

ТИПОВЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ИЗДЕЛИЯ И УЗЛЫ

СЕРИЯ 1.420.2-27

**УСИЛЕНИЕ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ**

ВЫПУСК А

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ТИПОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ГОССТРОЯ СССР

Москва, А-445, Смоленская ул. 22

Сдано в печать *Г* 1970 года

Заказ № 3260 Тираж 4550

ТИПОВЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ИЗДЕЛИЯ И ЧУЗЛЫ

СЕРИЯ 1.420.2 - 27

**УСИЛЕНИЕ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ**

ВЫПУСК 0

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Разработаны

институтом "Украйинпроектстальконструкция"

Директор института

А.С. Губарев

В.Н. Шимановский

Главный инженер института

М.В. Борисов

В.Н. Григорьев

Начальник отдела

И.В. Григорьев

В.Л. Гейфман

Главный инженер проекта

И.В. Григорьев

В.Л. Гейфман

Утверждены

письмом Главного Управления
организации проектирования Госстроя ССР

от 07.02.89г. №4/6-183

Введены в действие с 1 марта 1990г

Приказ института "Украйинпроектсталь-
конструкция" от 7 сентября 1989г. №5

1 Основные положения

14. Настоящая серия содержит материалы для проектирования усиления стальных конструкций производственных зданий. Решения, приведенные в выпускаемых сериях, предназначены для применения при разработке проектов реконструкции и технического перевооружения предприятий, а также могут быть использованы для разработки проектов усиления эксплуатируемых стальных конструкций, имеющих существенный физический износ, дефекты и повреждения, когда требуется обеспечить условия для дальнейшей нормальной эксплуатации.

12 Серия разработана институтами Всесоюзного Объединения "Союзметаллостроинципроект" Госстроя СССР и Минмонтажспецстроя УССР в составе пяти выпусксов:

выпуск 0- „Общие указания“ („УкрНИИпроектсталь-конструкция“);

выпуск 1 - „Каркасы одноэтажных зданий. Материалы для проектирования“ („Ленпроект-стальконструкция“),

Выпуск 2 – «Колонны. Материалы для проектирования» («ДнепроПроектстальконструкция»)

Выпуск 3 - "Подкрановые балки и пути подвесного транспорта. Материалы для проектирования" («Ленпроектстальконструкция»),

выпуск 4 - „Фермы и прогонные покрытия. Материалы для проектирования“ „Субпроектсталконтрструкція“.

При разработке настоящей серии использованы материалы и опыт проектирования, накопленные всеми подразделениями В/О "Союзметаллостроекпроект" (в т.ч. института "ЧИИпроектстальконструкция" и Липецкого комплексного отдела) и института "Украинпроектстальконструкция" и результаты научно-исследовательских работ, выполненных в рамках отраслевой программы О55.01.121 Госстроя СССР

13. Розробки проекта реконструкції чи усилення повинні передбачати роботи по обследуванню та оцінці техніческого состояння

- эксплуатируемых конструкций, включающие подготовительные работы, изучение сохранявшейся проектной документации, выявление и уточнение цели обследования;
- натурное освидетельствование конструкций;
- оценка качества стали;
- определение фактических и прогнозированных нагрузок, воздействий и условий эксплуатации;
- оценка технического состояния конструкции;
- проборочный расчет конструкций, с учетом выявленных при обследовании отклонений, дефектов и поражений качества материалов и соединений.

и побреждений, качество материалов и соединений.

14 При конструктивном освидетельствовании конструкций и выполнении подготовительных работ должны быть проанализированы причины и факторы, влияющие на появление имеющихся дефектов, побреждений и отказов конструкций. Проектом усиления должны предусматриваться мероприятия по устранению в дальнейшем этих причин, либо должны быть запроектированы новые конструкции, нечувствительные к влиянию этих факторов.

15. По результатам освидетельствования, пр-
берочного расчета конструкции оценивается их
техническое состояние, которое можно отнести
к одному из шести типов:

Успорбное – все нормируемые свойства конструкций соответствуют требованиям норм

Работоспособное — конструкции отвечают всем требованием обеспечения технологического процесса, несмотря на имеющиеся отдельные отступления от норм, стандартов и технической документации.

1420.2-270-2
Общие указания

Неработоспособное – конструкция не отвечает требованиям обеспечения технологического процесса

Частично работоспособное – конструкция отвечает лишь части заданных функций и может функционировать при ограничении нагрузок или режимов эксплуатации

Аварийное – конструкция находится в неработоспособном или частично работоспособном состоянии, при котором сохраняется несущая способность или устойчивость. Вследствие того, что расчетное сочетание нагрузок и воздействий ни разу не реализовалось при данном техническом состоянии конструкции.

Неремонтируемое – конструкция находится в таком неработоспособном состоянии, при котором приведение ее в работоспособное состояние невозможно или экономически нецелесообразно.

Конструкции, находящиеся в неработоспособном и аварийном состоянии, должны быть усилены или заменены.

2. Основные положения по проектированию усиления эксплуатируемых стальных конструкций

2.1. При разработке проектов реконструкции или усиления стальных конструкций следует:

- предусматривать требования по обеспечению надежности и долговечности зданий и сооружений;
- предусматривать конструктивные решения и методы производства работ, реализуемые, как правило, без остановки производства в эксплуатируемых зданиях и сооружениях или сопровождаемые по времени с технологическими остановками производства;
- учитывать перспективы развития производства, возможность его повторных реконструкций и технического перевооружения;
- принимать проектные решения, обеспечивающие экономное расходование материалов, экономию топливных и энергетических ресурсов, снижение стоимости и трудоемкости работ по

реконструкции и усилению, уменьшение эксплуатационных затрат

Основные технические решения, принимаемые при разработке проектов реконструкции и усиления стальных конструкций, следует обосновывать путем сравнения технико-экономических показателей конкурентоспособных вариантов с учетом экономических последствий от сокращения или приостановки основного производственного процесса во время проведения работ по усилению.

2.2. Проектной документацией на усиление должны охватываться несколько стадий работы конструкций с учетом изменения параметров и свойств конструкций, а также режимов эксплуатации:

- стадия „А”, предшествующая началу работ по усилению, во время которой требуется проверить, с учетом фактического состояния, возможность эксплуатации конструкций до их усиления или замены и разработать, в необходимых случаях, временные мероприятия по содержанию конструкций и ограничению режимов эксплуатации;
- стадия „Б”, соответствующая периоду выполнения работ по усилению, с определением необходимых мероприятий по обеспечению работоспособности конструкций по временной схеме;
- стадия „В”, соответствующая режиму эксплуатации конструкций после усиления с обеспечением работы в изменившихся условиях.

В необходимых случаях, с целью выявления фактического положения конструкций, возможного роста деформаций и изменения напряженного состояния, проектом должно быть предусмотрено проведение инструментальных наблюдений за состоянием конструкций на стадиях „А“ и „Б“, а также на стадии „В“ с использованием приборов и специальных контрольно-сигнальных устройств.

