

Н.С. Стрелецкий

**Стальные конструкции покрытий
одноэтажных промышленных зданий**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 528
ББК 38.2
Н11

Н11 **Н.С. Стрелецкий**
Стальные конструкции покрытий одноэтажных промышленных зданий / Н.С. Стрелецкий – М.: Книга по Требованию, 2024. – 384 с.

ISBN 978-5-458-37673-0

В альбоме приведены схемы стальных стропильных ферм пролетами 18,24,30 и 36 м, подстропильных ферм пролетами от 12 до 24 м и схемы связей ферм при шаге 6 и 12 м. Решения конструкций покрытий рассмотрены при прогонном и беспрогонном решениях. Для всех схем покрытий детально разработаны узлы конструкций и сопряжения их между собой; опирание стропильных ферм на подстропильные фермы и сопряжения ферм со стальными и железобетонными колоннами. По своему содержанию альбом является обобщением типовых конструкций покрытий одноэтажных промышленных зданий, разработанных институтами

ISBN 978-5-458-37673-0

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2024
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2024

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

§ 2. МАТЕРИАЛЫ И ДОПУСКАЕМЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ

4. Для конструкций одноэтажных промышленных зданий следует, как правило, применять сталь марки Ст. 3.

В случае необходимости конструкции покрытия, а также колонны зданий с легкой и средней нагрузкой могут проектироваться из стали марки Ст. 0.

Особо тяжелые колонны и сплошные подкрановые балки целесообразно проектировать из стали повышенного качества (сталь марки НЛ2)¹.

5. Бессемеровскую и томасовскую сталь допускается применять только для элементов конструкций, не подверженных непосредственному воздействию динамических нагрузок, а кипящую томасовскую сталь — только для клепаных конструкций, не подверженных воздействию температур ниже —25°.

6. Электроды при изготовлении сварных конструкций следует применять:

а) при ручной сварке — толстообмазанные марки Э42;

б) при автоматической сварке под слоем флюса — специальные.

При недостатке в электродах марки Э42 допускается применять тонкообмазанные электроды марки Э34 при изготовлении прогонов, фонарей, стропильных и подстропильных ферм пролетом до 30 м, не несущих подвешенного подъемно-транспортного оборудования, связей, а также для неотчетственных швов в колоннах и подкрановых балках.

7. Заклепки при изготовлении клепаных конструкций применяются из заклепочной стали марок Ст. 2 и Ст. 3.

8. Допускаемые напряжения для стали принимаются по «Нормам и техническим условиям проектирования стальных конструкций» (Н и ТУ-1-46).

9. При определении размеров опорных плит башмаков колонн напряжения в бетоне под опорной плитой не должны превышать величины $\frac{R}{k}$, где R — марка бетона; k — коэффициент запаса, принимаемый равным: при учете основных нагрузок — 2,2; при учете основных и дополнительных нагрузок — 2,0.

Определение размеров опорных плит ферм и подкрановых балок, опирающихся на железобетонные колонны, разрешается производить по условному расчету в предположении равномерного распределения напряжений под опорной плитой. При этом напряжения в бетоне не должны превышать величины $\frac{R_{пр}}{k}$, где $R_{пр}$ — призмная прочность бетона, принимаемая по «Нормам и техническим условиям проектирования железобетонных конструкций» (Н и ТУ-3-48); k — коэффициент запаса, принимаемый равным 2,2.

¹ При проектировании конструкций из стали повышенного качества следует руководствоваться «Указаниями по проектированию стальных конструкций из стали марок НЛ1 и НЛ2» (У-70-51).

§ 3. СОЕДИНЕНИЯ

а) Заводские соединения

10. Стальные конструкции одноэтажных промышленных зданий следует, как правило, проектировать сварными. Исключение составляют подкрановые балки подмостовые краны грузоподъемностью 100 *t* и выше и специальные, для которых вопрос о типе соединений (сварка или клепка) должен решаться в каждом конкретном случае.

