ходовой части: передних 33 задних 44 Ширина

уплотняющей полосы, м 1,92,2 Габариты,

м: длина 5,36,2 ширина 2,02,9 высота 3,23,4572

12.35. Трамбовочные машины Показ

атель ДУ-12Б ДУ-12В Базовый трактор Т-100Т-130 Мощность

двигателя, кВт 7996 Масса одной плиты, т 1,31,3 Площадь

плиты, м 21,01,0 Число плит 22 Число ударов в 1 мин 12—

18 12—18 Габариты,

м: 5,96,1 длина ширина 2,52,5 высота 33,1 12.36.

Вибрационные катки Показатель ДУ-10А ДУ-14 са

моходный ДУ-47А ДУ-40 прицепной Масса, т: с балластом

без балласта

Число вальцов Тип вальцов Ширина уплотненной поло

сы, м Двигатель

Мощность, кВт

Габариты, м:

длина

ширина

высота 12.37.

Самоперед]1,81,52Гла;0,85ЧД-2562,712,2вигающиес1,8  
—2,2

1,5

21КИЙ0,85ЧД-25631,12,2:я

вибротр862Кулач1,2Д-37ЕК1374.61.6

2,8амбовки81[КОВЫЙ2Д-37м374.6

2,11.6Показатель»ВУТ-5ВУТ-4ВУ-3свт-змпМасса,  
кгВозмущающаяся сила, кН

Мощность электродвигате→

ля, кВтСкорость перемещения на

горизонтальном участке,

м/минРазмер плиты,

мм1001113,7300X410200221,73,3500X42835031,42,82,77  
05X55035031,42,83,8780X540373

12.38. Подвесные вибрационные

плитыПоказательВПП-2впп-зВПП-5впп-оМасса,  
кг265015001500950Возмущающаяся→

ся сила, Н245,2137,386,360,8Габариты,

мм2500X18002000X15001800X13001500X1200Число  
проходов (ударов) уплотняющихся средств, а также  
про→

должительность уплотнения одного следа при различных коэффициентах

в стандартах уплотнения в зависимости от толщины слоя при-

ведены в табл 12.28 и 12.29.12.39. Технические возможности буровых станков БС-1М при

уплотнении грунтов Показатель Диаметр наконечника, мм 270 325 370 Диаметр зоны достаточного уплотнения, м 0,8 1,2 Уплотняемая зона, м 0,50, 650, 85 В непосредственной близости от сооружений, в пристенной зоне,

а также в случае ремонтных работ, когда плотность грунта недоста-

точно, грунты уплотняют с помощью ударно-канатного бурения

БС-1М (табл. 12 39). Тип наконечника выбирается с таким расчетом, чтобы обеспе-

чить уплотнение по всей ширине участка, засыпанного грунтом.

**2.7. ВОЗВЕДЕНИЕ НАСЫПЕЙ И ПРОИЗВОДСТВО ОБРАТНЫХ ЗАСЫПОК В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ** Отличительные свойства мерзлых грунтов по сравнению с талыми:

повышенная механическая прочность (особенно связных), склон-

ность к пучению, повышенная электросопротивляемость. К характе-

ристикам мерзлого грунта (грунт, имеющий отрицательную температуру)

следует также отнести комковатость, кажущуюся пористость, т. е. объем пор между мерзлыми комьями.

Проявление этих свойств зависит от температуры грунта, влажности, вида грунта, внешних факторов. При устройстве насыпей и обратных засыпок необходимо учитывать

возможное пучение глинистых грунтов при их промерзании и последующие деформации просадочного характера при оттаивании.

Вследствие этого для зимней укладки грунтов при реконструкции рекомендуются несвязные, маловлажные грунты (пески, песчано-гравийные смеси, щебенисто-дресвяные грунты, скальные грунты), даже если это ведет к удорожанию строительства. Связные грунты можно рекомендовать к укладке в зимнее время только при специальном технико-экономическом обосновании. В материалах ПОС должен быть выбран и обоснован способ

укладки грунтов при их промерзании

и последующие деформации просадочного характера при оттаивании.

Вследствие этого для зимней укладки грунтов при реконструкции

рекомендуются несвязные, маловлажные грунты (пески, песчано-гравийные смеси, щебенисто-дресвяные грунты, скальные грунты), даже

если это ведет к удорожанию строительства. Связные грунты можно рекомендовать к укладке в зимнее время только при специальном технико-экономическом обосновании. В материалах ПОС должен быть выбран и обоснован способ

укладки грунтов при их промерзании

и последующие деформации просадочного характера при оттаивании.