2.3. При расчете усиления стальных конструкций необходимо:

- выполнение расчетов по нескольким вариантам расчетных схем для оценки возможного неблагоприятного влияния обычно не учитываемых факторов (податливость фундаментов, появление эффекта неразрезности, влияние жесткости ограждающих конструкций и т.д.);
- учитывать уровень фактической нагруженностии усиливаемых под нагрузкой конструкций в процессе выполнения работ по усилению и влияние существующих в ров бремя усиления напряжений на несущую способность конструкции;
- учитывать влияние последовательности технологии выполнения работ по усилению конструкции на ее поведение в процессе ремонта;
- комплексное решение вопросов конструктирования вместе с выбором способа реализации усиления, с обязательным отражением этих вопросов в проектной документации.

2.4. Проверочные расчеты должны выполняться по фактическим расчетным схемам сооружений (конструкций, элементов) и фактическим сечениям с учетом влияния обнаруженных дефектов и повреждений, по уточненным значениям расчетных сопротивлений материала конструкций и соединений, действующих нагрузок и их сочетаний. Расчеты должны выполняться в объеме, обеспечивающем достоверный вывод о возможности продолжения эксплуатации сохранивших конструкции или обоснованные рекомендации об их усилении (замене) для всех стадий работы конструкций, указанных в п.2.2.

2.5. С целью сокращения объемов работ по усиливанию, либо отказа от усиления, необходимо выявлять и использовать резервы несущей способности сохранивших конструкций путем:

- уточнения усилий, действующих в перенапряженных элементах за счет учета пространственной работы каркаса, фактических условий соединения и закрепления, учета фактических значений нагрузок, воздействий и их сочетаний;

- уточнения прочностных характеристик материала конструкций и соединений, фактических размеров сечений и габаритов элементов;
- включения в работу ограждающих конструкций и других вспомогательных элементов зданий и сооружений.

Одновременно рекомендуется проведение мероприятий по улучшению условий работы несущих конструкций путем:

- уменьшения нагрузок, действующих на каркас или его отдельные элементы (ограничение грузоподъемности кранов, степень их сближения при спаренной работе, изменение схемы расположения кранов путем установки кранов на более грузоподъемности между двумя кранами большей грузоподъемности, изменение конфигурации кровли и ликвидация перепадов между соседними пролетами для уменьшения снеговых нешквов и т.д.);
- уменьшения нагрузок от массы ограждающих конструкций путем их замены более легкими (например, железобетонных кровельных панелей с керамзитобетонным утеплителем на кровли со стальным оцинкованным настилом и легким эффективным утеплителем).

Все мероприятия по уменьшению крановых и других технологических нагрузок не должны ухудшать технологический процесс производства.

Мероприятия по ограничению грузоподъемности, степени сближения мостовых кранов или ограничение хода крановых тележек должны предусматривать методы контроля за их выполнением (контроль за уровнем нагрузок).

2.6. Основными способами усиления конструкций являются:

- увеличение площади сечений отдельных элементов;
- изменение конструктивной схемы каркаса или его отдельных элементов с изменением расчетной схемы;
- регулирование напряжений.

Способы эти могут применяться самосто-
тельно или в комбинации

2.7 При усилении конструкций способом увели-
чения площади сечений необходимо:

- обеспечить надежную собственную работу
элементов усиления и усиливаемых элементов;
- избегать резких концентратов напряже-
ний в местах обрыва элементов усиления;
- предусматривать решения способствующие
проведению антикоррозионных мероприятий;
- учитывать наличие ребер, прокладок, а также
возможность увеличения габаритов конструк-
ций (особенно габаритов приближений к кро-
нам и др. выдающимся оборудованию, габа-
ритов проходов и т.д.);
- учитывать технологию проведения работ по
усилению — доступность сварки, возможности
сверления отверстий под болты, использования
монтажных инструментов и т.д.

2.8 При усилении конструкций с изменением
конструктивной схемы необходимо

- учитывать перераспределение усилий в кон-
струкциях, элементах, узлах, а также в опорах,
включая изменение нагрузок на фундаменты;
- учитывать возможность появления температурных
воздействий на конструкции, элементы, узлы, связанных с температурными режи-
мами при замыкании статически — неопреде-
лимых систем и при эксплуатации.

2.9 Способ усиления конструкций регулиро-
ванием напряжений позволяет уменьшить
усилия, действующие в конструкции. Следует
учитывать при этом возможность увеличения
нагрузок в ряде других конструкций или их
элементах. Усиление этим способом можно про-
изводить, как правило, без разгрузки конструкции
и без остановки технологического процесса.

2.10 Соединения деталей усиления с
существующими конструкциями выполняются
на сварке, болтах (класса точности А и В) или
высокопрочных болтах. Допускается также при-
менение дюбелей и самонарезающих винтов

Если существующие конструкции выполнены
без применения сварки и отсутствуют
данные о свариваемости стали, то при их уси-
лении сварку можно применять только после оцен-
ки ее свариваемости (см. раздел 3).

2.11 Оценку качества материала эксплуа-
тируемых конструкций и соединений, определение
нагрузок и воздействий, а также указания по
расчету даны в "Пособии по проектированию
усиления стальных конструкций (к разделу 20
главы СНиП II-23-81)" (, УкрНИИпроектсталькон-
струкция" и МИСИ им В.В. Куйбышева, г. Киев, 1988г.),
а также в "Рекомендациях по обследованию сталь-
ных конструкций производственных зданий"
(ЦНИИпроектстальконструкция", г. Москва, 1988г.)
и "Рекомендациях по расчету усиления стальных
конструкций реконструируемых предприятий"
(ЦНИИпроектстальконструкция", г. Москва, 1987г.)
Указания по расчету усиления отдельных элемен-
тов стальных каркасов даны в соответствующую-
щих выпусках настоящей серии.

2.12 При расчете усиления конструкций на
прочность и деформативность коэффициенты
надежности по назначению и условиям работы
принимаются в соответствии с действующими
нормативными документами на проектирование
конструкций для нового строительства. В расче-
тах на устойчивость элементов, усиленных
методом увеличения сечений, значение коэффи-
циента условий работ следует принимать
не более 0,9.

3. Материалы, используемые для усиления

3.1 Применяемая для элементов усиления сталь не должна уступать по качеству металлу усиливаемых конструкций (по механическим свойствам, вязкости и свариваемости). Оценку качества стали существующих конструкций следует проводить в соответствии с указаниями по 202-204 СНиП II-23-81*, используя справочные сведения, приведенные в табл 1.

3.2 Марку стали элементов усиления следует назначать по табл 50* и 51* СНиП II-23-81* с учетом качества стали усиливаемой конструкции и ее свариваемости. Коррозионная стойкость металла элементов усиления должна быть не ниже стойкости металла усиливаемой конструкции.

