

Харьковский проектный
и научно-исследовательский
институт Промстройниипроект
Госстроя СССР

Ордена Трудового Красного
Знамени научно-исследова-
тельский, проектно-конструк-
торский и технологический
институт бетона и железобетона
(НИИЖБ) Госстроя СССР

Рекомендации

по проектированию
усиления
железобетонных
конструкций
зданий и сооружений
реконструируемых
предприятий
Надземные
конструкции и сооружения



Москва Стройиздат 1992

Рекомендованы к изданию решением Ученого совета Харьковского Промстройниипроекта Госстроя СССР.

Рекомендации по проектированию усиления железобетонных конструкций зданий и сооружений реконструируемых предприятий. Надземные конструкции и сооружения / Харьковский Промстройниипроект, НИИЖБ.—М.: Стройиздат, 1992.—191 с.

Даны рекомендации по усилению элементов каркасов промышленных зданий и сооружений: колонн, балок перекрытий и покрытий, подкрановых балок, ферм покрытий, плит перекрытий и покрытий, конструкций хранилищ для сыпучих материалов.

Содержат классификацию способов усиления, конструктивные решения, расчет конструкций усиления, особенности их проектирования, выбор способов усиления, технику безопасности, способы виброзащиты существующих конструкций.

Для инженерно-технических работников научно-исследовательских, проектных, строительных и производственных организаций.

Табл. 9, ил. 73

Разработаны Харьковским Промстройниипроектom Госстроя СССР (кандидаты техн. наук *Е. Л. Рабинович* — руководитель темы; *Ю. Д. Кузнецов, Н. П. Рунцо, В. Л. Благов, Я. И. Табачишин, И. Г. Черкасский, В. Б. Тойбис*, инженеры *А. А. Бохотский, И. М. Подлегаев, А. В. Крылов, А. В. Царин, А. И. Сергиенко, Ю. Д. Коломийченко*); НИИЖБ Госстроя СССР (д-р техн. наук *В. А. Клевцов*, кандидаты техн. наук [*Б. Н. Мизернюк*], *А. И. Хачатрян*, инж. *Л. И. Вишняков*) при участии Ворошиловградского филиала НИИСП (кандидаты техн. наук *В. С. Балицкий, Е. П. Уваров, А. С. Файвусович*); Харьковского института инженеров коммунального строительства (канд. техн. наук *Г. А. Молодченко*); ДальНИИС Госстроя СССР (канд. техн. наук *Г. М. Спрыгин*, инж. *Б. В. Бабурин*); Львовского политехнического института (кандидаты техн. наук *Е. Р. Хило, Б. С. Попович*).

Р 3202000000-411
047(01)-92

без объявл.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ СПОСОБОВ УСИЛЕНИЯ

1.1. Настоящие Рекомендации предназначены для проектирования усиления несущих железобетонных конструкций зданий и сооружений и фундаментов, эксплуатируемых при воздействии температур не выше 50°C и не ниже минус 70°C .

Кроме того, Рекомендации могут быть использованы службами, занимающимися эксплуатацией, ремонтом и усилением конструкций

1.2. При проектировании и разработке усиления железобетонных конструкций зданий и сооружений необходимо помимо настоящих Рекомендаций руководствоваться требованиями СНиП 2.03.01—84* главы СНиП II-23-81*, СНиП 2.01.07—85, СНиП 2.02.01—83, СНиП 2.02.03—85, СНиП 2.03.11—85, а также «Руководством по проектированию предварительно напряженных железобетонных конструкций из тяжелого бетона» (М.: Стройиздат, 1977).

1.3. Усиление железобетонных конструкций требуется для увеличения или восстановления их несущей способности, снизившейся от износа в процессе эксплуатации, перегрузки, неравномерной осадки фундаментов, пожара и т. п.

1.4. Железобетонные конструкции следует усиливать лишь после того, как будут использованы все возможности обеспечения их надежной эксплуатации в новых условиях без усиления. К этим возможностям относятся: рациональное распределение технологических нагрузок, введение временных разгружающих элементов и устройств при демонтаже и монтаже оборудования; ограничение сближения кранов, не нарушающее технологический процесс; ограничение по одновременному загрузению временными нагрузками больших площадей перекрытий; снижение уровня вибрации и динамических нагрузок посредством применения эффективной виброизоляции машин и ряд других мероприятий.