подготовки грунта для его разработки в зимнее время с целью ук-

ладки в насыпь или обратные засыпки. При этом должны быть раз-

работаны и осуществлены мероприятия, обеспечивающие поступле-

ние грунта в талом или мерзло-сыпучем состоянии. Глубину промерзания грунта прогнозируют по данным клима-

тических справочников, а также ближайших метеорологических стач-

ций. При этом промерзание необходимо брать для открытых оголен-

ных от мохо-растительного слоя площадок и уточнять расчетным

путем по среднедекадным температурам наружного воздуха. Длительность промерзания грунта при безветренной погоде на

глубину 0,2 м при температуре  $-5$ ,  $-10$ ,  $-20$ ,  $-30$ ,  $-40^{\circ}\text{C}$  состав-

ляет для песка влажности 0,15 — соответственно 80, 40, 20, 15 и 10 ц

супеси влажности 0,20 — соответственно 124, 62, 30, 20, 15 ч; суглин-

ка и глины влажностью 0,25 — соответственно 155, 77, 39, 25 и 19 ч.

При скорости ветра 1—5 м/с указанные величины умножаются на

коэффициент 0,65; при скорости ветра более 5 м/с — на 0,55. Способы подготовки грунта для его разработки в зимнее время

можно подразделять на следующие активные и пассивные техноло-

гические группы: предохранение грунта от промерзания, оттаивание

грунта, рыхление грунта или комбинация указанных мероприятий. Технология подготовки грунтов в карьерах различными спосо-

ми, потребные ресурсы и механизмы необходимо определять на ос-

новании ППР, разработанного по данным специальных справочников.

При этом с заказчиком и генеральной проектной организацией необ-

ходимо решить следующие вопросы: возможность применения хло-

ридов или отходов калийного производства для предохранен. 1Я

грунтов от промерзания; химические составы реагентов для образо-

вания теплоизоляционных материалов, для укрытия карьеров грун-

тов; возможность использования электроэнергии, жидкого топлива

или пара для оттаивания грунта.Насыпи из скальных, гравийных и песчаных маловлажных грун→

тов, сохраняющих сыпучесть при промерзании, устраивают в зимнее

время такими же способами, как и в летнее, с соблюдением осноа-

ных требований о недопущении образования в насыпи прослоек575

неубранного снега, наледей и скоплений мерзлых комьев. Число про→

ходок укаточных средств уточняют опытными укатками.При устройстве в зимнее время насыпей из связных грунтов

основные трудности связаны с тем, что в процессе разработки, транс→

портировки и укладки в насыпь связной грунт охлаждается, теряет

пластичность и не поддается уплотнению. При промерзании уже уп→

лотненного связного грунта возможно его распучивание.Способы укладки связного грунта в насыпи в зимнее время ос→

нованы на следующих принципах: сохранение грунтом положитель→

ных температур в процессе всего цикла разработки, транспортиров

ки и уплотнения грунта; предупреждение возможного промерзания

уже уплотненного грунта; обеспечение сохранения пластичности

и лучшего температурного режима уплотняемого грунта (примене

ние тепловых машин, обработка грунта хлоридами). Существуют несколько способов укладки связных грунтов в зим

нее время. Укладка талого грунта «насухо» с послойным уплотнением.

Данным способом укладывают любой глинистый грунт с оптималь

ной влажностью слоями 0,4—0,45 м в рыхлом теле. Свежерасплани-

рованный грунт обрабатывают концентрированным раствором хлори

стых солей из расчета 1—3 л/м<sup>3</sup> в зависимости от температуры на

ружного грунта. Обработанный солевым раствором грунт уплотняют

катками на пневматиках за 8—10 проходов. Приемку, разравнивание

грунта, обработку его растворами и уплотнение производят непре-

рывно по мере поступления грунта в зону укладки (обычно зоны

укладки делят на отдельные карты: приемка, разравнивание, уплот-

нение и т. д.). При температуре наружного воздуха — 40°C весь

цикл обработки грунта занимает 1,5—2 ч, при — 20 °С — 5—6 ч. При

необходимости поверхность укладываемой карты и особенно осно-

вание укладываемого слоя обрабатывают тепловыми машинами, ис-

пользующимися тепло газовой воздушной среды отработавших моторесурс

газотурбинных двигателей или специальных топливных горелок. Укладка талого грунта «насухо» слоями до 5—6 м с укрытием