3.3 Для ручной дуговой сварки следует применять электроды по ГОСТ 9467-75 с учетом рекомендаций, приведенных в табл 2. Виды заводских и монтажных соединений, применявшихся в период с 1923 г. по 1981 г., даны в таблице 3.

3.4 Для соединений на болтах класса прочности А и Б следует применять болты и гайки, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 1759.0-87, ГОСТ 1759.4-87, ГОСТ 1759.5-87 с дополнительными видами испытаний, в зависимости от принятого в проекте класса прочности и климатических условий эксплуатации.

Болты должны соответствовать ГОСТ 15589-70*, ГОСТ 15591-70*, ГОСТ 7196-70 и ГОСТ 7798-70*, гайки следует применять по ГОСТ 5945-70* класса прочности 4 для болтов классов прочности 4, 6, 4, 8, 5, 6, 5, 8 и класса прочности 6 для болтов класса прочности 6, 6.

Применение болтов и гаек из автоматной стали не допускается.

3.5 Высокопрочные болты следует применять по ГОСТ 22353-77*, ГОСТ 22356-77* и ТУ И-4-1345-85 типов НО НОС и 135 из стали марки 40Х «сепект»

по ГОСТ 4543-71* (для болтов типов НО и НОС) и из стали марок 38ХС и 40ХФА «сепект» по ГОСТ 4543-71* (для болтов типа 135).

Гайки и шайбы для высокопрочных болтов по ГОСТ 22354-77* и ГОСТ 22355-77*.

4. Конструктивные требования

4.1 Элементы и детали усиления необходимо проектировать, как правило, ориентируясь на их изготовление в заводских условиях. В особых случаях допускается изготовление деталей усиления с припуском и последующей обработкой на монтаже по месту установки.

Такие случаи должны оговариваться в рабочих чертежах с указанием размеров припуска.

4.2 Дефекты и повреждения элементов в виде трещин в основном металле или сварных швов устраняются путем:

заборки трещин

замены дефектных мест:

усиления конструктивного элемента.

Продолжение таблицы I

Марки стали, профили, методика расчета, допускаемые напряжения и расчетные сопротивления (с 1923 по 1987 гг.)

Таблица I

Год издания документа	Марки стали	Основной вид проектиро-	Методика расчета	Допускае- мые напря- жения и расчетные сопротивления
1	2	3	4	5
1923	Литое железо	Лист до 38 мм Челюк до 100x18 Барка до №30	по доп. напря- жениям	650-800
1925	Ст2, Ст3	Лист до 42 мм Челюк до 150x18 Барка до №45 Швеллер до №30 (1926г.)	то же	1200
1928	Ст3, узлеродистая сталь повышенной прочности.			1200 1500 1800
1931	Кремнистая сталь	то же	II	
1934	Ст3 повышенная Ст3 нормальная Ст3 повышенная	Лист до 42 мм Челюк до 200x14 Барка до №50	II	1200 1400 1600
1942	Ст0 Ст2 Ст3	Лист до 50 мм Челюк до 220x28 Барка до №60 Швеллер до №40 (1939г.)	II	1400 1400 1600

1	2	3	4	5
1954	Ст2, Ст3, Ст4, Ст5 НЛ-1, НЛ-2	то же, панк трубы и квадратные и обор- ные до 2-1420мм	по пре- дельным состоиниям	2000-2400 2500-2900
1955	Ст0, Ст2, Ст4, Ст5 НЛ-1 НЛ-2	то же	то же	1700-2400 2500 2900
1962	8Ст3Л, 8Ст3Р, 8Ст3Сп, 14/2	Лист до 160мм Челюк до 250x30 Барка до №70 Швеллер до №40	II	2100 2800-2900
1969	15ХСНД 10ХСНД	Трубы сборные и квадратные профили закрытые открытые		3400
1972	Ст3Л, 8Ст3Сп, 8Ст3Сп, 14/2 08Г2С, 10Г2С, 10К1Д, 15ХСНД, 14Г2ВФ, 16/2 10Ф 12Г2СНД, 14Г2МФ	то же панк закрытые сборные	II	2100-5300
1982	ПО СНиП II-Э3-81 (приложение I, таблицы 50-51)	то же	II	1800-5250

Рекомендации по применению электродов

Таблица 2

Тип элек- тродов	Марка элек- тродов	Рекомендации по применению	Допустимое пространст- вление рас- положения шовов	Быт и по- лярность шовов					
				1	2	3	4	5	
342	СТ-5	Для сварки метал- локонструкций из низко- углеродистых сталей с переменным сопро- тивлением разрыву до 430 МПа	во всех про- странственных положениях	Постоянной плоскости и переменной	346	030-4	Для сварки метал- локонструкций из низко- углеродистой и низко- углеродистых сталей с переменным сопро- тивлением разрыву до 500 МПа	во всех простран- ственных положени- ях	Переменной, с также постоянной обратной поверхности
	ЯНО-5			Переменной, с также по- стоянной плоскостью			ЯНО-4		Переменной, с также постоянной прямой по- лярности
	ЯНО-17								
342.5	ЧОНИ-1345	Для сварки особо отве- тственных металлокон- струкций из низко- углеродистой и низко- углеродистых ста- лей, предъявляю- щих к методу сварки шовов предъ- зионные требования по плавкости шовов и удобной физ- ической констру- кции. Рекомендуется в частности, для свар- ки конструкций, рабо- тавших в условиях гидроактивных температур	во всех про- странствен- ных положе- ниях	Постоянной обратной поверхности	346.9	030-20Р	Для сварки метал- локонструкций из низкоуглеродистой и низкоуглеродистых стали типа 09Г2, 10ХСД и др.	во всех простран- ственных положе- ниях	Постоянной обратной поверхности
	СМ-11			Постоянной обратной по- лярности, с также пере- менной					

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
346.9	030-20Р	Для сварки метал- локонструкций из низкоуглеродистой и низкоуглеродистых стали типа 09Г2, 10ХСД и др.	во всех простран- ственных положе- ниях	Постоянной обратной поверхности
		ЧОНИ-1355	Для сварки особо отве- тственных метал- локонструкций из низко- углеродистой стали с переменным сопро- тивлением разрыву и переменной по- лярностью	во всех простран- ственных положе- ниях
		ДСК-50 ЯНО-11	Постоянной обратной по- лярности, с также пере- менной	Постоянной обратной по- лярности, с также пере- менной
250А	030-18	Для сварки ответ- ственных металлокон- струкций из низкоугле- родистых и низко- углеродистых ста- лей с переменной по- лярностью	во всех простран- ственных положе- ниях	Постоянной обратной поверхности