Кроме того, клепаные конструкции допускаются в отдельных случаях при необходимости использования наличного клепального оборудования в условиях данного завода-изготовителя, а также в случае особо тяжелых конструкций, требующих очень мощных сечений и, в частности, многолистовых пакетов.

11. При конструктивной разработке сварных сплошных конструкций следует предусматривать возможность применения как автоматической, так и скоростной ручной сварки.

12. В целях снижения трудоемкости изготовления конструкций следует:

а) типы сварных конструкций, сечения их элементов, а также положение швов предусматривать такими, чтобы в процессе сварки приходилось как можно меньше кантовать конструкции;

б) принимать сварные швы строго необходимой толщины (а также и необходимое количество заклепок) в соответствии с действительной работой соединения;

в) все швы, доступные автоматической сварке, принимать непрерывными и с одинаковым поперечным сечением по всей их длине.

13. Расчет сварных и заклепочных соединений производится по Н и ТУ-1-46.

14. В сквозных конструкциях, непосредственно воспринимающих регулярную подвижную нагрузку, допускаемые напряжения понижаются:

а) для сварных швов встык и заклепочных соединений в элементах со знакопеременными усилиями — умножением на коэффициент:

$$\gamma_1 = \frac{1}{1 - 0,3 \frac{N_{\min}}{N_{\max}}} ;$$

б) для угловых (валиковых) швов в элементах с переменными и знакопеременными усилиями — умножением на коэффициент:

$$\gamma_2 = \frac{1}{1,3 - 0,3 \frac{N_{\min}}{N_{\max}}} .$$

где N_{\min} и N_{\max} — соответственно наименьшее и наибольшее по абсолютной величине расчетные усилия в элементе, взятые с их знаками.

15. Размеры угловых швов в узловых соединениях сквозных конструкций должны удовлетворять следующим требованиям:

а) расчетная длина флангового шва $l_{ш}$ должна быть не менее 40 мм или 4 толщин шва; проектная длина сварного шва принимается равной $l_{ш} + 10$ мм;

б) наибольшая расчетная длина флангового шва должна быть не более 60 толщин шва;

в) толщина шва (по катету) $h_{ш}$ должна быть не менее 5 мм и не более: $1,5 \delta$ — в конструкциях, работающих под статической нагрузкой, и $1,2 \delta$ — в конструкциях, работающих под динамической нагрузкой, где δ — наименьшая толщина соединяемых элементов.

16. Заклепки в клепаных конструкциях рекомендуется применять одного диаметра и по возможности одинакового для всех конструкций данного сооружения. Размещение заклепок производится в соответствии с указаниями Н и ТУ-1-46.

17. Способ образования отверстий для заклепок в клепаных конструкциях назначается в соответствии с типом проектируемой конструкции.

При этом продавливаться могут отверстия в элементах толщиной $\delta \leq 25$ мм (при условии, если $d \geq \delta$, где d — диаметр отверстия); в элементах толщиной свыше 25 мм отверстия следует применять только сверленные.

В элементах, изготавливаемых из томасовской стали, отверстия следует проектировать либо сверленные, либо давленные на меньший диаметр с последующей рассверловкой до проектного диаметра.

Указания о способах образования отверстий следует помещать непосредственно на рабочих чертежах конструкций.

18. В рабочих элементах сквозных конструкций число заклепок, прикрепляющих элемент в узле или расположенных по одну сторону стыка, должно быть не менее двух.

19. Применение комбинированных соединений, в которых часть усилия воспринимается заклепками, а часть — сварными швами, во вновь проектируемых конструкциях не допускается.

б) Монтажные стыки

20. Монтажные стыки стальных конструкций, осуществляемые, как правило, при укрупнительной сборке, следует проектировать: в сварных конструкциях — сварными, в клепаных — на заклепках или болтах. В последнем случае соединения, работающие на знакопеременные усилия, должны проектироваться на заклепках или чистых болтах; соединения, не работающие на знакопеременные усилия, могут быть выполнены на черных болтах (при условии, что болты не будут работать на срез).

Чистые болты во всех случаях могут заменяться на рифленые болты при условии обеспеченности строительства болтами этого типа.