талого незасоленного грунта «шубой» из полностью засоленного

грунта или несвязанного сыпучего грунта с последующим совмест-

ным уплотнением двух слоев свободно падающими трамбовками

массой 8,0 м и выше. Указанная схема позволяет производить обрат-

ные засыпки на узком фронте в стесненных местах. Для применения

этого метода в летнее время необходимо заготовить засоленный

грунт с расходом соли 20—30 кг/м<sup>3</sup>. После уплотнения грунта сво-

бодно падающими трамбовками поверхность карты планируют буль-

дозерами и уплотняют катками или виброплитами. При послойной

укладке грунта, в зависимости от высоты насыпи и ее профиля от-

сыпку осуществляют на всю высоту или ярусами. Процесс отсыпки

ведется непрерывно. Карта отсыпки перекрывается следующим слоем

грунта до начала его промерзания. Поэтому размеры участков карты

назначают в зависимости от интенсивности отсыпки грунта и темпе-

ратуры воздуха. На одном участке принимают и разравнивают

грунт, на другом — уплотняют. Рекомендуемая толщина слоя 0,2 м.

При данном способе рекомендуется в необходимых случаях обраба-

тывать грунт хлоридами из расчета 0,5—2 л/м<sup>2</sup> и тепловыми маши-

нами. При производстве работ по возведению насыпей и обратных за-

сыпок осуществляют геологический, геодезический и геотехнический

надзоры, контроль качества работ. Геологический надзор осуществляют специализированные орга-

низации: экспедиции генпроектировщика или специальные тресты ин-

женерно-строительных изысканий, привлекаемые для этой цели за-

казчиком. Задачи геологического надзора: контроль за соблюдением

требований по подготовке естественных оснований, определение со-

ответствия грунтов оснований проекту и ведение геологической до-

кументации. Задачи геодезического надзора: своевременная плановая и вы-

сотная привязка земляных сооружений; контроль за соответствием

профилей земляных сооружений, насыпей, обратных засыпок проек-

ту; ведение исполнительной документации для взаиморасчетов заказ-

чика и подрядчика. Задачи геотехнического контроля: контроль за соблюдением тех-

нологии ведения работ; определение геотехнических характеристик

разрабатываемых и укладываемых грунтов; контроль качества уплот-

нения грунта; определение физико-механических свойств уложенных

грунтов. Геодезический и геотехнический надзор осуществляет подрядная

организация (отделы главного маркшейдера и стройлаборатории). В соответствии с положением об авторском надзоре генпроекти-

ровщик вправе проводить дополнительные контрольные измерения

и определения для уточнения материалов, представленных подраз-

делениями надзора. ^ Необходимо ежедневно записывать в журнале условия работ

(погода, особенности технологии, визуальное качество грунта, тем-

пература наружного воздуха, наличие включений в грунт мерзлота

органических остатков и т. д.). Все технологические этапы возведения земляного сооружения

(подготовка основания земляного сооружения, ^расконсервация ра→

нее отсыпанной части сооружения после длительного перерыва, под→

готовка к консервации, установка марок для наблюдений за осадка→

ми) оформляют актами скрытых работ, к которому прилагают:

исполнительную документацию, планы, разрезы с указанием проект-37—502577

ных и фактических отметок и контура основания; геологическую до→

кументацию (схемы геологических разрезов трещиноватости скаль→

ных пород, ведомости физико-механических характеристик грунтов

основания, гидрогеологические данные). Для организации геотехконтроля на стройплощадке в составе

строительных лабораторий непосредственно в местах производства

работ создаются контрольные посты, задачей которых является кон→

троль за технологией ведения работ и отбор образцов грунта, коли-

чество которых на объем насыпи определяется в соответствии со

СНиП 3.02.01—87. Плотность уложенного влажного грунта определяют различными

методами, часть которых регламентирована ГОСТами: метод режу-

щих колец; метод «лунки», при котором объем лунки определяется

по весу отторированного песка или жидкости; метод парафинирова-

ния образцов грунта с последующим взвешиванием его жидкости,

метод взвешивания образца мерзлого грунта в нейтральной жидко-

сти; радиоизотопный метод; метод статического и динамического

зондирования. Влажность, гранулометрию и прочностные характеристики грун-

тов определяют в лабораторных условиях. Вся исполнительная документация, включая журналы производ-

