

# УСИЛЕНИЕ РАСТЯНУТОЙ ЗОНЫ КОНСТРУКЦИЙ

Усиление растянутой зоны производится увеличением площади поперечного сечения рабочей арматуры усиливаемой конструкции путем установки дополнительной арматуры в этой зоне с обеспечением ее совместной работы с конструкцией.

Совместная работа дополнительной арматуры с усиливаемой конструкцией обеспечивается: путем приварки к существующей арматуре; приклеиванием к бетону растянутой зоны.

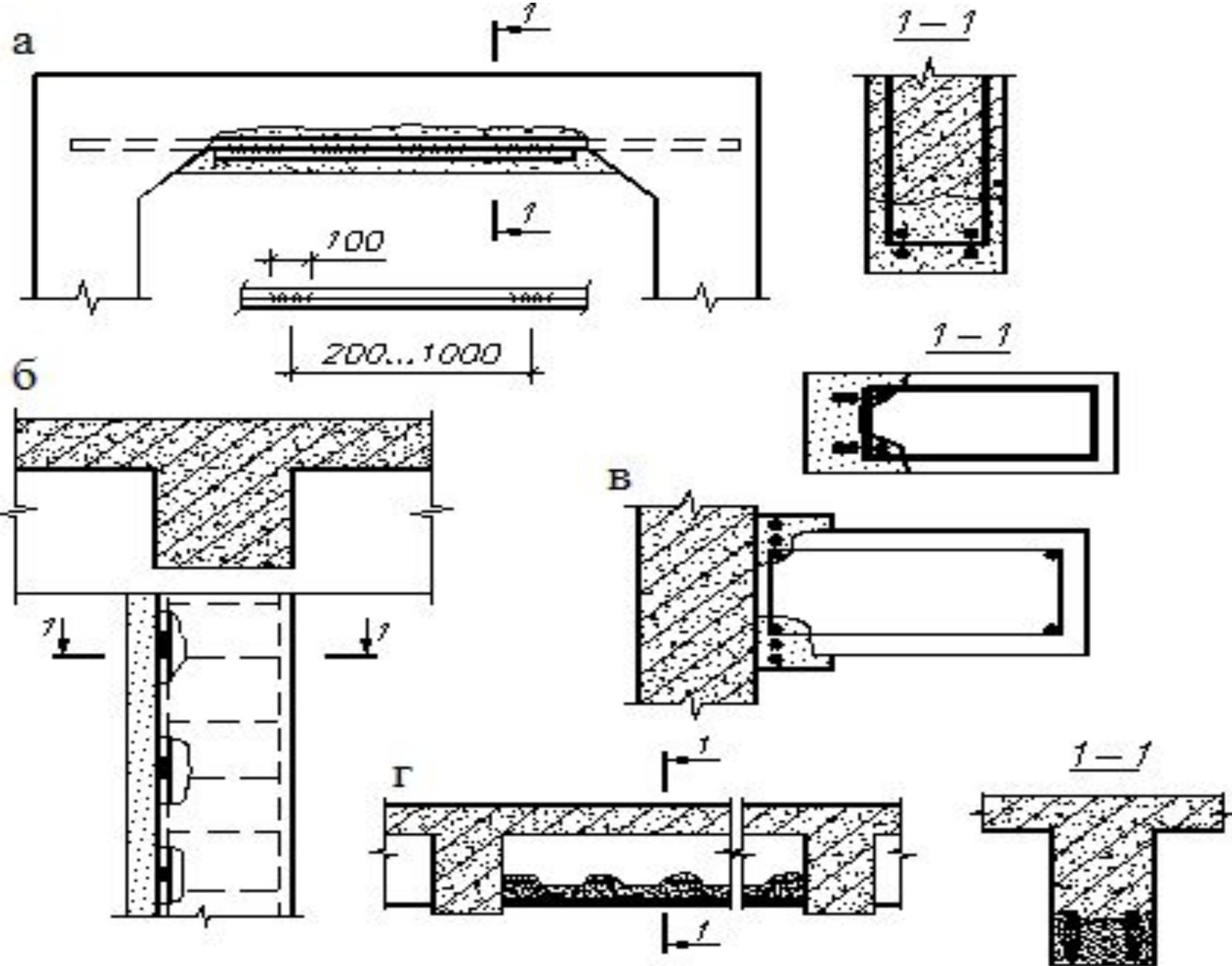
Приварка дополнительной растянутой арматуры к существующей арматуре усиливаемой конструкции в зависимости от состояния и толщины защитного слоя, производится:

нахлесточным соединением с отбивкой защитного слоя по длине дополнительной арматуры (рисунок а);

с помощью коротышей диаметром, превышающим толщину защитного слоя (рисунок б,в,);

с помощью скоб (рисунок г).

После установки в проектное положение дополнительная арматура обетонируется



Расчет прочности конструкций с усиленной растянутой зоной производится из условия:

$$M \leq R_s A_s (h_0 - 0.5x) + R_{s,ad} A_{s,ad} (h_{0,ad} - 0.5x) + R_{sc} (0.5x - a')$$

Высота сжатой зоны определяется из условия:

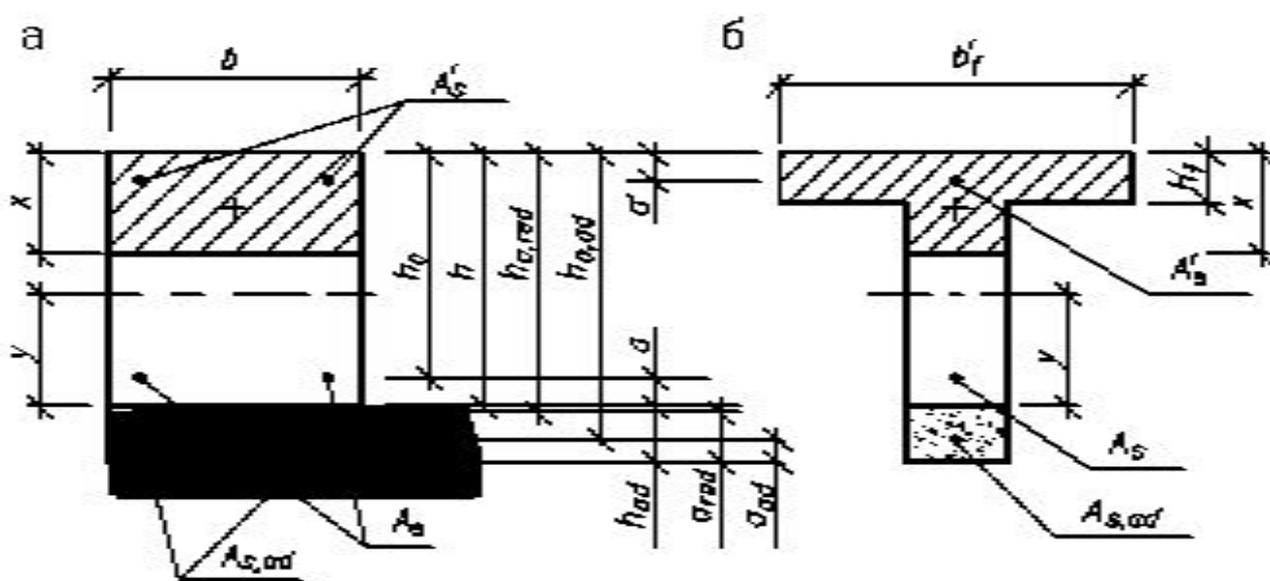
$$0 = R_s A_s + R_{s,ad} A_{s,ad} - R_{sc} A_s - R_b b x$$