1.5. Все работы по усилению конструкций рекомендуется выполнять при наличии проекта организации строительства (ПОС) и проекта производства работ (ППР) и в полном соответствии с ними.

Усиление строительных конструкций в условиях реконструкции и технического перевооружения действующих предприятий следует проектировать с учетом следующих факторов:

- выполнения работ в минимальные сроки;
- массовости (серийности) работ по усилению;
- выполнения на стадии проектирования требований **технологии** и условий производства работ;

- унификации элементов усиления и деталей с учетом отклонения размеров усиливаемых конструкций от проектных;

- учета стоимости останковки производства, которая в большинстве случаев значительно превышает стоимость материалов и производства работ по усилению.

1.6. Степень совмещения работ по усилению конструкций с основной деятельностью предприятия определяется с учетом объемно-планировочной и технологической компоновки здания; возможности устройства проемов и проездов для строительных машин и механизмов; условий производства работ (стесненность участка, наличие в зоне производства работ действующего технологического оборудования, внутрицехового транспорта, установок с высоким напряжением и т. п.); агрессивности среды предприятия (степень концентрации в воздухе рабочей зоны пыли и газов, температурно-влажностный режим, степень взрыво- и пожароопасности и т. д.); требований техники безопасности.

1.7. На производствах с часто сменяемым технологическим оборудованием проектирование конструкций усиления рекомендуется осуществлять с учетом возможности дальнейшего увеличения нагрузок, а в указаниях по эксплуатации усиленных конструкций отмечать предельные значения нагрузок и возможные способы увеличения несущей способности.

1.8. При решении вопроса об усилении и для проектирования усиления железобетонных конструкций при реконструкции зданий и сооружений необходимы, как правило, следующие материалы:

рабочие чертежи существующих конструкций зданий и сооружений;

данные об инженерно-геологических и гидрогеологических условиях площадки, на основании которых выполнялось первоначальное проектирование;

данные о соответствии фактического выполнения конструкций проектным решениям с указанием всех отклонений от проекта в части габаритов конструкций, узлов их сопряжения;

результаты геодезической съемки положения конструкций для определения осадок, относительных смещений, прогибов и кренов существующих конструкций, а также узлов их сопряжения;

данные о продолжительности эксплуатации существующего здания;

данные о величинах и режимах технологических нагрузок в период эксплуатации;

данные о фактических характеристиках бетона и стали каждого конструктивного элемента, количестве арматуры и ее классе, состоянии сварных швов (места для определения класса бетона, количества арматуры, ее диаметра и класса назначаются организацией, разрабатывающей усиление);

данные об особенностях технологического процесса в реконструируемом сооружении (сухой, мокрый, наличие повышенных температур, характер агрессивных воздействий), наличие загазованности, препятствующей выполнению сварочных работ;

данные об имевших место аварийных состояниях конструкций за весь период до момента проектирования усиления;

данные об имевших место аварийных деформациях оснований и причинах, их вызвавших (просадка и набухание от замачивания, усадка основания от повышенных температур, циклическое замораживание и оттаивание);

данные о ранее имевших место усилениях конструкций и оснований;

инженерно-геологические и гидрогеологические условия на период проведения реконструкции (усиления), в том числе уровень агрессивности грунтовых вод;

прогноз подтопления оснований;

данные о новых нагрузках, режимах эксплуатации и ожидаемой агрессивности среды;

сведения об основных дефектах конструкций, оказывающих влияние на несущую способность, снижение долговечности и ухудшение эксплуатационных свойств конструкций.

1.9. Сведения об основных дефектах конструкций включают наименование дефектов, места их расположения (для трещин — их направление), основные размеры и другие данные, характеризующие параметры дефекта.

1.10. Объем и состав данных по инженерно-геологическим условиям на период проведения реконструкции (усиления) определяются программой, составленной изыскательской организацией при участии проектной организации, и должны отвечать основным требованиям СНиП 1.02.07—87, СНиП 2.02.03—85, СНиП 2.02.01—83.

1.11. Для усиления в первую очередь рекомендуются конструктивные решения с четкой расчетной схемой, обеспечивающие совместную работу усиливаемой и усиливающей частей конструкций и позволяющие надежно определить величину дополнительно воспринимаемой нагрузки.

1.12. При проектировании усиления поврежденных конструкций следует предусмотреть мероприятия по закреплению их в проектном положении, удалению бетона на разрушенных участках, выравниванию арматуры с последующим усилением.