ства работ, передается заказчику в соответствии с действующими

законодательствами о капитальном  
строительстве. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беляков Ю. И., Левинзон А. Л., Резуник А. В. Земляные ра-  
боты. — М.: Стройиздат, 1983. — 180 с.
2. Беляков Ю. И., Резуник А. В., Федосенко Н. М. Строительные  
работы при реконструкции предприятий. — М.:  
Стройиздат, 1986.—  
223 с.
3. Беляков Ю. И., Снежко А. П. Реконструкция  
промышленных  
предприятий. — Киев\* Вища школа, 1988.— 255 с.
4. Неклюдов М. К. Механизация уплотнения грунтов. — М.:  
Стройиздат, 1985.—\*167 с.
5. Организационно-  
технологические решения для условий рекон-  
струкции промышленных предприятий. Ч. 3.  
Организационно-техно-  
логические решения по производству отдельных видов  
работ. Земля-  
ные работы. — М, 1987 — 150 с.
6. Основания,  
фундаменты и подземные сооружения.—М.: Строй-  
издат, 1985. — 480 с.— (Справочник проектировщика).
7. Уплотнение грунтов обратных засыпок в стесненных  
условиях  
строительства —М, 1981. — 250 г.

Базисная интенсивность — интенсивность, при которой  
концент-

рация материально-технических и трудовых ресурсов соответствует

достигнутому организационно-технологическому уровню строитель-

ного производства при реконструкции определенных объектов при

заданных объемно-планировочных и конструктивных решениях, усло-

виях строительной площадки и прочих параметрах. Заводской комплект — часть технологического комплекта, по-

ставляемого на реконструируемый объект с одного завода-изготови-

теля. Индекс изменения трудозатрат — степень увеличения затрат

труда на производство СМР по реконструкции при повышении ин-

тенсивности их выполнения за счет повышения концентрации ресур-

сов на имеющемся фронте работ. Интенсивность производства СМР по реконструкции — сметная

стоимость объема работ, выполненного в единицу времени (мес). Нагрузка быстроменяющаяся — нагрузка, изменения которой

заметны при кратковременном наблюдении. Нагрузка динамическая — быстроменяющаяся нагрузка, в ко-

торой нельзя пренебречь инерционной составляющей от собственной

массы конструкций. Нагрузка импульсная — быстросменяющаяся нагрузка, имеющая

вид одиночного или ряда апериодических импульсов. Нагрузка статическая — нагрузка, динамической составляющей

которой можно пренебречь. Нагрузка ударная — сила, прикладываемая к конструкции физи-

ческим телом, обладающим запасом кинетической энергии в момент

соприкосновения с ней. Надежность конструкции — вероятность безотказной работы

конструкции в течение нормативного срока эксплуатации. Нарращивание конструкции — способ усиления, при котором се-

чение усиливаемой конструкции увеличивается по высоте или шири-

не сечения. Натурное освидетельствование конструкций — обмеры конструк-

ций с определением пролетов, шагов, отметок, длин и сечений эле-

ментов, размеров и расположения, соединительных элементов (свар-

ных швов, болтов и заклепок), выявление характера, величин и рас-

положения дефектов и повреждений элементов путем сравнения

с проектом конструкций. Нормативный срок эксплуатации — установленный нормативами

срок, в течение которого конструкции должны отвечать требованиям

норм и условий эксплуатации. (Для строительных конструкций не

установлены). Нормы продолжительности реконструкции действующих пред-

приятий — максимально допустимое время на производство комплек-

са работ в соответствии с целями его реконструкции, определяемое

на основании организационно-технологических и ресурсных возмож-

ностей строительного производства и реконструируемого предприятия

с учетом современного уровня строительной техники и техноло-

гии, применения прогрессивных форм и методов организации, эффек-

тивных материалов и конструкций. 37\*579

Предисловие 3 Глава 1. Реконструкция и техническое перевооружение дей-

ствующих предприятий — основа развития и обновления про-

изводственного аппарата страны 51.1. Реконструкция зданий и сооружений—составная часть

технического перевооружения и реконструкции дейст-

вующих предприятий 51.2. Регламентация вопросов реконструкции и техническо-

го перевооружения в инструктивно-методических до-

кументах 121.3. Экономические аспекты планирования и предпосылки\* реконструкции и технического перевооружения дейст-

вующих предприятий 26Список литературы 37Глава 2. Экономическая подготовка реконструкции предприя-

тий, зданий и сооружений 392.1. Планирование реконструкции зданий и сооружений.