При этом должно соблюдаться условие:

$$\xi = \frac{X}{h_{0,red}} \leq \xi_R$$

где  $h_{0,red}$  - приведенная рабочая высота сечения определяется по формуле:

$$h_{0,red} = \frac{h_0 R_s A_s + h_{0,ad} R_{s,ad} A_{s,ad}}{R_s A_s + R_{s,ad} A_{s,ad}}$$



**Расчетная схема элементов с усиленной растянутой зоной:**

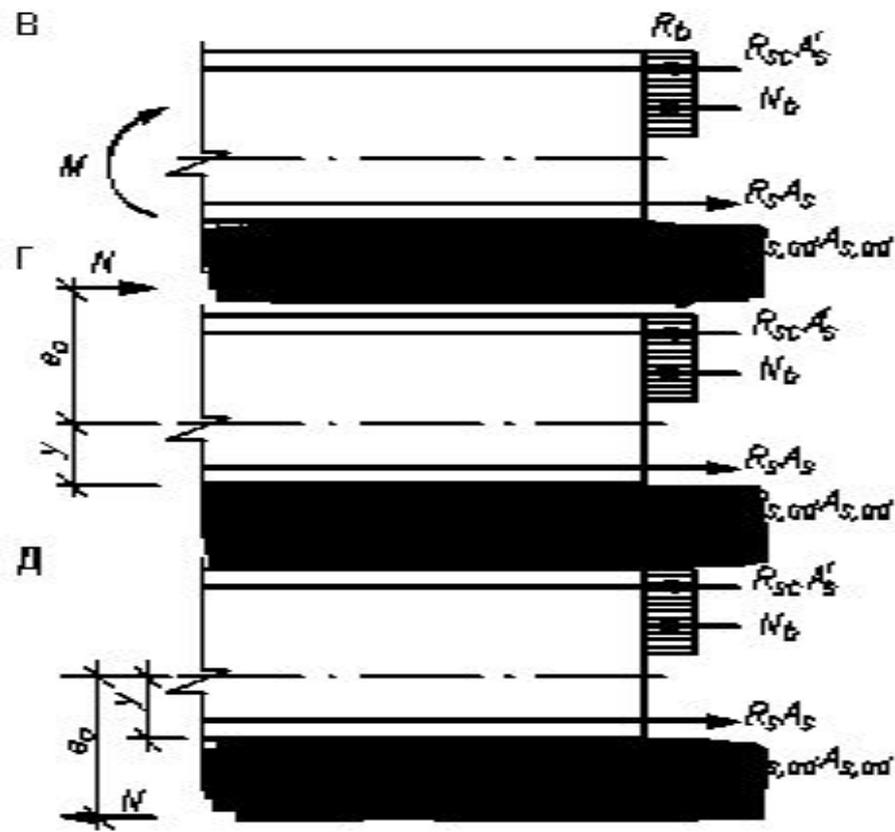
а – прямоугольного сечения;

б – таврового;

в – изгибаемых;

г – внецентренно сжатых;

д – внецентренно растянутых



Расчет прочности тавровых сечений элементов с усиленной растянутой зоной, имеющих полку в сжатой зоне, производится в зависимости от положения границы сжатой зоны.

Если соблюдается условие:

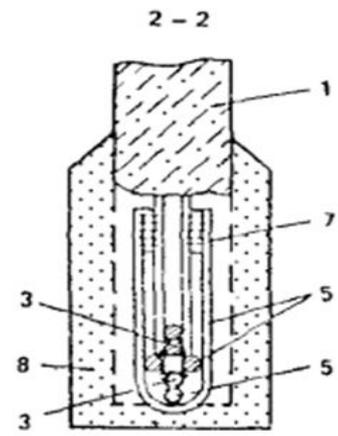
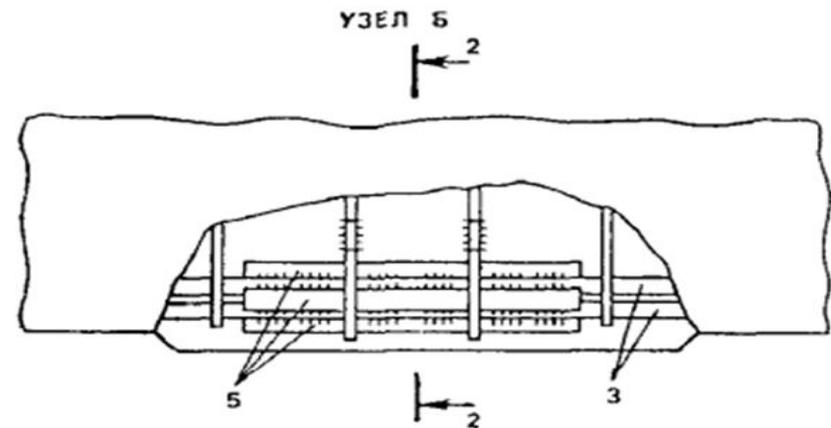
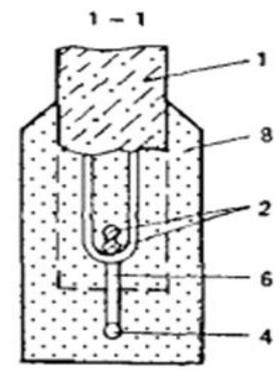
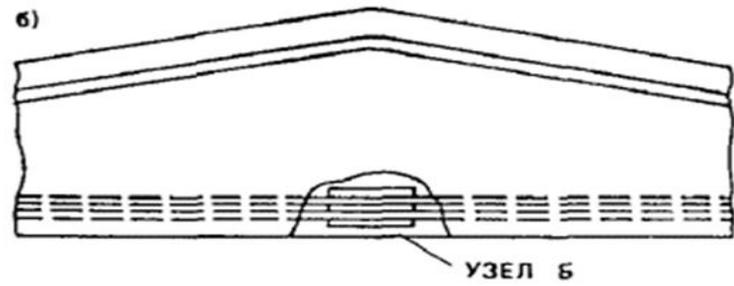
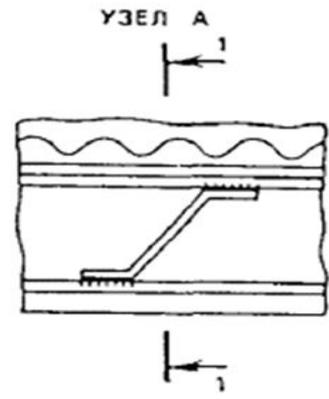
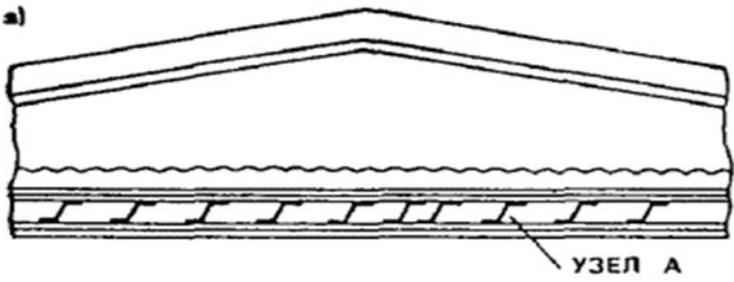
$$M \leq R_b b_f h_f (h_{0,red} - 0.5h_f) + R_{sc} A_s (h_{0,red} - a)$$

расчет производится как для прямоугольного сечения шириной

$$b = b'_f$$

Если условие , не соблюдается, расчет производится из условия:

$$M \leq R_{s,ad} A_{s,ad} (h_{0,ad} - 0.5x) + R_{sc} A_s (0.5x - a) + R_b h_f (b_f - b) (0.5x - 0.5h_f)$$