21. При проектировании укрупнительного стыка клепаных колонн и подкрановых балок сплошного сечения рекомендуется предусматривать возможность сверления монтажных отверстий по кондукторам (на проектный диаметр), для чего необходимо:

а) принимать унифицированные шаги отверстий для соответствующих шаблонов;

б) давать припуски (2 мм на торец) для фрезеровки торцов элементов сечения;

в) перекрывать поясные уголки колонн и балок полосовыми накладками на каждой полке вместо обычных стыковых уголков.

22. При членении стальных конструкций на отправочные элементы длину последних следует назначать максимальной, исходя из условий транспортировки конструкций к месту монтажа.

При перевозке конструкций по железной дороге длина отправочного элемента не должна превышать 19 м. Исключение составляют подкрановые фермы, для которых, учитывая трудность осуществления укрупнительного стыка верхнего пояса, разрешается допускать в отдельных случаях длину отправочного элемента до 27 м.

При перевозке конструкций по железной дороге высота отправочного элемента, т. е. расстояние между крайними выступающими точками конструкции, не должна превышать 3,85 м.

в) Монтажные крепления

23. Монтаж стальных конструкций одноэтажных промышленных зданий следует, как правило, вести на черных болтах.

Исключение составляют:

а) соединения, работающие на знакопеременные нагрузки;

б) монтажные крепления конструкций, обеспечивающих пространственную жесткость стального каркаса в зданиях, оборудованных кранами тяжелого режима работы, а также в особо высоких и тяжелых сооружениях (крепления стропильных ферм, связей по нижним поясам ферм, подкрановых и других балок и вертикальных связей по колоннам).

Перечисленные соединения следует осуществлять либо на заклепках или чистых болтах, либо на сварке.

24. Конструкция монтажных креплений должна обеспечивать легкую заводку элементов, простоту и удобство опирания и закрепления, а также возможность установки без рассверловки монтажных отверстий и последующей выверки.

С этой целью рекомендуется крепление к колоннам ферм, а также сплошных ригелей и других балок осуществлять с применением опорных столиков, прикрепляемых к колоннам при изготовлении последних. При этом в соединениях, выполняемых на черных болтах, вертикальное давление полностью передается на столики опорными деталями присоединяемых к колоннам конструкций (через обработанные поверхности), а болты обеспечивают плотность соединения и воспринимают растягивающие усилия

(например, в креплениях к колоннам стропильной фермы, работающей как ригель поперечной рамы). В этом случае диаметр отверстий в опорных деталях принимается на 2—4 мм больше диаметра болтов.

В соединениях, выполняемых на заклепках, столики служат только для опирания конструкций во время монтажа и должны быть расположены на 15—20 мм ниже опорной детали присоединяемой конструкции.

25. Следует избегать применения на монтаже соединений «вилкой», а также общих болтов.

В случае необходимости крепления нескольких элементов одними и теми же болтами или заклепками следует предусматривать возможность независимой установки этих элементов на место с предварительным закреплением их соответствующим количеством болтов (например, в креплении подстропильных ферм к стенкам сплошных колонн).

26. Детали креплений элементов связей, примыкающих к колоннам и фермам, рекомендуется относить к элементам связей, предусматривая в колоннах и фермах только соответствующие монтажные отверстия.

27. При разработке монтажных креплений следует стремиться к их максимальной стандартизации, а потому при разбивке отверстий в монтажных соединениях следует максимально унифицировать шаги, риски и поперечные расстояния между рядами отверстий (дорожки), принимая единый модуль для шагов отверстий и по возможности дорожку одной ширины.

28. Образование монтажных отверстий должно производиться на заводе-изготовителе на полный проектный диаметр. Способ образования этих отверстий следует назначать в соответствии с типом данного соединения, а именно: в соединениях на черных болтах отверстия следует принимать давленными, в остальных соединениях — сверлеными.

При толщине элементов более 25 мм отверстия следует выполнять только сверлеными.

КОЛОННЫ

§ 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. В настоящей главе рассматриваются:

- 1) основные колонны одноэтажных промышленных зданий;
- 2) колонны рабочих площадок (в мартеновских, литейных и других цехах).