1.13. При обследовании конструкций, подлежащих усилению, следует устанавливать места потери прочности поверхностного слоя бетона (от смятия, раздробленности, воздействия высоких температур, коррозии арматуры и бетона) и намечать дефектные участки, требующие удаления.

Удаление бетона следует производить с вырубкой полостей преимущественно прямоугольной формы с тем, чтобы основные рабочие грани их были по возможности перпендикулярны направлению действующих усилий, а остальные грани — примерно параллель-

ны ему. При этом следует избегать устройства полостей, труднодоступных для заполнения их бетоном.

1.14. В случае разрушения в колоннах части хомутов для обеспечения устойчивости сжатых стержней арматуры необходимо предусматривать устройство новых хомутов в проделанных в бетоне бороздах с последующей заделкой последних. При этом рекомендуется применение составов с повышенной адгезией к усиливаемому бетону (например, полимербетонов).

1.15. Для обеспечения совместной работы бетона усиливаемой конструкции с бетоном усиления необходимо как при проектировании, так и при производстве работ уделять внимание мероприятиям, способствующим повышению сцепления старого бетона с новым. В частности, гладкие контактные поверхности рекомендуется подвергать пескоструйной обработке, насечке или обработке металлическими щетками. Непосредственно перед укладкой нового бетона на поверхность старого должна быть промыта струей воды под давлением. При этом лишняя вода в виде лужиц должна быть удалена, так как излишнее увлажнение отрицательно влияет на сцепление. При устройстве железобетонных обойм колонн поверхность существующего бетона промывается струей воды под давлением.

1.16. Поверхность скважин, пробуренных в бетоне для закрепления арматуры эпоксидным клеем или виброзачеканкой для наращивания конструкций или крепления закладных элементов, очищается от инородных включений, воды, наледи. Скважины, залитые водой, должны быть предварительно осушены сжатым воздухом.

Поверхность арматуры, подлежащей закреплению в скважинах, очищается от грязи механическим путем, от смазки и жировых пятен — с помощью ацетона, а от коррозии — обработкой в 20 %-ном растворе соляной кислоты.

1.17. Класс бетона усиления следует принимать по значению, ближайшему большему, чем условный класс бетона¹ усиливаемой конструкции, но не ниже В15 для надземных конструкций и не ниже В12,5 для фундаментов.

Для конструкций, работающих в агрессивной среде или имеющих повреждения от коррозии, класс бетона усиления должен приниматься по плотности или по стойкости соответствующим требованиям данной агрессивной среды.

Раствор для защитных цементных штукатурок и бетон для заделки гнезд, борозд, стверстий следует принимать не ниже класса В15.

¹ Под «условным классом бетона» подразумевается кубиковая прочность бетона конструкции, определенная по средней прочности с обеспеченностью 0,95 с помощью приборов, тарированных на кубках 150×150×150 мм.

Материалы для защиты конструкций от коррозии следует принимать в соответствии с требованиями СНиП 2.03.11—85.

1.18. Усиление колонн железобетонными обоймами рекомендуется выполнять с частичным разгрузением, соблюдая условия, указанные в п. 3.13.

После выполнения работ по усилению передача нагрузок на усиливаемую конструкцию до набора бетоном усиления проектной прочности не рекомендуется.

1.19. Сварочные работы при усилении железобетонных конструкций следует производить в соответствии с ГОСТ 10922—75, СНиП III-18-75, СНиП 3.03.01—87.

1.20. При усилении под нагрузкой рекомендуется избегать конструктивных решений, предусматривающих сварные соединения существующей арматуры со стальными элементами усиления.

Не допускается применение сварных соединений при напряжениях в арматуре усиливаемого элемента более 0,85 от предела текучести арматуры. Проверку величины напряжений в арматуре производят по наиболее нагруженному и наиболее ослабленному сечениям с учетом фактической прочности и площади сечения арматуры и бетона. Площадь сечения арматуры в этом случае принимается за вычетом сечения свариваемого стержня.

Если несущая способность в этом случае не обеспечена, требуются мероприятия по временному усилению или разгрузению на время выполнения работ.

Если конструктивное решение предусматривает сварные соединения, коротыши, скобы и другие соединительные детали, привариваемые к существующей арматуре, то во избежание поджогов и подрезов рекомендуется изготавливать их из арматурной стали класса А-1 диаметром 10...16 мм.