Утверждаемые и расчетные показатели .... 392.2. Общий порядок и источники финансирования рекон-

струкции зданий и сооружений 542.3 Материально-техническое обеспечение реконструкции

и технического перевооружения действующих пред-

приятий 63Список литературы 68Глава 3.

Проектирование реконструкции зданий и сооружений 683.1. Предплановая, предпроектная и проектно-сметная

документация на реконструкцию объектов ... 683.2.

Состав проектов организации реконструкции . , 803.3

Проекты производства работ при реконструкции . 96

Список литературы 109 Глава 4. Подготовительный период реконструкции действующ-

щих предприятий НО4.1. Состав работ и мероприятия подготовительного пе-

риода . . 1104.2. Организация подготовительного периода и последова-

тельность выполнения работ 1144.3. Формирование подсобно-вспомогательных и обслужи-

вающих строительное производство зданий . . 131

Список литературы 137 Глава 5. Особенности организации строительства в условиях

реконструкции действующих предприятий 1385 1.

Выбор организационных решений по

реконструкции действующих предприятий .... . 1385 2

Определение дополнительных затрат труда в связи

с повышением интенсивности производства работ по

реконструкции . < 141586

5.3. Методика определения рациональной продолжитель-

ности остановочного периода реконструкции участка

1495 4 Выбор организационных решений по

строительному производству 1585.5. Пример

обоснования рациональной продолжительности

ости остановочного периода реконструкции прокатного

стана 1605.6. Определение продолжительности реконструкции дей-

ствующих предприятий 1645.7. Вариантное проектирование реконструкции в новых условиях хозяйствования 204Список литературы 219Глава 6. Особенности управления реконструкцией промышлен-

ных объектов 2206.1. Управление реконструкцией при подрядном способе

выполнения работ 2206.2. Управление реконструкцией при хозяйственном спосо-

бе выполнения работ 2306.3. Стимулирование участников реконструкции , . . 238

Список литературы 249Глава 7. Современные методы организации производственно\*

технологической комплектации при реконструкции зданий

и сооружений 2507.1. Организация управления материально-техническим

снабжением и комплектацией реконструируемых объ-

ектов ..... 2517.2. Методы определения потребности строительно-мон-

тажных организаций и предприятий строительной ин-

дустрии в материальных ресурсах 2567.3.

Усовершенствованные методы организационной под\*

готовки строительного производства 2657.4.

Формирование графиков комплектации и плана пере-

возок 270Список литературы 285Глава 8. Оценка  
технического состояния и проектирование

усиливаемых и заменяемых конструктивных элементов  
2868.1. Оценка технического состояния  
эксплуатируемых ме→

таллических конструкций 2888.2. Поверочный расчет  
металлических конструкций с уче→

том влияния, дефектов 2968.3. Оценка технического  
состояния и поверочные расчеты

железобетонных конструкций 3138.4. Обследование  
каменных конструкций и методы опре→

деления их физико-механических характеристик .  
3218.5. Оценка технического состояния каменных  
конструкций 3308.6. Техника безопасности при  
обследовании конструкций 335587

9.2. Технические и нормативные документы .... 3499.3.  
Усиление колонн 3509.4. Усиление балок и других  
пролетных конструкций . 3599.5. Контроль качества и  
меры безопасности .... 3759.6. Выбор оптимальных  
решений по усилению стальныхконструкций 377Список  
литературы 384Глава 10. Усиление железобетонных и  
каменных конструкций 38410.1. Техническая и  
нормативная документация . . 38410.2. Основные  
методы усиления железобетонных кон→

струкций 38610.3. Требования к исходным материалам  
.... 39910.4. Правила производства работ при усилении  
конст-, рукций 40110.5. Технология работ по усилению  
отдельных конструк→

ций и сооружений 41210.6. Методы усиления каменных конструкций . . . 43010.7. Приемка усиленных конструкций. Техника безопас-

