

40
135

Госстрой СССР
ГЛАВПРОМСТРОЙПРОЕКТ
СОЮЗМЕТАЛЛОСТРОИНИПРОЕКТ
Ордена Трудового Красного Знамени
Центральный научно-исследовательский и проектный институт
строительных металлоконструкций
ЦНИПРОЕКТСТАЛЬКОНСТРУКЦИЯ

РУКОВОДСТВО
ПО УСИЛЕНИЮ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ
С ПРИМЕНЕНИЕМ СВАРКИ

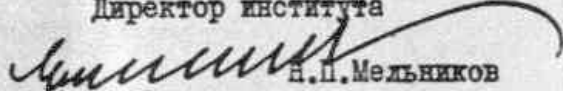
Москва-1979

40

Госстрой СССР
Главпромстройпроект
Совзметаллостройниипроект
Центральный научно-исследовательский и проектный институт
строительных металлоконструкций
ЦНИИПРОЕКТСТАЛЬКОНСТРУКЦИЯ

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института


П. П. Мельников

« 5 » апреля 1979г.

РУКОВОДСТВО
ПО УСИЛЕНИЮ ЭЛЕМЕНТОВ
КОНСТРУКЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ
СВАРКИ

г. Москва , 1979г.

УДК 624.014.0593:621.791

Настоящее Руководство разработано отделом сварки металлических конструкций ЦНИИпроектстальконструкция под руководством главного специалиста А.М.Петрова взамен "Рекомендаций по усилению элементов конструкций с применением сварки", изданных в 1970 г.

В руководстве содержится описание области применения и особенностей усиления с помощью сварки стальных конструкций зданий и сооружений, изготовленных из стали марки СтЗ всех степеней раскисления, и в момент усиления находящихся под нагрузкой.

Изложены мероприятия, предшествующие началу производства работ и выданы рекомендации по расчету и усилению сварных соединений и элементов конструкций, находящихся под нагрузкой.



Центральный научно-исследовательский и проек-
тный институт строительных металлоконструкций
(ЦНИИПСК) Госстроя СССР, 1979 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие рекомендации	4
2. Освидетельствование конструкций ...	5
3. Усиление сварных соединений конструкций	7
4. Усиление элементов конструкций	12

I. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

I.1. Настоящее Руководство распространяется на усиление, с помощью сварки, элементов сварных стальных конструкций зданий и промышленных сооружений из углеродистой стали обыкновенного качества марки Ст3 всех степеней раскисления, поставляемой по группе В ГОСТ 380-71^X или изготовленной по ГОСТ 380-60 или изготовленной ранее по группе А ГОСТ 380-41 и ГОСТ 380-50.

I.2. В Руководстве под усилением предусматривается увеличение несущей способности растянутых и сжатых стержней решетчатых конструкций, сплошностенчатых балок и сварных соединений в случаях реконструкции эксплуатируемых сооружений, сопровождающиеся увеличением действующих нагрузок, или в результате возникших в процессе эксплуатации повреждений конструкций, а также в новых монтируемых конструкциях, в которых после их монтажа обнаруживается недостаточная несущая способность элементов и сварных соединений.

I.3. Особенностью усиления конструкций под нагрузкой следует считать необходимость обеспечения их надежной работы на действующие нагрузки в период усиления и соответствующего учета совместной работы старого и нового металла на новые нагрузки.

I.4. Руководство разработано в дополнение требований глав СНиП П-В.3-72 "Стальные конструкции. Нормы проектирования", П-18-75 "Правила производства и приемки работ. Металлические конструкции".

I.5. Усиление элементов конструкций должно производиться по заранее разработанному проекту, включающему организацию производства работ, утвержденному главным инженером предприятия и согласованному с проектной организацией автором сооружения.

I.6. Проект усиления конструкций разрабатывается на основании задания на усиление, данных освидетельствования состояния конструкций и проверочного расчета.

I.7. Все сварочные работы, связанные с усилением конструкций под нагрузкой должны выполняться высококвалифицированными

сварщиками не ниже 5-го разряда под руководством ответственного лица, имеющего специальную техническую подготовку и знакомому с настоящим Руководством.

1.8. В момент усиления должны быть исключены все подвижные нагрузки, передачи на усиливаемые конструкции удары и вибрация.