2. По своей статической схеме основные колонны, как правило, представляют стержень, защемленный в фундаменте и имеющий жесткое или шарнирное сопряжение с ригелем, а колонны рабочих площадок — стержень с шарнирным закреплением обоих концов. (В тяжелых площадках колонны также могут быть защемлены в фундаментах).

3. По конструктивной схеме различаются следующие типы основных колонн:

- 1) колонны постоянного сечения (рис. 1);
- 2) колонны переменного сечения (ступенчатые) (рис. 2);
- 3) колонны раздельные, состоящие из шатровой ветви, поддерживающей покрытие, и отдельной подкрановой стойки (рис. 3).

4. По конструктивному решению колонны одноэтажных промышленных зданий подразделяются на два типа:

- 1) сплошные колонны (со сплошной стенкой), состоящие из одного прокатного, сварного или клепаного стержня (рис. 1, а и 2, а);

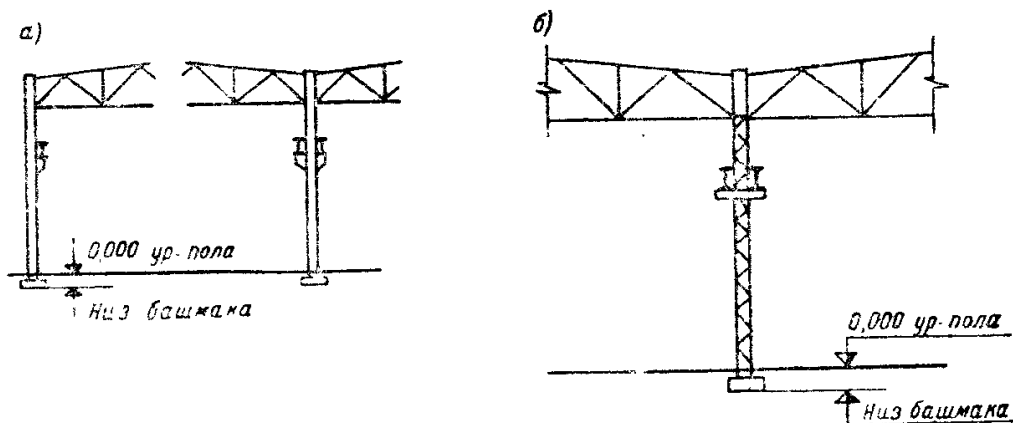


Рис. 1. Колонны постоянного сечения

а — сплошные; б — решетчатая

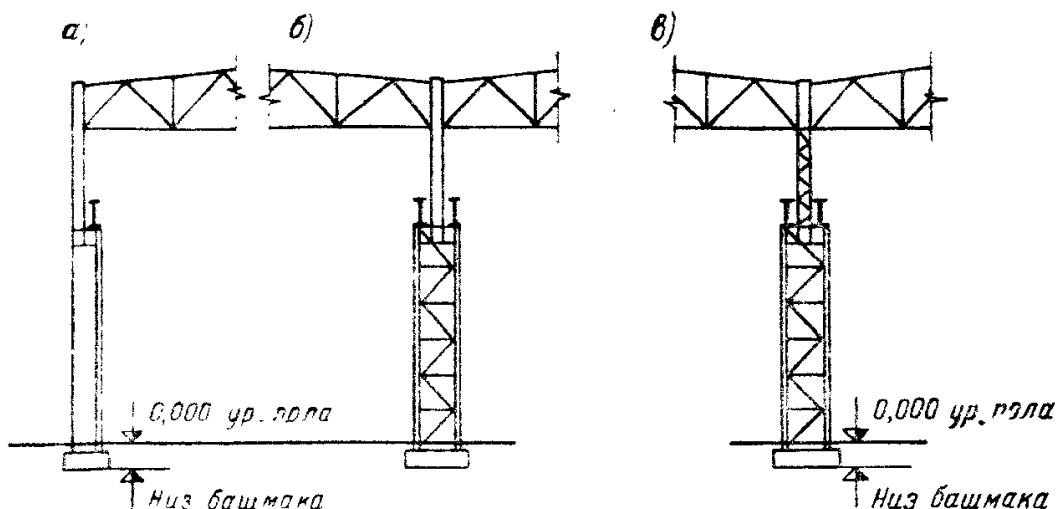


Рис. 2. Колонны переменного сечения

а — сплошная; *б* — с решетчатой нижней частью; *в* — решетчатая по всей высоте

2) сквозные колонны (решетчатые), состоящие из двух ветвей, соединенных решетками (рис. 1,б и 2,б,в) или планками.

