

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра технологии строительного производства

ТЕХНОЛОГИИ УСИЛЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ

Конспект лекций по дисциплине «Технология ремонта и усиление конструкций эксплуатируемых зданий» для студентов специальности 70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»

БРЕСТ 2005

В конспекте лекций рассматриваются технологии усиления металлических и железобетонных конструкций. Применительно к указанным конструкциям разработаны вопросы: классификации методов усиления конструкций, технические и технологические требования к конструкциям усиления, требования к исходным материалам, приемка и складирование конструкций усиления, общие вопросы технологии работ по монтажу элементов и конструкций усиления, создание предварительного напряжения и включения в работу конструкций усиления.

Конспект лекций рекомендован студентам строительного факультета специальности 70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство».

Составитель: Семенюк С.М., доцент, к.т.н.

Рецензент: директор филиала УП «Институт БелНИИС» - «Научно-технический центр» А.Я. Найчук

ВВЕДЕНИЕ

Экономическая эффективность реконструкции и технического перевооружения действующих предприятий, при которых широко проводятся работы по ремонту и усилению строительных конструкций, убедительно доказана теорией и практикой строительства. Однако осуществление реконструкции затрудняется её существенным отличием от нового строительства в области проектных решений, технологического процесса строительства, накладывает большое число пространственных и временных ограничений при производстве строительно-монтажных работ.

Основными факторами, определяющими производство строительно-монтажных работ при реконструкции действующих предприятий, являются: разнотипность конструктивных и объёмно-планировочных решений; стеснённость мест производства работ; ограниченная возможность применения средств механизации; необходимость увязки деятельности предприятия с производством строительно-монтажных работ.

Специфика производства работ на действующих предприятиях требует индивидуального подхода к проектированию производства работ на каждом объекте. В то же время количество пособий по технологии производства указанного вида работ существенно ниже, чем, например, посвящённых проектированию конструктивных решений по ремонту и усилению строительных конструкций.

Ввиду частого и не всегда точного использования, ниже приводятся определения терминов в соответствии с ныне действующими нормативными документами.

Реконструкция – совокупность работ и мероприятий, направленных на улучшение функционирования или использование по новому назначению здания, сооружения, вызывающих изменение строительного объёма или общей площади здания, сооружения, либо мощности (вместимости, пропускной способности) или назначения (включая отдельные помещения) с изменением нормативных требований.

Ремонт – совокупность работ и мероприятий по восстановлению работоспособности или исправности здания, сооружения, их элементов и частей, включая строительные конструкции и инженерное оборудование, утраченных в процессе эксплуатации, не подпадающих под определение реконструкции.

1. УСИЛЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

1.1 Технологические и технические требования к конструкциям усиления

При проектировании усиления необходимо предусматривать использование индустриальных методов производства работ, основанных на применении конструкций заводского изготовления максимальной готовности. Выбор метода усиления и разработка проекта производства работ осуществляется после обследования конструкций, поверочных расчетов и технико-экономического анализа различных вариантов усиления.

Проект производства работ по усилению конструкций необходимо разрабатывать на основании данных о фактическом состоянии усиливаемых конструкций, данных о действующих и проектируемых нагрузках, фактических технологических режимах и степени воздействия агрессивности среды, а также результатов лабораторных испытаний образцов из стали. Размеры конструкций усиления проектируются на основании обмерочных чертежей, учитывающих фактические размеры усиливаемых конструкций. Размеры конструкций усиления назначаются с учетом требований унификации. Количество типоразмеров, профилей, сечений в пределах реконструируемого объекта необходимо сводить к минимуму.

При разработке проектов производства работ по усилению металлических конструкций следует стремиться к максимальному сокращению сроков остановочного периода основного технологического процесса промышленного предприятия.

Монтажные узлы конструкций усиления должны обладать компенсационной способностью, т.е. предусматривать возможность погашения монтажных зазоров (которые должны быть не менее 50 мм) и неточности в размерах усиливаемых элементов.

Максимальные размеры усиливающих элементов следует назначать исходя из наличия свободного пространства в зоне монтажа, возможности установки этих элементов, в связи со стесненностью мест их заводки, с учетом характеристики монтажных механизмов. Для гибких длинномерных элементов, устанавливаемых при усилении методом увеличения сечения, максимальная длина монтажных элементов назначается исходя из допустимой гибкости элемента в процессе подъема. При невозможности монтажа конструкций усиления укрупненными блоками следует предусматривать на заводе-изготовителе контрольную сборку конструкций, монтируемых поэлементно.

При проектировании конструкций усиления необходимо учитывать воздействие агрессивной среды реконструируемого промышленного объекта и указывать решения по защитному покрытию. Конструкции, работающие в агрессивной среде, рекомендуется проектировать из замк-

нутых профилей (трубчатого, коробчатого и т.п. сечений). При этом необходимо учитывать, что особенно нетехнологичны в эксплуатации сечения из спаренных уголков.

Конструкции усиления следует проектировать таким образом, чтобы наиболее ответственные узлы (опорные узлы ригелей поперечных рам, стыки растянутых поясов ферм, узлы опирания и монтажные стыки подкрановых балок и т.п.) находились вне зон систематического увлажнения и были доступны для регулярных осмотров и ремонтов работниками службы эксплуатации зданий и сооружений действующего предприятия: анкерные болты, размещаемые на базах колонн, должны располагаться выше нулевой отметки, предварительно напряженные конструкции не должны подвергаться непосредственному воздействию повышенных температур и т.п.

В промышленных зданиях и сооружениях, технологические процессы которых связаны с пожаро- и взрывоопасностью, следует исключать сварочные работы, предусмотрев монтажные соединения на болтах (обычных или высокопрочных).

На конструкциях усиления следует предусматривать устройства для их строповки, которые необходимо включать в спецификацию отправочного элемента. Они должны располагаться таким образом, чтобы вертикальная ось крюка подъемного механизма совпадала с центром тяжести поднимаемой конструкции. Кроме того, элементы усиления должны быть снабжены приспособлениями для сборки и выверки (различного рода фиксаторами и т.п.).

На конструкциях усиления необходимо предусматривать устройства для установки домкратов, винтов, рычагов, стяжек, контрольно-измерительных приборов (индикаторов, тензометров, прогибомеров и т.д.).

Болтовые соединения конструкций усиления следует располагать с учетом требований простоты закручивания гаек и регулирования усилий типовыми монтажными инструментами. При этом должна быть обеспечена возможность поддержки головки болта при затягивании гайки.

При закреплении конструкций усиления болтовыми соединениями необходимо проверить возможность размещения болтов на усиливаемой конструкции: минимальное расстояние между центрами болтов $2,5d$, минимальное расстояние от центра болта до края элемента вдоль усилия $2d$, поперек усилия при прокатных кромках - $1,2d$, при обрезках - $1,5d$ (d - диаметр отверстия для болта). При проектировании болтовых соединений в случае усиления элементов, для которых определяющим является не устойчивость, а прочность усиленного стержня, следует стремиться к минимальному ослаблению сечения.

Сварные соединения должны назначаться таким образом, чтобы расстояние между существующими сварными швами усиливаемой конст-

рукции и монтажными сварными швами было не менее 50 мм.

В сварных монтажных узлах, выполняемых в проектном положении, должны быть предусмотрены отверстия для сборочных болтов, что позволит исключить процессы разметки и выноски осей, подгонки и фиксации элементов с помощью струбцин.

Для быстрого, точного и безопасного сопряжения элементов при монтаже следует предусматривать установку опорных столиков.

При конструировании сварных соединений следует соблюдать следующие правила:

- расположение монтажных сварных швов предусматривать в местах, удобных для выполнения сварочных работ; учитывать предельные габариты выступающих деталей, при которых возможна сварка, следует избегать потолочных швов;

- избегать скоплений и пересечений швов, а также швов, образующих замкнутый контур, во всех случаях сварные швы должны быть сплошными;

- в усиливаемых под нагрузкой конструкциях нельзя предусматривать сварные швы, расположенные поперек действующих усилий;

- при проектировании стыковых соединений листов разной толщины, если разница между толщинами стыкуемых элементов более 4 мм, а величина уступа более 1/8 толщины более тонкого листа, предусматривать на более толстом листе переходной скос с уклоном 1:5;

- размеры сварных швов назначать из расчета передачи необходимых усилий, форму сварных швов принимать в зависимости от толщины свариваемых элементов и типа шва.

До принятия решения об усилении конструкции с применением сварки на стадии проведения обследования материал усиливаемых конструкций должен быть проверен на свариваемость.

Оценку свариваемости проводят по химическому составу через эквивалент углерода и по результатам испытания на свариваемость. Соединение элементов конструкций из несвариваемой стали следует предусматривать на болтах. Комбинированные, соединения разной жесткости, например заклепочные или на обычных болтах совместно со сварными, запрещаются. Монтажные соединения клёпаных конструкций должны выполняться на болтах повышенной прочности или на высокопрочных болтах, обеспечивающих близкое к заклёпочному малодеформативное соединение.

При проектировании конструкций усиления путём увеличения сечения элементов следует руководствоваться следующими требованиями:

- радиус инерции нового сечения должен быть больше существующего;

- центровку элементов в узлах следует сохранять неизменяемой, располагая детали усиления так, чтобы центры тяжести основного и усиленного сечения элементов совпадали или были близки к нему;

- при усилении растянутых элементов концы деталей усиления должны

быть заведены за пределы зоны максимальных напряжений усиливаемого элемента. В решетчатых конструкциях участками меньших напряжений являются концы элементов усиления и фасонки поясов;

-следует стремиться к сохранению прежних габаритов усиливаемой конструкции, для этого дополнительные элементы желательнее располагать внутри усиливаемых;

-необходимо избегать вырезания деталей, препятствующих прикреплению элементов усиления по всей длине (рёбер жёсткости, сухариков, накладок и т.д.).

1.2. Классификация методов усиления стальных конструкций

Усиление стальных конструкций может осуществляться следующими методами (рис.1.1): введением дополнительных ненапрягаемых элементов; введением предварительно ненапрягаемых гибких или жёстких элементов; подведением дополнительных разгружающих элементов (конструкций); усилением стыковых соединений конструкций и их элементов; исключением элементов из конструкций.

С целью повышения несущей способности отдельных элементов и их соединений следует использовать следующие методы усиления: постановка дополнительных деталей, включаемых в совместную работу с усиливаемыми элементами; усиление сварных, заклепочных, болтовых соединений элементов.

Ряд способов – регулирование усилий в балочных конструкциях за счет изменения уровня опор, включение в работу фонаря, соединение несущих и ограждающих конструкций для совместной их работы и другие – не вошли в приведенную классификацию по причине содержания в себе тех же элементов технологического состава методов производства работ по усилению конструкций.

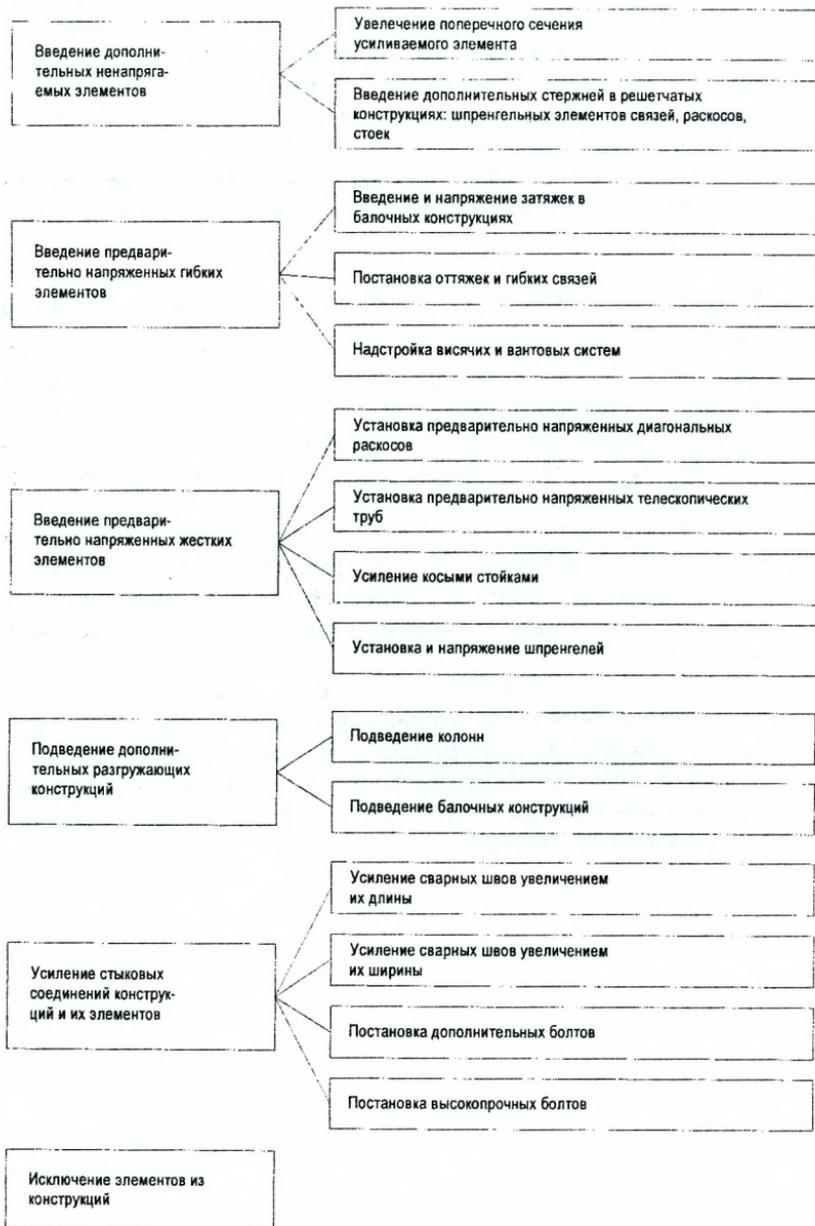


Рис. 1. Классификация методов усиления.

1.3. Основные правила производства работ при усилении металлических конструкций

1.3.1. Приемка и складирование конструкций усиления

Конструкции усиления для реконструируемого объекта необходимо принимать от завода-изготовителя по ведомостям, сертификатам с обязательной проверкой марки стали, поперечных сечений, длины элементов, сварных швов (высота и длина), болтовых соединений (диаметр, расстояния), а также качества выполненных в заводских условиях узловых соединений (сварных, болтовых). В предварительно напряженных конструкциях следует проверять сечение затяжек, качество выполнения анкерных креплений. Обнаруженные отклонения размеров от проектных не должны превышать установленные допуски.

Запрещается принимать неогрунтованные и неокрашенные элементы усиления, поступающие с завода-изготовителя. При этом не должны быть огрунтованы и окрашены зоны монтажной сварки шириной до 100 мм с двух сторон шва, а также поверхности, соприкасающиеся с поверхностями усиливаемых конструкций. Стальные элементы, подлежащие обетонированию, также не следует грунтовать и окрашивать, перед обетонированием их необходимо покрывать цементным молоком.

Конструкции усиления следует маркировать в соответствии с чертежами КМД, а приемку их осуществлять по комплектовочным ведомостям. Дефекты конструкций, обнаруженные при осмотре, нужно устранять до начала их монтажа.

Складирование конструкций усиления следует производить в непосредственной близости от места усиления. В случае невозможности выполнения этого условия конструкции следует размещать так, чтобы обеспечить минимальный объем погрузочно-разгрузочных операций и максимально использовать для этих целей технологическое оборудование реконструируемых цехов и объектов. Комплектовать конструкции при этом необходимо по маркам с учетом технологической последовательности их монтажа.

Элементы и конструкции усиления при транспортировании и складировании необходимо укладывать на специальные подкладки. Отправочные марки следует закреплять на транспортных средствах за монтажные скобы и проушины скрутками из проволоки. Отдельные элементы конструкций усиления, которые будут проходить укрупнительную сборку или монтироваться поэлементно, следует увязывать в пакеты.

Канаты в случае испытания их вне зоны монтажа следует перевозить в бухтах с внутренним диаметром не менее 2,5 м - при диаметре каната до 42 мм и 3,5 м - для канатов с большим диаметром. Затяжки следует транспортировать, складировать и монтировать с надетыми фиксаторами и диафрагмами, которые должны быть прикручены проволочными скрутками к канату.

Фермы и балки необходимо складировать и хранить в вертикальном положении на подкладках в специальных стеллажах. Складирование конструкций должно исключать соприкосновение их с грунтом, а также застаивание на них воды. На площадке складирования должен быть организован отвод поверхностных вод.

1.3.2. Подготовительные работы

Перед монтажом конструкций необходимо выполнить подготовительные работы, которые обеспечивают безопасное и качественное проведение всех работ по усилению. До начала всех работ необходимо оградить рабочую зону.

В подготовительный период к рабочему месту следует подвести воду и сжатый воздух, установить и подключить к электросети сварочные трансформаторы, рабочие места оснастить необходимыми инструментами и приспособлениями, в зоне монтажа установить средства пожаротушения.

До начала основных работ по усилению конструкций следует собрать и сдать в эксплуатацию монтажные механизмы, навесные блоки, устроить якоря лебедок и т.д., защитить технологическое оборудование, находящееся в монтажной зоне, от механических повреждений, а в случае необходимости часть оборудования демонтировать. Кроме того, следует устроить защитные козырьки, настилы, ограждения опасной зоны, а при усилении подкрановых балок необходимо удалить из рабочей зоны мостовые краны, поставить тупиковые упоры на рельсах и обесточить троллеи.

Для обеспечения безопасного выполнения работ по усилению конструкции необходимо навесить люльки и лестницы, установить леса и подмости и др., в случае невозможности применения типовых приспособлений, из-за стесненности фронта работ использовать индивидуальные монтажные средства, которые изготавливают по специальным чертежам согласно СНиП III-4-80 и соответствующим государственным стандартам.

Усиление конструкций следует выполнять при частичном снятии действующих нагрузок. Величина снижения нагрузки зависит от условий работы элемента или конструкции, от принятого метода усиления. При усилении путем увеличения сечения с применением сварки работы необходимо производить при напряжениях, не превышающих $0,5R$ для центрально-растянутых и изгибаемых элементов, $0,4R$ - для внецентренно-сжатых и внецентренно-растянутых, $0,6R$ -для центрально-сжатых элементов. Конструкции следует разгружать от временных нагрузок: пыли, снега, материалов, инструментов и т.д. При этом должно быть ограничено пребывание людей на рабочих площадках, в проходах галереи и т.п. без снижения интенсивности протекания технологического процесса производства. В случае необходимости уменьшения постоянных нагрузок

зок рекомендуется использовать временные опоры с домкратами, с помощью которых разгружают колонны и элементы ферм. Место установки временной опоры и требуемое усилие в домкратах определяют расчетом и указывают в ППР. При усилении подкрановых балок постановкой дополнительных ребер жесткости следует предварительно разгрузить конструкцию путем подвода временных опор, проверить ее устойчивость и при необходимости установить временные связи. При усилении подкрановых балок другими методами (когда не требуется полное снятие нагрузок) разгружать их установкой временных тупиковых упоров для ограничения зоны действия кранов или установкой удлиненных буферных устройств, снижающих габариты приближения кранов.

Разгружать конструкции путем демонтажа вышележащих конструкций (кровли, плит покрытия) или технологического оборудования целесообразно только в тех случаях, когда проектом реконструкции предусмотрена замена элементов покрытия или смена оборудования.

Конструкции должны быть очищены от ржавчины и остатков краски (в местах примыкания) при небольших объемах работ - металлическими скребками и щетками вручную, а при значительных - механизированным способом, например с помощью дробеструйных, дробеструйных, гидропескоструйных установок. Для этого на очищаемую поверхность под давлением 0,5-0,7 МПа подают смесь кварцевого песка с водой и сжатым воздухом. В эту смесь рекомендуется добавлять замедлители коррозии - нитрат натрия, тринитрит фосфата, хромпик (5-10% от объема).

Рекомендуется применять наиболее эффективные способы очистки стальных конструкций от ржавчины (например, химическую очистку с использованием специальных ингибированных паст), которые наносят шпателем слоем 3-5 мм и выдерживают в течение 6-12 ч. Затем поверхность промывают водой под напором или кистями, после чего нейтрализуют 3%-ным раствором кальцинированной соды и просушивают.

В подготовительный период на элементы необходимо нанести оси, отметки, риски, в местах строповки просверливать отверстия с последующим обустройством монтажных приспособлений. Следует учитывать, что под новые опоры и колонны должны быть выполнены фундаменты.

Канаты, используемые для затяжек, предварительно вытягивают в стенде с приложением усилия, превышающего проектное на 20%, и выдерживают под натяжением в течение 1 ч. Одновременно с вытяжкой необходимо проверить прочность анкерных закреплений. При вытяжке не допускается раскручивание каната и вращение анкеров. По возможности стенд размещают в зоне действия монтажных механизмов. Если вытяжка произведена на заводе-изготовителе, канаты к месту установки затяжки перевозят в бухтах. Вытяжку можно производить и другим способом, заключающимся в повторных (5-7 раз) нагружениях и разгрузках каната усилием вытяжки без выдержки.