1.9. Усиление конструкций из стали спокойных и полуспокойных плавок допускается производить при температуре окружающего воздуха не ниже минус 15⁰С для толщины металла до 30 мм и не ниже 0⁰С более 30 мм. Для конструкций из стали кипящих плавок минимальная допустимая температура воздуха при усилении не должна быть ниже минус 5⁰С.

При усилении слабонапряженных (не более 0,25 расчетного сопротивления) конструкций минимальная температура, при которой выполняется усиление, может быть соответственно снижена для стали ВстЗсп и ВСъЗпс - до минус 25⁰С и для стали ВСтЗкп до минус 15⁰С. Во всех случаях усиления под нагрузкой температура металла при усилении не должна быть ниже верхнего предела интервала хрупкости для данного металла, устанавливаемого по стандартным образцам.

2. ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ

2.1. Освидетельствование конструкций производится с целью определения состояния конструкций и возможных причин возникновения дефектов, выявления отступлений от проекта, норм и технических условий, установления действующих нагрузок и условий эксплуатации. Результаты освидетельствования фиксируются актами с приложениями дефектных ведомостей.

2.2. Освидетельствование должно производиться в соответствии с "Методическими указаниями по обследованию стальных конструкций зданий и сооружений", ЦНИИпроектстальконструкция (выпуск ОРИС-627, 1975 г.).

2.3. Освидетельствование производится путем тщательного визуального осмотра конструкций, замеров элементов и сварных швов, анализа сертификатных данных примененных материалов, а в случае необходимости, результатов исследований металла,

анализа данных геодезических съемок, действующих нагрузок и условий эксплуатации.

2.4. Объем работ по осмотру конструкций устанавливается в зависимости от задания на усиления, полноты и качества технической документации, напряженного состояния конструкций, качества материала конструкций и условий эксплуатации.

2.5. Внешний осмотр сварных швов производится для выявления следующих возможных дефектов:

трещин в металле шва и в зоне термического влияния;
подрезов, наплывов, незаваренных кратеров и прерывов шва;
пористости на поверхности швов;
несоответствия размеров шва требованиям чертежа.

Перед осмотром все сварные швы и участки, прилегающие к шву на ширине 20 мм, должны быть тщательно зачищены от краски, ржавчины и грязи до металлического блеска.

Внешний осмотр производится невооруженным глазом, а в сомнительных местах - с помощью лупы 4-7 кратного увеличения.

2.6. По внешнему виду сварные швы должны удовлетворять требованиям п. I.51 СНиП Ш-18-75.

Особое внимание следует обращать на места непосредственного воздействия динамической нагрузки (верхние поясные швы подкрановых балок), на концы угловых швов (в примыканиях элементов к фасонкам), на места пересечений сварных швов.

2.7. По актам ОТК или другим документам следует установить, не применялись ли электроды типа Э38 с тонкой ионизирующей обмазкой (тип меловой). При отсутствии документов следует руководствоваться следующими соображениями:

конструкции с применением тонкообмазанных электродов могли изготавливаться до 1948 г.;

швы, выполненные тонкообмазанными электродами, отличаются неровной крупночешуйчатой поверхностью без следов шлака.

2.8. Замер длины и толщины сварных швов производится с помощью масштабной линейки и специальных шаблонов. Толщина шва замеряется в нескольких местах через каждые 30-40 мм по всей длине шва. По результатам замеров определяется среднее значение толщины шва. Начало и конец шва по длине 15 мм в расчет не принимается.

2.9. При осмотре следует обращать внимание на ослабление сечений растянутых элементов и фасонки различного рода рванинами и выхватами, подрезами в районе сварных швов, а также вырезами и отверстиями, не предусмотренными проектом. Для сжатых элементов и фасонки особое значение имеют возможные погнутости и вмятины, оказывающие снижающее влияние на их устойчивость.

В дефектной ведомости должны быть занесены все обнаруженные отклонения с указанием места их расположения, величины дефектов и способа их устранения.

2.10. На основании имеющейся технической документации устанавливаются величина и место приложения постоянных и временных нагрузок. При отсутствии полных данных по нагрузкам недостающие характеристики определяются экспериментальным путем.

Для постоянных нагрузок замером и определением объемного веса материалов, составляющих постоянную нагрузку, а для временных нагрузок замером дополнительных напряжений и деформаций от их воздействия на конструкцию.