Для обеспечения надежной работы усиленной конструкции детали, соединяющие существующую и дополнительную арматуру, устанавливаемые на сварке, должны располагаться «вразбежку» (в шахматном порядке). При этом расстояние между соединительными деталями вдоль стержней арматуры не должно быть меньше 20 диаметров арматуры.

1.21. В проекте необходимо оговаривать вид сварных соединений, марку электродов, очередность выполнения сварных швов, количество выполняемых проходов, обработку поверхности швов и т. д.

Конструкция и очередность выполнения сварных швов должны обеспечивать минимальные деформации конструкций в процессе выполнения сварочных работ.

Для снижения деформаций в ригелях рам и балках приварку дополнительной арматуры к существующей коротышами при выполнении ее под нагрузкой рекомендуется осуществлять в направлении к более нагруженным сечениям симметрично с обеих сторон.

Приварку скоб, хомутов необходимо вести от изогнутой части к концу стержня с обязательным заплавлением кратера шва.

Во всех случаях при усилении во избежание концентрации напряжений следует назначать минимально необходимое сечение сварных швов, причем целесообразнее увеличивать длину шва, а не его сечение.

1.22. При проектировании и выполнении сварных соединений арматуры следует руководствоваться следующими указаниями: в случае приварки дополнительной арматуры к существующей сварные швы с катетом $h_f = 4...6$ мм в конструкциях, разгружаемых во время выполнения работ по усилению, допускается выполнять за один проход; швы с $h_1 > 6$ мм — за два прохода; при сварке под нагрузкой при отрицательной температуре, а также для конструкций, воспринимающих при эксплуатации динамические нагрузки, швы с $h_f < 6$ мм выполняются за два прохода, а при $h_f \geq 6$ мм — за три прохода.

В случае сварки листового металла или приварки к нему арматуры в конструкциях, разгружаемых на время усиления, швы с $h_f = 8...9$ мм выполняются за три прохода при их горизонтальном положении и за четыре прохода — при вертикальном и потолочном положении, швы с $h_1 = 10$ мм выполняются соответственно за три и пять проходов; при сварке таких конструкций под нагрузкой при отрицательной температуре и для конструкций, воспринимающих при эксплуатации динамические нагрузки, швы с $h_f = 8...9$ мм выполняются за четыре прохода, а швы с $h_f > 10$ мм — за пять проходов.

1.23. При необходимости закрепления закладных деталей последние должны привариваться к существующей арматуре фланговыми швами согласно п. 1.21.

1.24. В стальных конструкциях усиления наиболее рационально применять сварные швы, накладываемые симметрично относительно нейтральных осей свариваемых элементов. При проектировании сварных швов для соединения прокатных профилей следует руководствоваться положениями п. 1.21.

При устройстве многослойных швов после наложения каждого последующего слоя следует устраивать перерывы для остывания предыдущего до температуры ниже 100°C .

Двусторонние многослойные швы следует накладывать симметрично слоями поочередно с каждой стороны.

1.25. В элементах, подверженных динамическим нагрузкам, рекомендуется предусматривать вогнутые сварные швы, концы которых должны выводиться в менее нагруженные области.

В деталях, воспринимающих растягивающие динамические напряжения, не рекомендуется применять поперечные сварные швы

Прихватку при сборке деталей, воспринимающих динамические нагрузки, рекомендуется выполнять электродами толщиной 2,5 мм

Максимальная толщина шва за один проход должна приниматься равной 2 мм для угловых швов и 3 мм для швов других типов. Длина прихваток должна быть не более 20 мм.

1.26. При применении для усиления штампованных и гнутых в холодном состоянии профилей следует избегать сварных швов, накладываемых в области изгиба.

1.27. Перед сваркой арматурных стержней свариваемые концы и соединительные накладки должны быть очищены в местах сварки от грязи, масла и других загрязнений до чистого металла. Вода, а том числе конденсационная, снег, лед должны быть удалены с поверхности стержней и соединительных накладок посредством нагревания их пламенем газовых горелок и паяльных ламп до температуры 100° С.

Не допускается наличие ожогов и подплавлений от дуговой сварки на поверхности рабочих стержней. Ожоги должны быть зачищены абразивным кругом, при этом уменьшение площади сечения стержня (углубление в основной металл) не должно превышать 3 %. Место зачистки стержня должно иметь плавные переходы, а риски от абразивной обработки должны быть направлены вдоль стержня.