1420.2-27.9-2

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
1962	Электроды типа 334, 342, 350, 355	Ст 2 залп; Ст 3 залп;	Ст 3, Ст 5, 09Г2, 14Г2; 15ХСНД. Нормальную точности. Повышенной точности высокопрочные Ст 35 и 40Х.
1969	Автоматическая под флюсом	09Г2	
1972	Электроды типа 342, 342.В, 346.В, 350.В, 360.В, 370.В. Автоматическая сварка под флюсом. Половинавтоматическая в СО ₂	Ст 2, 09Г2	4.6; 5.6; 8.8 Грубой точности нормальной точности высокопрочное Ст 35, УО.2, 40ХФА, 38ХС
1981	Электроды типа 342; 342.В, 346.В, 350; 350.В, 380; 370.В, 385. Автоматическая сварка под флюсом. Половинавтоматическая в СО ₂		4.6; 4.8; 5.6; 5.8; 6.6; 8.8. Грубой точности нормальной точности. Повышенной точности. Высокопрочные 40Х; 38ХС; УОХФА; 30Х3ФМ; ЗОХ3НМФ

виды заделов и контактных соединений
столбчатых конструкций (с 1923 по 1981г.) таблица 3

год издания документа	сварка	заклепки	болты
1	2	3	4
1923	нет	1/4...1" Сталь листовая. Заклепки кованые	1/4...2" Сталь листовая. Болты подавные
1925	Ремонтные работы и восстановительные конструкции. Меловые электроды для сварки НКПС № 010 ТУ 25	Ст 2	Ст 3
1928-1931	то же	Ст 2	Ст 3 Немарченые точенные
1934	Меловые электроды. Меловые электроды со стабилизирующими покрытием	Ст 3 пон; Ст 3 норм; Ст 2 норм.	Ст 3 пониж. Ст 3 норм. Ст 2 норм.
1942	Меловые электроды. Электроды с толстой обмазкой	Ст 2, Ст 3	Ст 2, Ст 3 Черные, чистые
1946	то же, плюс автоматическая сборка под флюсом	Ст 2 залп. Ст 3 залп.	то же
1954	Электроды типа 334, 342, 346.В, 350.В, 350.Ф. Автоматическая под флюсом	Ст 2 залп; Ст 3 залп; НЛ-1 горячие и холодные	Ст 0, Ст 3, НЛ-1 черные, чистые. Рифленые

Во всех случаях должны быть принятые меры препятствующие дальнейшему распространению обнаруженных трещин. Следует иметь в виду, что задарка трещин не препятствует образованию новых групп или усталостных трещин, если не устранена причина их появления. Методы задарки трещин даны в разделе 5.

4.3. Деревянные места в стенах балок и колонн удаляются путем вырезки в них правоугольного (с закругленными углами), трапециевидного или круглого отверстий по высоте и ширине на 100мм больше в каждую сторону размеров деревянного участка (рис.1). Кромки не загибаются по линии реза после ручной кислородной или воздушно-дуговой резки подлежат механической обработке абразивным инструментом.

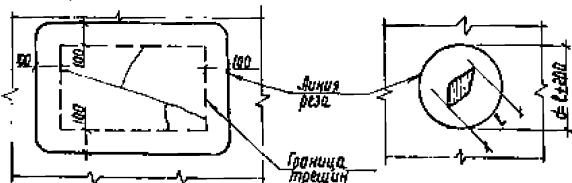


Рис. 1. Вырезка деревянных участков

4.4. При необходимости усиления конструкций группы 1 (по таблице 50* СНиП II-23-81*) с помощью дополнительных наладочных листов следует стремиться к обеспечению плавного изменения сечения наладок при переходе к основному сечению (рис. 2), при толщине наладочного листа равном или более 12мм рекомендуется обрабатывать кромки листа (рис.2).

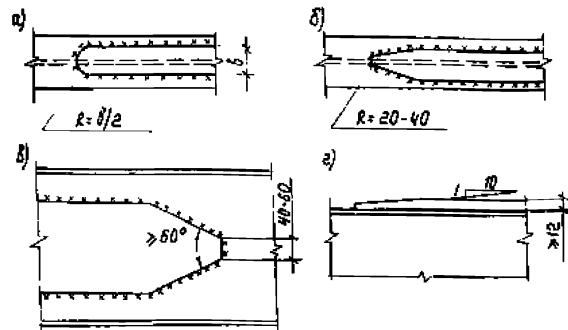


Рис. 2. Форма наладочных листов присоединяемых на сварке

4.5. Соединение деталей усиления с существующими конструкциями рекомендуется, как правило, выполнять ручной электродуговой сваркой, а при значительной концентрации объемов сварки с помощью механизированной сварки в среде углекислого газа. В случае опасности возникновения хрупкого или усталостного разрушения за счет низкого качества стали существующих конструкций присоединение элементов усиления рекомендуется осуществлять с помощью высокопрочных болтов.

4.6. С целью сокращения объема работ по сварке и уменьшения сварочных напряжений и деформаций следует стремиться к выполнению допускающих положение минимального количества швов и их минимальной толщины. При проектировании сварных соединений следует руководствоваться указаниями п. 20.14 СНиП II-23-81*.

47. Новые сварные швы на существующих конструкциях следует, по возможности, располагать в наименее напряженных сечениях, винчеко
дающие от нест изменение сечения, вырезов, креплений ребер и
других элементов. Швы следует располагать симметрично относи-
тельно главных осей с минимальным удалением от центра
тяжести конструкции.

Следует избегать сближенного расположения сварных швов, их
пересечений под острыми углами, а также близкого расположе-
ния параллельных стыковых и угловых швов, руководствуясь при этом
следующими требованиями (см рис 3):

расстояние между параллельными стыковыми швами должно
быть не менее 200 мм, в параллельных стыковых и угловых
швов не менее 75 мм;

угол между двумя стыковыми швами должен быть не менее 60° ,
расстояние между новыми стыковыми швами и существующими
сварными пропленими элементов (ребра, фасонки, стыковые
накладки и т.п.) должно быть не менее 100 мм;

расстояние между швами в остальных случаях должно быть
не менее 4,5t (t - толщина элемента, к которому приваривается
шов),

при сварке стыков нижнего пояса болок в местах пересече-
ний этих швов со стенкой необходимо предусматривать в ней
вырез радиусом 50 мм, обеспечивающий качественное выполнение шва
в местах пересечения сварных швов следует выполнять отвер-
стия диаметром 20 мм

В усиливаемых под нагрузкой растянутых элементах конструк-
ций следует избегать сварных швов, расположенных поперек
действующих усилий

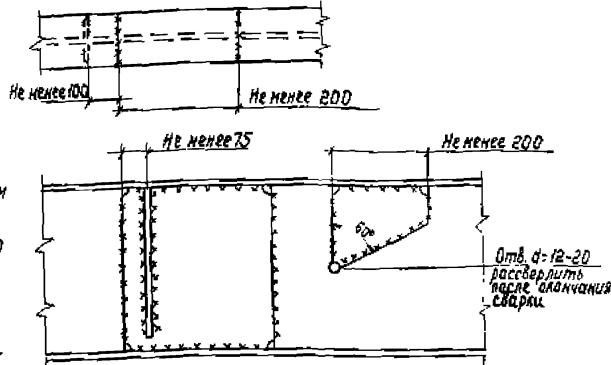


Рис. 3. Конструктивные требования к взаи-
ному расположению сварных швов

48 При усиливании элементов конструкций в местах нестых подвре-
зок (вырезов, лакапонок пошибов, снахлобок, выемок и т.д.), рекомендуются конструктивные решения, исключающие
работы по подгонке деталей усиления путем их выпила или фигу-
рной резки (рис. 4).