2.11. По данным освидетельствования производится проверочный расчет конструкций с целью определения действующих напряжений в элементах и сварных швах в состоянии до производства усиления.

2.12. Уровень напряжений в элементах и сварных швах от постоянных действующих нагрузок и величина новых нагрузок, при которых в дальнейшем должны эксплуатироваться конструкции, определяет мероприятия, связанные с их усилением, и служат основными данными для составления проекта усиления и проекта организации работ по усилению.

3. УСИЛЕНИЕ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ КОНСТРУКЦИЙ

3.1. Усиление сварных соединений производится при выявлении недостаточной несущей способности их в следующих случаях:

- а) при обнаружении в швах сварных соединений дефектов, выходящих за пределы требований СНиП III-18-75 (п.1.51);
- б) при наличии зазора между свариваемыми элементами в соединениях с угловыми швами, превышающего установленный ГОСТом 5264-69;

в) при отступлениях от размеров сварных швов, заданных чертежом в сторону уменьшения.

3.2. Участки швов с дефектами в виде скоплений пор и трещин удаляются пневматическим зубилом или специальным воздушно-дуговым или кислородным резаком и завариваются вновь. При этом допустимые напряжения от действующих нагрузок в момент усиления сварного шва за вычетом длины исправляемого участка не должны превышать расчетного сопротивления на сварные швы.

3.3. Прерывы швов и кратеры после зачистки до металлического блеска завариваются.

3.3.1. Подрезы глубиной более допустимой по п.1.51 в СНиП III-18-75, но не более 2 мм, завариваются тонким швом с обеспечением плавного перехода от наплавленного металла к основному.

Подрезы глубиной более 2 мм необходимо заварить предварительно разделав кромки непровара.

3.4. Запрещается производить сварку растянутых элементов конструкций под нагрузкой швами, расположенными поперек элемента или в поперечном направлении по отношению к действующим усилиям в элементе.

3.5. Усиление сварных соединений при недостаточных размерах сварных швов, а также при наличии повышенных зазоров между сваренными элементами может выполняться путем увеличения длины или толщины существующих швов.

3.6. Длина и толщина усиливающих швов, а также толщина наплавленного слоя на усиливаемые швы определяется разностью расчетного усилия в сварном соединении от полной (новой) нагрузки, действующей после усиления, и расчетной несущей способностью существующего соединения. При определении расчетного усилия, приходящегося на шов, в сварном соединении следует учитывать смещение его относительно центра тяжести сечения элемента.

3.7. Усиление соединений элементов увеличением длины сварных швов может выполняться как с введением, так и без введения дополнительных деталей, последнему следует отдать предпочтение и применять во всех случаях, когда есть место для наложения новых швов.

3.8. Усиление сварных соединений увеличением толщины существующих швов наплавкой новых слоев рекомендуется применять при отсутствии места для наложения новых швов. В случае необходимости одновременного усиления увеличением длины и толщины швов начинать следует с первого.

3.9. Усиление сварных соединений увеличением длины сварных швов с введением дополнительных деталей следует применять при невозможности выполнения рекомендованных выше способов.

3.9. Усиление сварных соединений увеличением длины или толщины сварных швов может выполняться под нагрузками, при которых напряжения в имеющихся швах не превышают 1500 кгс/см^2 (для электродов Э42 и Э42А), при этом прочность сварных соединений после усиления возрастает пропорционально увеличению длины и толщины швов.

3.10. Увеличение длины рабочих швов в сварных соединениях следует производить электродами типа Э42, Э42А или Э46Т диаметром не более 4 мм на токе, не превышающем 220а со скоростью, обеспечивающей получение шва за один проход катетом не более 6 мм. В случае необходимости выполнения швов толщиной более 6 мм сварку производить в 2-3 и более слоев. При этом наложение последующих слоев следует производить после охлаждения предыдущего слоя до температуры ниже 100°C .

3.11. Для элементов из уголков наложение новых швов следует начинать со стороны пера уголка от края фасонки в направлении существующих швов (рис.1-а).

3.12. Сварку каждого последующего шва следует производить только после полного охлаждения ранее выполненного шва до температуры, не превышающей 100°C .

3.13. После наложения усиливающего шва с одного конца по перу одного из парных уголков следует перейти к усилению шва второго парного уголка с обратной стороны той же фасонки или с противоположного конца элемента у второй фасонки (рис.2).