Антикоррозионную защиту канатов, применяемых для усиления конструкций, необходимо выполнять с использованием традиционных покрытий (солидола, канатной мази и др.), а также современных эффективных защитных средств (например, состав "антистарителя" ОМСК-7 в смеси с трансформаторным маслом в соотношении 2:1). Для этого очищенный канат пропускают через ванну с жидкой, хорошо перемешанной и разогретой до 80°С смазкой и образуют плотное равномерное покрытие всей поверхности каната антикоррозионной пленкой толщиной 0,6-0,8 мм.

1.3.3. Монтаж элементов и конструкций усиления

Монтажные работы следует выполнять в соответствии с ППР, технологическими картами и нормативными документами. В случае невозможности применения обычных методов и средств производства монтажных работ различные поддерживающие элементы усиления (балки, шпренгели и др.), используемые для усиления несущих конструкций (ферм, ригелей), следует устанавливать в проектное положение с использованием монтажных столиков. В этом случае поддерживающие элементы располагают на усиливаемых или других конструкциях, а затем с помощью домкратов, винтовых и других приспособлений выводят в проектное положение.

Наводку конструкций в проектное положение следует производить с помощью оттяжек из пеньковых или капроновых канатов. При этом запрещается принудительная подгонка конструкций усиления при их монтаже. На конструкциях усиления следует устанавливать фиксаторы, упоры, направляющие и другие приспособления, которое обеспечивают упрощение выполнения монтажных процессов и увеличивают точность установки, а также повышают производительность труда. Устанавливаемые элементы до их расстроповки должны быть надежно закреплены прихватками, болтами, пробками, струбцинами, расчалками и др. (рис. 1.2).

1.3.4. Выполнение соединений на болтах, усиление болтовых и заклепочных соединений

При усилении конструкций соединение элементов на болтах следует предусматривать в следующих случаях:

- при усилении болтовых соединений, невозможности выполнения сварных соединений из-за пожаро- и взрывоопасности среды или если усиливаемые конструкции выполнены из несвариваемой стали;
- при усилении заклепочных соединений;
- для фиксации элементов усиления в процессе монтажа.

Отверстия под болты повышенной точности следует устанавливать по номинальному диаметру их стержней либо меньших размеров с последующим рассверливанием их до проектного диаметра в собранных эле-

ментах. Отверстия под болты грубой и нормальной точности, а также под высокопрочные болты следует выполнять на 3 мм больше диаметра болта. Болт должен входить в отверстие без перекосов с плотным прилеганием головки к плоскости детали. В противном случае отверстие расверливается на больший диаметр и производится повторная сборка.

Под гайки болтов грубой, нормальной и повышенной точности следует устанавливать круглые шайбы по (не более двух), а под каждую головку и гайку высокопрочных болтов должно быть поставлено по одной термически обработанной шайбе с диаметром на калибр большим, чем диаметр болта.

При усилении конструкций с увеличением площади сечения элементов и применении высокопрочных болтов необходимо предварительно тщательно очистить соприкасающиеся поверхности, нового и старого металла от старой краски, ржавчины, масляных пятен и т.д., а также удалить заусеницы в отверстиях и по кромкам деталей. При этом соединяемые поверхности рекомендуется обрабатывать одним из следующих способов: химическим (растворами кислот); ручным или механическим (с использованием стальных щеток, пескоструйных или дробеструйных установок); огневым (обжигом широкозахватными газовыми горелками).

Огневую очистку поверхности допускается выполнять при толщине металла не менее 5 мм. После обработки продукты горения необходимо удалить мягкой проволочной щеткой, а затем волосяной щеткой (протирка ветошью не рекомендуется).

Установку высокопрочных болтов следует осуществлять не позднее чем через трое суток после очистки и сборки пакета. Перед натяжением болта резьбу гайки нужно смазать минеральным маслом.

При замене дефектных заклепок высокопрочными болтами без добавления нового металла трение между соприкасающимися поверхностями старого металла обеспечивается за счет развития процессов коррозии, в связи с чем очистку следует вести только на наружных поверхностях в пределах постановки высокопрочных болтов (под шайбами). При этом соблюдаются следующие правила:

нельзя создавать смешанные клепано-болтовые соединения, в которых болты расположены только по одну сторону от продольной оси симметрии элемента. Замена подлежат все заклепки поперечного ряда, расположенные симметрично относительно продольной оси симметрии элемента;

при частичной замене заклепок с целью повышения выносливости необходимо заменять их высокопрочными болтами в двух-трех поперечных рядах от края фасонки;

при замене заклепок используют болты диаметром: для заклепок 3/4 (19-21 мм) - М 18; 7/8 (23-25 мм) - М 22; 1 (26-27 мм) - М 24.

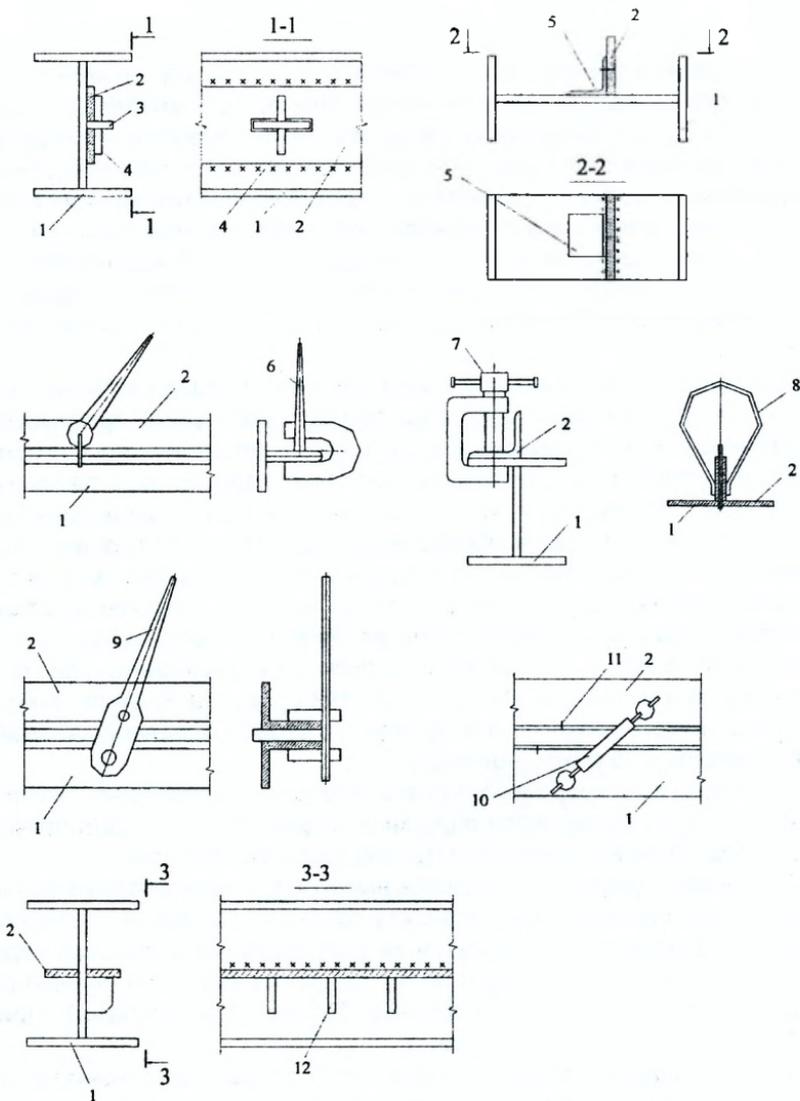


Рис.1.2. Приспособления для сборки и выверки конструкций усиления:

1 - усиливаемая конструкция; 2 - элемент усиления; 3 - скоба; 4 - клин; 5 - фиксатор; 6 - эксцентриковый зажим; 7 - струбцина; 8 - клеммер; 9 - вилка; 10 - стяжка; 11 - риска; 12 - упор

Усиление болтовых узлов и соединений может быть выполнено постановкой дополнительных болтов, заменой имеющихся болтов болтами большего диаметра, заменой обычных болтов высокопрочными.

Затяжку болтов следует осуществлять от центра стыка к краям равномерно и повторять не менее двух раз. При этом плотность пакета проверяет щупом толщиной 0,3 мм, который не должен входить между собранными деталями более чем на 20 мм в соединениях на болтах обычной прочности, а в высокопрочных - совсем не должен подходить.

Гайки в высокопрочных болтах заворачиваются в два этапа: вначале закручивают гайку обычным накидным ключом до отказа или пневматическим гайковертом типа ИП 3103, затем на гайку и шайбу наносят черту масляной краской, от которой отмеряют заданный угол доворачивания (например, при числе пластин в пакете, равном 2-3, этот угол составляет для болтов М18 и М22 180°, а для болтов М24 и М27 - 120°) и после этого наносят черту, до которой любым ключом или гайковертом доворачивают гайку. Натягиваются высокопрочные болты с контролем крутящего момента динамометрическими ключами или пневматическими гайковертами типа ИП 3106 ил и ИП 3205. При этом натяжное оборудование должно быть предварительно протарировано. Если в соединении наряду с высокопрочными болтами предусмотрена сварка деталей, последнюю следует выполнять после постановки всех высокопрочных болтов и затяжки их на проектное усилие. После сварки необходимо провести контрольную проверку натяжения всех высокопрочных болтов.

1.3.5. Сварочные работы

При усилении конструкций с применением сварки вначале следует разгрузить несущие элементы.

Производство работ по усилению конструкций под нагрузкой с применением сварки допускается при температуре: для конструкций из кипящих сталей - не ниже минус 5°С; для конструкций из спокойных и полуспокойных сталей при толщине свариваемых деталей до 30 мм - не ниже минус 15°С; для конструкций из спокойных и полуспокойных сталей при толщине свариваемых деталей более 30 мм - не ниже 0°С.

При усилении слабонагруженных конструкций (напряжение в момент усиления не более 0,25 расчетного сопротивления) минимальная температура, при которой допускается производить работы, может быть снижена до минус 15°С для кипящих сталей и до минус 25°С - для спокойных и полуспокойных. При более низких температурах для аварийных ситуаций следует предусматривать производство работ с применением болтовых соединений. В момент усиления должны быть исключены все подвижные нагрузки, передающие на усиливаемые конструкции удары и вибрации.

Для сварки следует принимать тип и марку электрода в зависимости от марки свариваемой стали и условий работы усиливаемых конструкций. В случае усиления конструкции, которые подвергаются непосредственному воздействию динамических и вибрационных нагрузок, рекомендуется применять электроды типа Э42А для сварки углеродистых сталей, Э46А и Э50А - для сварки низколегированных сталей. В остальных

случаях применяют электроды типа Э42, Э46, Э50. При сварке сталей, различных по химическому составу, необходимо использовать электроды, близкие к наименее легированной стали. Сварку при усилении конструкций следует производить электродами диаметром не более 4 мм при силе тока не более 220 А. Толщина швов за один проход не должна превышать 6 мм. При необходимости наложения швов толщиной более 6 мм сварку производят в 2-3 и более слоев. При этом увеличение толщины шва за один проход не должно превышать 2 мм. Последующие слои можно накладывать только после охлаждения предыдущего слоя до 100°С.

При усилении элементов под нагрузкой запрещается наложение швов поперек элемента или в поперечном направлении по отношению к действующим усилиям в элементе. Сварные швы должны выполняться только сплошными и преимущественно в нижнем положении.

Сварку необходимо выполнять с учетом соблюдения технологической последовательности и порядка наложения швов. В случае усиления конструкций путем увеличения сечения вначале накладываются расчетные швы по концам детали, в направлении от ее торца к середине, а затем тонкие сплошные швы по всей длине усиливаемого элемента от середины к краям. При усилении балок и ферм с применением сварки сначала усиливают нижние пояса, а затем верхние при том же порядке наложения швов. Для элементов из уголков наложения швов начинают со стороны пера уголка - от края фасонки, переходят к наложению шва второго парного уголка с обратной стороны той же фасонки, накладывают швы по перу уголков с противоположного конца элемента у второй фасонки, после чего переходят к наложению швов по обуху уголков в той же последовательности. Ребра жесткости необходимо приваривать одновременно с двух сторон двумя сварщиками, при этом продольные ребра приваривают сначала к поперечным ребрам, а затем к стенке балки.

При усилении длиномерных элементов (более 0,5 м) сварку выполняют от середины элемента к краям обратноступенчатым способом (длина ступени 0,1-0,4 м), при этом ступень выполняют в направлении, обратном общему направлению сварки. Длина ступени зависит от толщины свариваемого металла: чем толще прокат, тем меньше длина ступени. Если толщина швов превышает 6 мм, то их накладывают за несколько проходов, при этом общее направление в последующем проходе меняется на противоположное. Окончания ступеней в смежных слоях не должны совпадать. Вертикальные швы выполняются сверху вниз.

При выполнении стыковых соединений между усиливающими и усиливаемыми элементами можно допускать одностороннюю сварку с подваркой корня шва, а также сварку на остающейся стальной подкладке.

В случае усиления сварных соединений увеличением толщины существующих швов новые слои наплавляют при отсутствии места для наложения новых швов. При необходимости одновременного увеличения длины и толщины швов сварку следует начинать с увеличения длины

шва. Увеличение длины существующих рабочих швов и наплавку новых сварных слоев производить электродом диаметром не более 4 мм на сварочном токе не более 220 А. При этом катет новых швов, выполняемых за один проход, не должен превышать 5 мм, а увеличение толщины существующих швов за один проход - 2 мм.

Для элементов из уголков наложение новых швов при увеличении длины следует начинать со стороны пера от края фасонки в направлении существующих швов. Увеличение толщины существующих швов наплавкой новых слоев следует начинать по перу уголка, используя всю их длину примыкания к фасонке.

Величину сварочного тока назначают в зависимости от места расположения сварных швов. Для случаев нижнего размещения швов эту величину следует принимать в пределах 160-200 А, для вертикального - 120-160 А и потолочного - 110-150 А.

При усилении сварных соединений участки швов с дефектами в виде скоплений пор и трещин необходимо удалять пневматическим зубилом или специальным воздушно-дуговым или кислородным резаком и заваривать вновь. Перерывы швов и кратеры после зачистки нужно заваривать. Подрезы глубиной до 2 мм следует заваривать тонким швом, глубиной более 2 мм - заваривать с предварительной разделкой кромок непровара.

При усилении конструкций, воспринимающих динамические и вибрационные нагрузки, необходимо швы выполнять с плавным переходом к основному металлу, лобовые швы устраивать с отношением катетов 1:1,5, а фланговые - 1:1, валик шва по возможности должен иметь вогнутую поверхность, концы фланговых и лобовых швов должны подвергаться механической обработке.

При монтаже или укрупнительной сборке положение деталей следует фиксировать прихватками, при этом их располагают вне зоны максимальных напряжений. Прихватки накладывают длиной 50-100 мм через 400-500 мм и сечением менее 2/3 высоты основного шва. Для прихватки конструкций необходимо применять те же электроды, что и для основных сварных швов.

1.3.6. Создание предварительного напряжения и включение в работу конструкций усиления

В условиях действующего предприятия рекомендуется применять механические способы создания предварительного напряжения и включения в работу конструкций и элементов усиления, так как они являются более простыми, обеспечивают достаточную точность и могут применяться без ограничений при любых технологических условиях действующего промышленного производства.

До начала предварительного напряжения на усиливаемые конструкции следует установить детали для крепления анкерных и натяжных устройств; выполнить усиление элементов, в которых при натяжении воз-

можно появление напряжений, превышающих расчетные; установить связи, диафрагмы, фиксаторы, обеспечивающие устойчивость конструкций в процессе усиления.

Для создания предварительного напряжения механическим способом применяют установки с гидравлическими домкратами, динамометрические ключи, винтовые распорки и стяжки, натяжные параллелограммы, полиспасты, тали, тяжи, талрепы и т.д. Кроме того, допускается использовать пригруз и распорные устройства. Выбор средств натяжения должен обосновываться величиной требуемого усилия натяжения, особенностями конструкции затяжки и производственными возможностями. При создании больших усилий рекомендуется применять натяжные устройства с толкающими гидравлическими домкратами, при небольших усилиях - тали, тяги, стяжки и т.п.

Натяжение затяжек (рис. 1.3) следует осуществлять продольным усилием с упором на жесткую часть конструкции; стягиванием ветвей или шпренгелей в продольном направлении; оттягиванием в поперечном направлении.

Натяжение затяжек первым способом может осуществляться с одной стороны. Если в обоих опорных узлах нет места для установки домкратов, натяжение необходимо выполнять вторым или третьим способом, при этом применение третьего способа позволяет значительно уменьшить тяговое усилие натяжного устройства.

После натяжения положение затяжки необходимо фиксировать диафрагмами, ребрами, упорными столиками, накладками и т.д. Только после окончательного закрепления этих элементов и соответствующего контроля допускается снимать натяжное устройство.

При включении в работу конструкций усиления используются в основном те же приспособления, что и при натяжении затяжек. При подведении дополнительных опор следует располагать их под узлами, с помощью которых осуществляется включение опор в работу. Чтобы исключить применение люлек, подмостей, лесов, устройства включения располагают под опорами на земле. Включение в работу подводимых дополнительных опор, а также разгрузку усиливаемых конструкций следует выполнять одним из следующих способов (рис. 1.4): раздвижкой телескопической стойки с помощью домкратов, устанавливаемых между упорами внешней и внутренней труб и фиксацией положения опоры приваркой направляющих ребер; выжиманием опоры с помощью винтовых приспособлений, устанавливаемых в нижней части опоры с последующей обваркой гаек и обетонированием башмаков опор; подклиниванием опоры снизу путем забивки клиньев с помощью специальной установки; стягиванием ветвей опоры, выполненных с переломом, с помощью винтовых стяжек до установки ветвей в вертикальное положение, после чего в местах переломов привариваются накладки; установкой специального распорного устройства со стяжными болтами и пружинной, которыми передают усилие распора.

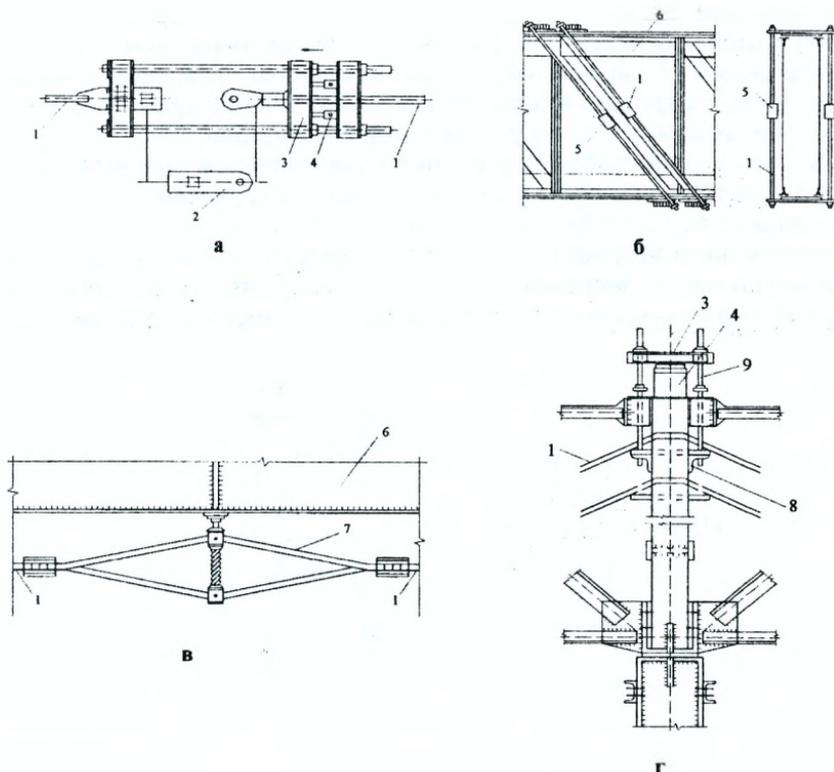


Рис.1.3. Натяжение затяжек:

а – продольным стягиванием с помощью домкратов; б – то же, с помощью стяжных муфт; в – то же, с помощью натяжного параллелограмма; г – поперечным оттягиванием с помощью винтовой распорки; 1 – затяжка; 2- накладка (ставится после натяжения); 3 – подвижная траверса; 4 – домкрат; 5 – стяжная муфта; 6 – усиливаемая конструкция; 7 – натяжной параллелограмм; 8 – опорный столик (приваривается после натяжения); 9 – винтовая распорка.

При усилении необходимо следить за синхронной работой всех домкратов, производить одновременное вывинчивание гаек во избежание возможных перекосов.

С целью удобства монтажа распорного устройства между стойкой и усиливаемой конструкцией пружину нужно сжимать на несколько большую величину, чем расстояние между опорой и усиливаемым элементом.

Дополнительные балочные конструкции включаются в работу с помощью домкратов или винтовых приспособлений (рис. 1.5) в такой последовательности: на нижнюю полку балки усиления, прикрепленной к усиливаемой балке хомутами, навешивается захватно-натяжное устройство, снабженное гидродомкратом, и фиксируется в требуемом положении упорами, после чего с помощью гидродомкрата между усиливаемой и

усиливающей балками создается распор и в образовавшийся зазор вставляются прокладки. При усилении легких балочных конструкций (типа прогонов и т.п.) включение следует выполнять с помощью выжимного устройства, представляющего собой гайку, упирающуюся в столик, и винт, упирающийся в полку усиливаемой конструкции.