Часть для уменьшения опасности хрупкого разрушения сварных соединений при повышенных температурах следует применять конструктивные приемы с целью повышения их хладостойкости (см. табл. 4).

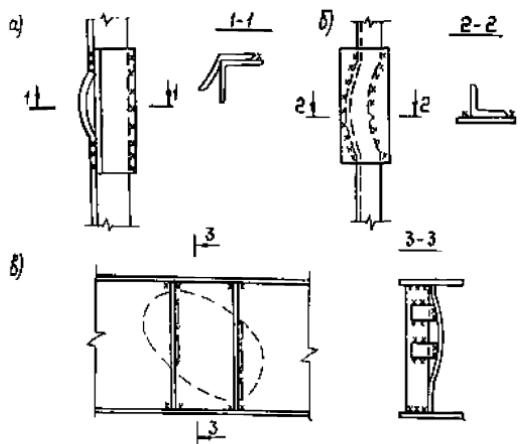


Рис. 4. Устранение дефектов в местах локальных проклей.

При выполнении приемов „б“ и „д“ выкружки следует выполнять таким образом, чтобы на рабочие элементы они выходили по листательной, зачищая начало выкружки заподлицо с плоскостью рабочего элемента. В приемах усиления б18 и б3а привариваемые листовые детали с выкружками должны быть одинаковой толщины с фасонкой и иметь разделяю армок.

Кроме применения вышеуказанных конструктивных приемов, в числе мероприятий по предупреждению хрупкого разрушения конструкций следует предусматривать (в необходимых случаях):

изменение схемы работы элементов (устройство шпренгелей, дополнительных элементов, передаваемых усилия),
изменение режима эксплуатации конструкции (устройство возможности ослабления конструкций до определенных температур, демпфирование динамических нагрузок и т.д.);
установление регулярного надзора за конструкциями, изолированными (с отступлением от требований действующих СНиП) из теплой стали, в которых были обнаружены недопустимые дефекты. Надзор должны подвергаться все места конструкций, в которых были обнаружены дефекты и проводились работы по ремонту и замене элементов, а также места потенциально опасные с точки зрения возникновения хрупких трещин, но где при первичном обследовании они не были обнаружены. Надзор должен проводиться в течение всего времени эксплуатации сооружения. После выполнения мероприятий по усилению свидетельствование установленных выше конструкций должно быть проведено через 3-6 месяцев, а последующие - устанавливаются на основании данных предыдущего.

Если конструкция эксплуатируется при температурах ниже -5°, свидетельствование ее в этот период необходимо осуществлять в два раза чаще чем указано выше.

Если конструкция некоторое время находилась в условиях отрицательных температур ниже температур ее эксплуатации, она может в дальнейшем эксплуатироваться только после осмотра и в условиях, предусмотренных приемом проектирования. На все вновь обна-

Таблица 4

Приемы усиления элементов конструкций для повышения их хладостойкости

Тип	Схема конструкции		Приемы усиления	
F	1		4	
	2		5	
	3		6	
	4		7	
	5		8	
	6		9	
G	1		10	
	2		11	
	3		12	
	4		13	
	5		14	
	6		15	
H	1		16	
	2		17	
	3		18	
	4		19	
	5		20	
	6		21	

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

руженные дефекты должны быть выданы решения для их немедленного устронения.

Что при замене заклепок высокопрочными болтами допускается не расвертывать отверстия, подбирая наружный диаметр болта на 1-3 мм меньше, чем диаметр отверстия, заклепки в соединениях с прокатными профильями, имеющими непараллельные плоскости голов, необходимо применять клиновидные прокладки, обеспечивающие плотное прилегание опорных поверхностей головки болта и гаек к поверхности стягиваемого пакета. В стесненных условиях допускается применение сплошных шайб (не более 0,1 величины наружного диаметра шайб).

Не рекомендуется создавать пленочно-балочные соединения с болтами, расположеннымными только по одни стороны продольной оси проплываемого элемента. В связи с этим при замене дефектных заклепок может потребоваться замена и бездифферентных симметрично расположенных относительно плоскости действия сил заклепок (рис.5).

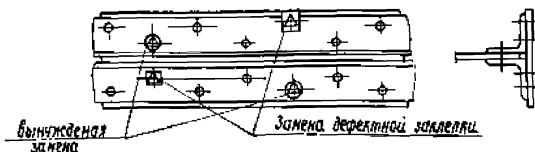


Рис.5. Замена заклепок высокопрочными болтами

Чи. Учитывая влияние на напряженное состояние усиливаемых конструкций оказываемое технологией производства работ по усилению, а также важную роль тех напряжений, которые имеются в усиливаемой под нагрузкой конструкции, при разработке проекта усиления не-

обходимо выбрать и обозначено отразить в рабочих чертежах последовательность выполнения работ по усилению конструкции в целом и ее отдельных элементов;

способы, последовательность и режимы наложения сварных швов, мероприятия по разгрузке конструкции на время выполнения работ по усилению.

При этом следует руководствоваться рекомендациями, приведенными в разделе 5 настоящего выпуска.

5. Рекомендации по технологии выполнения работ по усилению конструкций

5.1. Все работы должны выполняться в соответствии со специально разработанным проектом производства работ (ППР), согласованному со службой эксплуатации и проектной организацией (автором проекта).

Проект производства работ должен содержать последовательность и график выполнения работ, потребность в рабочей силе, материальных ресурсах, механизмах, инструментах и приспособлениях; мероприятия по технике безопасности согласно СНиП III-4-80; технологические карты на выполнение сварки и установки высокопрочных болтов.

Работы по усилению конструкций рекомендуется сопровождать с плановыми ремонтами технологического оборудования.

5.2. При выполнении работ по усилению конструкций должен быть обеспечен контроль за выполнением требований технической документации проектом производства работ, а в необходимых случаях, правил Госгортехнадзора. Контроль осуществляется инженерно-техническими работниками организаций, выполняющими работы, представителями авторского надзора и специалистами службы эксплуатации зданий и сооружений.

53. Перед началом работ по устранению дефектов, подогрев и усиление стальных конструкций следует выполнять очистку конструкций в зоне работ от пыли, грязи, жирово-масляных отложений, ржавчины и краски. Очистка производится в соответствии с требованиями ГОСТ 9.402-80.