5. При выборе типа колонн следует иметь в виду, что сплошные колонны по сравнению со сквозными менее трудоемки в изготовлении, обладают большей жесткостью, но требуют значительного расхода листовой (толстолистовой и универсальной) стали; поэтому принимаемый тип колонн должен быть в каждом отдельном случае обоснован. При этом необходимо руководствоваться указаниями пп. 6—9 настоящей главы.

6. При проектировании конструкций с применением листовой стали рекомендуется принимать:

а) в цехах без мостовых кранов при любом шаге колонн, а также в цехах с мостовыми кранами грузоподъемностью до 20 т включительно, при шаге колонн не более 12 м — колонны постоянного сечения со сплошной стенкой;

б) в остальных случаях, как правило, — колонны переменного сечения. При этом верхняя (надкрановая) часть колонн переменного сечения выполняется сплошной, нижнюю (подкрановую) часть рекомендуется проектировать сплошной при ширине ее, равной 1,1 м и менее, и решетчатой при большей ширине. Отступления от настоящего указания возможны, если они обоснованы требованиями жесткости или производственными условиями (наличие листа соответствующей ширины, возможность применения автоматической сварки, кондукторов и т. д.).

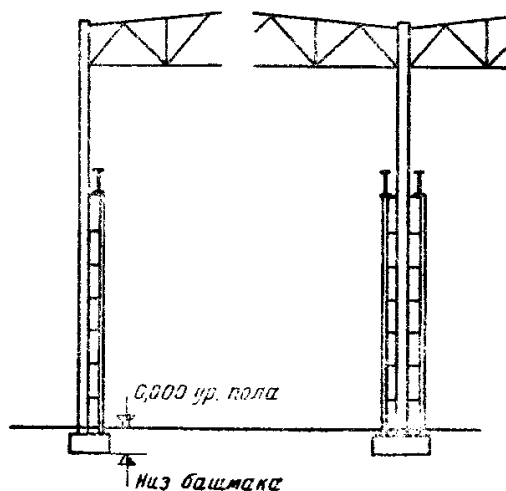


Рис. 3. Раздельные колонны

В отдельных случаях в зданиях с пролетами 12—15 м при отсутствии кранов или при кранах грузоподъемностью до 5 т включительно и легкой кровле в условиях немеханизированного и несерийного изготовления колонны могут проектироваться постоянного сечения из двух швеллеров, соединенных планками.

7. При необходимости максимального сокращения расхода листовой стали колонны следует преимущественно проектировать сквозными из двух ветвей, соединенных решетками.

При этом рекомендуется принимать:

а) в цехах без мостовых кранов — при любом шаге колонн, а также в цехах с мостовыми кранами грузоподъемностью до 5 т включительно — при шаге колонн не более 12 м, колонны постоянного сечения;

б) в остальных случаях, как правило, — колонны переменного сечения (сквозные по всей высоте).

В отдельных случаях при возможности обеспечения устойчивости из плоскости рамы колонны постоянного сечения, а также верхние (надкрановые) части колонн переменного сечения могут быть выполнены из одного прокатного двутавра.

Применение в колоннах составных сечений из листов может быть допущено в виде исключения при невозможности компоновки экономичного сечения из фасонных профилей.

8. Раздельные колонны могут применяться в цехах с тяжелой нагрузкой при незначительном влиянии горизонтальных сил, т. е. в цехах небольшой высоты (до 15—18 м) при нормальной ветровой нагрузке ($q=40 \text{ кг/м}^2$), так как при этих условиях они могут оказаться более экономичными, чем колонны переменного сечения. Окончательный выбор типа колонн в таких случаях должен устанавливаться на основании сравнительных расчетов.