При выполнении работ по усилению с применением предварительного напряжения и установке дополнительных разгружающих конструкций необходимо осуществлять измерительный контроль.

Напряжение в затяжках контролируется двумя способами, основанными на разных принципах измерения: по величине предварительного напряжения; по величине удлинения или по деформациям усиливаемой конструкции.

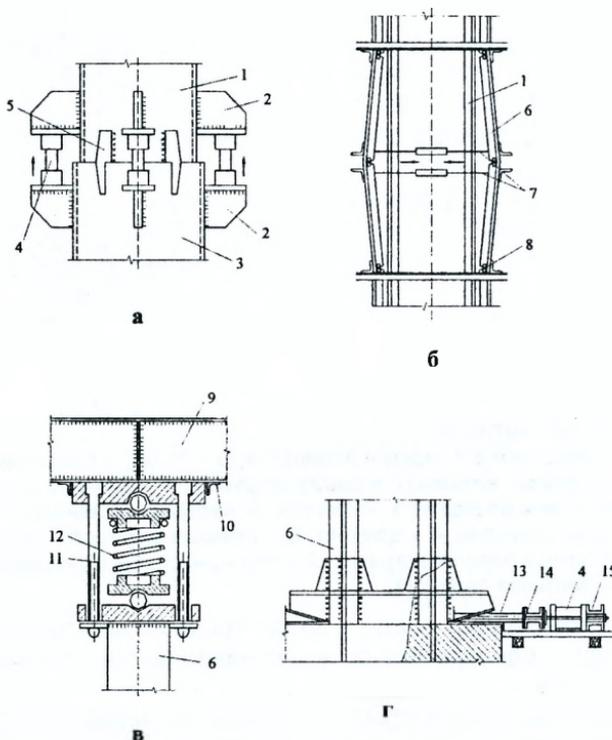


Рис. 1.4. Способы включения в работу дополнительных опор:

а – раздвижка телескопической стойки; б – стягивания ветвей опоры; в – с помощью специальной установки; г – устройство для забивки клиньев; 1 – внутренняя труба; 2 – упоры; 3 – наружная труба; 4 – домкрат; 5 – направляющие ребра; 6 – конструкция опоры усиления; 7 – винтовые стяжки муфты; 8 – накладки (привариваются после стягивания); 9 – усиливаемая конструкция; 10 – фиксаторы; 11 – регулирующие стяжные болты; 12 – пружины; 13 – клинья; 14 – натягающая подвижная траверса; 15 – неподвижная траверса

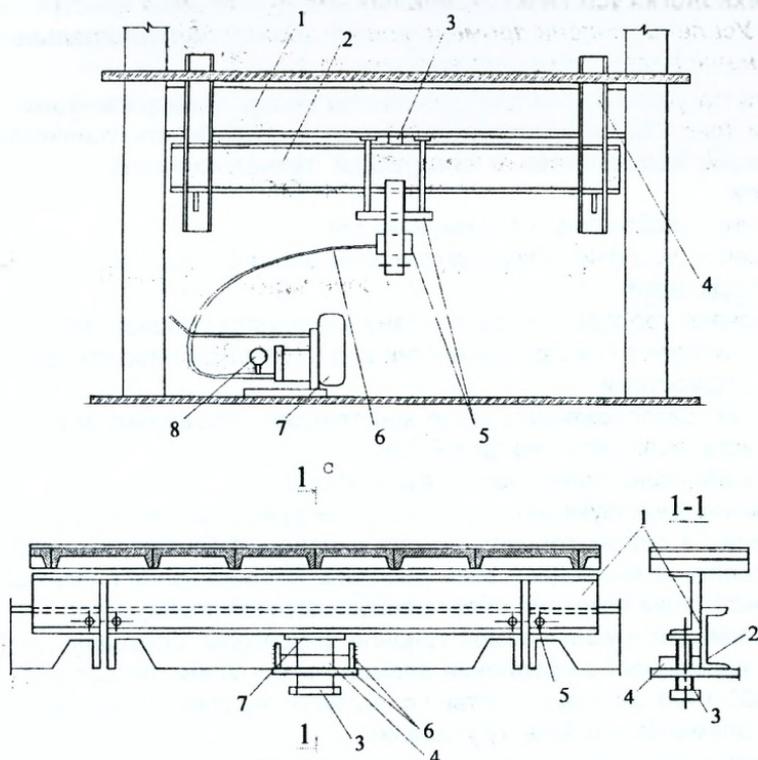


Рис. 1.5. Включение в работу балочных конструкций:
 а – с помощью домкратной установки; б – с помощью винтового приспособления;
 1 – усиливаемая балка; 2 – балка усиления; 3 – прокладка; 4 – хомуты; 5 – захватно-натяжное устройство; 6 – шланг; 7 – маслонасосная станция; 8 – винт

Контроль напряжения в затяжке следует вести приборами (манометрами гидравлической установки, динамометрами, специальными тензовставками, динамометрическими ключами), непосредственно измеряющими усилие.

Усилие натяжения вынесенных затяжек ломаного очертания можно контролировать измерением прогиба в месте подвеса груза постоянной величины прогибомерами или канатными динамометрами.

По удлинению затяжек напряжение следует контролировать измерением относительного смещения меток на затяжках, измерением выхода штока домкрата, часовыми индикаторами или прогибомерами.

По деформациям усиливаемой конструкции напряжения можно контролировать измерением прогиба в середине пролета (прогибомерами, нивелирами, индикаторами и тензометрами).

1.4. Технология усиления отдельных видов стальных конструкций.

1.4.1. Усиление колонн промышленных зданий дополнительными ненапрягаемыми элементами

Работа по усилению колонн дополнительными ненапрягаемыми элементами (рис.1.6), повышающими несущую способность усиливаемых конструкций, выполняется в следующей технологической последовательности:

- колонну освобождают от коммуникаций;
- элементы усиления размещают в зоне работ с укладкой их на деревянные подкладки;
- отключают троллеи мостового крана в пределах рабочей зоны;
- устанавливают приставную лестницу с площадкой либо обстраивают колонну подмостями;
- в узлах, расположенных выше конструкций, закрепляют монтажные блоки и устанавливают электролебедки;
- подготавливают поверхности ветвей колонны;
- снижают действующую на колонну нагрузку так, чтобы расчётное напряжение в ветвях колонны не превышало $0,4 R$; разгрузку следует осуществлять ограничением зоны работы мостового крана и освобождением конструкций покрытия от временных нагрузок (пыли, снега);
- приваривают к усиливаемой колонне фиксаторы, служащие для выверки и временного закрепления элементов усиления, располагая их с шагом 600-1000 мм в соответствии с шагом отверстий под них на усиливающих элементах по проекту усиления;
- устанавливают элементы усиления в проектное положение, закрепляя их струбцинами либо совмещая отверстия с фиксаторами, временно закрепляют их с помощью клиньев, после чего
- разрешается выполнять расстроповку элементов усиления;
- окончательно закрепляют усиливающие детали путем сварки, при этом вначале накладывают проектные сварные швы в концах элементов, а затем обратно-ступенчатые швы по всей длине элементов;
- покрывают антикоррозионным составом неокрашенные части усиленной колонны и усиливающих элементов;
- снимают блоки, разбирают подмости, убирают электролебедки.

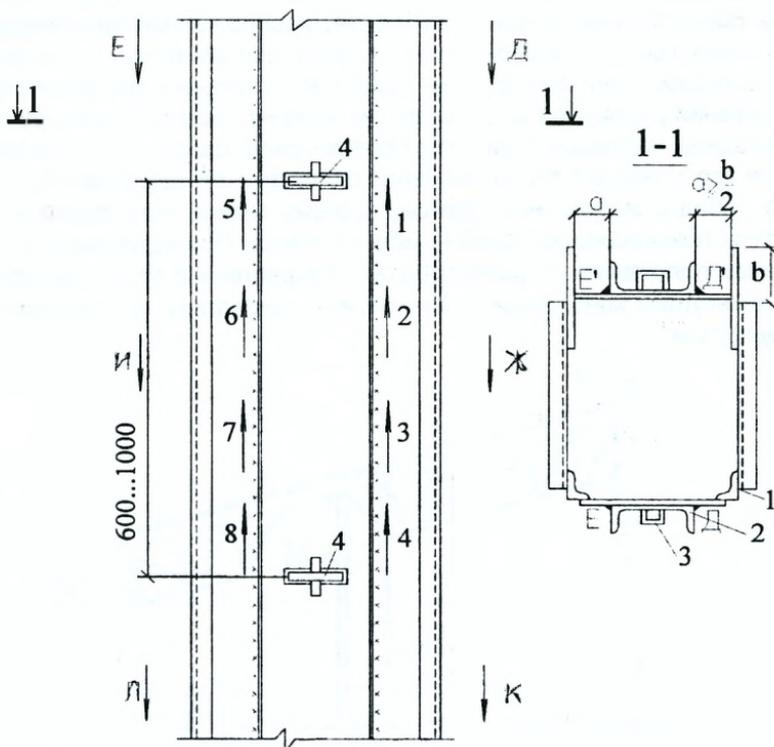


Рис. 1.6. Усилие колонны дополнительными ненапрягаемыми элементами: 1 – усиливаемая колонна; 2 – элементы усиления; 3 – фиксаторы; 4 – клинья.

1.4.2. Усиление ферм дополнительными ненапрягаемыми элементами

Работы по усилению ферм дополнительными ненапрягаемыми элементами выполняют в такой последовательности:

- снижают нагрузку на конструкции в соответствии с проектом усиления;
- поднимают и устанавливают элементы усиления в проектное положение с временным закреплением их прихватками электродуговой сваркой;
- сваривают по всей длине усиливающих деталей, причем вначале выполняют швы элементов нижнего пояса, затем решетки и в последнюю очередь - верхнего пояса. Сварку при этом следует производить, соблюдая порядок и направление сварных швов;
- покрывают антикоррозионными составами поверхность усиленных элементов и деталей усиления.

Производство работ по усилению стальных ферм транспортных гале-

рей, переходов, мостов и т.п. рекомендуется производить с использованием оборудования и приспособлений, изображенных на технологической схеме (рис. 1.7), включающих салазки, люльки и систему перемещений. Салазки такой конструкции можно использовать при реконструкции сооружений различной ширины путем замены съемных ригелей, связей, переходных настилов. При этом перемещение салазок с установленными на его консолях строительными люльками осуществляется с помощью лебедки и отводных блоков, лебедку можно установить на перекрытиях примыкающих зданий либо на земле. При установке лебедки в рабочее положение ее раму следует прикреплять к стационарному якорю, к несущим конструкциям здания или закреплять установленным на раму грузом.

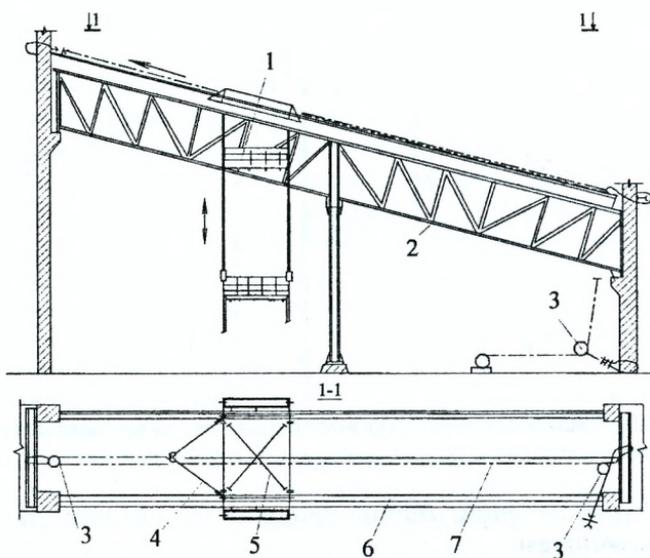


Рис. 1.7. Усиление конструкций транспортной галереи дополнительными ненапрягаемыми элементами:

1 – люлька; 2 – усиливающие элементы; 3 – отводной блок; 4 – двухветвевой строп; 5 – съемная связь; 6 – направляющие; 7 – канат лебедки

Салазки перемещаются по направляющим швеллерам, которые крепятся к несущим элементам покрытия. Удерживающий салазки канат крепится двухветвевым стропом к проушинам салазок. Для выполнения работ по усилению горизонтальных связей по нижнему поясу ферм и устройства антикоррозионного покрытия необходимо устраивать переходной настил, который закрепляют на днище строительных люлек, обеспечивая геометрическую неизменность системы салазки - люлька - настил.

Несущую способность элементов верхнего пояса фермы можно увеличить постановкой шпренгельных элементов (рис. 1.8).

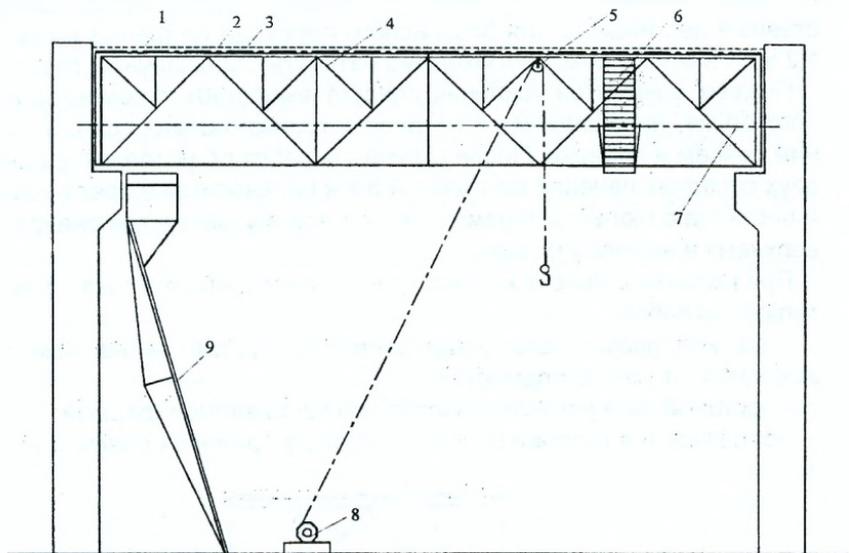


Рис.1.8. Усиление ферм шпренгельными элементами:

1 – связи по верхним поясам ферм; 2 – канат для перемещения люльки; 3 – усиливаемый пояс фермы; 4 – элементы усиления; 5 – монтажный блок; 6 – лестница с люлькой; 7 – страховочный трос; 8 – лебедка; 9 – приставная лестница с площадкой

При этом работы нужно выполнять в следующей технологической последовательности:

- подготовить поверхности усиливаемых элементов фермы в местах примыкания шпренгельных конструкций;
- снизить нагрузки на ферму путем освобождения покрытия от временных нагрузок (снега, пыли);
- установить по разметке узловые фасонки и зафиксировать их проектное положение вначале прихватками, а затем приваркой проектными швами;
- поднять и установить шпренгели в проектное положение и временно закрепить их на болтах грубой точности;
- в узлах крепления шпренгельных элементов наложить проектные сварные швы;
- покрыть антикоррозионными составами неокрашенные части усиленных конструкций и шпренгельные элементы.

Все операции по усилению фермы необходимо производить с помощью лестницы с люлькой, которая перемещается вдоль фермы по на-

правляющему канату. При этом концы канатов крепятся к вертикальным связям и фиксируются сжимами (не менее трех на один конец). Для подъема рабочих на усиливаемую ферму следует использовать приставные лестницы, а для безопасного перехода по ферме на высоте 1-1,2 м от нижнего пояса необходимо натянуть страховочный трос.

Подъем элементов усиления следует выполнять с помощью монтажного блока, навешиваемого на прогон горизонтальных связей по верхним поясам и лебедки. После окончания работ по усилению в одной или двух соседних панелях монтажный блок переносится в следующий узел, а лестница с люлькой перемещается к новому месту, где она крепится к верхнему и нижнему поясам.

При наличии в цехе мостовых кранов рекомендуется такая последовательность работ:

- на мостовом кране устанавливается настил и на нем раскладываются элементы подмостей;
- мостовой кран устанавливается под усиливаемой фермой;
- отключаются троллеи мостового крана в пределах опасной зоны;

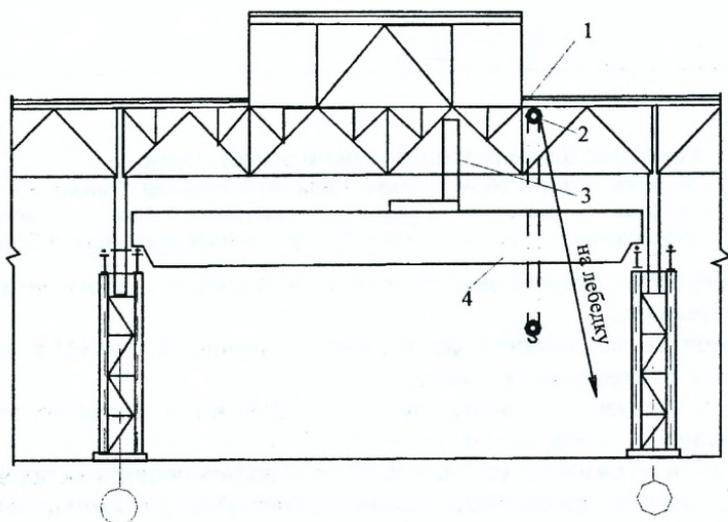


Рис.1.9. Усиление ферм с мостовых кранов:

1 – элементы усиления; 2 – отводной блок; 3 – подмости; 4 – мостовой кран

- с помощью блоков и электролебедки на мостовом кране устанавливаются подмости (рис.1.9) с закреплением их в соответствии с ППР и обеспечением их жесткости и устойчивости; проводятся работы по усилению ферм; снимаются подмости с мостового крана, отводные блоки и лебедки.

1.4.3. Усиление пролетных конструкций предварительно напряженными гибкими затяжками

Усиление конструкций предварительно напрягаемыми элементами (рис. 1.10) может выполняться без снижения нагрузок. Однако, поскольку подкрановые конструкции подвержены действию динамических нагрузок, не допустимых при выполнении работ, то на период их усиления необходимо ограничить зону действия мостовых кранов, установив тупиковые упоры за пределами усиливаемой балки.

Работы по усилению подкрановых балок необходимо выполнять в следующей технологической последовательности:

- отключить троллеи с обеих сторон подкрановых балок в пределах зоны работ;

- подготовить поверхности нижнего пояса балки в местах опирания затяжки; при этом работы необходимо выполнять с использованием приставных лестниц с площадками и передвижных вышек;

- просверлить отверстия в нижнем поясе для крепления опорных частей затяжки и фиксаторы;

- установить на болтах грубой точности опорные узлы затяжки, состоящие из опорной плиты, ребер жесткости и упорной планки с прорезью;

- приварить опорные плиты к нижнему поясу балки;

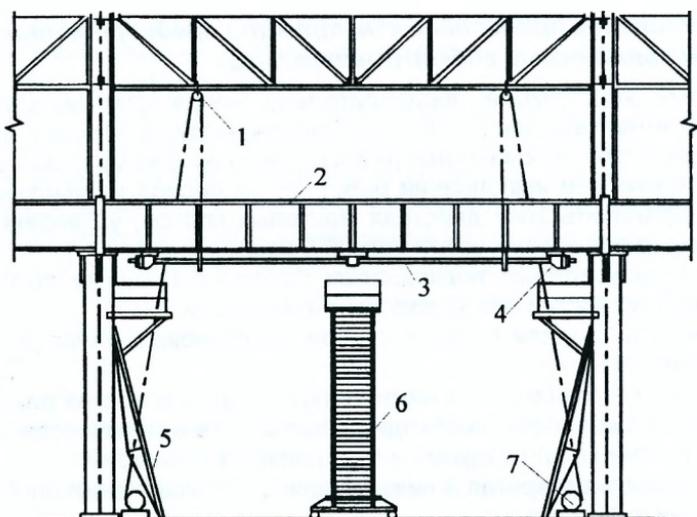
- установить затяжку с помощью лебедок и монтажных блоков, которые подвешивают в узлах подстропильной фермы (в случае их отсутствия - в узлах вертикальных связей по фермам); при этом затяжку следует монтировать с надетыми фиксатором, шайбами и гайками;

- закрепить фиксатор к нижнему поясу балки на болтах грубой точности, приварить, а концы затяжки закрепить приваркой шайбы к упорным планкам;

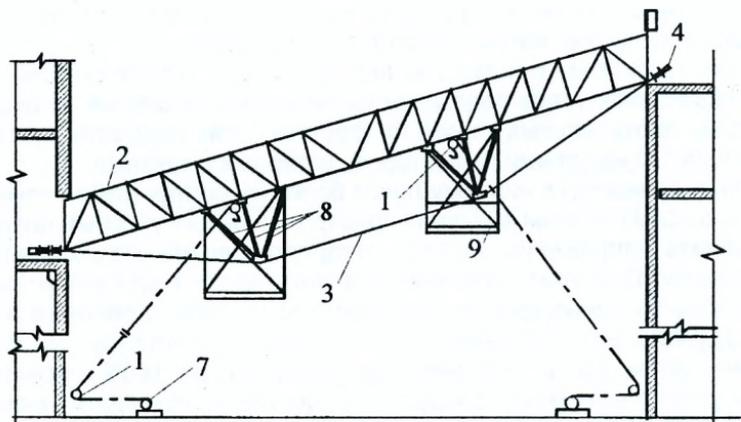
- выполнить напряжение затяжки оттарированными динамометрическими ключами. При этом напряжение затяжки вести в два этапа: вначале создать напряжение конструкции усилием до 50% проектного значения и выдержать его в течение 1.0 мин с осмотром конструкций и всех креплений; затем усилие напряжения доводится до 100% проектного. При этом усилие натяжения следует определять по крутящему моменту на рукоятке ключа, а также по удлинению затяжки, определяемому по меткам. Для того чтобы на затяжку не передавался крутящий момент, необходимо со стороны пролета дополнительно надевать на затяжку гайку и контргайку, которая в процессе напряжения удерживается ключом с удлиненной рукояткой. Отклонение напряжения от проектного значения на обоих этапах не должно превышать +5%.