## Усиление сборных балок покрытия

а - односторонним наращиванием;

б - накладками на сварке при разрыве арматуры;

1 - усиливаемая балка;

2, 3 - арматура балки;

4 - дополнительная арматура;

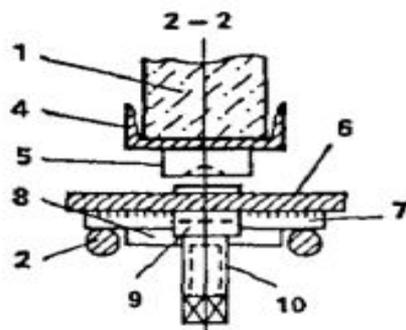
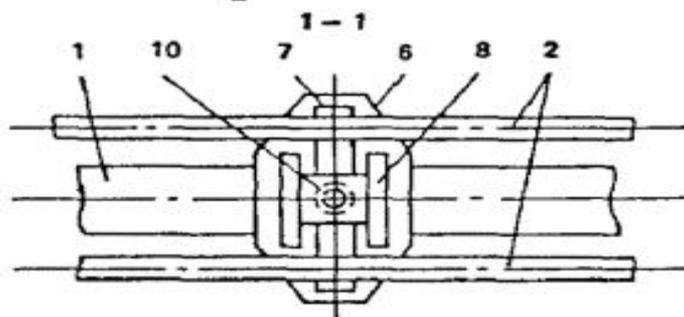
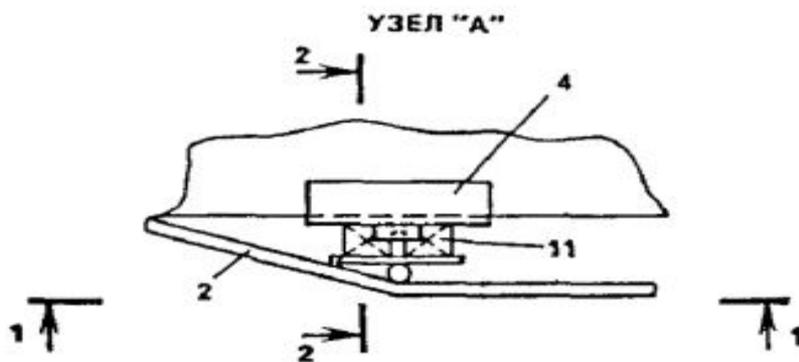
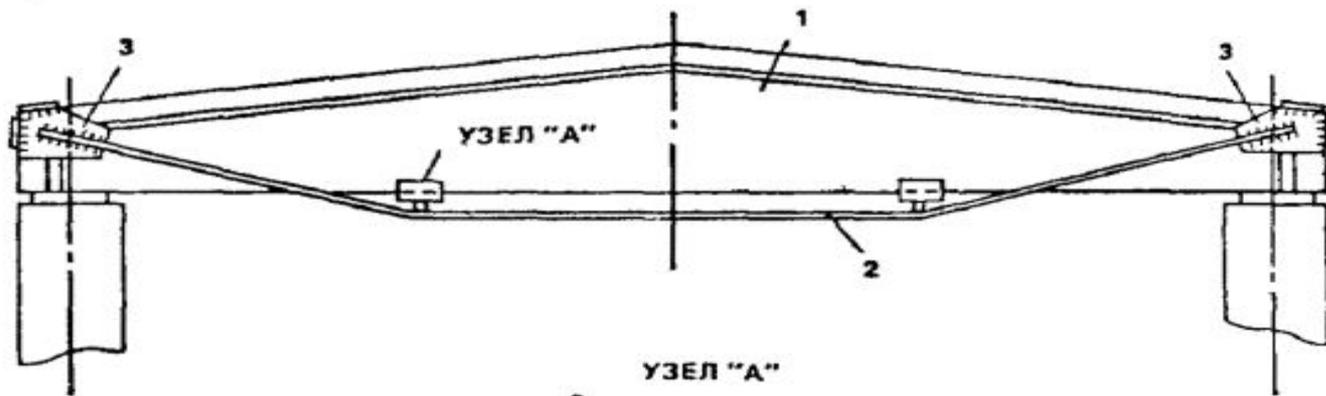
5 - накладки из арматурных стержней;

6 - соединительные элементы;

7 - дополнительные хомуты;

8 - обетонка

а)



- 1 - усиливаемая балка;
- 2 - шпренгель;
- 3 - анкерное устройство;
- 4 - опорный швеллер;
- 5 - подкладка с шаровым гнездом;
- 6 - опорный лист;
- 7 - прокладка из круглых стержней;
- 8 - квадратная подкладка;
- 9 - гайка, вваренная в опорный лист;
- 10 - натяжной винт;
- 11 - пакет металлических прокладок

Устройство затяжки позволяет повесить несущую способность балки в два раза, а также прочность по наклонным сечениям у опоры.

Предварительно напряжённые затяжки состоят из тяжей, опорных анкеров, подкладок и стяжного устройства. На опорах тяжи привариваются к анкерам и должны вплотную примыкать к боковым граням балки.

Предварительное напряжение в тяжах создаётся путём взаимного стягивания обеих ветвей стяжными болтами. Усилие в тяжах контролируется по величине остаточного зазора между ветвями. Стяжные болты изготавливаются в виде хомута диаметром не менее 16 мм с двумя нарезанными концами и общей шайбой. Подкладка-шпренгель изготавливается из пластины толщиной не меньше 10 мм и круглого стержня диаметром не менее 25 мм.

В процессе устройства этих затяжек изгибаемые элементы изменяют свою первоначальную конструктивную схему, так как становятся внецентренно сжатыми. На их опорах возникают дополнительные изгибающие моменты, которые изменяют первоначальную эпюру моментов. Изменяется и эпюра перерезывающих сил.

## Усиление балки дополнительной предварительно напряженной арматурой

а - горизонтальными  
затяжками:

1 - усиливаемая балка;

2 - горизонтальные  
затяжки;

3 - уголок анкера;

4 - вертикальные стержни  
анкера; 5 - натяжной  
болт; 6 - шайба; 7 -

отверстие, заделываемое  
после установки анкера;  
б - промежуточными  
распорками:

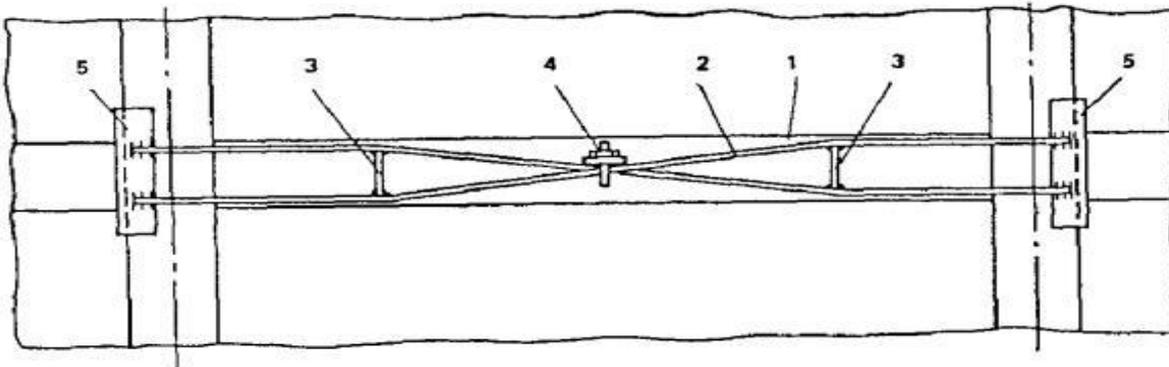
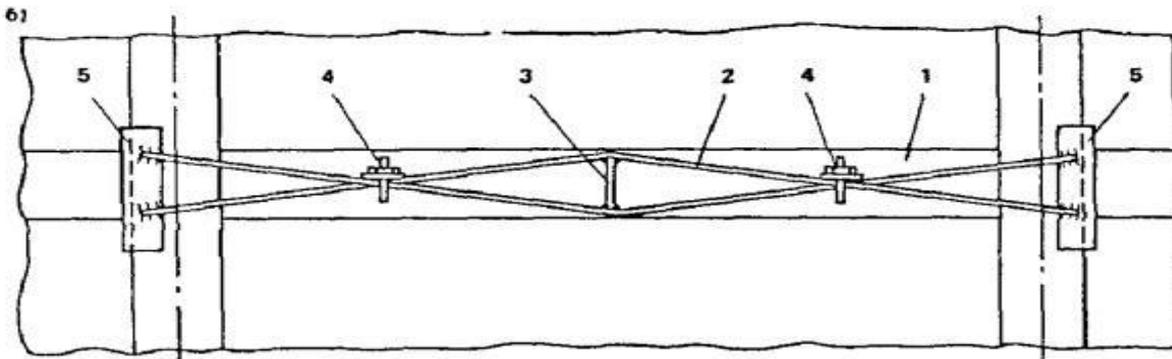
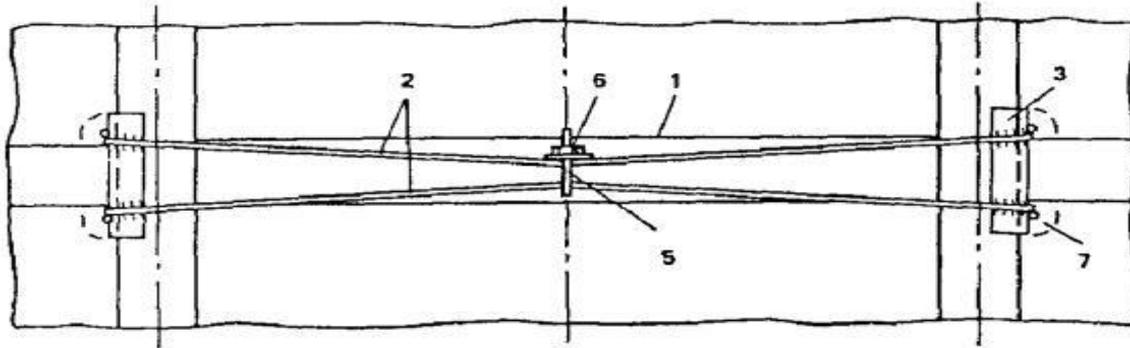
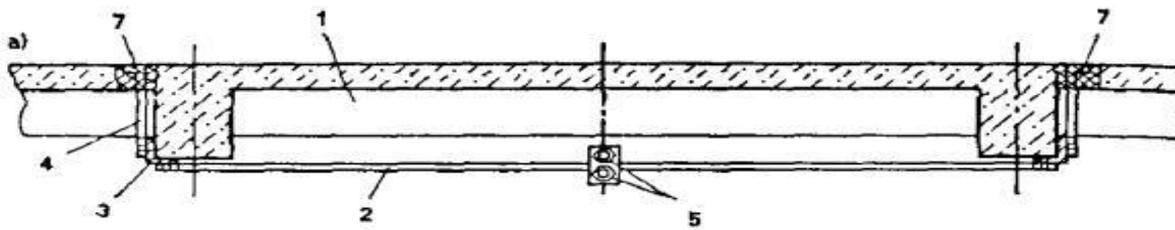
1 - усиливаемая балка;

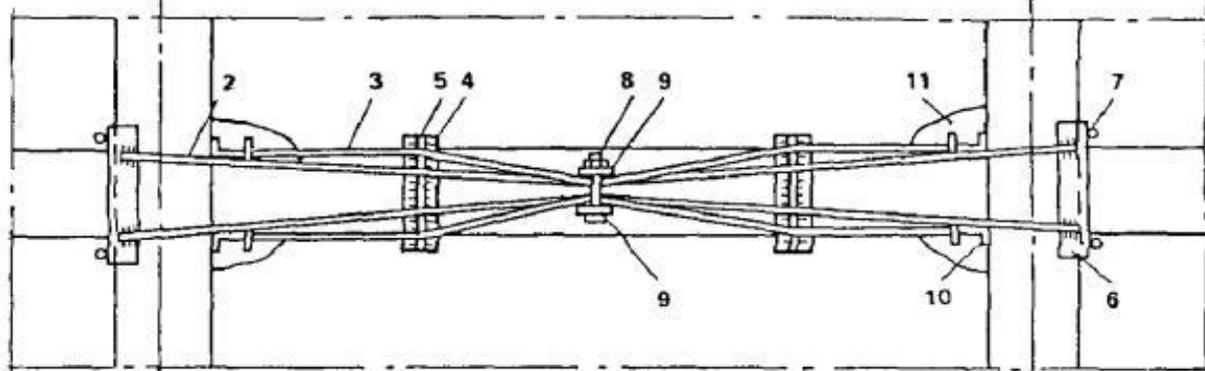
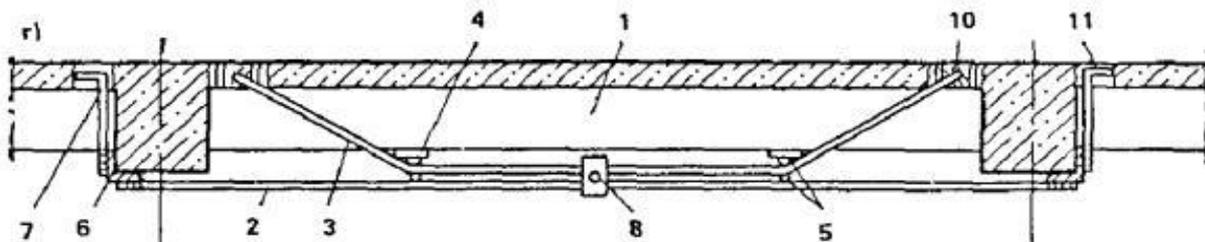
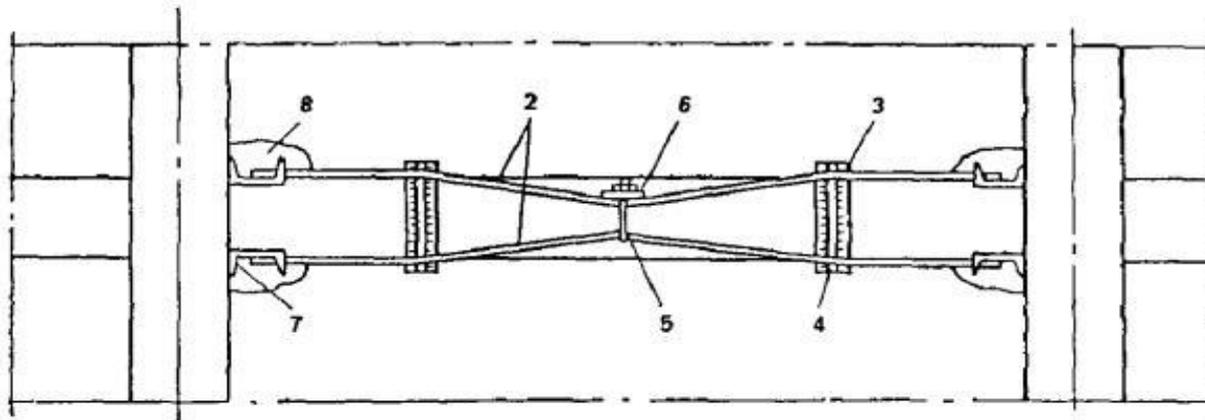
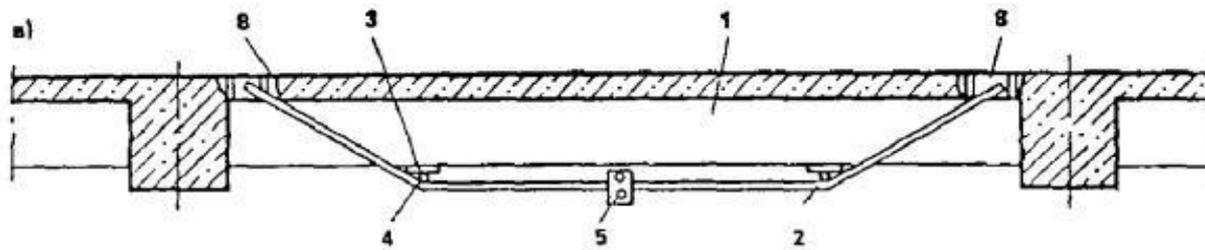
2 - затяжки;