При необходимости приварки коротышей, соединительных скоб существующая арматура вскрывается в местах их установки не менее чем на половину своего диаметра участками, превышающими длину соединительных деталей на 10—15 мм.

1.28. Отрезка /концов стержней электрической дугой при усилении конструкций не допускается.

1.29. Для усиления наращиванием, рубашками и обоями рекомендуется применять портландцемент марки не ниже 400 (ГОСТ 10178—85); при необходимости быстрого схватывания и твердения рекомендуется тот же цемент, но с тепловой обработкой бетона: по мягким режимам (с повышением температуры на 5—10° в час).

Применение быстротвердеющих цементов и добавок — ускорителей твердения допускается при подборе составов, обеспечивающих нормальную усадку (не большую, чем для обычных бетонов с естественным режимом твердения). При этом следует руководствоваться ГОСТ 10178—85, ГОСТ 24211—80 *, «Руководством по применению химических добавок в бетоне» (М.: Стройиздат, 1980) и «Рекомендациями по обеспечению надежности и долговечности железобетонных конструкций промышленных зданий и сооружений при их реконструкции и восстановлении» (М.: Стройиздат, 1982).

1.30. Максимальную крупность заполнителя для бетона усиления следует назначать с учетом следующих требований:

при уплотнении бетонных смесей вибрированием — не более 20 мм (за исключением массивных элементов усиления);

при обоямах толщиной 75...120 мм из литых суперпластифицированных бетонов — 5...10 мм;

при нанесении смесей набрызгом — не более половины толщины бетонируемой конструкции;

при торкретировании — не более 8...10 мм в зависимости от паспортных данных цемент-пушки;

при подливке мелкозернистым бетоном полостей высотой до 50 мм — не более 5 мм, высотой более 50 мм — 10 мм;

в густоармированных набетонках, обоямах — не должна превышать $3/4$ расстояния между арматурными стержнями;

в отдельных случаях, при очень частом расположении арматуры, допускается взамен бетона применять цементно-песчаные бетоны прочностью не менее чем требуемая проектом усиления;

модуль крупности песка рекомендуется не ниже 2,2...2,5 с количеством пустот не более 40 %.

1.31. Удобоукладываемость бетонной смеси при вертикальном бетонировании рекомендуется назначать в зависимости от толщины бетонируемого элемента. При толщине бетонируемого элемента до 120 мм осадка конуса принимается не менее 6...8 см, от 120 до 200 мм — от 2...3 см до 5...6 см, а при толщине более 200 мм и при бетонировании вибробулавой — от 1 до 2...3 см. При этом рекомендуется пользоваться пластификаторами в соответствии с указаниями Рекомендаций, приведенных в п. 1.29. Для обойм из литых суперпластифицированных бетонных смесей осадка конуса должна составлять не менее 18 см. Для обойм, рубашек и гильз при усилении емкостных сооружений рекомендуется применять литой бетон с осадкой конуса 16...20 см.

1.32. При усилении в зимних условиях усиливаемые конструкции так же, как и бетон усиления, должны при бетонировании иметь температуру не менее 15 °С.

1.33. Арматурная сталь, прокат, применяемые в конструкциях усиления обетонированием, должны удовлетворять требованиям ГОСТ 13015—75 **, СНиП 2.03.11—85.

1.34. Для армирования рекомендуется применять рабочую арматуру из сталей класса АЛ, А-II, А-III по ГОСТ 5781—82 *. Для напряженной арматуры, шпренгелей и затяжек рекомендуются стали классов А-III, А-IV, А-V, А-VI, А-IIIC по ГОСТ 5781—82 *, Ат-V, Ат-VI, Ат-IIIC, Ат-IVC, Ат-IVK, Ат-VCK, Ат-VIK диаметром от 10 до 25 мм по ГОСТ 10884—81 *, а также арматурные канаты класса К-7 по ГОСТ 13840—68 * и К-19 по ТУ 14-4-22-71. В конструкциях, предназначенных для работы в агрессивных средах, рекомендуется применять стали Ат-IVK, Ат-VCK, Ат-VIK.

Для усиления конструкций большой протяженности в качестве напрягаемой арматуры рекомендуются канаты и пучки из них.