После наложения всех швов по перу уголков следует переходить к наложению швов по обуху уголков в той же последовательности.

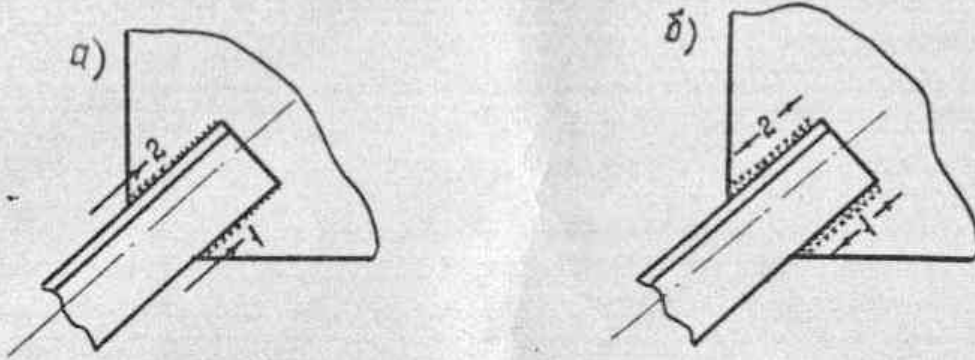


Рис.1. Порядок наложения швов и направление сварки

а) увеличение длины швов

б) -"- толщины швов

----- - ранее выполненные швы

xxxxxx - дополнительные усиливающие швы

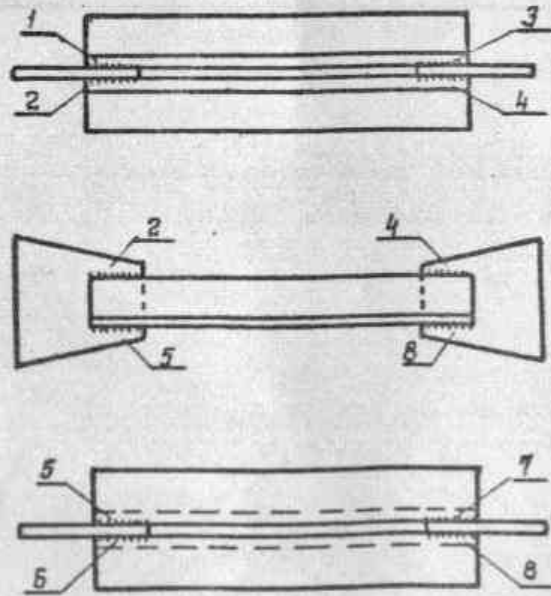


Рис.2. Порядок наложения швов

3.14. Усиление швов наплавкой дополнительных слоев с целью увеличения их толщины может производиться под нагрузкой, при которой действующее усилие на шов не превышает следующего значения:

$$N_c \leq \beta h(\ell - A) R_{уш}^{ср}$$

где β - коэф., принимаемый для ручной сварки, согласно СНиП П-В.3-72 ($\beta = 0,7$);

h - толщина углового шва до усиления (в см);

ℓ - длина усиливаемого шва (в см);

A - длина участка шва, выключающегося из работы в момент усиления (в см);

$R_{уш}^{ср}$ - расчетное сопротивление металла усиливаемого шва (в кг/см²).

Величина A определяется по графику (рис.3) в зависимости от суммарной толщины свариваемого металла и толщины усиливаемого шва h . Для решетчатых конструкций за толщину свариваемого металла принимается суммарная толщина фасонки и толщина полки элемента (уголка, швеллера и т.д.).

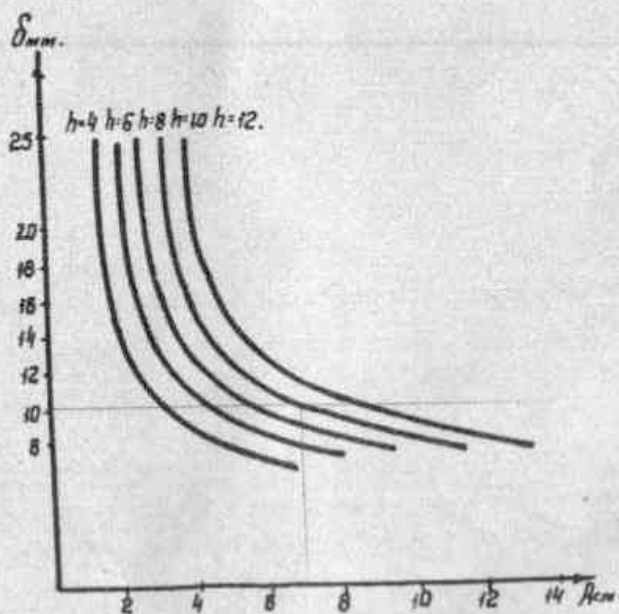


Рис.3. Длина участка шва "А", разогреваемого до температуры 600°C и выше в функции толщины свариваемого металла (h - толщина шва)