Работы по усилению несущих ферм могут выполняться без снижения действующих нагрузок. Остановка технологических процессов требуется лишь на период производства сварочных работ, чтобы исключить динамические воздействия на усиливаемые конструкции.

Для монтажа элементов усиления необходимо установить внизу две электролебедки грузоподъемностью 20 кН (2т), навесить монтажные



а



б

Рис.1.10. Усиление пролетных конструкций предварительно напряженными затяжками:

а – подкрановые балки; б – фермы; 1 – монтажный блок; 2 – усиливаемая конструкция; 3 – затяжка; 4 – анкеры; 5 – приставная лестница с площадкой; 6 – передвижная вышка; 7 – лебедка; 8 – стойки шпренгеля; 9 – подвесные подмости.

блоки на нижние пояса ферм и закрепить на ближайших опорах отводные блоки. После монтажа элементов усиления одна лебедка должна быть установлена на перекрытии в местах примыкания галереи к зданию. Напряжение затяжек нужно производить в одном узле, выполняя второй узел глухим.

Для обеспечения безопасного производства работ следует устроить подвесные струнные подмости, жесткость которых должна быть обеспечена крестовыми связями.

До начала производства работ по усилению необходимо:

- временно оградить рабочую зону под усиливаемой галереей и вывести предупредительные знаки;
- доставить в зону усиления конструкций нужные приспособления, инвентарь и инструменты;
- разработать пол и устроить люки в нижнем перекрытии галереи для выхода рабочих на подмости;
- устроить площадки для складирования конструкций усиления;
- надеть анкеры и произвести предварительную вытяжку канатов;
- протарировать контрольно-измерительную аппаратуру и натяжное оборудование;
- подготовить поверхности усиливаемых ферм в местах сопряжения с элементами усиления;
- подготовить металлоконструкции элементов усиления с антикоррозионным покрытием и доставить к месту установки.

Работы по усилению производятся в следующей технологической последовательности:

- просверливаются отверстия в нижних поясах ферм для крепления стоек шпренгеля;
- устанавливаются стойки шпренгеля и связи между ними, выполняется временное закрепление на болтах грубой точности, а окончательное - на сварке;
- устанавливаются опорные плиты и ребра жесткости в опорных узлах ферм и монтируются неподвижные распределительные балки;
- с помощью лебедок поднимают затяжки, заводя их концы анкерами в прорези неподвижных балок, положение затяжек в местах перегиба фиксируются штырями;
- концы затяжек стропятся и подтягиваются с помощью лебедки, установленной на перекрытии, монтируется подвижная балка таким образом, чтобы затяжки проходили в ее прорези, а расстояние между подвижной и неподвижной балками было достаточным для установки домкратов;
- между подвижной и неподвижной балками в предусмотренные гнезда устанавливаются два домкрата ДГ-100, после чего концы затяжек освобождаются от стропов;
- выполняется напряжение затяжек домкратами расчетным усилием за несколько этапов, с выдержкой на каждой ступени загрузки в течение 30 мин;
- после приложения последней ступени загрузки между подвижной и неподвижной балками устанавливаются диафрагмы из труб, требуемую длину которых определяют по месту, и привариваются к обеим балкам;
- давление в домкратах снимается и они демонтируются.

1.4.4. Усиление несущих балок жесткими напрягаемыми элементами

Работы по усилению балок можно производить без снятия статических нагрузок, но с обязательным исключением динамических воздействий на период выполнения сварочных работ.

Усиление балок выполняется в следующей технологической последовательности:

- подготавливается поверхность нижнего пояса балки в местах примыкания элементов шпренгеля;
- устанавливаются элементы шпренгеля с временным креплением их струбцинами, болтами, электроприхватками в очередности, показанной на рис.1.11;
- все элементы шпренгельной системы после выверки их и установки в проектное положение окончательно закрепляются сваркой;
- с помощью винтовых стяжек, с использованием динамометрических ключей в два этапа создается предварительное напряжение;
- неокрашенные части шпренгельных элементов и усиливаемых балок покрываются антикоррозионными составами.

Для производства строительно-монтажных работ по усилению несущих балок транспортерных галерей и других аналогичных сооружений необходимо установить в нижней зоне монтажную лебедку и к нижнему поясу балки закрепить подъемный блок. Работы при этом следует выполнять с применением инвентарных строительных лесов, которые закрепляются к стойкам опор.

1.4.5. Усиление опор установкой и включением в работу дополнительных ветвей.

Работы по усилению пространственных центрально-сжатых опор (транспортных галерей, переходов, трубопроводов и т.п.) следует выполнять в следующей последовательности:

- устанавливают на очищаемую поверхность плиты (базы опоры) опорные столики и приваривают их к траверсам и плите, при этом необходимо обеспечить строгую горизонтальность верхней полки столика;
- монтируют последовательно элементы ветвей с приваренными к ним с одной стороны планками и временно закрепляют их струбцинами к ветвям усиливемой опоры;
- соединяют пленками ветви стойки с помощью сварки и аналогично выполняют монтаж второй стойки опоры;
- включают стойки в работу с помощью упорных болтов и передают, им усилия распора двумя этапами, контролируя процесс включения стоек в совместную работу по показаниям динамометрических ключей; при этом во избежание перекосов опоры, необходимо производить одновременное синхронное завинчивание всех упорных болтов на опоре.

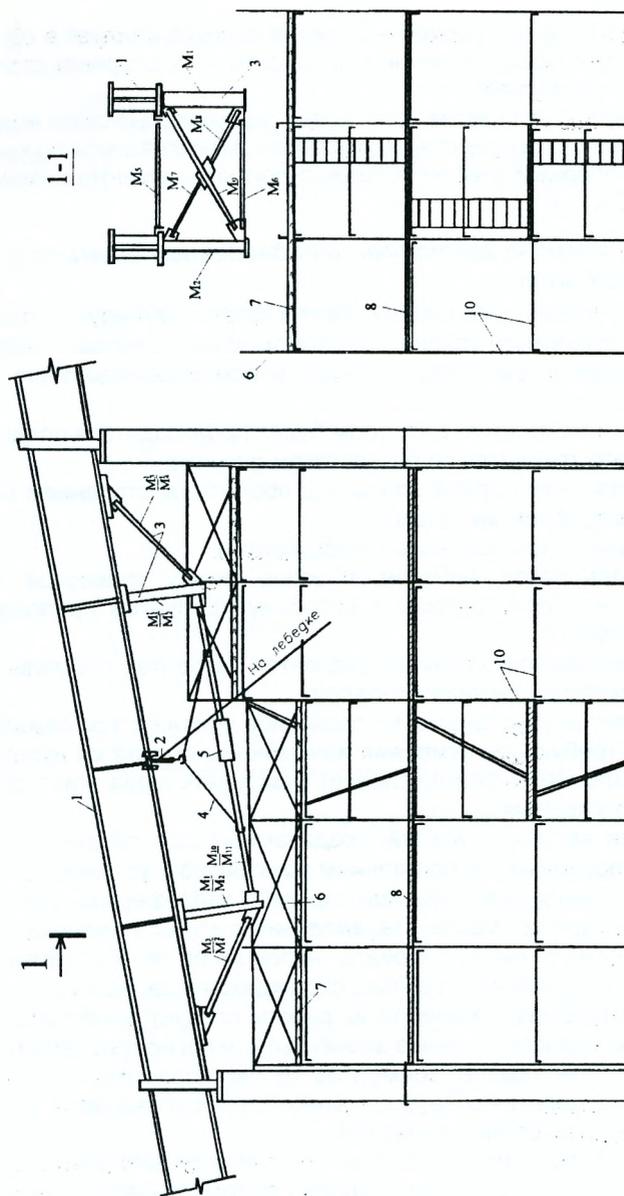


Рис. 1.11. Усиление балок напрягаемых жестким шпренгелем:

1 – усиливаемые балки; 2 – монтажный блок; 3 – элементы шпренгеля; 4 – строп; 5 – винтовая стяжная муфта; 6 – ограждение; 7 – рабочий настил; 8 – защитный настил; 9 – скрутка из арматуры; 10 – элементы инвентарных лесов; M_1 – M_{11} – очередность установки элементов

После создания в стойках требуемого усилия распора следует в образовавшийся зазор установить клинья и приварить их к опорным столикам и опорным плитам ветвей.

В последнюю очередь устанавливаются новые вертикальные связи между стойками и привариваются к существующим фасонкам усиливаемой опоры.

После монтажа опорный узел необходимо покрыть цементным молоком и обетонировать.

1.4.6. Усиление и замена конструкций подведением временных и постоянных опор

Напряженное состояние стержневых систем ферм регулируют приложением внешнего расчетного усилия в заданном узле с помощью инвентарной разгружающей опоры в такой технологической последовательности (рис.1.12):

- выполняется усиление узла, в котором будет производиться поддомкрачивание, если это требуется по результатам расчета;
- устанавливается инвентарная опора под пролетным строением (непосредственно под требуемым узлом);
- на опору навешиваются лестницы с площадками;
- с помощью домкратов выбирается зазор между траверсой инвентарной опоры и узлом фермы, к которому требуется приложить внешнюю силу по проекту;
- к траверсе инвентарной опоры закрепляется на болтах нормальной точности нижняя связевая распорка галерей;
- поддомкрачивается узел фермы на расчетное усилие и тем самым в элементе фермы, требующем усиления или замены, создается нулевое усилие. При этом элементы фермы следует разгружать в два этапа (50% и 100% расчетного значения);
- контролируется величина усилий, создаваемых домкратами, одновременно двумя способами: по показаниям манометров, установленных на домкратах, и по величине обратного прогиба узла фермы, определяемого с помощью прогибомеров. Параллельно с этим с помощью тензодатчиков необходимо контролировать напряжения в усиливаемом элементе фермы и в других ее стержнях, сходящихся в данном узле.

После полного выключения элемента из работы следует выполнить его усиление (прикрепить дополнительные элементы) или полностью заменить.

При условии полной замены элементов нужно нарастить фасонки, просверлить в них отверстия и на монтажных болтах установить новые стяжки, окончательно закрепив их сваркой.

При включении в работу элементов сначала снижают давление в домкратах до величины, от которой начиналось поддомкрачивание узла, а затем снимают болты, крепящие связевую распорку к траверсе, и доводят давление в домкратах до нулевого значения. При этом зазор между конструкциями галерей и траверсой инвентарной опоры должен быть не менее 50 мм. После этого демонтируют инвентарную опору.

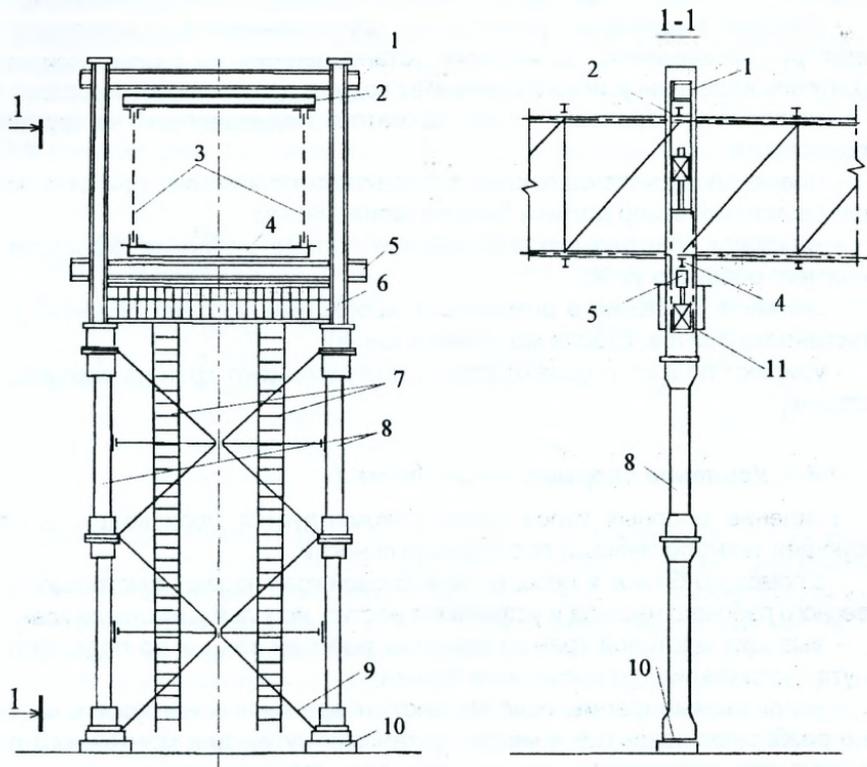


Рис.1.12. Усиление и замена элементов ферм с помощью инвентарных опор:

1 – верхняя траверса инвентарной опоры; 2 – верхняя связевая распорка галереи; 3 – усиливаемые фермы; 4 – нижняя связевая распорка галереи; 5 – нижняя траверса инвентарной опоры; 6 – площадка; 7 – навесные лестницы; 8 – инвентарные стойки; 9 – инвентарные связи; 10 – база; 11 – домкраты

При выполнении работ по усилению ферм с введением новых опор в случае невозможности устройства специальных фундаментов под монтажные стойки рекомендуется применять специальное оборудование самоходного крана (рис. 13), используемого для целей усиления. При этом необходимо предусмотреть в ППР безопасную эксплуатацию монтажного механизма.

Технологическая последовательность работ следующая:

- на конце вильчатой площадки устанавливают грузовой полиспаст крана;
- на стреле самоходного крана монтируют временную стойку с вильчатой площадкой, которую с одной стороны раскрепляют стреловым поли-

- спастом, а с другой - упирают с помощью подкоса на опорную пластину;
- ослабляют крепление ферм (балок, трубопроводов и т.п.) на опорах, и конструкции выжимают домкратом, установленным на стойке. При этом контроль величины усилий и домкратах ведут в до появления зазора;
 - выполняют строповку опоры захватом, подвешенным на грузовом полиспасте;
 - новую опору устанавливают в проектное положение, при этом компенсационный зазор должен быть не менее 50 мм;
 - опускают конструкцию в проектное положение после оформления нижнего опорного узла;
 - снижают давление в домкрате и оформляют верхний опорный узел (установка болтов, сварка монтажных швов);
 - убирают подкос, опускают стрелу и перемещают кран на следующую стойку.

1.4.7. Усиление опорных узлов ферм

Усиление опорных узлов ферм рекомендуется производить в следующей технологической последовательности:

- с помощью блоков и лебедки на мостовой кран подают конструкции подвесного рабочего настила и устраивают настил, используя мостовой кран;
- выводят мостовой кран за пределы рабочей зоны и на подкрановых путях устанавливают временные тупики;
- усиливаемые фермы освобождают от временных нагрузок и частично разбирают покрытие в местах установки путей для монтажного портала с электрической талью или крышевого крана;
- в торце здания устанавливают монтажный портал (крышевой кран) для монтажа элементов усиления;
- устанавливают элементы усиления ферм (кроме опорных стоек) и выполняют их проектные соединения;
- с подкрановых балок устанавливают распределительные балки к опорным стойкам с гидравлическими домкратами для временного опирания и поддомкрачивания стропильных ферм;
- усиливаемые фермы раскрепляют распорками или расчалками за расположенные вблизи колонны или подстропильные фермы;
- поддомкрачивают усиливаемые стропильные фермы и демонтируют опорные стойки и фасонки с опорными плитами;
- устанавливают новые опорные фасонки с опорными плитами, новые опорные стойки и закрепляют по проекту все элементы опорных узлов;
- демонтируют временные опорные стойки и распределительные балки, разбирают подвесной рабочий настил.

1.5. Требования по безопасному выполнению работ

При выполнении работ по усилению металлических конструкций должны соблюдаться общие требования безопасности согласно СниП III-4-80. Кроме того, с учетом специфики выполняемых работ необходимо соблюдения рюдо особых требований.

Все коммуникации (силовые и осветительные, водные и масляные и др.), находящиеся в зоне производства работ, необходимо переносить или тщательно ограждать. Троллеи мостовых кранов следует отключать. В случае использования мостового крана для производства работ по усилению конструкций его питание осуществляется с помощью временного кабеля.

Участки, на которых производят работы по усилению, необходимо ограждать и снабжать надписями, предупреждающими об опасности, запрещающими или ограничивающими передвижение в опасных зонах.

Производство сложных и особо опасных работ должно оформляться выдачей письменного допуска, прилагаемого к наряду. В допуске перечисляются необходимые мероприятия по технике безопасности. Степень опасности работ устанавливается главным инженером строительно-монтажной организации.

Навешивание люлек, подмостей, лестниц и монтажных блоков на конструкции при восстановлении их несущей способности может допускаться только после соответствующей расчетной проверки этих конструкций на восприятие дополнительных нагрузок. Усиливаемые конструкции на период производства работ должны быть максимально разгружены.

При усилении металлоконструкций с помощью гидродомкратов длина шланга должно быть достаточной, при установке натяжного устройства. Шланг не должен быть натянут. При этом запрещается трогать руками и перемещать шланг, находящийся под высоким давлением во время создания усилия. Маслостанцию не следует размещать под напрягаемыми элементами. Натяжное устройство навешивается с подмостей, размер которых должен обеспечивать возможность надежного контроля за установкой устройства с двух сторон конструкций. Операции по установке и разборке натяжного устройства должны выполняться не менее чем двумя рабочими. Достижение расчетной нагрузки должно осуществляться плавно, без резкого возрастания усилия в натяжном устройстве. Натяжные устройства нужно ограждать щитами или сетками. Осмотр затяжек в процессе напряжения следует вести в масках-сетках. Запрещается стоять под конструкцией в процессе создания в ней предварительного напряжения.

При производстве сварочных работ в условиях действующего предприятия должны быть приняты меры по обеспечению пожаро- и взрывобезопасности.

Индивидуальные средства защиты рабочих, занятых на усилении конструкций в действующем цехе, должны соответствовать индивидуальным средствам защиты рабочих основного производства.

При производстве работ в стесненных условиях действующего предприятия зоны перемещения рабочих органов монтажных механизмов должны быть ограничены специальными устройствами.

2. УСИЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

2.1. Классификация методов усиления железобетонных конструкций

Классификация наиболее распространенных методов усиления представлена на рис.2.1.

Усиление сборных и монолитных железобетонных конструкций обетонированием производится путем устройства железобетонных обойм, трехсторонних рубашек и односторонних наращиваний с установкой дополнительной арматуры. Толщина обойм и наращиваний должна приниматься по расчету, а также по конструктивным требованиям обеспечения требуемой толщины защитного слоя бетона и быть не менее величин, указанных ниже. Бетон конструкций усиления принимается на один класс выше бетона усиливаемой конструкции, но не ниже $C_{16/20}$.

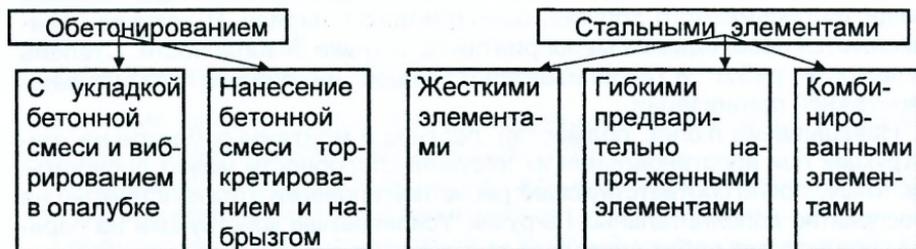


Рис.2.1. Методы усиления железобетонных конструкций

Железобетонные обоймы используются при необходимости значительного увеличения или восстановления несущей способности фундаментов различного назначения, колонн (в том числе с консолями) и стоек рамных конструкций. На уровне подошвы существующего фундамента под обоймой усиления необходимо устраивать бетонную подготовку толщиной 100 мм из бетона $C_{8/10}$. Обойма усиления фундаментов стаканного типа должна быть заведена на колонну на расчетную высоту. Обойма усиления фундаментов, в т.ч. каменных, заводится в кладку стен не менее, чем на 100 мм.