Арматуру классов Ат-IV, Ат-V, Ат-VI, Ат-VIK рекомендуется применять для усиления конструкций пролетом до 12 м ввиду ее плохой свариваемости по длине. Арматуру остальных классов допускается применять для усиления конструкций с любым пролетом со стыковкой ее по длине.

Допускается применение стержней из высокопрочных сталей всех классов в качестве напрягаемой арматуры со стыками при их выполнении с применением обжимных гильз.

Арматурные канаты, применяемые для усиления конструкций, следует предусматривать из проволоки диаметром не менее 2,5 мм.

Конструкции усиления с арматурой в виде пучков и прядей, расположенных в пазах или открыто вне сечения элементов, рекомендуется предусматривать для неагрессивных сред.

1.35. Материалы для узлов сопряжения деталей и анкеров напрягаемой арматуры рекомендуется выбирать из условий прочности и деформативности узлов с учетом минимальных потерь напряжений в арматуре.

1.36. Для изготовления металлических конструкций усиления рекомендуется применять прокат из сталей класса С 38/23 марок ВСт-3Гпс, ВСт-3пс, ВСт-3сп, ВСт-3кп группы В по ГОСТ 380—71*; сталь листовую горячекатаную по ГОСТ 19903—74*, сталь прокатную угловую по ГОСТ 8509—86 и ГОСТ 8510—86, швеллеры по ГОСТ 8240—89, балки двутавровые по ГОСТ 8239—89, трубы по ГОСТ 8731—87, болты и гайки нормальной точности по ГОСТ 1759.0—87 — ГОСТ 1759.5—87*, шайбы по ГОСТ 18123—82*.

1.37. Армирование дисперсно-армированного бетона рекомендуется выполнять стальной проволокой диаметром 0,2...0,5 мм по ГОСТ 3282—74*. Расход фибр на 1 м³ бетонной смеси ориентировочно равен 1,5 % объема, что соответствует примерно 120 кг фибр на 1 м³ смеси.

1.38. Составляющие эпоксидного клея и цементно-песчаной смеси для закрепления арматурных стержней в скважинах должны соответствовать: эпоксидная смола ЭД-16 — ГОСТ 10587—84, полиэтиленполиамин ПЭПА — ТУ 6-02-594-85, дибутилфталат ДБФ — ГОСТ 8728—77*, порошок и жидкость АСТ-Т-ТУ-64-2-226-83, портландцемент — ГОСТ 10178—85, песок ГОСТ 8736—85*, вода — ГОСТ 2874—82*.

1.39. Для предотвращения проскальзывания стержней усиления необходимо обеспечивать их надежную анкеровку на концах. Если позволяют условия, то для анкеровки стержней прежде всего используется традиционный способ, согласно СНиП 2.03.01—84. Ан-

керовка за счет сцепления прямолинейных стержней с бетоном допускается только для арматуры периодического профиля.

Способы анкеровки следует выбирать согласно «Руководству по» конструированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона (без предварительного напряжения)» (М.: Стройиздат, 1978).

1.40. Проектирование усиления бетонных и железобетонных конструкций зданий, сооружений и фундаментов, предназначенных для работы в условиях агрессивной среды и повышенной влажности, должно вестись с учетом дополнительных требований СНиП 2.03.11—85 и Рекомендаций, указанных в п. 1.29.

При защите напрягаемой арматуры от коррозии обетонированием толщина защитного слоя бетона должна быть не менее 20 мм, Анкеры должны быть защищены слоем раствора толщиной не менее 5 мм или бетона не менее 10 мм. При назначении толщины защитного слоя необходимо также учитывать требования пожарной безопасности согласно СНиП 2.03.11—85.

1.41. Для предприятий с повышенной степенью агрессивности среды железобетонные конструкции усиления рекомендуется проектировать по возможности плоскими с минимальным количеством участков, на которых могут задерживаться продукты агрессии, что обеспечит повышение их долговечности. В железобетонных конструкциях усиления в агрессивных условиях предпочтительнее использовать стали марок 18Г2С и 25Г2С, обладающих повышенной коррозионной стойкостью.