3.15. Наплавку новых слоев на усиливаемые швы следует производить электродом диам. не более 4 мм на сварочном токе не более 220 а со скоростью, обеспечивающей увеличение толщины шва не более чем на 2 мм.

3.16. В случае необходимости увеличения толщины шва более 2-х мм наплавку следует производить последовательно слоями по 2 мм. Наложение повторных слоев можно производить только после охлаждения предыдущего слоя до температуры ниже 100°C .

3.17. Усиление швов элемента решетки, состоящего из двух парных уголков рекомендуется производить в последовательности, показанной на (рис.2). Начинать наплавку следует по перу уголка, используя всю длину его примыкания к фасонке (рис.16).

3.18. При усилении швов наплавкой новых слоев в решетчатых конструкциях необходимо учитывать перераспределение усилий в ветвях элементов решетчатых конструкций в пределах 15-20%, в связи с чем напряжения в усиливаемом элементе не должны превышать $0,8 R$.
где R - расчетное сопротивление для стали, из которой изготовлен элемент в $\text{кг}/\text{см}^2$.

4. УСИЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

4.1. Отдельные элементы сварных конструкций, подверженные растяжению, сжатию или изгибу с напряжением, не превышающим расчетных, могут быть усилены увеличением сечений путем приварки новых дополнительных деталей. При этом несущая способность элемента возрастает пропорционально увеличению его сечения или жесткости.

4.2. Нагрев элементов в процессе сварки снижает несущую способность усиливаемых элементов. Степень снижения несущей способности зависит от тепловложения, определяемого режимом сварки, от толщины и ширины элемента, от направления сварки и может быть определена по графику (рис.4). Для продольных швов снижение прочности не превышает 15%, для поперечных швов может достигать 40% от первоначальной несущей способности.

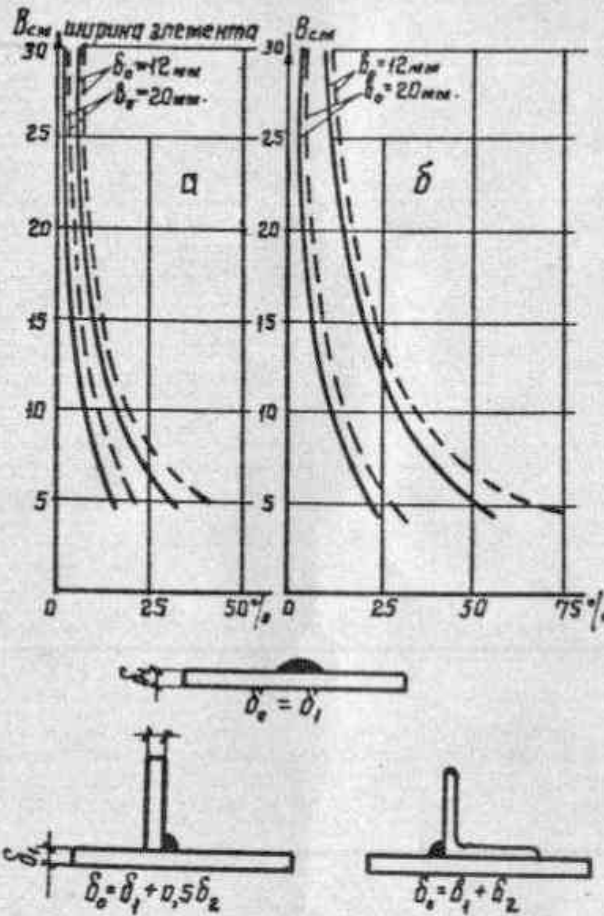


Рис. 4. Снижение несущей способности элементов при усилении с применением сварки
 а) продольными швами
 б) поперечными швами
 — для $h = 6$ мм
 --- для $h = 8$ мм

4.3. При усилении элементов под нагрузкой категорически запрещается наложение швов поперек элемента.