Железобетонные обоймы усиления колонн устраиваются в пределах одного или нескольких этажей с доведением ее в верхнем сечении до уровня вышележащего перекрытия, а в нижнем сечении – до верхнего обреза фундамента или до уровня нижележащего перекрытия. При местных повреждениях конструкций усиление должно производиться на отдельных участках с перепуском ее на неповрежденные части на длину не менее $2v$, где v – большая сторона поперечного сечения конструкций.

Армирование конструкций усиления по условиям производства работ производится сетками, каркасами или отдельными стержнями. Сечение и количество стержней дополнительной арматуры определяется расчетом.

При массовом усилении однотипных конструкций колонн целесообразна замена части гибкой арматуры жесткой арматурой уголкового профиля.

Рабочая арматура в обоямах колонн многоэтажных зданий пропускается через отверстия в перекрытиях. Хомуты монолитных обоем выполняются замкнутыми и расположенными по всей длине обоем с шагом, указанным в проекте. Жесткая (уголковая) арматура усиления должна быть приварена к существующей арматуре колонн в верхнем и нижнем сечении, либо соединена между собой планками или хомутами, а также по высоте.

Жесткая (уголковая) арматура используется для крепления самонесущей щитовой опалубки, что позволяет упростить укладку и уплотнение бетонной смеси.

Трехсторонняя рубашка устраивается при усилении колонн, балок и ригелей. При армировании рубашек продольная арматура скобами приваривается к существующей арматуре. Поперечная арматура выполняется в виде отдельных незамкнутых хомутов, привариваемых к рабочей арматуре.

Наращивания применяются при усилении железобетонных стен, плит перекрытия, верхних и нижних поясов балок путем одностороннего увеличения сечения. Односторонние наращивания колонн, ввиду сложности их выполнения, устраиваются только в стесненных условиях по технологическим требованиям размещенного производства. Односторонние армированные наращивания выполняются также при ремонте железобетонных емкостных сооружений.

Рабочая арматура набетонки приваривается к существующей арматуре конструкции скобами или коротышами из арматурной стали.

Усиление железобетонных подкрановых балок, имеющих повреждения в сжатой зоне, выполняется путем устройства набетонки по верхнему поясу балки, предпочтительно на основе напрягающих цементов, в сочетании с металлической обоймой. Допускается выполнение набетонки из обычных тяжелых бетонов.

Усиление железобетонных плит перекрытий выполняется путем увеличения поперечного сечения наращиванием с укладкой бетонной смеси вибрированием. Наращивание плит перекрытий снизу, ввиду большой сложности и трудоемкости, должно применяться, как правило, только при невозможности демонтажа технологического оборудования, установленного на нем.

При усилении многпустотных плит, пустоты используются для размещения арматурных каркасов. Количество пустот, заполняемых каркасом и бетоном, определяется проектом.

Наращивания из торкрет- и набрызг-бетона применяются при: ремонте и усилении больших поверхностей с установкой арматурных или тканых сеток, закрепляемых анкерами на бетонной поверхности; устройстве защитных покрытий; усилении плит перекрытия устройством наращивания «снизу».

Предварительно напряженные двусторонние и односторонние металлические распорки применяются для повышения несущей способности железобетонных колонн. Первые используются при усилении колонн с центральной нагрузкой, вторые – при усилении внецентренно сжатых колонн с однозначным действием изгибающих моментов.

Для компенсации отклонений в отметках опорных закладных деталей в распорках предусматривается компенсационное устройство – упорные смещаемые планки на монтажных болтах. Величина перемещения упоров превышает максимальные отклонения расстояний между опорами в верхнем и нижнем сечениях.

Металлические предварительно напряженные обоймы используются при необходимости восстановления несущей способности колонн. Поперечные планки, предварительно нагретые до 150...170⁰С, последовательно привариваются к стойкам, образуя замкнутые предварительно напряженные хомуты.

Вместо планок используются также предварительно напрягаемые хомуты из круглой стали, натяжение которых производят механическим путем.

Усиление металлическими порталами применяется при необходимости значительного увеличения несущей способности балок, особенно при действии динамических нагрузок.

Усиление изгибаемых железобетонных конструкций преднапряженными шпренгельными затяжками применяется при необходимости увеличения несущей способности и повышения жесткости.

Затяжки выполняются из парных стержней, при больших усилиях – из фасонного проката.

Крепление затяжек осуществляется в специальном анкерном устройстве. Выбор мест и способов крепления затяжек определяется в каждом случае в зависимости от типа усиливаемой конструкции и условий производства работ.

Металлические шпренгели с жесткими распорками применяются для усиления изгибаемых конструкций, когда не представляется возможным передать усилие от предварительного напряжения затяжки на опоры усиливаемого элемента. Распорка служит для восприятия этого усилия и анкеровки затяжки.

Усиление изгибаемых железобетонных конструкций предварительно напряженными хомутами осуществляется при необходимости увеличения их прочности на восприятие поперечной силы у опор.

Усиление железобетонных плит покрытия при недостаточной длине площадки опирания производится путем подведения упругих консолей, устанавливаемых на центрирующие прокладки. Аналогичным образом устраиваются подпружные консоли для уменьшения пролета плит. Включение консолей в работу осуществляется упорными болтами. Увеличение несущей способности продольных ребер плит покрытия осуществляется установкой дополнительных каркасов в швы между плитами и их последующим омоноличиванием.

Конструкции усиления должны отвечать технологическим требованиям:

- обеспечивать простоту их устройства, быть унифицированными в пределах реконструируемого объекта;
- допускать возможность внесения определенных изменений (подгонки) по месту, предельная масса и размеры конструкций усиления должны

быть согласованы с фактическими условиями их устройства и характеристиками наличных монтажных механизмов;

- обеспечивать возможность членения производства работ на ряд параллельных процессов с целью максимального их совмещения и расширения фронта работ и, следовательно, сокращения продолжительности выполнения.

2.2. Требования к исходным материалам

Материалы, применяемые для усиления железобетонных конструкций, должны отвечать требованиям действующих нормативных документов.

В качестве вяжущего для приготовления бетонов необходимо применять портландцемент марок не ниже М400.

При необходимости выполнения работ в кратчайшие сроки и в аварийных ситуациях рекомендуется применять гипсоглиноземистый расширяющийся цемент, глиноземистый, напрягающие цементы НЦ-20. Выбор вида цемента рекомендуется осуществлять в соответствии с указаниями табл.2.1. Для конструкций, эксплуатируемых в агрессивных средах, рекомендуется применять в качестве ингибитора коррозии стали нитрит натрия. Применение различных видов добавок, в том числе суперпластификаторов, должно осуществляться в соответствии с нормативными документами.

Таблица 2.1 Выбор марок цемента в зависимости от использования бетона в конструкциях.

Вид и марка цемента	Назначение и область применения
Портланд-цемент М400, М500	Устройство обойм, рубашек, набетонок, рубашек торкретированием и набрызгом, подливок с укладкой бетонной смеси с вибрированием. Выдерживание бетона в естественных условиях или паропрогрев.
Глиноземистый цемент М400, М500	Устройство обойм, рубашек, набетонок, устранение местных повреждений с выдерживанием бетона при температуре 7...25 С во влажностных или воздушно-влажностных условиях. Применяется при необходимости загрузки усиленных конструкций в кратчайшие сроки. Укладка бетона преимущественно торкретированием и набрызгом. Расход цемента не менее 400 кг/м ³ . Должны применяться составы, обеспечивающие получение минимальной усадки
Гипсоглиноземистый цемент М400, М500	Устройство обойм, рубашек, набетонок, подливок с укладкой бетонной смеси вибрированием, устройство набетонок торкретированием и набрызгом, ремонт поверхности резервуаров устройством торкрет-штукатурки. Выдерживание бетона при положительной температуре или паропрогреве при температуре 50 С. Применяется при необходимости загрузки усиленных конструкций в кратчайшие сроки. Расход цемента не менее 400 кг/м ³ .

Продолжение таблицы 2.1.

Напрягающий цемент НЦ-20	Устройство обойм, рубашек, набетонок, подливов с укладкой бетонной смеси вибрированием, устройство набетонок, рубашек торкретированием, набрызгом, ремонт емкостей и др. конструкций, воспринимающих гидростатическое давление. Заделка стыков, швов и трещин в конструкциях, создание неразрезности сборных элементов. Выдерживание при нормальной температуре или паропрогреве при температуре 50...60°C с увлажнением после достижения прочности 10-15 МПа (1 сут. при нормальной температуре, 6-10 ч. при температуре 50...60°C).
--------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Заполнители для бетонов должны отвечать требованиям соответствующих нормативных документов. Максимальную крупность заполнителя бетона рекомендуется назначать с учетом следующих требований: максимальная крупность заполнителя при уплотнении бетонных смесей вибрированием не должна превышать 20 мм и не более 1/5 обоймы (за исключением массивных обойм); наносимых набрызгом – 20 мм, но не более половины толщины бетонируемой конструкции; при торкретировании – не более 8...10 мм в зависимости от паспортных данных цемент-пушки; при подливке полостей высотой более 50 мм – 10 мм; то же, до 50 мм – мелкозернистым бетоном; в густоармированных набетонках крупность заполнителя не должна превышать 2/3 расстояния между арматурными стержнями; в отдельных случаях, при очень частом расположении арматуры допускается по согласованию с проектной организацией взамен бетона применять мелкозернистые бетоны прочностью не менее, чем требуемая проектом усиления. Мелкозернистые бетонные смеси, укладываемые в опалубку под давлением растворонасосами, должны иметь следующие характеристики: подвижность, определяемая погружением стандартного конуса, 8...9 см; водоцементное отношение $V/C=0,4...0,45$, соотношение $C:\Pi=1:1,5$. Для приготовления смесей должны применяться пески с модулем крупности 2. Уменьшение усадочных деформаций достигается применением расширяющихся и пластифицирующих добавок или применением напрягающего цемента.

В качестве адгезионных обмазок, для повышения сцепления старого и вновь укладываемого бетона, могут применяться специальные виды клеев, согласно указаниям проекта производства работ.

Для выравнивания бетонной поверхности, расшивки трещин могут применяться рекомендованные проектом полимерные композиции, применение которых регламентировано нормативными документами.

При проверке прочности существующих железобетонных конструкций на действие монтажных нагрузок от закрепляемых монтажных приспособлений и устройств характеристики арматуры и бетона принимают по материалам обследования или указаниям рабочей документации.

2.3. Основные работы при усилении конструкций обетонированием

2.3.1. Подготовительные работы

- В подготовительный период должны быть выполнены следующие работы:
- установка и сдача в эксплуатацию подъемных механизмов, установка и подключение к существующей электросети сварочных трансформаторов;
 - подведение воды и сжатого воздуха к рабочему месту;
 - демонтаж трубопроводов и технологического оборудования, подлежащего замене;
 - защита от механических повреждений близко расположенного оборудования и трубопроводов;
 - при необходимости – изоляция монтажной зоны;
 - отключение и, при необходимости, вынесение из рабочей зоны силовых кабелей;
 - установка и закрепление средств подмащивания;
 - разбивка и закрепление монтажных осей.

2.3.2. Уменьшение нагрузок на усиливаемые конструкции

Уменьшение нагрузок на усиливаемые конструкции следует выполнять устройствами и методами, указанными в рабочей документации и ППР. В рабочей документации должна быть указана технологическая последовательность выполнения работ, обеспечивающая устойчивость элементов здания в целом в процессе снятия нагрузок. Это необходимо осуществлять путем удаления временных и, частично, постоянных нагрузок или подведением разгружающих опор и конструкций. При отсутствии специальных указаний в рабочей документации разгружающие конструкции в обязательном порядке необходимо подводить после удаления слабопрочного бетона сжатой зоны, а в зоне анкеровки арматуры – в случае уменьшения длины площадки опирания сборных железобетонных конструкций и др.

Величины монтажных нагрузок, передаваемых на конструкции в процессе усиления, не должны превышать величин, указанных в рабочей документации.

2.3.3. Подготовка поверхности усиливаемых конструкций

Для улучшения сцепления с вновь укладываемым бетоном поверхность усиливаемой конструкции должна быть подвергнута механической обработке с целью удаления загрязнений и повышения ее шероховатости. При малых объемах работ механическая обработка поверхности выполняется при помощи ручного, электро - пневматического инструмента (щеток, пучковых молотков и т.п.). При больших объемах работ – гидробразивным способом, с использованием оборудования для набрызга

бетона (пульпа приготавливается из трех частей песка и семи частей воды); пескоструйным и термообразивным способами. При термообразивной обработке последний слой бетона следует удалять при отключенной горелке. Обработку поверхностей конструкций, загрязненных угольной пылью, следует осуществлять термообразивным или дробеструйным методом, либо смесью песка и дроби (4:1). Оптимальная толщина снимаемого слоя бетона составляет 0,5...5 мм. Пыль с обрабатываемой поверхности необходимо смывать гидроструйным способом, после чего продувать сжатым воздухом для удаления капель и пленок воды.

Подготовку поверхности конструкций с дефектными участками бетона следует вести в следующем порядке. Перед проведением обработки бетонной поверхности должен быть удален слабопрочный бетон в дефектных зонах согласно указаниям проекта усиления. Размеры зон уточняются визуально по отслоению защитного слоя, наличию мелкой сетки трещин на поверхности, коррозии бетона, следов ржавчины, скрытых пустот (глухой звук при ударе). Работы по удалению слабопрочного бетона следует производить с использованием механизированного инструмента путем оконтуривания дефектных зон бороздой с постепенным углублением и удалением бетона внутри дефектной зоны. Удаление поверхностного поврежденного слоя необходимо производить с минимальным нарушением участков бетона удовлетворительного качества. Профиль поверхности должен отвечать требованиям проекта, например, при образовании шпонок, борозд и т.д. При отсутствии указаний в проекте разрушенный по периметру сечения бетон следует удалять перпендикулярно, а на боковых поверхностях – параллельно продольной оси усиливаемых конструкций.

Стержни арматуры от ржавчины и остатков бетона следует очищать механически.

В местах установки на сварке соединительных скоб существующую арматуру необходимо вскрывать не менее, чем на половину ее диаметра.

Поверхность конструкций, подготовленных к усилению, должна отвечать указанным ниже требованиям.

Прочность бетона определяется стандартными методами не менее, чем в трех точках на каждой конструкции, визуально и простукиванием по всей поверхности. Шероховатость и волнистость поверхности должна соответствовать указаниям проекта усиления. При отсутствии указанной величины неровностей должны быть не менее 2,5...5 мм на базовой длине 200 мм, а волнистость – до 1 см; на поверхности не должно быть следов пыли, грязи, краски и др.

Не допускается наличие бетона пониженной прочности.

Работы по подготовке поверхности должны оформляться актом на скрытые работы.

2.3.4. Арматурные работы

Монтаж арматуры должен производиться по рабочей документации в соответствии с указаниями ППР. Монтаж арматуры следует производить преимущественно каркасами, сетками, а в особых стесненных условиях - отдельными стержнями. Арматура должна монтироваться в последовательности, обеспечивающей правильное ее положение и закрепление, а также удобство выполнения сварочных работ. При монтаже арматуры без устройства сварных соединений с существующей на ней должны быть закреплены фиксаторы для обеспечения требуемой толщины защитного слоя бетона. Смонтированная арматура должна быть закреплена, чтобы исключить возможное смещение при производстве бетонных работ.

При производстве сварочных работ выполняются следующие типы соединений арматуры: ручная дуговая сварка протяженными швами с соединением существующей и вновь устанавливаемой арматуры коротышами при горизонтальном и вертикальном положении стержней (рис.2.2, а); ручная дуговая сварка протяженными швами с нахлесткой при горизонтальном и вертикальном положении стержней (рис.2.2, б).

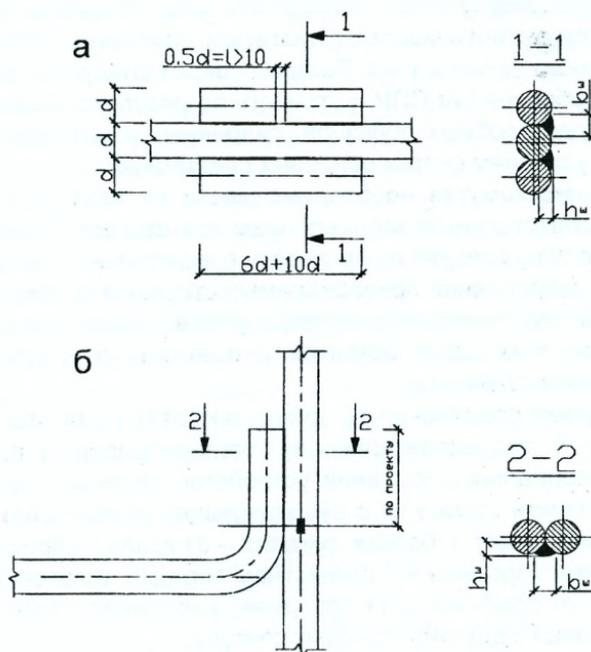


Рис.2.2. Конструктивные формы соединений арматурных стержней:
а – соединение накладки; б – соединение внахлест

При сварке арматуры разных классов между собой следует применять электроды, рекомендованные для сталей большей прочности. Сварку закаливающихся сталей, например, 35ГС, следует выполнять, как правило, с предварительным подогревом во избежание околошовных трещин.

При соединении дополнительной и существующей арматуры сварные швы высотой менее 6 мм в конструкциях, разгружаемых на время производства работ, допускается выполнять за один проход.

При выполнении сварочных работ в конструкциях, находящихся под нагрузкой, а также при отрицательной температуре наружного воздуха в случае сварки конструкций, воспринимающих динамические нагрузки, сварку необходимо выполнять в два прохода, если шов имеет высоту менее 6 мм, и в три прохода при высоте шва более 6 мм. При устройстве многослойных швов после наложения каждого последующего слоя следует устраивать перерывы для его остывания до температуры, не превышающей 100°С.

При сварке стержней арматуры диаметром до 25 мм многослойными швами диаметр электрода принимается равным 3 мм, более 25 мм – 4 мм. Вертикальные швы сварных соединений стержней следует выполнять в направлении сверху вниз. Наплавлять швы следует в один или несколько проходов в зависимости от диаметра стыкуемых стержней до получения проектного сечения шва. Режимы сварки следует назначать в соответствии с требованиями ППР и уточнять по результатам механических испытаний трех пробных образцов, сваренных в условиях, полностью идентичных условиям сварки основных соединений.

Приварку крючьев, хомутов необходимо вести от изогнутой части к концу стержня с обязательным заплавлением кратера шва. Двухсторонние многослойные швы следует накладывать симметрично с каждой стороны. Временное закрепление привариваемых стержней следует осуществлять скрутками или электроприхватками, размещаемыми в пределах длины сварных рабочих швов. Зажигать и выводить дугу следует на вновь привариваемые элементы.

Выполнять сварные соединения по длине (высоте) усиливаемых конструкций следует в последовательности, устанавливаемой проектом. При отсутствии специальных указаний устройство сварных соединений вновь устанавливаемой арматуры с существующей необходимо выполнять в следующем порядке: в балках, ригелях – от краев к середине пролета с размещением коротышей в шахматном порядке; в колоннах с жесткой арматурой – от обоих концов к середине; в колоннах с гибкой арматурой – с одного конца к другому по всему контуру.

Рихтовку и выверку жесткой арматуры несъемной металлической опалубки необходимо осуществлять при помощи скоб, фиксаторов, выве-

рочных клиньев и болтов. После выверки и проверки правильности установки производится окончательное закрепление несущих элементов.

Контроль качества сварных соединений должен быть комплексным и включать в себя: входной контроль качества материалов и деталей по их соответствию проекту и указанным выше нормативным документам; контроль состояния сварочных материалов, сварочного оборудования, инструмента и оснастки; пооперационный контроль качества сварных соединений; приемочный контроль качества сварных соединений.

Во всех случаях требуется наличие сертификатов на каждую партию стали; импортная сталь должна подвергаться механическим испытаниям независимо от наличия сертификата.

Пооперационный контроль должен включать: контроль качества подготовки арматуры и геометрической точности сборки элементов арматуры; правильность выбора и соблюдения режима сварки; контроль качества выполнения сварных швов соединений. Контроль качества в процессе производства сварочных работ должен осуществляться не реже двух раз в смену.

При приемочном контроле качества сварных соединений следует выполнять внешний осмотр и обмер сварных соединений и сварных швов (длин и катетов) и механические испытания на прочность трех контрольных образцов, вырезанных непосредственно из конструкций (с последующим их восстановлением в конструкции). Отбор и испытания образцов выполняются в соответствии с указаниями проекта.

При приемке смонтированной арматуры контролю подлежат: соответствие размеров, диаметров и класса применяемой арматурной стали проекту; правильность сборки и точность установки арматурных каркасов, сеток и отдельных стержней; качество сварных соединений, длины сварных швов. Смещение арматурных стержней, отклонения толщины защитного слоя от проектной, замеренные в трех сечениях на разном удалении друг от друга и концов конструкции, не должны превышать допустимых значений. Приемка смонтированной арматуры, а также сварных соединений должна осуществляться до укладки бетона и оформляться актом освидетельствования скрытых работ.