1.42. При проектировании стальных конструкций усиления, предназначенных для эксплуатации в условиях с агрессивными воздействиями, необходимо во избежание появления очагов коррозии в труднодоступных для осмотра местах (особенно в наиболее ответственных узлах) принимать сечения замкнутого профиля, характеризованного минимальной скоростью коррозии. Необходимо также стремиться к обеспечению свободного доступа для осмотра конструкций в процессе эксплуатации и возобновления антикоррозионного покрытия. Все зазоры между железобетонными конструкциями и стальными профилями должны быть заделаны раствором. Наиболее ответственные узлы усиления конструкций по возможности рекомендуется выносить за пределы зон повышенного постоянного увлажнения.

В пожароопасных помещениях, а также учитывая требования к обеспечению долговечности, в наиболее ответственных случаях защиту стальных конструкций усиления рекомендуется выполнять обетонированием или алюминированием.

1.43. Проект усиления конструкций разрабатывается специализированной проектной организацией и согласовывается с автором

проекта строительства предприятия и со строительной организацией, осуществляющей реконструкцию предприятия.

1.44. Проект усиления должен включать обоснование принятых способов усиления со ссылкой на документы обследования существующих конструкций, конструктивные решения по усилению, сметы на выполнение строительно-монтажных работ, а также проект организации работ и правила техники безопасности и их особенности при производстве работ в условиях действующего предприятия.

1.45. В проекте усиления должны также учитываться прогнозы воздействия возможного повышения уровня грунтовых вод, просадки оснований при случайных замачиваниях, повторной подработки, динамического воздействия оборудования и других возможных воздействий.

В проекте усиления хранилищ для сыпучих материалов необходимо отражать, кроме того, условия загрузки хранилищ в процессе усиления; условия первичного и последующих загрузок после усиления; сроки выдержки конструкций под нагрузкой и порядок разгрузки; порядок и требования к визуальному и инструментальному наблюдению за осадками сооружений и деформациями основных конструктивных элементов при первичном после усиления загрузках.

1.46. Расчет несущей способности усиливаемых железобетонных конструкций производится на основе информации, собранной при их обследовании. Информация состоит из данных о фактическом армировании (диаметр арматуры, расположение стержней), о прочности материалов (условный класс бетона, класс арматуры) и их общего состояния.

Перед расчетом необходимо произвести анализ всей имеющейся проектной документации по усиливаемым конструкциям за все время их эксплуатации.

1.47. При испытании каждого отдельного образца бетона или арматуры или в каждом конкретном испытании, выполняемом на натурной конструкции с использованием безобразцовых методов, способами, регламентированными соответствующими государственными стандартами или другими нормативными документами, определяется основная прочностная характеристика (предел текучести или временное сопротивление стали, прочность бетона на сжатие и т. п.).

Среднее значение прочностной характеристики \bar{R}_q определяется по формуле

$$\bar{R}_q = 1/m \sum_{i=1}^m R_{qi},$$

где R_{qi} — результат, полученный в i -м испытании или на i -м образце; m — количество образцов (испытаний).

Среднее квадратичное отклонение для выборки S_q вычисляется» по формуле

$$S_q = \sqrt{\frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (R_{qi} - \bar{R}_q)^2}$$

Нормативное значение прочностной характеристики R определяется по формуле

$$R = \bar{R}_q - \beta S_q,$$

где β — коэффициент, учитывающий объем испытаний и определяемый по табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Количество испытаний	Коэффициент	Количество испытаний	Коэффициент	Количество испытаний	Коэффициент
5	3,34	9	2,58	15	2,28
6	3,04	10	2,5	20	2,16
7	2,9	11	2,44	30	2,04
8	2,69	12	2,39	50 и более	1,94

Примечания: 1. Для промежуточных значений коэффициент β определяется линейной интерполяцией. 2. Коэффициент β с доверительной вероятностью 0,9 определяет нижнюю 95%-ную допустимую (толерантную) границу для нормально распределенной случайной величины.

1.48. Расчетные характеристики бетона определяются в зависимости от условного класса бетона по прочности на сжатие существующих конструкций.

При выполнении поверочных расчетов по проектным материалам, в том случае, если в проекте существующей конструкции нормируемой характеристикой бетона является его марка, значение условного класса бетона по прочности на сжатие следует принимать равным:

80 %-ной кубиковой прочности бетона, соответствующей марке по прочности для тяжелого, мелкозернистого и легкого бетонов;

70 %-ной — для ячеистого бетона.

Для промежуточных значений условного класса бетона по прочности на сжатие, отличающихся от значений параметрического ряда, расчетные сопротивления бетона определяются линейной интерполяцией.

При выполнении поверочных расчетов по результатам натур-