3 - промежуточные  
распорки;

4 - натяжной болт;

5 - анкерное устройство;





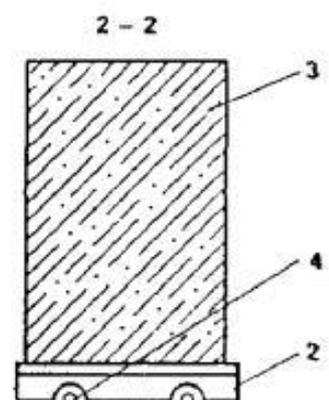
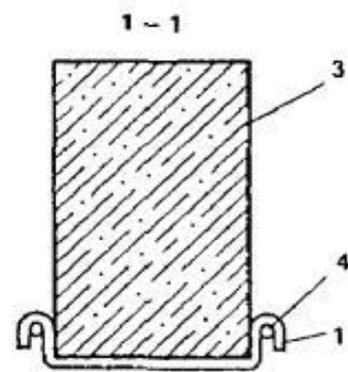
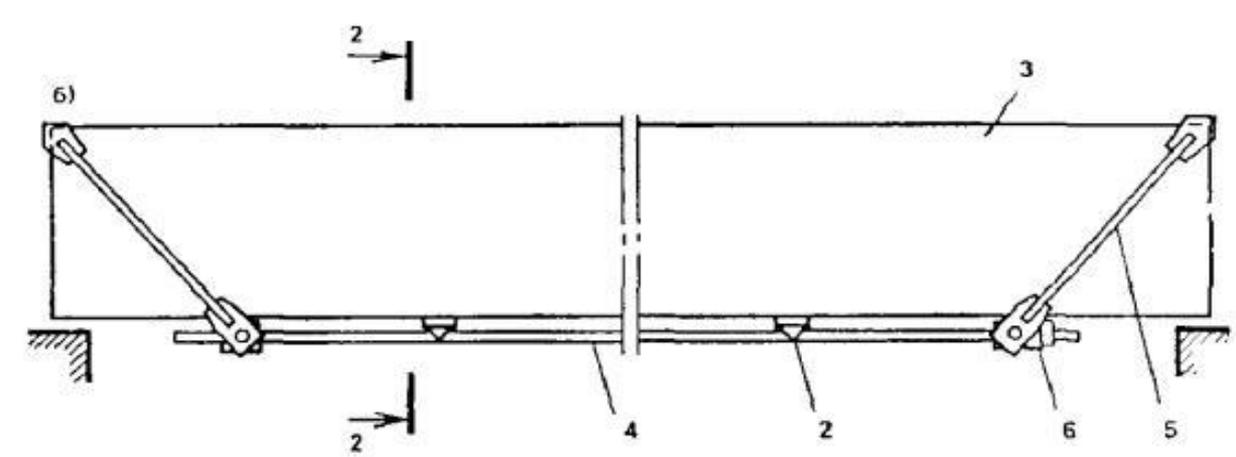
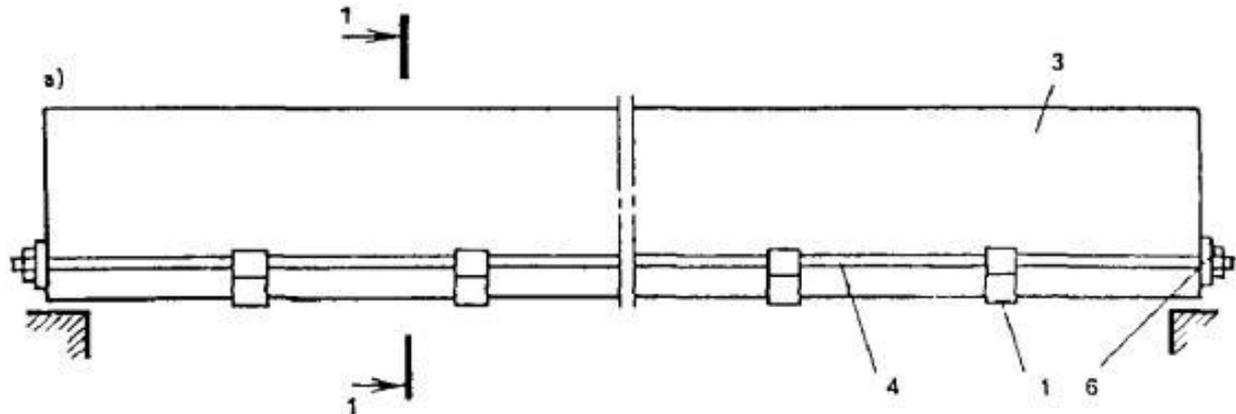
## Усиление балки дополнительной предварительно напряженной арматурой

в - шпренгельными  
затяжками:

- 1 - усиливаемая балка;
- 2 - шпренгельные затяжки;
- 3 - подкладка; 4 - коротыш;
- 5 - натяжной болт;
- 6 - шайба; 7 - швеллер анкера;
- 8 - отверстие, заделываемое  
после установки анкера;

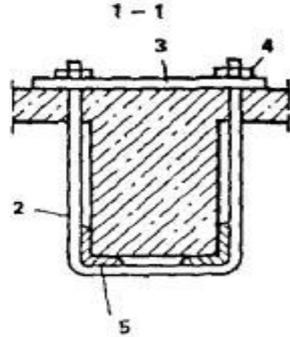
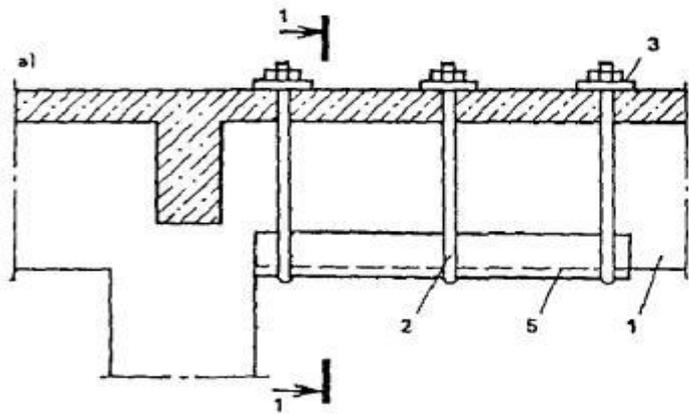
г - комбинированными  
затяжками:

- 1 - усиливаемая балка;
- 2 - горизонтальные затяжки; 3 -  
шпренгельные затяжки; 4 -  
подкладка;
- 5 - коротыши; 6 - уголок анкера  
горизонтальных затяжек; 7 -  
вертикальные анкерные  
стержни; 8 - натяжной болт; 9 -  
шайба; 10 - швеллер анкера  
шпренгельных затяжек; 11 -  
отверстие, заделываемое после  
установки анкера



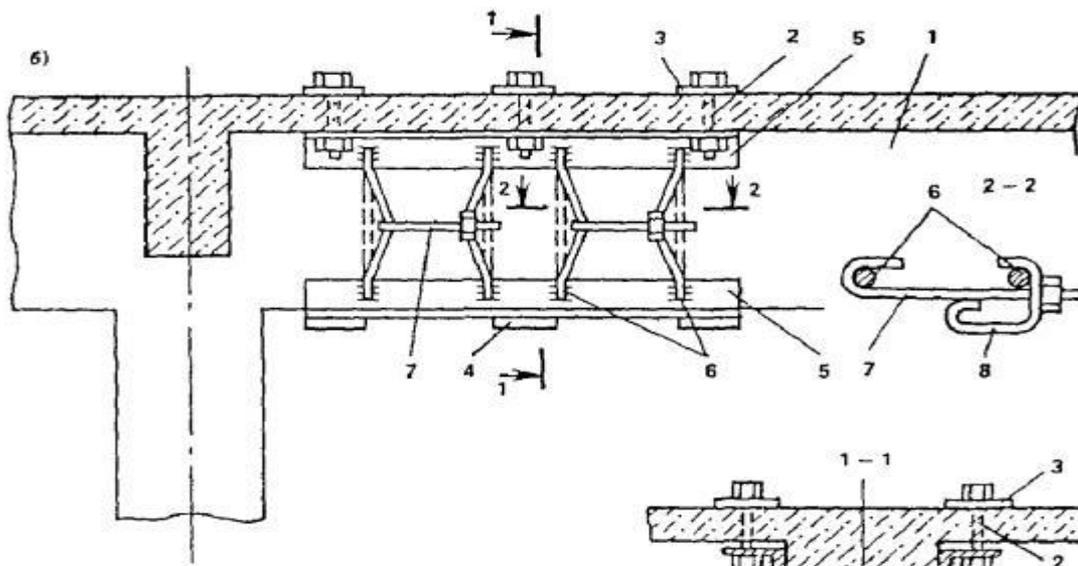
## Расположение напрягаемой арматуры при усилении конструкций

а - по сторонам;  
 б - под нижней гранью;  
 1, 2 - соединительные прокладки;  
 3 - усиливаемая конструкция;  
 4 - напрягаемая арматура;  
 5 - циклонные опоры усиления;  
 6 - натяжное приспособление винтового типа



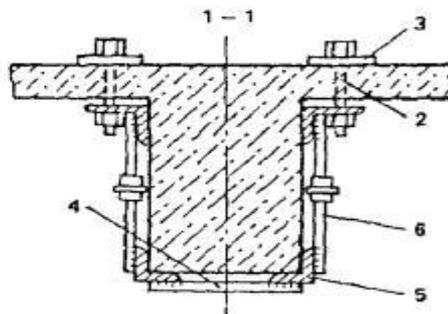
**Усиление балок на восприятие поперечных сил**  
 а - вертикальными накладными хомутами:

- 1 - усиливаемая балка
- ; 2 - накладные хомуты из арматурной стали;
- 3 - подкладка;
- 4 - гайка;
- 5 - нижние прокладки из уголков;

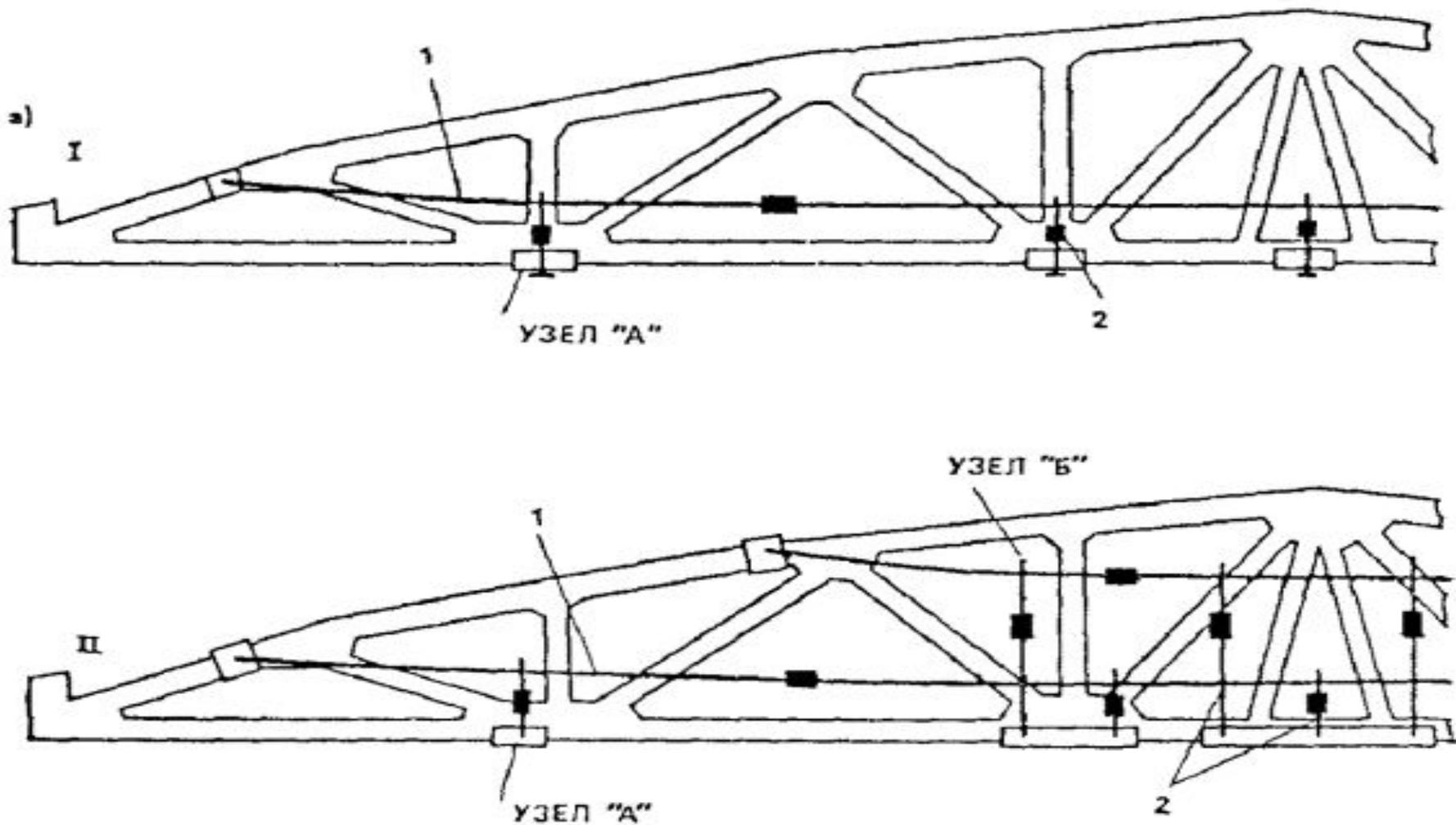


б - предварительно напряженными хомутами:

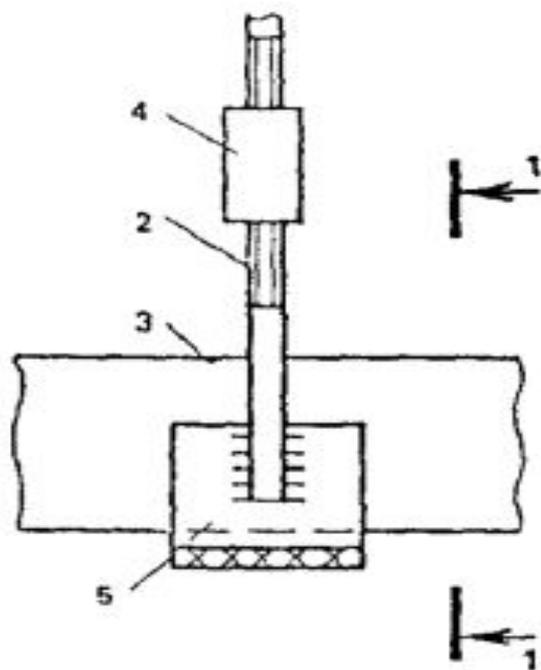
- 1 - усиливаемая балка;
- 2 - крепежный болт;
- 3 - подкладка;
- 4 - соединительные планки;
- 5 - накладки из уголков;
- 6 - предварительно напряженные хомуты;
- 7 - стяжной болт;
- 8 - шайба-захват



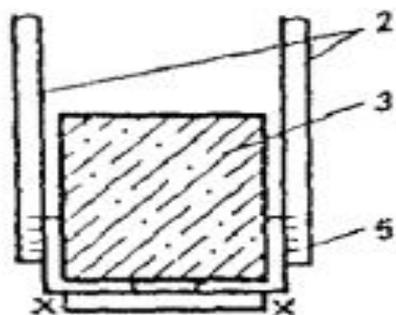
# Усиление железобетонных ферм шарнирно-стержневыми цепями



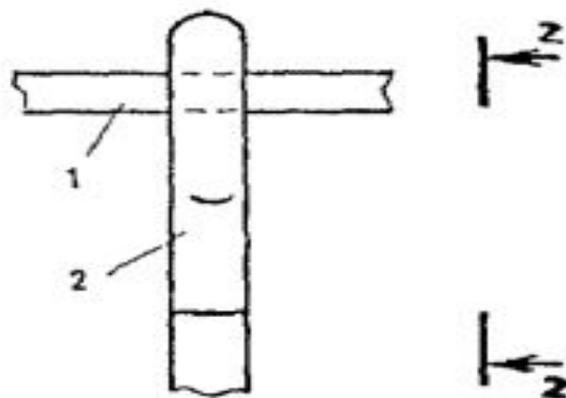
УЗЕЛ "А"



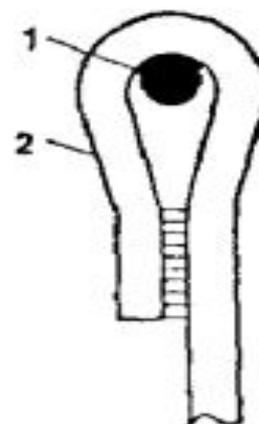
1 - 1

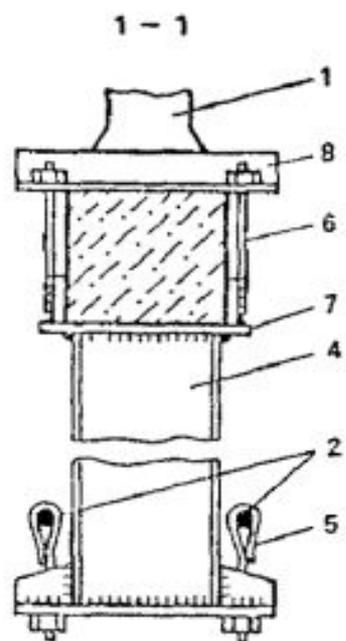
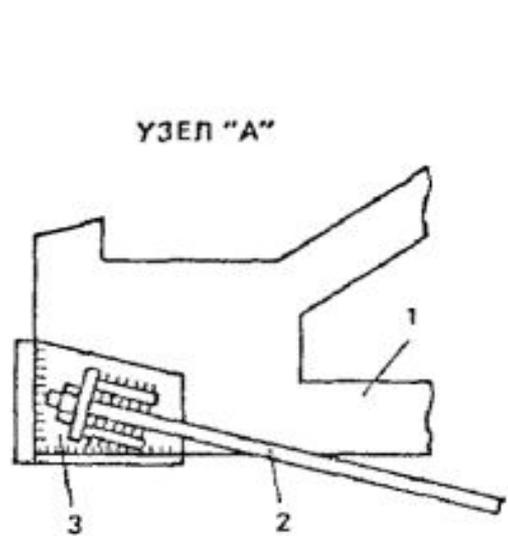
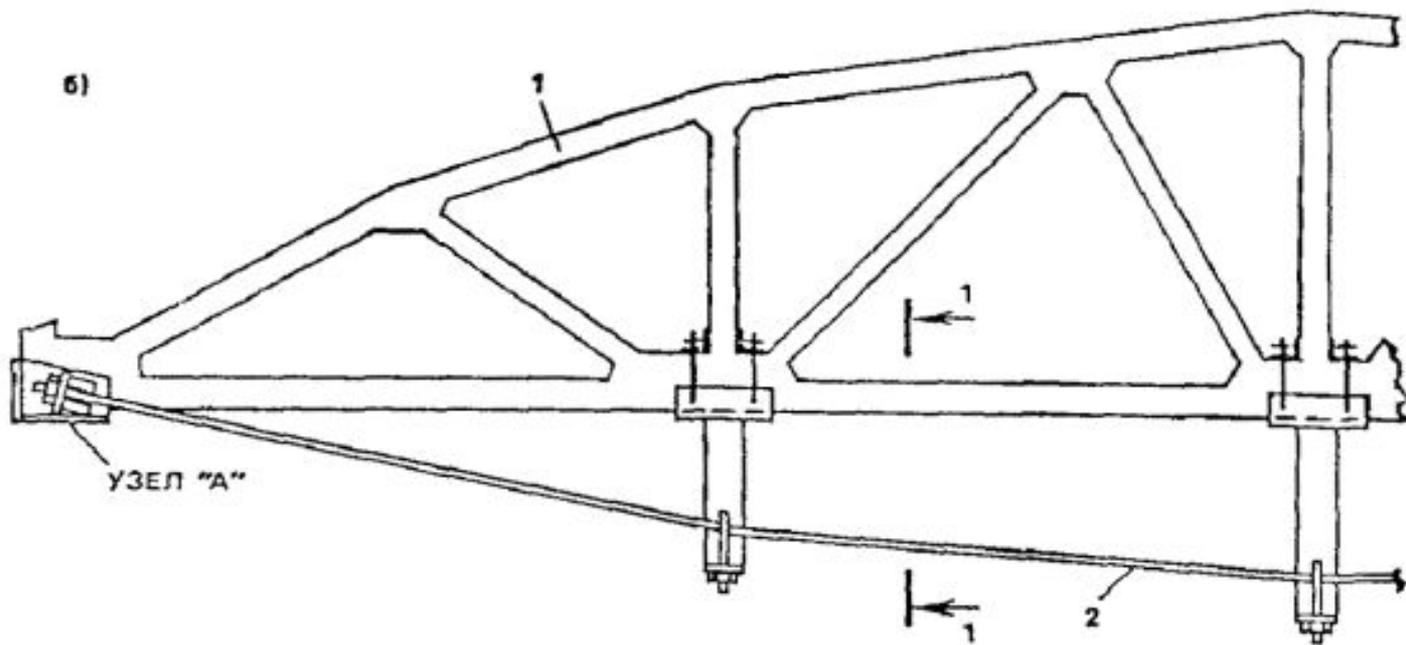