2.3.5. Опалубочные работы

Для усиления единичных конструкций рекомендуется применять деревянную опалубку, при массовом усилении однотипных конструкций и обеспечения многократного использования – деревометаллическую или металлическую опалубку, в т.ч. во всех возможных случаях унифицированную типовую опалубку.

Различные конструкции нетиповых опалубок, используемых для устройства обойм и наращиваний, показаны на рис.2.3, 2.4, 2.5.

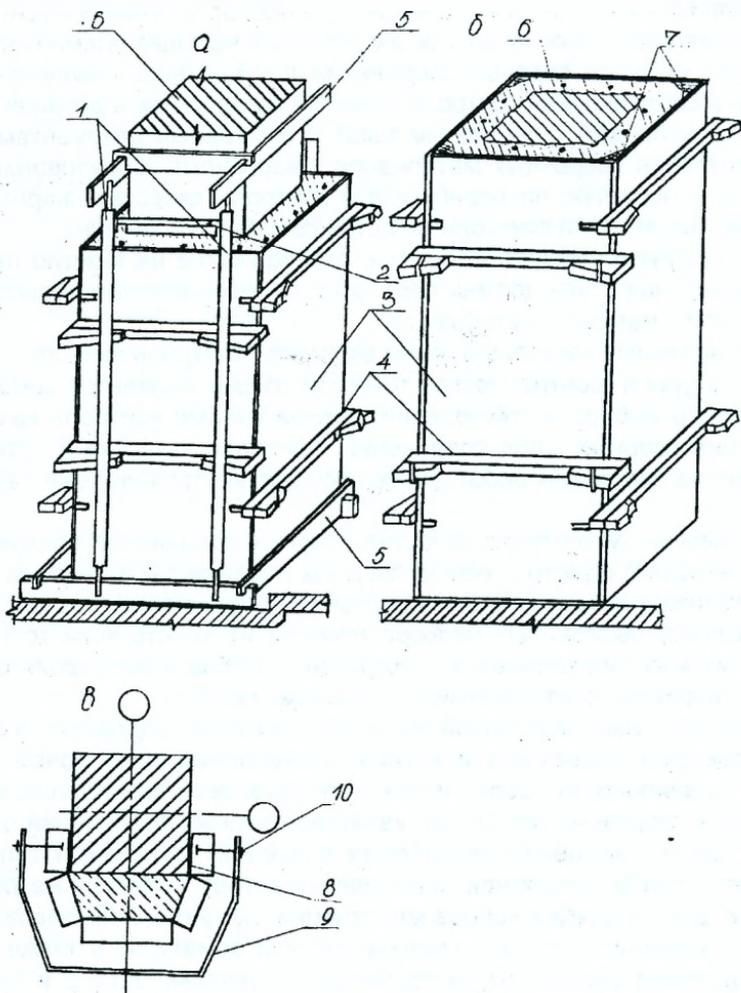


Рис.2.3. Крепление щитов опалубки:

- а – крепление к выносным стойкам;
- б – крепление к жесткой (угловой) арматуре;
- в – крепление к опалубке с упругими бортами;
- 1- стойка; 2 - ригель; 3 – щит опалубки; 4 – брус для крепления щитов; 5 – хомут;
- 6 – усиливаемая конструкция; 7 – жесткая угловая арматура; 8 – упругий борт;
- 9 – жесткая струбцина; 10 – прижимной болт

Монтаж элементов опалубки может осуществляться с использованием технологического подъемно-транспортного оборудования, строительными кранами, лебедками, талями, подъемниками или вручную. Установку опа-

лубки на высоте более 1,5 м необходимо производить с инвентарных подмостей, лесов и т.п. Сборку элементов опалубки следует выполнять: 1) инвентарной щитовой опалубки, при усилении фундаментов бетонированием, — как при обычном бетонировании; 2) инвентарной щитовой самонесущей опалубки, при усилении колонн, — ярусами. В зависимости от вида армирования обоймы усиления крепление щитовой опалубки можно производить к выносным стойкам (рис.2.3,а), к жесткой (уголковой) арматуре (рис.2.3,б) или к «воротникам» из полосовой стали (рис.2.4). При сборке опалубки щиты крепятся к хомутам. По высоте стойки раскрепляют ригелями.

Крепление щитов опалубки к жесткой арматуре, к «воротникам» и выносным стойкам рекомендуется производить при помощи брусьев и клиньев. Во всех случаях установки и закрепления щитов опалубки целесообразно производить ярусами по мере укладки и уплотнения бетонной смеси.

Неразъемная опалубка с упругими бортами (рис.2.3,в) для устройства односторонних набетонок колонн с поярусным бетонированием должна крепиться на колонне при помощи жестких струбцин.

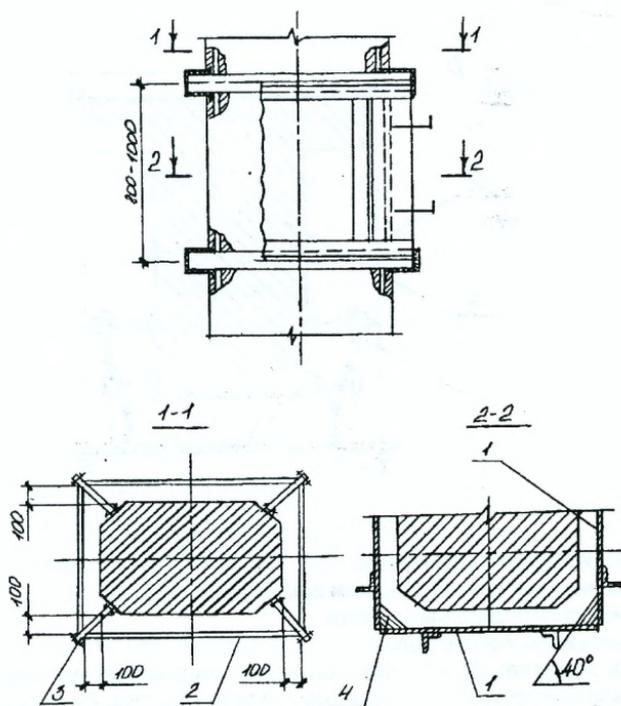


Рис.2.4. Крепление щитов опалубки к «воротникам»:

1 — щит опалубки; 2 — пластины «воротника»; 3 — планка; 4 — фаскообразователь

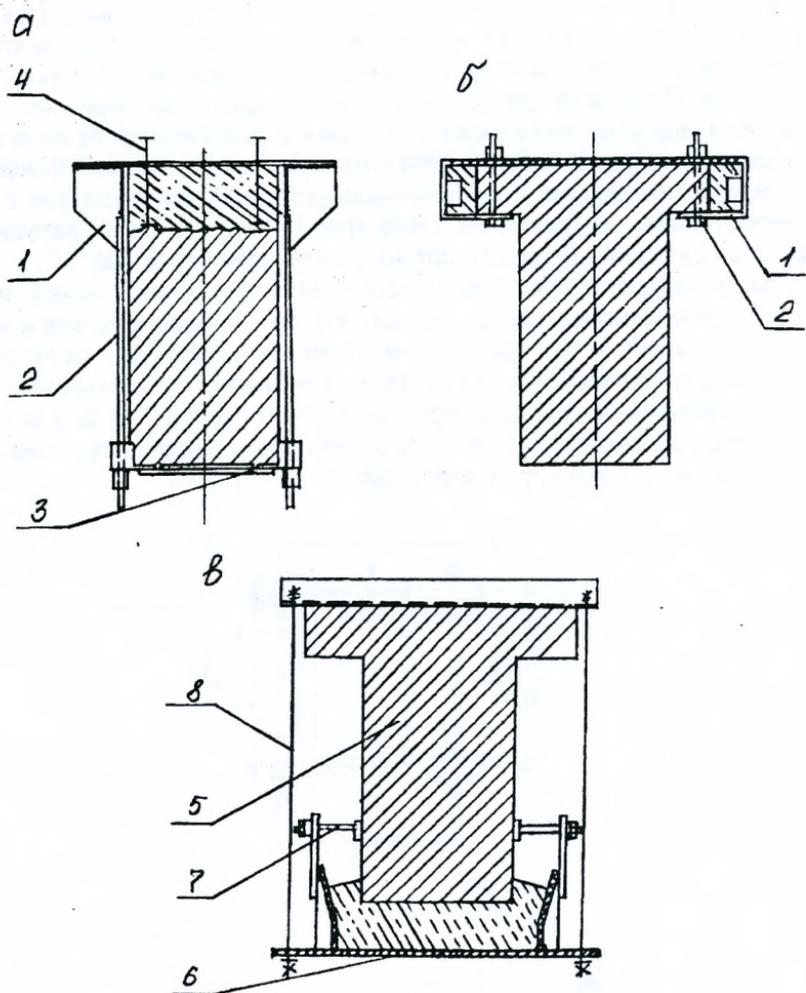


Рис.2.5. Конструкции опалубок:

а – усиление верхних поясов внешним армированием;

б – усиление полок подкрановых балок;

в – усиление нижних поясов балок;

1 – несъемная опалубка; 2 – стяжные болты; 3 – пластина; 4 – установочные болты;

5 – усиливаемая конструкция; 6 – неразъемная блок - форма; 7 – установочный болт;

8 – стяжная шпилька

Сборку несъемной опалубки из железобетонных, армоцементных плит, металлических листов и т.п. следует осуществлять при помощи соединительных деталей, скоб или на сварке.

Приемку смонтированной опалубки необходимо производить в соответствии с требованиями ППР, при этом смещения элементов опалубки от проектного положения и их размеров не должны превышать допускаемых значений. В тех случаях, когда сборка опалубки осуществляется после выполнения арматурных работ, в процессе сборки следует обеспечить получение проектной толщины защитного слоя бетона, а в процессе приемки опалубки – дополнительно следить за толщиной защитного слоя.

В процессе бетонирования необходимо вести наблюдения за состоянием опалубки и, при необходимости, принимать меры по обеспечению ее проектного положения.

Демонтаж опалубки должен производиться в соответствии с требованиями, установленными в ППР, но при прочности бетона не ниже 50% от проектной.

2.3.6. Укладка и уплотнение бетонной смеси

Подвижность бетонных смесей, уплотняемых вибрированием должна соответствовать, указанной в таблице 2.2.

Табл.2.2. Подвижность бетонной смеси

Подготовка под фундаменты	2...3 см
Обоймы и набетонки толщиной более 120 мм	3...6 см
Обоймы и набетонки толщиной до 120 мм густоармированные, уплотняемые глубинными вибраторами	6...8 см
Горизонтальные набетонки при уплотнении виброрейками	3...4 см
Набетонки, уплотняемые навесными вибраторами, в неразъемных блок-формах	3...5 см
Подливки под металлические опорные плиты	8...10 см
Набетонки толщиной более 200 мм при вибрировании вибробулавой	3...6 см

При использовании в качестве добавки суперпластификатора С-3 исходная подвижность бетонной смеси должна составлять 3...4 см. Суперпластификатор в количестве 0,7% от массы цемента, следует вводить в виде водного раствора 10%-ой концентрации непосредственно перед перемешиванием бетонной смеси на месте укладки. Подвижность бетонной смеси с добавкой будет равна 12...14 см.

При восстановлении и усилении железобетонных конструкций не допускается последовательное применение бетонов и растворов, приготовленных на различных видах цемента, особенно на глиноземистых и портландцементях. При необходимости бетон на глиноземистом цементе укладывается на отвердевший бетон на портландцементе не ранее чем через 7 суток, а, наоборот, не менее чем через 2 суток.

Транспортирование и подачу бетонной смеси необходимо осуществлять методами, исключающими её расслоение. Выбор средств механизации для подачи бетонной смеси необходимо производить с учетом объема, расщепленности и условий выполнения бетонных работ. Во всех обоснованных случаях следует применять высокомеханизированные методы подачи бетонной смеси, в том числе автобетононасосами. Бетонирование в общем случае должно вестись без перерывов; в случае необходимости образуются швы бетонирования. Поверхность рабочих швов, устраиваемых при укладке бетонных смесей с перерывами, должна быть перпендикулярна к оси бетонирования, в плоских набетонниках – в любом месте, параллельно меньшей стороне плиты.

При перерывах в бетонировании продолжительностью менее сроков схватывания (ориентировочно 4 часа) обработка поверхности ранее уложенного бетона не требуется. При перерывах и бетонировании более сроков схватывания необходимо производить обработку поверхности. Прочность бетона должна быть не менее 1,5 МПа при обработке металлической щеткой, 5 МПа - при обработке гидроабразивной струей.

При использовании щитовидной опалубки, наращиваемой в процессе бетонирования, допускается вести укладку и уплотнение бетонной смеси в обоймах колонн без перерывов, необходимых для осадки смеси. Виброуплотнение бетонной смеси в железобетонных обоймах, набетонках следует производить глубинными вибраторами. Диаметр наконечника вибратора при уплотнении тонкостенных обойм рекомендуется принимать не более 38 см, а высоту укладываемого слоя - не более 1,25 длины рабочей части вибратора. Во избежание смещения арматуры и расслоения бетонной смеси не допускается производить передачу вибрации через арматуру.

Работы по торкретированию и набрызгу бетона следует выполнять звеном из 4 человек: моториста 4 разряда, двух торкретчиков – бетонщиков 4 разряда и машиниста бетоносмесителя 3 разряда. Торкретирование бетона следует выполнять по предварительно очищенной и промытой поверхности, армированной или неармированной, в один или несколько слоев. Толщина слоев, одновременно наносимых при торкретировании, должна быть не более 15 мм при нанесении раствора на горизонтальные потолочные (снизу вверх) или вертикальные неармированные поверхности. При нанесении набрызгом бетонных смесей на горизонтальные поверхности (снизу вверх) – 50 мм, на вертикальные поверхности – 75 мм.

При нанесении растворных и бетонных смесей на горизонтальные поверхности сверху вниз толщина слоя не ограничивается.

Торкретирование необходимо производить с соблюдением следующих требований:

- для обеспечения оптимальных условий работы максимальная крупность заполнителя должна быть не более 5 мм для торкретбетона и 15 мм - для бетона, наносимого набрызгом;

- до начала работ следует производить пробные набрызги, позволяющие отрегулировать давление воды и воздуха;

- сопло цемент-подушки должно устанавливаться на 0,7-1,0 м от обрабатываемой поверхности, а сопло бетон-шприца машины - на расстоянии 1,0...1,2 м;

- направление струи должно составлять угол 75...80 градусов к поверхности бетонирования для армированных конструкций и 90 градусов - для неармированных;

- в процессе нанесения торкретного слоя сопло следует непрерывно перемещать, толщину наносимого слоя контролируют по маякам;

- при нанесении нескольких слоев каждый следующий необходимо наносить с интервалом, который не должен превышать времени схватывания цемента, чтобы обеспечить хорошее сцепление между слоями;

- поверхность бетона в процессе укладки должна иметь равномерный жирный блеск и не иметь сухих пятен;

- после окончания торкретирования последний слой должен быть выровнен;

- перед торкретированием нижнего пояса балок, ригелей вдоль боковых граней, усиливаемой конструкции следует установить на струбцинах бортовые доски, фиксирующие размеры конструкции в горизонтальных плоскостях.

Уход за твердеющим бетоном должен быть организован сразу же после окончания его укладки в конструкции путем увлажнения и укрытия для поддержания нормальных температурно-влажностных условий твердения. Бетоны на основе расширяющихся цементов до приобретения прочности 10...15 МПа следует укрывать от потери влаги, а после этого (как правило одновременно со снятием опалубки) увлажнять в течение 7 суток при нормальном твердении. При невозможности увлажнения его поверхность должна быть защищена пленкообразующими материалами. В летнее время уход за бетоном должен вестись непрерывно в течение 7 суток. Поверхность бетона, уложенного в конструкции торкретированием или набрызгом, необходимо покрыть пленкообразующими материалами, препятствующими испарению воды из бетона, или увлажнять. Бетоны на глиноземистом, гипсоглиноземистом цементах должны увлажняться в течение 3 суток. Твердеющий бетон следует предохра-

нять от ударов и сотрясений. Разборку опалубочных щитов допускается производить при достижении бетоном не менее 50% проектной мощности.

Для интенсификации твердения бетона с целью загрузки конструкции в более короткие сроки целесообразно предусматривать их тепловлажностную обработку. Наиболее просто и целесообразно в условиях действующих предприятий осуществлять тепловлажностную обработку конструкций под брезентом или с использованием паровых рубашек. Паропрогрев должен производиться паром. Для обеспечения равномерности прогрева пар следует подавать через 3...4 м по высоте колонн и через 2 м по длине балок и плит с воздушным зазором не менее 0,2 м. При паропрогреве усиленных плит перекрытий один ввод предусматривается на каждые 5...8 м². Дополнительно должны быть предусмотрены мероприятия для отвода конденсата.

Распалубливание конструкций по окончании тепловлажностной обработки должно производиться на основании результатов испытаний контрольных кубов, пропариваемых совместно с усиливаемыми конструкциями.

Возможные дефекты при производстве бетонных работ и способы их предупреждения указаны в таблице 2.3.

2.3.7. Особенности выполнения работ в зимних условиях

Работы по усилению конструкции обетонированием целесообразно выполнять при положительной температуре наружного воздуха.

Применение бетонных смесей с противоморозными добавками для усиления конструкций, эксплуатируемых в агрессивных средах, не рекомендуется.

Бетон усиливаемой конструкции при отрицательной температуре к моменту укладки свежей бетонной смеси должен прогреваться. Надежное сцепление вновь укладываемого бетона с бетоном конструкции может быть гарантировано при температуре в зоне контакта не ниже +2°C.

Стерневая и жесткая арматура из прокатных профилей при температуре наружного воздуха 0°C должна быть перед укладкой бетонной смеси отогрета до положительной температуры. При использовании предварительно разогретой смеси температура усиливаемой конструкции должна быть положительной.

Перерывы между укладкой предыдущего и последующего слоев бетона не должны превышать 1,5...2 ч при температуре бетонной смеси не ниже +5°C.

Выдерживание бетона прекращается после набора им 50% проектной прочности. Разность температуры открытой поверхности конструкции и окружающего воздуха при распалубке не должна превышать 30°C.

Таблица 2.3. Дефекты при производстве бетонных работ и меры их предупреждения

Виды дефектов	Причины, вызывающие дефекты	Способы предупреждения
Крупные поры и раковины на бетонной поверхности в углах и под арматурой.	Потеря растворной составляющей бетонной смеси через неплотности опалубки. Недостаточная подвижность, слабая или кратковременная вибрации. Расслоение бетонной смеси при подаче с большой высоты. Несоответствие подвижности бетонной смеси, крупности заполнителя, расстояния между стержнями и величиной защитного слоя бетона при бетонировании густоармированных и тонкостенных конструкций.	Полное сочленение досок или щитов опалубки по горизонтальным и вертикальным швам. Правильное назначение состава бетонной смеси и средств уплотнения бетонной смеси. Подача смеси бункерами и применение виброхоботов. Правильное назначение состава бетонной смеси и крупности заполнителя.
Скопления растворной составляющей на отдельных участках.	Слишком длительная и интенсивное вибрирование через арматуру, применение расплаивающихся бетонных смесей.	Соблюдение правил бетонирования, использование нерасплаивающихся бетонных смесей.
Трещины вдоль горизонтальной арматуры.	Укладка бетонной смеси без нормируемых перерывов.	Соблюдение нормируемых перерывов в укладке, режимов уплотнения, толщин слоев бетонной смеси.
Обнажения арматуры, недостаточная толщина защитного слоя бетона.	Отсутствие прокладок, неправильный монтаж опалубки, неправильный выбор крупности заполнителя.	Соблюдение правил производства работ и требований к бетонным смесям.
Трещины и раковины на бетонной поверхности.	Применение литых бетонных смесей с большим содержанием цемента, а также опалубки с высокой проницаемостью.	Применение опалубки их досок влажностью 8...12% и качественной смазки.
Трещины сетчатого типа на поверхности бетона.	Нарушение режима выдерживания бетона.	Увлажнение бетонной поверхности или использование защитных покрытий.
Пористость лицевой поверхности.	Пористость материала опалубки; применение смазки из водоотталкивающих жиров; недостаточное уплотнение смеси в зонах, примыкающих к опалубке; высокая В/Ц бетонной смеси.	Соблюдение требований технологии производства работ, правильное назначение состава бетонной смеси.
Разрушение поверхностного слоя, шелушение поверхности.	Отслоение поверхностного слоя вместе с опалубкой. Повторное вибрирование или передача динамической нагрузки на схватившуюся бетонную смесь.	Применение строганной и смазанной опалубки. Предупреждение от сотрясений и ударов.

2.4. Технология усиления железобетонных конструкций стальными элементами

Хранение и транспортирование элементов усиления следует производить в соответствии с указаниями ППР. Мелкие детали монтажных соединений отправочных элементов каждой отдельной конструкции усиления должны быть увязаны в пакеты, детали компенсационных узлов - прикреплены к основному элементу болтами или скрутками. Складирование или хранение стальных элементов усиления следует производить в местах, обеспечивающих подачу их в зону монтажа в указанной последовательности.