54. Проверка изогнувших частей конструкции производится при температуре не ниже минус 10°C. Не допускается проковка с нагревом конструкций, изготовленных из низколегированных сталей, подвергшихся термической обработке в состоянии поставки;

пробка клепанных конструкций, имеющей общий изгиб; проковка конструкций в районе расположения трещин, недоваренных или дефектных швов.

Проковка может вестись ходовым методом, методом нагрева и комбинированным методом. Температура нагрева деталей при проковке конструкций из малоуглеродистых сталей должна быть в пределах от 650°C до 1000°C, для низколегированной стали - от 750°C до 950°C. Температуру рекомендуется контролировать термоконтактами или контактными термометрами. Механические воздействия при проковке осуществляются специальными приспособлениями (домкраты, клинья и т.п.), установленными до нагрева, удары кувалдой наносятся непосредственно после нагрева обжательно через "глобилку". После проведения проковки конструкции необходимо тщательно осмотреть с целью обнаружения возможных дефектов в сварных швах и заклепках, возникших в процессе проковки. Дефектные заклепки должны быть заменены. При нагреве элементов и их проковке должно быть обеспечено несущая способность конструкции.

55. При сварке рекомендуется применять преимущественно источники питания постоянного тока. Диаметр электродов для стыковых и угловых швов, выполняемых в положениях отличных от нижнего, не должен превышать 4 мм. При сварке в нижнем положении возможно применение электродов ф 5 мм.

При наложении швов следует стремиться к уменьшению астатических напряжений и деформаций. С этой целью следует избегать форсированных режимов сварки с использованием больших тепловых затрат. Силу сварочного тока следует назначать исходя из тарки электрода, его диаметра и предписанного положения шва, согласно рекомендациям, приведенным на наклейках - этикетках каждой пачки электродов, нормативным документам и справоч-

ной литературе. Качество применяемых электродов должно быть подтверждено сертификатом завода-изготовителя для каждой партии. Наклейки на пачках сертификатом не являются.

Выполнение сварочных работ при усилении и ремонтне металлоконструкций должно поручаться лицам, прошедшим обучение основным положениям выполнения этого вида работ и имеющим удостоверение на право выполнения сварки ответственных металлоконструкций из низколегированных и низколегированных сталей во всех пространственных положениях. Если срок действия удостоверения истек, сварщик может быть допущен к работе только после проведения квалификационных испытаний.

56. При многослойной сварке стыковых швов с разделением их заполнение осуществляется обратноступенчатым методом (рис. 6), швы длиной более двух метров варят в направление от середины к краям.

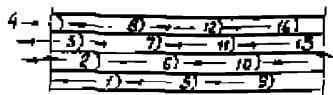
Сварка деталей в существующий жесткий контур (рис. 7) выполняется участками - либо участком, равняется примерно длине шва, выполненного одним электродом; наплавка последующего прохода начинается после остыния предыдущего до 150-200°C; сварку следует начинать с участка имеющего наименьший зазор.

Незакрнутые стыковые швы необходимо выводить на выводные планки удаленные после окончания сварки с помощью газовой резки или вырубки, место установки планок следует тщательно очистить от остатков шва обраzuивным кругом (шлифмашиной).

57. Устранение трещин рекомендуется выполнять в следующем порядке:

зачистка зоны трещины до чистого металла (не менее чем на 80 мм в каждую сторону от трещины) и выявление ее концов водным раствором наферицинского аммония, 10-20% водного (или спиртового) раствора азотной кислоты, циановой или ковинитной дефектоскопии, керосиновой пробой,

а) заборка блоками



б) каскадный способ

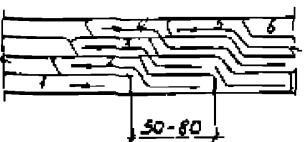
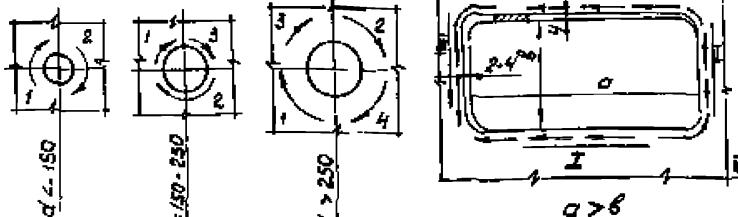


Рис. 6 Многослойная сварка стыков обратноступенчатым методом

а)



б)

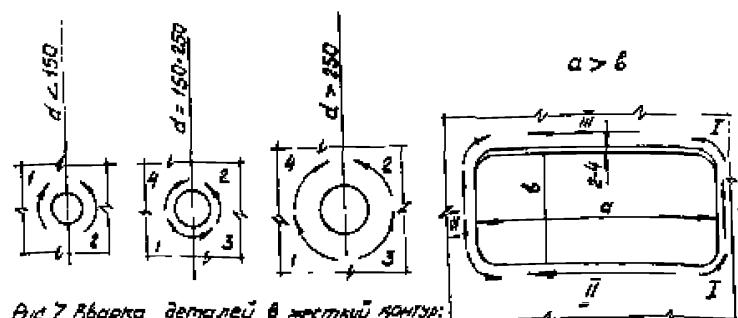


Рис. 7 Сварка деталей в жесткий контур

а - сварка на горизонтальной плоскости, б - сварка на вертикальной плоскости, 1, 2, 3 - очередность сварки каждого прохода, I-II - участки сварки на полное сечение.

снятия зубилом стружки или фенометром с помощью пульп;

сверловка в концах трещины на расстоянии 15-20 мм по зону ее распространения отверстий-ловушек диаметром 20 мм (рис. 8); разделка краев трещины под сварку механическим или огневым способом (в последнем случае необходимо после разделки снять поверхностный слой);

подогрев концевых участков трещины плавленой газовой горелкой до температуры 100-150 °C. Эту температуру рекомендуется поддерживать в течение всего времени заварки трещины (контроль термокарандашом);

заборка шва обратноступенчатым методом на проход (при длине трещины более 300мм сварку следует вести обратноступенчатым методом от концов к середине) с одновременной проковкой каждого прохода, кроме первого и последнего, пневмозубилом с радиусом загибления его ударной части 2-4 мм (рис. 9);

обработка заваренной поверхности шлифовальнойкой для снятия усиления шва до высоты 2 мм над поверхностью основного металла и рассверловка отверстий - ловушек диаметром 20-25 мм; сплошной контроль швов заваренной трещины физическими методами.