ности 444Список литературы 446Глава 11. Реконструкция оснований и фундаментов . . . 44711.1. Изменение строительных характеристик оснований и фундаментов 44711.2. Обследование фундаментов и оснований реконструиру-

руемых зданий 44911.3. Уплотнение грунтов вблизи фундаментов и заглуб-

ленных сооружений 45311.4. Инъекционные способы укрепления грунтов и усиле-

ния строительных конструкций 46211.5. Повышение несущей способности ленточных и столб-

чатых фундаментов 49511.6. Армирование грунта 519Список литературы 525Глава 12. Производство земляных работ 52512.1. Техническая документация ..... 52512.2. Устройство котлованов 52712.3. Работы по водоотливу и водопонижению . . . 53412.4. Разработка грунта в котлованах и траншеях . . 54812.5. Обратная засыпка и уплотнение грунтов внутри цехов 55612.6. Обратная засыпка и уплотнение грунта на открытой

территории реконструируемых объектов . . 56812.7. Возведение насыпей и производство обратных засы-

пок в зимнее время 574Список литературы 578Словарь терминов 579Предметный указатель 582588

Стройиздат выпускает научную, научно-популярную, производ-

ственно-техническую литературу для инженеров, техников и рабо-

чих, учебную литературу для студентов вузов, учащихся технику-

мов, профессионально-технических училищ, справочники, инструк-

тивно-нормативную литературу и плакатную продукцию.Издательство просит своевременно оформлять заказы на кни-

ги, пользуясь планами выпуска литературы, которые ежегодно по-

ступают в книжные магазины страны.Напоминаем адреса магазинов — опорных пунктов  
Стройиздата:Алма-Ата 480064, пр. Абая, 35/37, магазин «Прогресс»Ашхабад 744000, ул. Ф. Энгельса, д. 32, магазин № 1 «Тех-

ническая книга»Владимир 600017, ул. Горького, 44, магазин № 4

Донецк 340055, ул. Артема, 125, магазин № 50 «Техничес-кая книга» (имеется отдел «Книга — почтой»)Ереван 375009, ул. Кирова, 8, магазин № 16Казань 420084, ул. Куйбышева, 3, магазин № 13 «Научно-техническая книга» (имеется отдел «Книга — поч-

той»)Калинин 170000, Тверской пр., 15, магазин № 14 «Техничес-кая книга»Киев 252005, ул. Красноармейская, 51, магазин № 16 «Тех-ническая книга»Красноярск 660049, пр. Мира, 86, «Дом технической книги» (име-

ется отдел «Книга — почтой») Ленинград 195027,  
Большеохтинский пр., 1, «Дом строитель-

ной книги» (имеется отдел «Книга почтой») Минск  
220115, ул. Кижеватова, 66, магазин №51 (имеется  
отдел «Книга — почтой») Москва 117334, Ленинский пр.,  
40, магазин № 115 «Дом научно-технической книги»  
(имеется отдел «Кни-

га — почтой») Рига 226253, бульвар Падомью, 24,  
Центральный книжный магазин Ташкент 700100, ул.  
Руставели, 43, магазин № 21 «Техническая книга» Уфа  
450058, ул. 50-летия СССР, 12, магазин № 7 (имеется  
отдел «Книга — почтой») Фрунзе 720000; ул. Советская,  
125, магазин №11 «Научно-техническая книга»

Справочное издание ТОПЧИЙ ВЛАДИМИР ДМИТРИЕВИЧ,  
ГРЕБЕННИК РОСТИСЛАВ АЛЕКСАНДРОВИЧ.

САНДРОВИЧ. КЛИМЕНКО ВЛАДИМИР ГРИГОРЬЕВИЧ и  
др. РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Том I Художественный редактор Л. Ф. Егоренко

Технический редактор М. В. Павлова

Корректор Е. А. Степанова ИБ № 4074 Сдано в набор  
15.02.90. Подписано в печать 22.05.90. Т-08486. Формат

84X108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Бумага тип. № 1. Гарнитура «Литературная».  
Печать высокая.

Уел. печ. л. 31,08. Уел. кр.-отт. 31,08. Уч.-изд. л. 34,47.  
Тираж 25 000 экз.

Изд. № АХ-1352. Заказ № 502. Цена 2 р. 10 к. Стройиздат,  
101442 Москва, Каляевская, 23а Владимирская

типография Госкомитета СССР по печати

600000, г. Владимир. Октябрьский проспект, д. 7