Величины отклонений от проектных линейных размеров элементов усиления и от геометрической формы не должны превышать величин, предусмотренных в таблице 2.4.

Монтажные элементы усиления должны быть, как правило, снабжены устройствами и приспособлениями для рихтовки и выверки, а в отдельных случаях для включения конструкций усиления в работу.

Конструкции усиления колонн в виде обойм, стоек должны снабжаться компенсационными устройствами для выбора монтажных зазоров и включения их работу.

Таблица 2.4. Допуски элементов усиления конструкций

Наименование отклонения	Допускаемое отклонение (\pm)	
	Интервал размеров, мм	
	1000-6000	6000-12000
Относительное смещение осей стержней в стыках, мм	3	3
Смещение соединительных планок, мм	5	10
Габаритные размеры стоек, преднапряженных распорок, мм	7	10
Габаритные размеры балочных элементов, мм	7	10
Габаритные размеры балочных стоек порталов, мм	7	10
Отклонение длин затяжек, мм	10	20
Тангенс угла отклонения поверхности, обработанной на торце фрезерным станком, должен быть не более	1/1500	-

В общем случае пролетный размер элементов усиления балочного типа по условиям монтажа должен быть меньше размера в свету усиливаемой конструкции на 100 мм. Для всех других элементов усиления устанавливаемых между не смещаемыми опорами надвижкой при высоте 6,0 м, величина монтажного зазора должна быть не менее 50 мм.

Поверхность железобетонных конструкций, усиливаемых охватывающими элементами (металлическими обоймами, предварительно напряженными скобками и т.д.), должна удовлетворять следующим требованиям:

– при зачеканке зазоров между элементами усиления и конструкцией раствором местные неровности и выступы не должны превышать 5 мм;

– при установке на растворе или последующем заполнении зазоров инъекцией – не более 10 мм.

Участки поверхности, соприкасающиеся с раствором, должны быть отобраны и обеспылены.

2.4.1. Монтажные работы

Монтаж конструкции усиления следует выполнять в последовательности, указанной в рабочих чертежах и в ППР, обеспечивающей устойчивость и геометрическую неизменяемость смонтированной части конструкций усиления и прочность монтажных соединений. В зависимости от условий производства работ и особенности конструкций усиления применяется блочный или позлементный методы монтажа, последний осуществляется в стесненных условиях производства работ.

Укрупнительную сборку элементов усиления следует производить на специализированных площадках, а при малых объемах непосредственно у места установки конструкции.

В процессе подготовки все конструкции следует очищать от ржавчины, грязи, снега, наледи и особенно тщательно – стыкуемые поверхности.

На подготовленные к подъему монтажные элементы должны быть нанесены осевые риски, проверены отметки мест опирания этих элементов, подготовлены места их установки на усиливаемых конструкциях, которые, в случае необходимости, стальными накладками или бетонной подливкой должны быть доведены до требуемого уровня.

Для монтажа металлических конструкций усиления могут использоваться грузоподъемные механизмы и оборудование (лебедки, монтажные блоки, домкраты), монтажные краны и грузоподъемное технологическое оборудование, а также специально разрабатываемое оборудование и монтажная оснастка.

До начала производства работ по монтажу необходимо произвести установку лесов, подмостей, лестниц, люлек или других специальных средств подмащивания, изготовленных по специальному заказу.

При строповке элементов усиления следует применять монтажную оснастку (такелажные приспособления, траверсы), обеспечивающие возможность расстроповки конструкций, подаваемых в труднодоступные места.

В процессе подъема требуемое положение конструкции следует удерживать при помощи оттяжек. При усилении железобетонных балок и ригелей, заводу элементов усиления в виде прогонов следует осущест-

влять с монтажных столиков сбоку, а затем в проектное положение – лебедками либо другими механизмами.

Выверка установленных элементов должна производиться в порядке, установленном ППР. Положение конструкций при выверке определяется измерительными и геодезическими инструментами. Вертикальность контролируется теодолитом и отвесом, горизонтальность – уровнем и нивелиром, положение в плане – промерами стальной рулеткой.

Устанавливаемые элементы до их освобождения от крюка монтажного механизма должны быть временно закреплены монтажными хомутами, выверочными болтами, клиньями, подкладками и другими приспособлениями, предусмотренными ППР. Перед окончательным закреплением смонтированных конструкций следует проверить правильность расположения их в плане и по высоте, а в случае необходимости отрихтовать. Изменение положения элементов в плане и по высоте (рихтовка) производится домкратами, винтовыми стяжками, лебедкам, монтажными ломиками.

Окончательное закрепление конструкции после их выверки выполняется согласно проекту. Гайки и контргайки предварительно напряженных затяжек, хомутов после окончательного натяжения приваривают к стержням болтов.

Включение конструкций и элементов усиления в работу необходимо производить преимущественно механическим способом.

Натяжение стержневых элементов необходимо выполнять динамометрическими ключами или стержневыми домкратами.

Контроль качества работ по усилению железобетонных конструкций стальными элементами должен включать: проверку соответствия элементов усиления рабочим чертежам; контроль качества подготовки к монтажу; контроль качества монтажных работ.

При приемке элементов и конструкций усиления должно быть проверено: соответствие чертежам линейных размеров, сечений, диаметров отверстий, правильность применения марок сталей.

При контроле качества подготовки к монтажу должна быть проверена: правильность установки опорных деталей и подготовка опорных поверхностей; состояние поверхности элементов усиления. Кромки, подготовленные под сварку, должны быть обработаны до металлического блеска.

При монтаже стальных элементов усиления должен быть обеспечен контроль за соблюдением требований рабочих чертежей и ППР с занесением результатов контроля в журналы приемки, а также в исполнительную документацию на монтажные работы (акты, журналы производства работ).

Усилие натяжения предварительно напряженных затяжек определяется с погрешностью в 5% по показаниям тарированного манометра, динамометра и по упорному удлинению, измеряемому с погрешностью в 1 мм для продольной и 0,1 мм - для поперечной арматуры. Потери на трение в динамометрических ключах, домкратах, определяются опытным путем. Разность напряжений в параллельных стержнях не должна превышать 10%.

2.4.2. Сварочные работы

Монтажные сварные соединения должны выполняться, как правило, по заранее разработанной технологии, устанавливающей способ сварки, марку электродов, порядок наложения швов, режим сварки и т.д.

Вносить какие-либо изменения в конструкции узлов сопряжения без согласования с проектной организацией не разрешается.

Тип, марка и диаметр электродов для сварки принимаются по указаниям проекта усиления конструкции. При отсутствии указания в проекте тип и марку электродов для сварки углеродистых и низколегированных сталей следует принимать в зависимости от способа сварки, класса арматуры, условий работы усиливаемой конструкции (вида нагрузки).

При сварке сталей, различных по химическому составу, следует применять электроды, рекомендуемые для сварки менее легированной стали.

При усилении под нагрузкой железобетонных конструкций с арматурой из кипящих сталей, сварные соединения существующей арматуры с усиливающими стальными элементами следует производить при температуре не ниже -5°C , а с арматурой из спокойных и полуспокойных сталей - не ниже -15°C . Сварку соединений в слабонагруженных элементах, воспринимающих до 25% расчетной нагрузки, - соответственно при температуре не ниже -15°C и -25°C .

Температура, режимы прокаливания электродов и режимы дуговой сварки принимаются по паспортным данным электродов.

Прихватки при сварке должны выполняться теми же электродами, что и основные сварные швы. Длина схваток для соединения установленных, выверенных и пригнанных деталей к существующей арматуре или закладным элементам усиливаемых конструкций должна быть не менее 15...20 мм, а высота сварных швов - не более 4 мм. Прихватки должны располагаться в пределах сварных швов. Количество прихваток должно быть минимальным. Диаметр электрода рекомендуется принимать меньше, чем для сварки, но не более 4 мм. Не допускается располагать прихватки в углах, местах пересечения швов.

Швы сварных соединений стыковых пластин с рабочей арматурой следует выполнять: вертикальных – снизу вверх на предельно короткой дуге; направление швов осуществлять в один или несколько проходов до получения проектного сечения; при симметричном расположении стыковых планок швы накладывать поочередно с обеих сторон, относительно продольной оси стержня. При необходимости закрепления монтажных деталей (опорных столиков, пластин) последние должны привариваться к существующей арматуре фланговыми швами. При усилении конструкции элементами из штампованных или гнутых в холодном состоянии профилей следует избегать сварных швов, накладываемых в области изгиба.

При сварке многослойными швами каждый последующий слой должен накладываться после охлаждения предыдущего до температуры, не превышающей 100°C, очищаться от шлака и брызг металла.

Выполнение каждого валика многослойных швов сварных соединений допускается после очистки предыдущего валика, а также прихваток от брызг металла и шлаков. Участки слоев шва с порами, раковинами и трещинами должны быть удалены до наложения следующего слоя.

Контроль сварных соединений включает в себя: контроль качества применяемых материалов и деталей; технический контроль состояния сварочного оборудования, инструмента, приспособлений; приемочный контроль и оценку качества сварки.

Пооперационный контроль качества сварных соединений должен осуществляться на всех этапах их выполнения и включать в себя проверку подготовки арматуры или закладных деталей, усиливаемых конструкций, а также элементов усиления к сварке и точности их сборки, соответствие выполнения режимов и технологии производства сварочных работ требованиям ППР.

Приемочный контроль сварных соединений осуществляется их осмотром, обмером всех соединений и механическими испытаниями на прочность контрольных образцов, взятых засверливанием швов с последующим травлением для выявления внутренних дефектов (непровара, пор, шлаковых включений, микротрещин).

На поверхности свариваемых элементов не допускается наличие поджогов и подплавлений от дуговой сварки. Поджоги должны быть зачищены абразивным кругом, при этом уменьшение площади сечения стержней (углубление в основной металл) не должно превышать 3%. Места зачистки должны иметь плавные переходы к телу стержня, а риски от абразивной обработки направлены вдоль стержня. При отрицательных температурах вырубку дефектных участков следует выполнять после подогрева участка сварного соединения до 200...250°C. Заварку дефектного участка следует также производить после подогрева.

2.5. Технология производства работ по усилению отдельных видов конструкций

2.5.1. Усиление фундаментов

При усилении фундаментов под технологическое оборудование (манипуляторы, молоты, прессы и т.п.) с использованием несъемной металлической опалубки (рис.2.6), последние снабжаются анкерами. Бетонирование следует вести после монтажа и закрепления вертикальных листов опалубки. Горизонтальные листы устанавливаются после укладки и уплотнения бетонной смеси на 3...5 см ниже проектной отметки. Затем через «окна» в горизонтальных листах производится дополнительная укладка и уплотнение бетонной смеси.

2.5.2. Усиление колонн

Бетонирование обоям колонн рекомендуется выполнять с использованием самонесущей щитовой опалубки. Опалубочные щиты могут крепиться непосредственно на жесткой арматуре или выносных инвентарных стойках-кондукторах, жестко соединяемых с усиливаемой колонной при помощи хомутов. При армировании гибкой арматурой щиты опалубки могут закрепляться на «воротниках» из полосовой стали (см. рис. 2.4). Шаг «воротников» принимается равным высоте щитов опалубки.

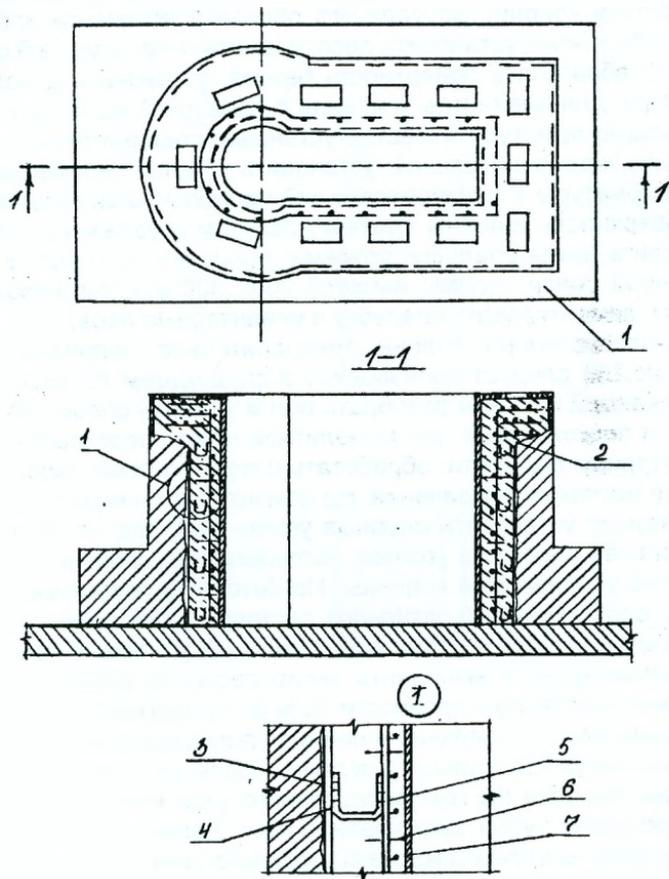


Рис. 2.6. Схема усиления фундаментов под оборудование:

1 – усиливаемый фундамент; 2 – бетон усиления; 3 – существующая арматура; 4 – скоба; 5 – дополнительная арматурная сетка; 6 – анкерные выпуски; 7 – металлическая несъемная опалубка

Воротники могут закрепляться на колонне путем их приварки к существующей арматуре планками из стали толщиной 6...8 мм шириной 100 мм или без приварки, с закреплением хомутами из полосовой стали, плотно охватывающими сечение колонны.

При использовании для бетонирования мелкозернистых бетонных смесей, укладываемых растворонасосами, количество одновременно бетонлируемых колонн должно быть согласовано с производительностью растворонасоса.

Усиление колонн железобетонными обоймами рекомендуется вести следующим образом: произвести разгрузку колонны (в случае необходимости); вскрыть колонну до верхнего обреза фундамента или до уровня плиты перекрытия; установить леса; удалить поврежденный слой бетона колонны; обработать поверхность бетона; установить дополнительную арматуру; для вариантов усиления с приваркой арматуры оголить существующую арматуру в местах установки соединительных деталей и приварить к дополнительной; установить хомуты, перемещая их вдоль рабочей арматуры и прикрепляя к ней проволочными скрутками; обеспылить поверхность колонны сжатым воздухом и увлажнить; установить и закрепить щиты опалубки ярусами; произвести укладку и уплотнение бетонной смеси слоями, высотой 200...300 мм; организовать уход за бетоном, демонтировать опалубку и инвентарные леса.

Усиление железобетонных колонн предварительно напряженными распорками (рис.2.7) следует производить в следующем порядке. Вокруг низа усиливаемой колонны разобрать пол и удалить слабопрочный бетон колонны и подколонника или монолитной плиты перекрытия. Установить инвентарные подмости, обработать бетонную поверхность ригелей и колонн в местах их соединения. На цементно-песчаном растворе строго горизонтально установить опорные уголки (3,4) так, чтобы внутренняя вертикальная плоскость уголков располагалась вровень с боковой поверхностью усиливаемой колонны. На бетонную поверхность колонны уложить слой цементно-песчаного раствора заподлицо с внутренними вертикальными плоскостями полок опорных уголков. В соответствии с указаниями проекта выполнить выгиб распорок (стоек). После набора цементным раствором прочности 70% от проектной установить металлические распорки (1), верхние и нижние упорные планки, которые монтажными шпильками (6) прижать к колонне. После рихтовки распорок регулировочными болтами (8) компенсационного узла создать монтажное усилие в распорках путем закручивания гаек. Далее к уголкам распорок приварить упорные планки компенсационного узла. После проверки качества сварных соединений следует создать напряжение в распорках стягиванием их путем закручивания гаек стяжных болтов (7). Закручивание гаек необходимо выполнять в 2 этапа: стягиванием примерно на 50% начальной величины выгиба с выдерживанием под этим напряжением в течение 10 минут для осмотра, затем закручиванием гаек

стяжных болтов до установки распорок в вертикальное положение. К распоркам приварить соединительные планки (2,5). Приварка планок осуществляется последовательно от середины до верха и низа колонны. При усилении колонн многоэтажных зданий следует начинать, как правило, с нижележащих этажей.

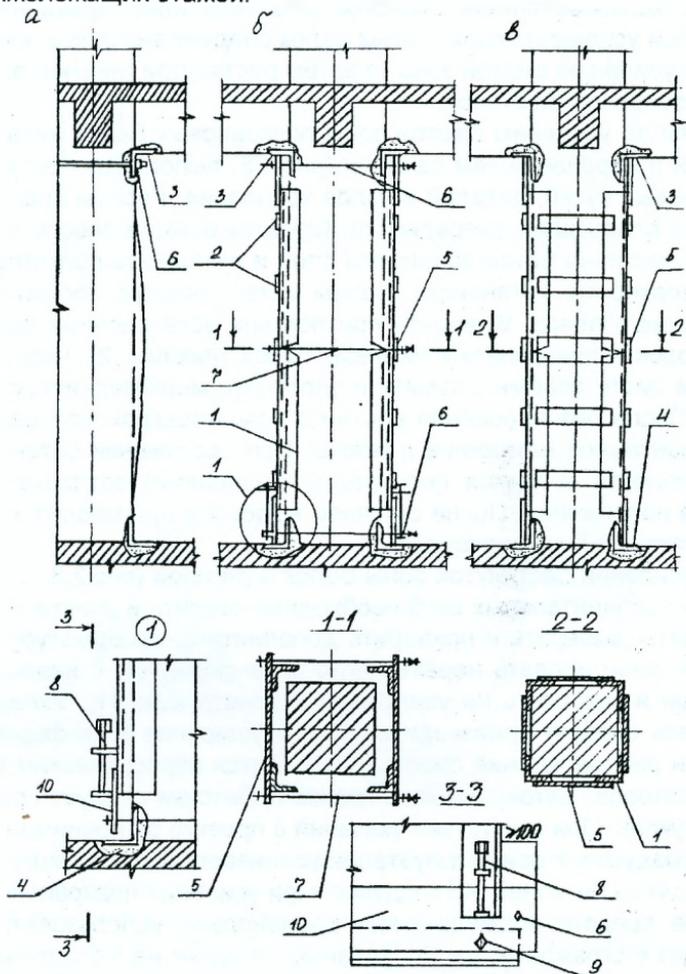


Рис 2.7. Схема усиления колонн предварительно напряженными распорками (стойками):

а – в стадии подготовки; б – в стадии монтажа; в – в рабочем положении.
 1 – распорка (стойка); 2 – соединительные планки; 3 – верхний опорный уголок;
 4 – нижний опорный уголок; 5 – центральная планка; 6 – монтажная шпилька;
 7 – стяжной болт; 8 – регулировочный болт; 9 – стопорный болт; 10 – упорная планка

2.5.3. Усиление ригелей и балок

Усиление ригелей и подкрановых балок следует производить после усиления колонн (если это требуется), на которые они опираются. Усиление ригелей и подкрановых балок обетонированием целесообразно вести с использованием навесной опалубки или неразъемных блок-форм. При усилении подкрановых балок следует вначале выполнить работы по усилению сжатой зоны, а затем растянутой (нижней полки) и боковых поверхностей стенок.

Работы по усилению сжатой зоны подкрановых балок металлической обоймой и наращиванием сечения (рис.2.5) выполняют после демонтажа крановых путей, деталей и узлов крепления. Работы следует производить в следующей очередности. Срубить остатки свесов полок, подливку и частично бетон защитного слоя и выполнить подготовку бетонной поверхности. Установить краном металлическую обойму (1) усиления верхнего пояса. Выверить при помощи установочных болтов (4) и фиксаторов и прикрепить к нижнему поясу тяжками (2). Через «окна» в верхнем листе обоймы уложить и уплотнить мелкозернистую бетонную смесь. После бетонирования верхнего пояса подкрановой балки производят монтажное натяжение в тяжках. При достижении бетоном проектной прочности в тяжках поочередно (ступенями) создается предварительное напряжение. После суточной выдержки производится контрольное натяжение и приварка гаек.

При усилении растянутой зоны балок и ригелей (рис.2.8) в местах установки соединительных скоб необходимо оголить и очистить арматуру, установить, выверить и приварить дополнительную арматуру к существующей; смонтировать неразъемную блок-форму (3) с навесными вибраторами и закрепить на усиливаемой конструкции (1). Укладку бетонной смеси следует производить сбоку в уширение блок-формы. Уплотнение и распределение смеси производится периодическим включением вибраторов. Бетону верхних граней набетонки следует придать проектный уклон. При отсутствии указаний в проекте он принимается не менее 15 градусов, а при эксплуатации усиливаемой конструкции на открытом воздухе - не менее 45 градусов. При усилении подкрановых балок в качестве средств подмащивания рационально использовать рабочие площадки с ограждениями (8), устанавливаемые на металлических консолях (7), которые жестко крепятся болтами к колоннам.