5.8. При усилении конструкций под нагрузкой способом увеличения сечений последовательность операций должна обеспечить быстрое включение в работу деталей усиления при минимальном ослаблении сечений усиливаемого элемента монтажными отверстиями, разогревом при сварке и т.п. Рекомендуется следующий порядок выполнения усиления:

сборка элементов усиления по всей длине с ремонтируемыми элементами конструкции с помощью отрубчин, стяжек и т.п.;

фиксация элементов усиления с помощью сварочных прихваток длиной 40-50 мм, расположенных в местах предстоящей укладки несущих

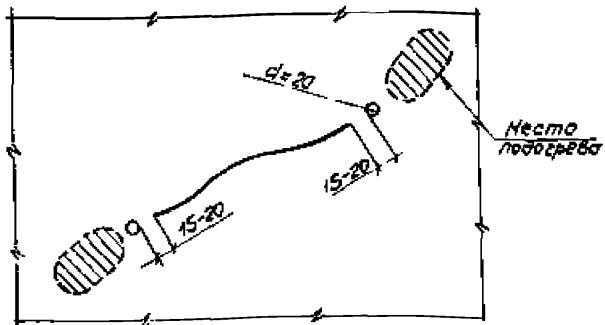


Рис. 8. Подготовка к зварке трещины.

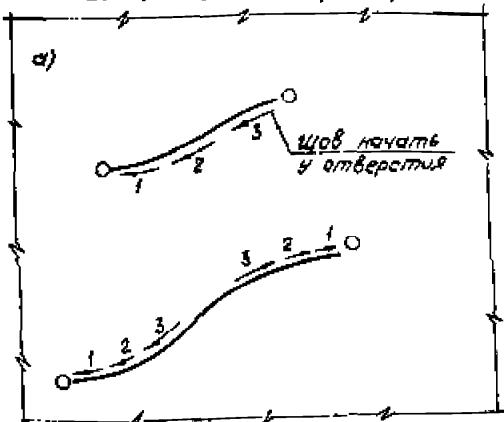


Рис. 9. Зварка трещины обратноотступенным методом:

- а - при длине трещины до 300 нм;
- б - для трещин длиной более 300 нм

швов с шагом 20t-30t в направлении от концов к середине, где t - толщина свариваемого металла;

сборка концевых участков соединений;

выполнение основных швов участками небольшой протяженности (50-70 нм) с интервалом, обеспечивающим их охлаждение до 50-100°, порные симметричные относительно плоскости действия сил швы накладываются параллельно поперечной сваркой порных участков.

При присоединении деталей усиления с помощью болтов вначале прикрепляются с помощью одного-двух болтов концы деталей усиления, а затем по направлению от концов к середине устанавливаются остальные болты. При этом сварение каждого следующего отверстия начинается после установки болта в предыдущее. Завершается присоединение окончательным прикреплением концов усиливающего элемента.

5.9. Усиление конструкций из стали сплошных или полусплошных плавок допускается производить при температуре окружающего воздуха не ниже минус 15°С для толщины металла до 30 нм и не ниже 0°С более 30 нм. Для конструкций из стали кипящих плавок минимальная допустимая температура воздуха при усилив не должна быть ниже минус 5°С.

5.10. Усиление сварных соединений увеличением длины или толщины сварных швов может выполняться под нагрузками, при которых напряжения в имеющихся швах не превышают 1500 кгс/см² (для электродов Э42 и Э42В), при этом прочность сварных соединений после усиления возрастает пропорционально увеличению длины и толщины швов.

6. Указания по применению.

6.1. Приведенные в выпуског серии технические решения требуют привязки к конкретным условиям проектируемого объекта. Привязка заключается в выполнении следующих действий

установление необходимости устранения обнаруженных дефектов и повреждений и необходимости усиления конструкций и узлов с учетом фактических условий эксплуатации и фактических свойств материала в соответствии с требованиями по 20.8, 20.10 20.11 и 20.18 СНиП II-23-81"; выбора метода и принципиальной схемы усиления в соответствии с рекомендациями соответствующих выпусков настоящей серии;

подбора сечений элементов усиления и конструирование узлов соединений этих элементов с существующими конструкциями с определением всех необходимых параметров и размеров, не оговоренных в чертежах технических решений настоящей серии.

6.2. При выборе метода усиления конструкции следует иметь в виду что наиболее радиальным методом усиления особенно когда возникает необходимость увеличения несущей способности является изменение конструктивной схемы каркаса или его отдельных элементов с изменением расчетной схемы и регулирование напряжений. Поэтому при выявлении необходимости усиления значительного количества элементов следует отдавать предпочтение этим методам усиления, которые даются во всех выпусках настоящей серии.

7. Научно-техническая литература

Приложеный ниже перечень включает документы и литературные источники которых необходимо (общесоюзные и ведомственные нормы), рекомендуется (пособия, руководство, рекомендации) или допускается (научно-технические публикации) пользоваться при разработке проектов усиления и привязки технических решений настоящей серии к конкретным условиям.

7.1 Нормативные документы:

1. Строительные нормы и правила. Стальные конструкции СНиП II-23-81*

2. Строительные нормы и правила защиты строительных конструкций от коррозии. СНиП 2.03.11-85

3. Строительные нормы и правила. Правила производства и приемки работ. Техника безопасности в строительстве СНиП III-4-80.

4. Строительные нормы и правила. Правила производства и приемки работ. Несущие конструкции. СНиП II-18-75.

5. Строительные нормы и правила. Несущие и ограждающие конструкции. СНиП 3.03.01-87.

8 Строительные нормы и правила Нагрузки и воздействия СНиП 2.01.07-85

7 Правило устройства и безопасной эксплуатации зданий и сооружений промышленных предприятий / Государственное агентство СССР по индустрии, 1983 г.

8 Положение о проведении планово-предупредительного ремонта производственных зданий и сооружений // Госстрой СССР. М., Стройиздат, 1974/

9 Об определении понятий нового строительства, реконструкции, реконструкции и технического перевооружения действующих предприятий // Госплан СССР, Госстрой СССР, Стройбанк СССР, ЦСУ СССР. № 36-Д. 23-Д. 144. б-14. - М., 1984/

7.2. Государственные стандарты.

10 ГОСТ 380-74* Сталь углеродистая общего назначения. Марки и технические требования

11 ГОСТ 1050-74* Сталь углеродистая качественная конструкционная технические условия

12 ГОСТ 1497-84* Металлы. Методы испытания на растяжение.

13 ГОСТ 17594-82* (СТ СЭВ 2651-80) болты, винты, шпильки, гайки и шурупы. Допуски. Методы контроля размеров и отклонений от форм и расположения поверхности.

14 ГОСТ 2246-70*. Проволока стальная сварочная. Технические условия.

15 ГОСТ 3242-79. Соединения сварочные. Методы контроля качества

16 ГОСТ 4343-71* Сталь легированная конструкционная. Технические условия

17 ГОСТ 3639-82* (СТ СЭВ 1959-79). Сталь и сталь. Методы выборки и определения вязкости яркого

18 ГОСТ 5915-70* (СТ СЭВ 3683-82). Гайки шестигранные. Погрешность в конструкции и размеры

19 ГОСТ 6396-66* (СТ СЭВ 3521-82 - СТ СЭВ 3524-82) сварные соединения. Методы определения механических свойств

20 ГОСТ 7422-81. Шайбы сварные. И методы измерения натяжения

21 ГОСТ 7558-82* (СТ СЭВ 1957-79). Сталь. Методы определения склонности к механическому старению по испытанию на ударный изгиб.