УЗЕЛ "Б"

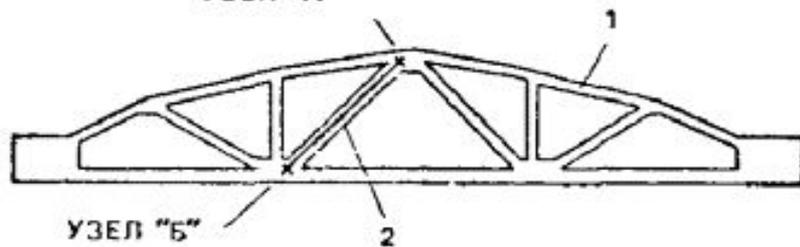


2 - 2



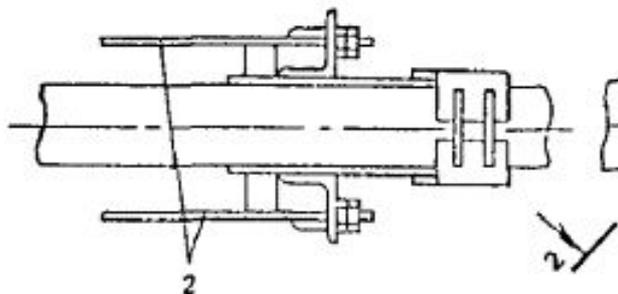


УЗЕЛ "А"



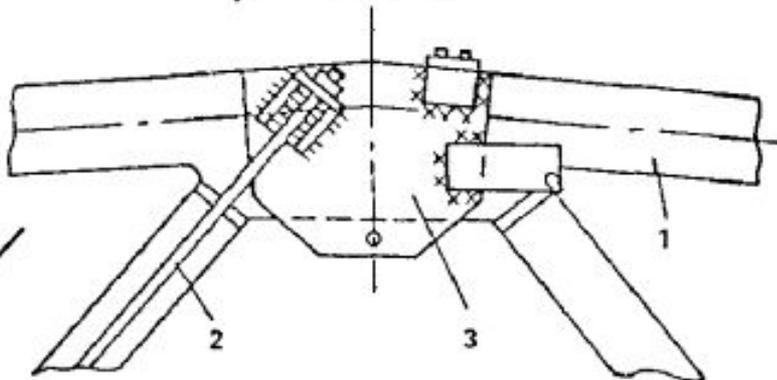
## Усиление растянутых элементов решетки ферм

2 - 2



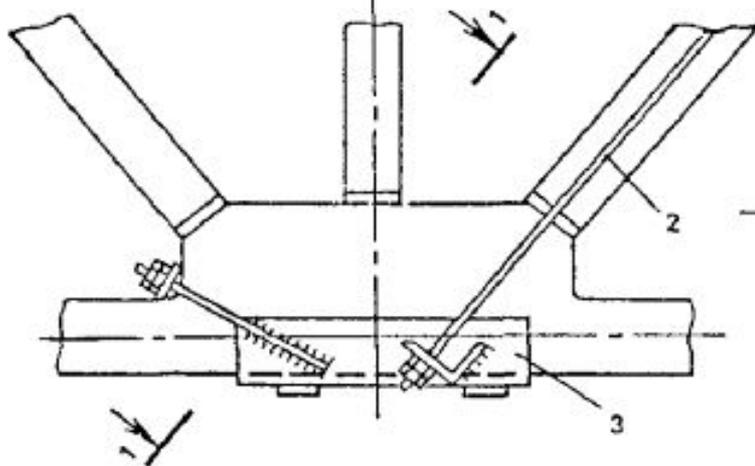
2

УЗЕЛ "А"

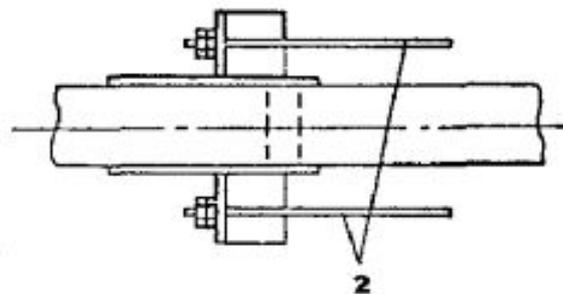


- 1 - сжатый пояс;
- 2 - предварительно напряженные затяжки;
- 3 - элементы анкерных устройств

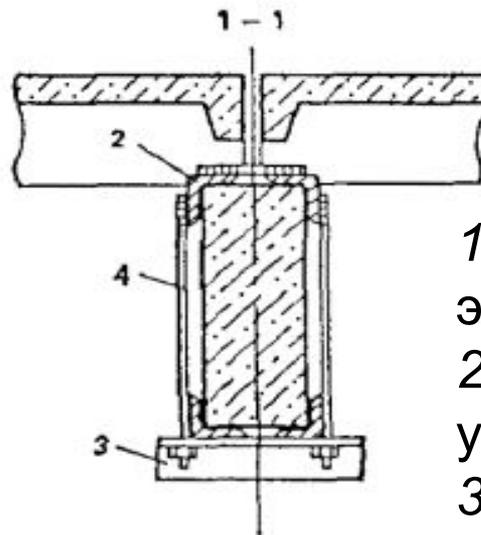
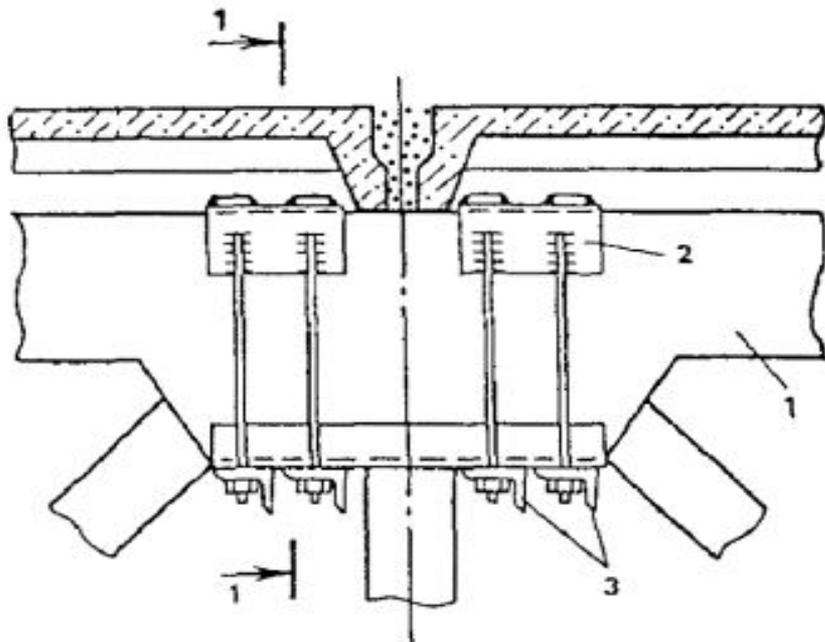
УЗЕЛ "Б"



1 - 1



# Усиление средних и опорных узлов ферм



- 1 - усиливаемый элемент;
- 2 - прокладки из уголков;
- 3 - упорные уголки;
- 4 - предварительно напряженные затяжки;
- 5 - соединительные планки