4.4. Учитывая некоторую потерю прочности элементов, связанную с их нагревом при сварке, а также перераспределением напряжений, как по сечению самого элемента, так и между элементами, усиления под нагрузкой рекомендуется производить при напряжениях, не превышающих $0,8 R$, где R — расчетное сопротивление для стали, из которой изготовлен элемент.

4.5. При усилении элементов с применением сварки обеспечивается непосредственное включение в работу нового металла. С увеличением нагрузки старый металл и дополнительный новый работают совместно в упруго-пластической стадии.

4.6. За предельное состояние элементов, усиленных под напряжением, рекомендуется принимать такое состояние, когда в новом дополнительном элементе напряжения достигают расчетного сопротивления.

4.7. Расчет усиленных под нагрузкой элементов рекомендуется производить по формулам:

$$\text{для растянутых элементов } \frac{N_0 + N_3}{F_0 + F_3} \leq mR$$

$$\text{для сжатых элементов } \frac{N_0 + N_3}{(F_0 + F_3)\varphi} \leq mR$$

$$\text{для элементов, работающих на изгиб } \frac{M_0 + M_3}{W_y} \leq mR$$

- где N_0 - нагрузка на стержень до усиления;
 N_3 - дополнительная нагрузка на стержень после усиления;
 F_0 - площадь сечения основного стержня;
 F_3 - площадь сечения дополнительного металла;
 m - коэф. условий работы (по табл. 8 СНиП П-В.3-72);
 R - расчетное сопротивление стали (по табл. 2^х СНиП П-В.3-72);
 φ - коэф. продольного изгиба усиленного элемента;
 M_0 - момент, действующий на балку до усиления;
 M_3 - дополнительный момент на балку после усиления;
 W_y - момент сопротивления усиленной балки.

4.8. Усиление стержней решетчатых конструкций должно производиться так, чтобы центр тяжести составного (усиленного) элемента по возможности совпадал с точкой приложения силы. При необходимости смещения центра тяжести сечения в расчете следует учитывать момент от эксцентриситета, создающего дополнительные напряжения в элементе.

4.9. При усилении элементов конструкций, подверженных непосредственному воздействию подвижных или вибрационных нагрузок, рекомендуется применять электроды типа Э42А, во всех остальных случаях электроды Э42 или Э46 (ГОСТ 9467-75).

4.10. Размер сварных швов в соединениях усиливаемых элементов назначается из расчета передачи необходимых усилий на усиливаемый элемент.

4.11. Толщина угловых швов за один проход не должна превышать 6 мм. При необходимости наложения швов больших толщин их следует выполнять в 2-3 и более слоев с увеличением катетов швов каждым новым слоем на 2 мм (с 6 до 8 мм; с 8 до 10 мм и т.д.).

4.12. При усилении элементов конструкций имеющие место сварочные деформации по величине и знаку аналогичны деформациям при сварке в свободном состоянии и подчинены общим законам напряжений и деформаций от сварки.

4.13. С целью снижения деформаций от совместного действия нагрузки и сварки, сварку рекомендуется начинать с концов элементов. После закрепления концевых участков элемента швами, размеры которых определяются расчетными усилиями на дополнительный металл, рекомендуется переходить к швам в средней части элемента.

4.14. Концы деталей усиления рекомендуется выносить за пределы максимальных напряжений усиливаемого элемента. В решетчатых конструкциях участками меньших напряжений являются концы усиливаемых элементов, выходящих на фасонку или сама фасонка, а для балок - участки вблизи опор.

4.15. Сборка дополнительных усиливающих деталей может выполняться с помощью прихваток электродуговой сваркой на участках вне зоны максимальных напряжений.

4.16. При усилении балок, с целью уменьшения общих деформаций, усиление рекомендуется начинать с растянутого пояса балки в последовательности, указанной в п.4.13.

Переиздание

Ответственный за выпуск А.М.Петров
Технический редактор Л.А.Пыжова

Л-108010. Тираж 2000 экз. Цена 20 коп.
Формат 60x84/16. Объем 1,0 п.л. Заказ 131

Отпечатано на ротапринте ЦНИИИАСС