22 ГОСТ 7554-73* (СТ СЭВ 2859-81). Сталь. Общие правила отбора проб, заготовок и образцов для механических и технологических испытаний.

23 ГОСТ 7565-81* (СТ СЭВ 466-77). Чугун, сталь и сталь. Метод отбора проб для химического состава

24 ГОСТ 7798-70*. Болты с шестигранной уменьшенной головкой (нормальной точности). Конструкция и размеры. 25 ГОСТ 7798-70* (СТ СЭВ 4728-84). Болты с шестигранной головкой (нормальной точности). Конструкция и размеры

26 ГОСТ 9087-81. Рыночные сварочные поданные технические условия

27 ГОСТ 9454-76* (СТ СЭВ 472-77, СТ СЭВ 473-77). Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при повышенной температуре и пониженной температуре

28 ГОСТ 947-75. Закрепление покрытие металлические для ручной десковой сборки конструкционных и металлоконструкций стальной листа.

29 ГОСТ 10213-75* (СТ СЭВ 2837-81). Сталь. Метод испытаний и определение микроструктуры

30 ГОСТ 10102-78*. Сталь. Конструкционная конструкционная углеродистая и легированная для кислотного выщелачивания и высокой температуры. Условия

31 ГОСТ 15589-70* (СТ СЭВ 4728-84). Болты с шестигранной головкой (рудной точности). Конструкция и размеры

32 ГОСТ 15591-70*. Гайки с шестигранной уменьшенной головкой (рудной точности). Конструкция и размеры

33 ГОСТ 19281-75*. Сталь низколегированная сортовая и фасонная

34 ГОСТ 19282-73*. Сталь низколегированная полистальстальная и широколистовая чистоверстальная.

35 ГОСТ 22353-77*. Болты высокопрочные (нормальной точности). Конструкция и размеры

36 ГОСТ 22354-77*. Гайки высокопрочные (нормальной точности). Конструкция и размеры

37 ГОСТ 22355-77*. Шайбы к высокопрочным болтам (нормальной точности). Конструкция и размеры

38 ГОСТ 22356-77*. Болты и гайки высокопрочные и шайбы. Общие технические требования.

3.3. Пасынки, руководства, рекомендации

39 ЦНИИ промзданий. Руководство по эксплуатации строительных конструкций производственных зданий промышленных предприятий. - М., Стройиздат 1981/

40 ЦНИИпроектстальконструкция Рекомендации по обследованию стальных конструкций производственных зданий. -М., 1988 г.

и Украина проектстальконструкция. Миси. Пособие по проектированию усиления стальных конструкций. Киев 1988г.
42 НИИМЗ. Руководство по определению экономической эффективности повышения качества и долговечности стальных конструкций. -М, Стройиздат, 1981

43 ЦНИИпроектстальконструкция, ВНИИСТ, ВНИИмашспецсталь, 1982 ил. Путеводство по методам контроля качества сборки сварных металлических конструкций и прокатных балок. Вып. 10. Металлургия в строительстве. -М., 1980.

44 ЦНИИпроектстальконструкция. Руководство и нормативы по технологии постановки высокопрочных болтов в монтажных соединениях металлоконструкций. -М., 1982

45 НИИМЗ методические рекомендации по реконструкции одноизложенных промышленных зданий (монтаж и демонтаж строительных конструкций). -Киев, 1982

46 НИИМЗ Руководство по применению стальных катков и анкерных устройств в конструкциях зданий и сооружений. -М, Стройиздат, 1978

47 ЦНИИпроектстальконструкция Руководство по усиление элементов конструкций с применением сварки. -М, 1979

48 ЦНИИпроектстальконструкция Рекомендации по проектированию балочных ферм. -М., 1985

49 ЦНИИпроектстальконструкция Рекомендации по проектированию усиления стальных конструкций реконструируемых зданий. -М., 1986.

50 ЦНИИпроектстальконструкция Рекомендации по оценке технического состояния эксплуатируемых конструкций зданий и сооружений при их реконструкции. -М, 1986

51 ЦНИИпроектстальконструкция Рекомендации по учету влияния вибраций и подвижек при эксплуатационную прочность стальных конструкций производственных зданий. -М, 1986

52 ЦНИИпроектстальконструкция Рекомендации по добавленной резервной несущей способности стальных каркасов одноизложенных производственных зданий при реконструкции. -М, 1987

53 НИИМЗ Госстрой УССР Методические рекомендации по технологии усиления металлических конструкций на реконструируемых объектах. -Киев, 1984.

74 Научно - техническая литература (монографии и сборники)

54 Береский М.Я, Ребедев В.Н Усиление стальных конструкций. -Киев, Судостройник, 1981.

55 Береский М.Я Усиление скобок стальной стальной конструкций под эксплуатационной нагрузкой. -М, Стройиздат, 1984

56 Береский В.И, Корниенко В.С Принципы обзоры стальных конструкций и способы их упрочнения. -М, Стройиздат, 1966

57 Волынин В.Н Основы проектирования и эксплуатации строительных металлических конструкций. -М, МИСИ им Куйбышева, 1982

58 Виноградов В.Я Вибрационные деформации и напряжения. -М, Машиз, 1968

59 Ереминский О.Я, Жемчужников Г.В, Котленко З.В Ремонт металлоконструкций электротранспорта. -Ленгиз, Домбет, 1976

60 Гришин Я.И, Васильев Л.Я, Кошутин Н.Ч и др Повышение долговечности металлических конструкций промышленных зданий. -М, Стройиздат, 1984

61 Гончаров В.И, Михайлов В.П Отказы и усиление металлических конструкций. -М, ВНИИС, 1981

62 Гашетина М.Н Усиление металлических конструкций. -М, 8, Госстройиздат, 1984

63 Дурков Ф.М, Файнберг И.И Применение вибрационного метода при обследовании металлических конструкций. -М, АДНП, 1975

64 Есипов В.О Долговечность металлических проектированных стальных покрытий зданий и сооружений. -М, Транспорт, 1986

65 Ребров И.С Работа скобых элементов стальных конструкций усиленных под нагрузкой. -М, Стройиздат, 1976

66 Ребров И.С Графикование и расчет усиления стальных балок. -М, АДНП, 1976

67 Соколовский М.М Жемчужников Г.В, Рыбаков В.В, Золотович И.А Металлические конструкции (техническая эксплуатация). -Киев, Днепропетровск, 1976

68 Чистяков В.С, Анухов В.Ф Стальные стойки из стальных соединений на высокопрочных болтах. -М, Стройиздат 1974