Усиление железобетонных ригелей и балок предварительно напряженными шпренгельными затяжками с жесткой распоркой следует производить в следующей очередности (рис.2.9). На подготовленной поверхности железобетонного перекрытия с установленными подкладками (4) смонтировать стальную балку (5) верхнего пояса металлического шпренгеля; после выверки балки прикрепить ее монтажными хомутами к

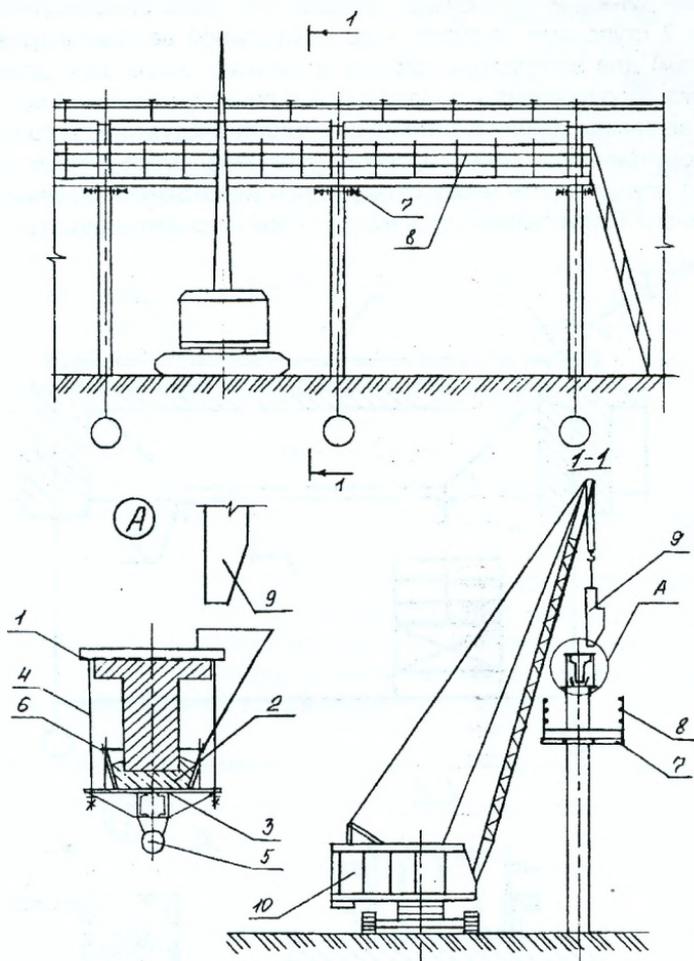


Рис. 2.8. Схема усиления подкрановой балки с креплением рабочих площадок на металлических консолях:

1 – усиливаемая балка; 2 – бетон усиления; 3 – блок – форма; 4 – подвеска; 5 – вибратор; 6 – прижимной винт; 7 – металлическая консоль; 8 – рабочая площадка с ограждением; 9 – бункер для бетона; 10 – монтажный кран

перекрытию и приварить подкладки электросваркой. После выполнения сварных соединений монтажные хомуты снять; при помощи монтажного блока и лебедки установить затяжки (2) вдоль обеих сторон железобетонного ригеля (1), прикрепить через заранее пробитые отверстия в перекрытии к анкерным устройствам (6) балки; создать предварительное напряжение путем одновременного закручивания тяжей (3) усиливаемой конструкции тариро-

ванными динамометрическими ключами. Предварительное напряжение создается 2 ступенями: вначале – до контрольной величины (установленной проектом) для восприятия нагрузок от монтируемого оборудования; после монтажа оборудования - до указанной в проекте расчетной величины. Контроль величины усилия в затяжке шпрингеля следует вести по показаниям на динамометрическом ключе; проверку установившегося в тяжах усилия необходимо осуществлять через сутки, и, при необходимости, доводить его до расчетного. Гайки свариваются между собой и привариваются к тягам.

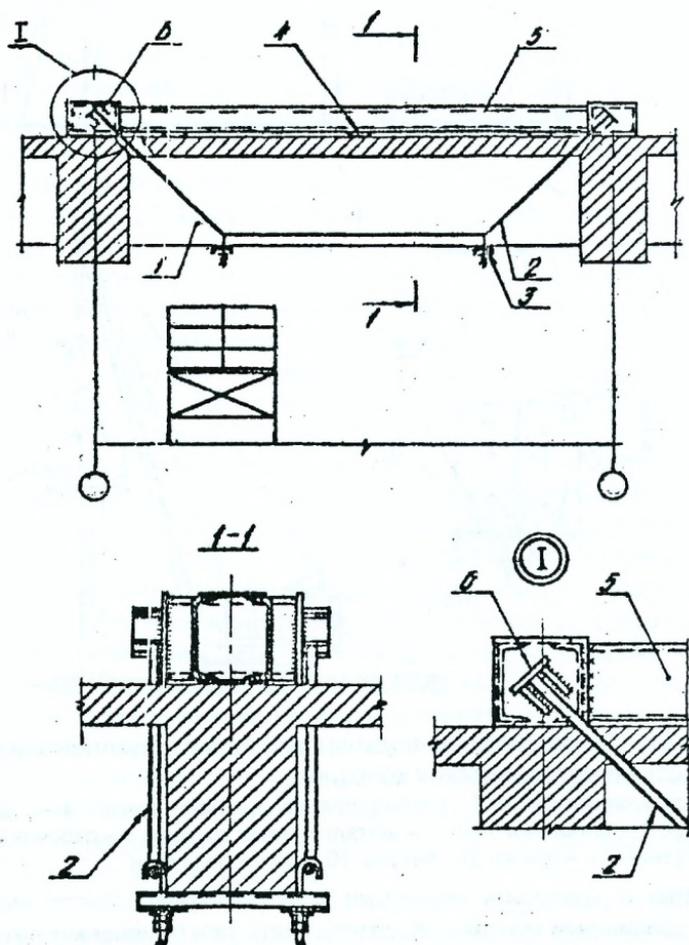


Рис.2.9. Схема усиления шпрингельной затяжкой с закреплением на металлической балке:

1 – усиливаемая балка; 2 – шпрингельная затяжка; 3 – тяж; 4 – подкладка; 5 – балка усиления; 6 – анкерное устройство

Работы по усилению ригеля металлическими, предварительно напряженными шпренгельными затяжками с закреплением их в упорах обойм, установленных на колоннах в уровне перекрытия (рис.2.10) необходимо вести в следующем порядке. Подготовить поверхность опорных участков колонн вышележащего этажа; на колоннах установить металлические полуобоймы (4) с анкерными устройствами (5) и сварить их между собой. Зазоры между обоймой и колонной (не менее 50 мм) заделываются мелкозернистым бетоном.

После достижения бетоном проектной прочности через отверстие в перекрытии при помощи стяжных шпилек в металлических затяжках создается предварительное напряжение. Величина создаваемого напряжения рассчитывается по удлинению и контролируется при помощи рычажных тензодатчиков, закрепляемых на обоих тросах.

Работы по усилению железобетонных подкрановых балок предварительно напряженными шпренгельными затяжками следует выполнять в следующем порядке (рис.2.11). Снять крепление подкранового рельса и осуществить его подклинивание. В полке подкрановой балки просверлить отверстие; очистить поверхность полки от загрязнения; выровнять поверхность полки цементным раствором состава 1:2. Установить элементы металлической обоймы (1) и закрепить шпильками (2) с обжатием раствора; установить шпренгельные затяжки (3) с закреплением их в анкерных устройствах (4); после достижения раствором проектной прочности создать предварительное напряжение в растяжках.

2.5.4. Усиление железобетонных плит перекрытий и покрытий

Технология усиления плит перекрытий определяется принятым методом усиления и условиями производства работ. До начала производства работ плиты перекрытий необходимо разгрузить, если это предусмотрено проектом.

Усиление монолитных ребристых перекрытий (рис.2.12) путем наращивания «сверху» (рис.2.12.а) следует выполнять так. В плите перекрытия (1) в шахматном порядке просверлить сквозные отверстия для устройства железобетонных шпонок. Контактную поверхность очистить от мусора, грязи, арматуру – от остатков бетона и коррозии. Дополнительную арматуру (2) усиления соединить на сварке с существующей при помощи коротышей; установить арматурную сетку усиления плиты и стержни короткой формы (3); выполнить бетонирование плиты по маячным рейкам.

Усиление плит наращиванием «снизу» при невозможности усиления «сверху» (рис.2.12.б) необходимо производить в следующем порядке. В плите снизу, через 500 – 700 мм вырубить поперечные борозды до существующей арматуры с обнажением последней; обработать контактную поверхность бетона; очистить существующую арматуру, установить

дополнительную арматуру (2) и приварить ее коротышами (6) к существующей арматуре; нанести слой торкретобетона снизу.

Усиление сборных железобетонных многопустотных плит следует осуществлять в следующем порядке. Очистить поверхность плиты; вдоль плиты над пустотами пробить борозды шириной 70...100 мм; контактную поверхность продуть сжатым воздухом; увлажнить; установить вертикальные каркасы и дополнительную арматурную сетку; выполнить укладку и уплотнение бетонной смеси по маячным рейкам; обеспечить уход за бетоном.

Ремонт разрушенного защитного слоя потолочной поверхности плиты следует производить путем оштукатуривания цементно-песчаным раствором с добавлением ингибиторов коррозии или торкретированием.

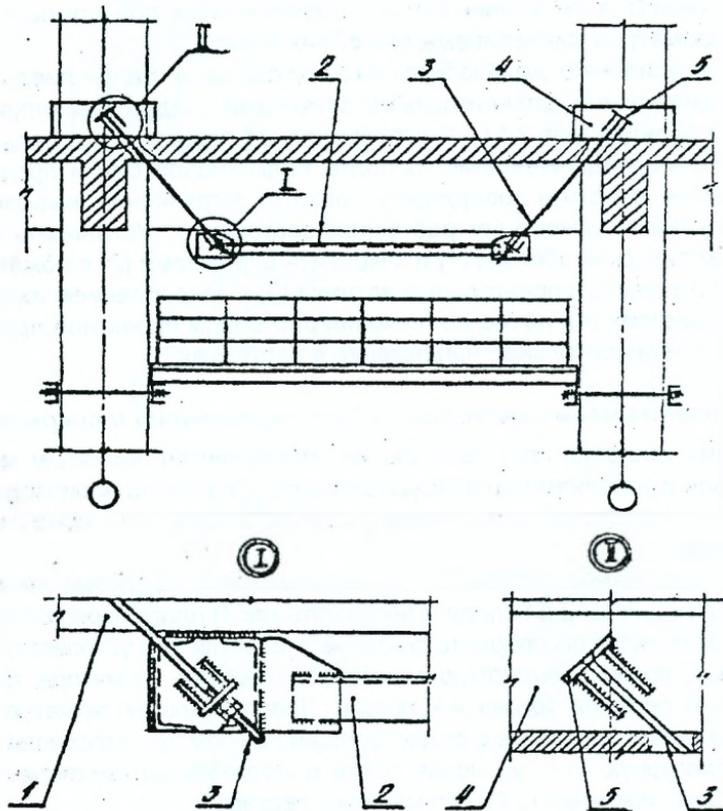


Рис. 2.10. Схема усиления балки шпренгельной затяжкой с креплением ее на упорах обойм колонн:

1 – усиливаемая балка; 2 – металлический тяг (горизонтальный); 3 – стяжная шпилька; 4 – металлическая обойма колонны; 5 – анкерное устройство

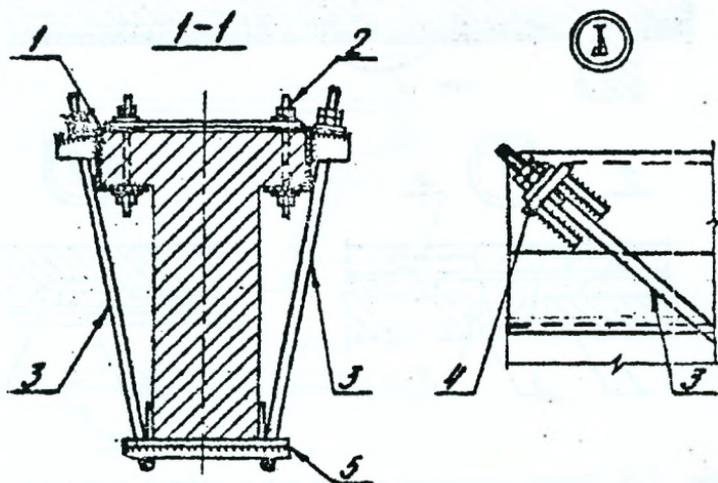
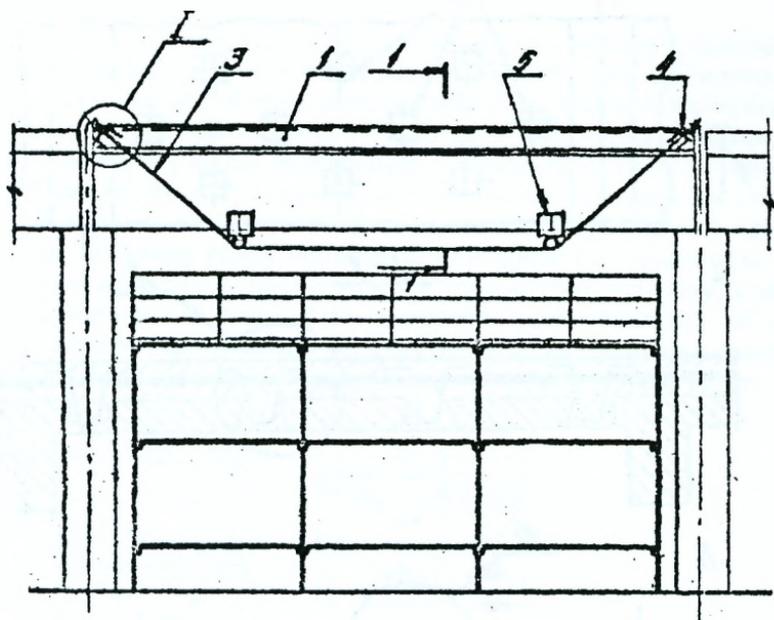


Рис. 2.11. Схема усиления подкрановых балок шпренгельной затяжкой с креплением к обойме полки:
 1 – обойма полки; 2 – шпилька обоймы; 3 – шпренгельная затяжка; 4 – анкерное устройство; 5 – центрирующие подкладки

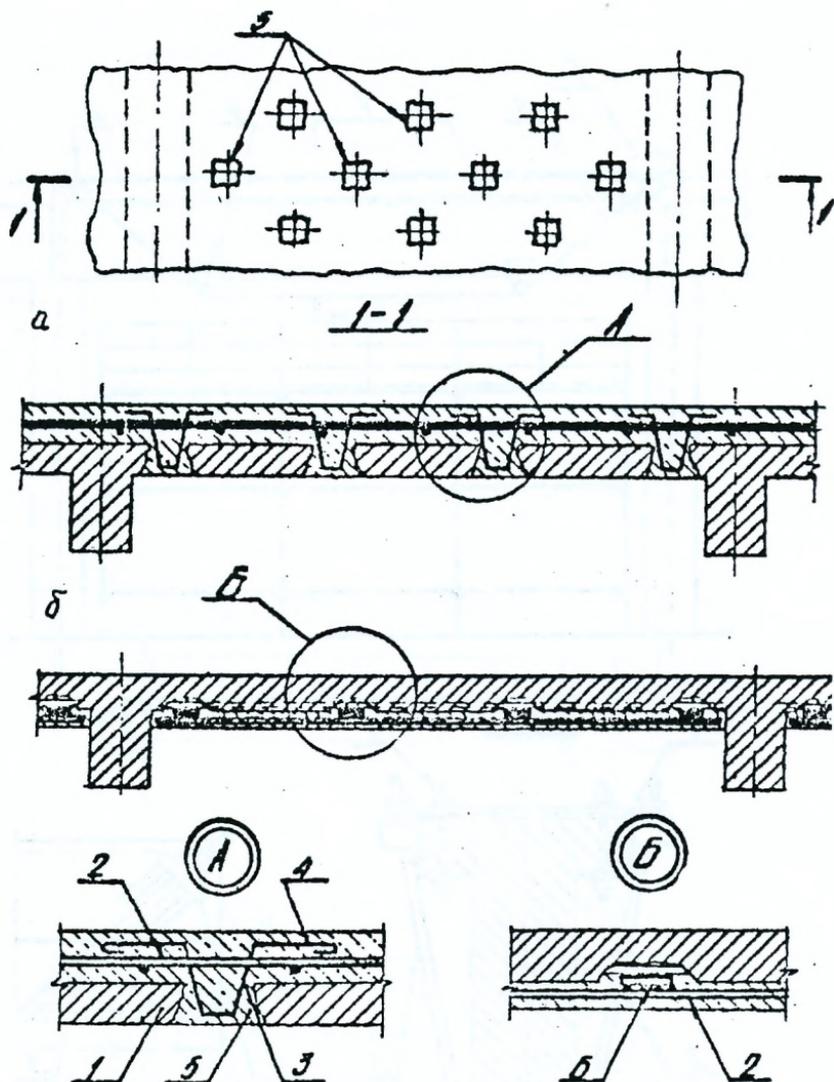


Рис. 2.12. Схема усиления монолитных перекрытий наращиванием "снизу" и "сверху":

а - усиление наращиванием "сверху"; б - то же "снизу"

1 - монолитная плита; 2 - арматура усиления; 3 - гнутые арматурные стержни; 4 - бетон усиления; 5 - отверстия в существующей плите; 6 - коротыши

2.5.5. Перепланировка монолитного железобетонного перекрытия

Необходимость в перепланировке возникает при замене существующего оборудования на новое с большими габаритными размерами и массой, а также при устройстве дополнительных проемов в перекрытии. Перепланировку перекрытия (рис. 2.13) следует выполнять следующим образом. Разобрать участок перекрытия; установить на главных балках металлические обоймы (2) с закрепленными на них монтажными столиками; на монтажные столики установить металлическую балку с приваренным к ее верхнему поясу несъемной опалубкой (3); установить дополнительную арматуру в несъемную металлическую опалубку; к монтажным металлическим балкам (5) прикрепить щиты опалубки (6) для устройства монолитных участков перекрытия; уложить бетонную смесь в опалубку с уплотнением ее вибрированием и выровнять поверхность.

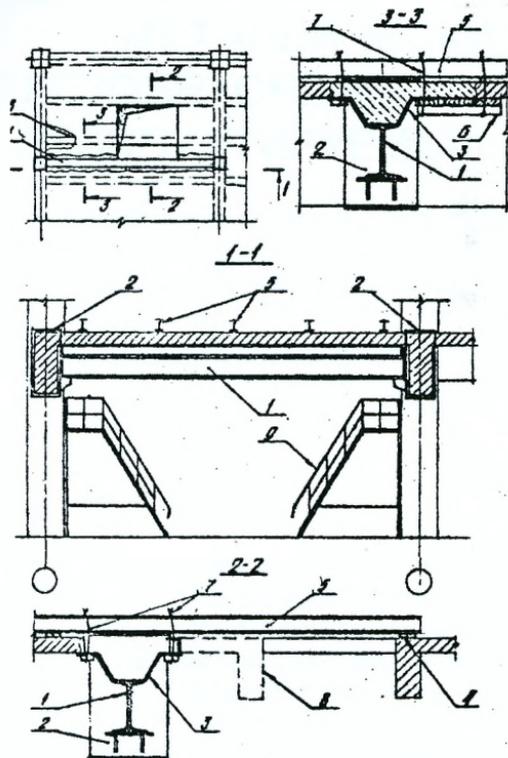


Рис.2.13. Схема перепланировки перекрытия:

1 - металлическая балка; 2 - обойма; 3 - металлическая несъемная опалубка; 4 - прокладки-фиксаторы; 5 - монтажные балки; 6 - щиты опалубки; 7 - металлическая скрутка; 8 - удаляемая балка; 9-приставная лестница

Нагружение конструкций до проектной величины допускается при наборе бетоном 100% прочности.

Разрушенный защитный слой потолочной поверхности восстанавливается путем оштукатуривания цементно-песчаным раствором с добавлением ингибиторов коррозии или торкретированием.

ЛИТЕРАТУРА

1. СНБ 1.04.01-04. Здания и сооружения. Основные требования к техническому состоянию и обслуживанию строительных конструкций и инженерных систем, оценке их пригодности к эксплуатации.- Мн.: 2004.- 20 с.
2. Реконструкция зданий и сооружений / Под ред. А.Л. Шагина.- М.: Высш.шк., 1991.- 352 с.

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Составитель *Семенюк Сергей Михайлович*

ТЕХНОЛОГИИ УСИЛЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ

Конспект лекций по дисциплине «Технология ремонта и усиление конструкций эксплуатируемых зданий» для студентов специальности 70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»

Ответственный за выпуск *Семенюк С.М.*

Редактор *Строкач Т.В.*

Компьютерная верстка *Боровикова Е.А.*

Дизайн обложки *Боровикова Е.А.*

Корректор *Никитчик Е.В.*

Подписано к печати 25.05.2005 г. Формат 60x84 ¹/₁₆. Бумага писчая.
Усл. п. л. 4,2. Уч.-изд. л. 4,5. Тираж 150 экз. Заказ № 599. Отпечатано
на ризографе учреждения образования
«Брестский государственный технический университет».
224017, г. Брест, ул. Московская, 267.