Кроме того, рекомендуется применять отдельные подкрановые стойки независимо от грузоподъемности кранов в крайнем ряду колонн, если к этому ряду при расширении цеха предполагается пристройка смежного пролета (рис. 4). В этом случае в башмаке (базе) колонны необходимо предусмотреть последующую постановку подкрановой стойки.

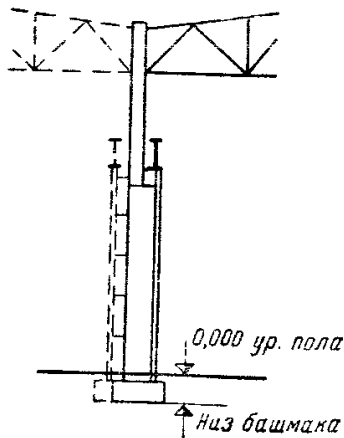


Рис. 4. Пример решения колонны крайнего ряда в случае возможного расширения цеха

Применение колонн с отдельными подкрановыми стойками может также оказаться целесообразным, если в будущем предполагается значительное увеличение грузоподъемности кранов. В этом случае предполагаемое возрастание крановой нагрузки должно учитываться только при проектировании шатровой ветви и башмака колонны; подкрановые же стойки (равно как и подкрановые балки) проектируются на заданную крановую нагрузку.

Шатровую ветвь раздельных колонн рекомендуется принимать постоянного сече-

ния: со сплошной стенкой — при проектировании конструкций с применением листовой стали и со сквозной — при необходимости максимальной экономии последней. В отдельных случаях при возможности обеспечения устойчивости из плоскости рамы шатровая ветвь может быть выполнена из одного прокатного двутавра.

9. Колонны рабочих площадок выполняются постоянного сечения либо из одного прокатного или сварного двутавра, либо из двух прокатных профилей, соединенных планками. В случае необходимости максимальной экономии листовой стали колонны рабочих площадок рекомендуется проектировать из одного прокатного двутавра, а при недостаточности последнего — сквозными из двух прокатных профилей, преимущественно соединенных решетками.

10. При назначении ширины (высоты сечения) колонн зданий с мостовыми кранами необходимо учитывать привязку осей подкрановых путей к разбивочным осям здания в соответствии с ГОСТ 534-41 «Краны мостовые. Пролеты», принимая расстояние между указанными осями равным:

- | | |
|---|------------|
| а) для кранов грузоподъемностью до 15 т . . . | $l=500$ мм |
| б) " " " " от 20 " 75 " . . . | $l=750$ " |
| в) " " " " более 75 " . . . | $l=1000$ " |

11. Основные (поясные) швы в сварных колоннах со сплошной стенкой рекомендуется проектировать непрерывными, принимая толщину их в соответствии с величиной поперечных сил и мощностью элементов, образующих сечение колонны. Так, в колоннах цехов с легкой нагрузкой толщину поясных швов можно принимать $h_{ш}=6$ мм, цехов со средней нагрузкой — $h_{ш}=6—8$ мм и цехов с тяжелой нагрузкой — $h_{ш}=8—10$ мм.

В местах креплений к колонне ответственных элементов конструкций (стропильных и подстропильных ферм, подкрановых консолей и т. п.) следует увеличивать толщину поясных швов на 2—4 мм, распространяя это утолщение на участки длиной по 500—600 мм вверх и вниз от концов крепления. Такое же утолщение следует предусматривать и в нижней части колонны как в пределах башмака, так и на участке длиной $1,5 h$, считая от верха башмака (здесь h —высота сечения колонны в нижней ее части).

При проектировании под автоматическую сварку указанные утолщения производить не следует.

Швы, прикрепляющие ребра жесткости и диафрагмы в колоннах, не подверженных в процессе эксплуатации сильному воздействию коррозии, рекомендуется осуществлять прерывистыми.

12. В целях упрощения разметки отверстий в клепаных колоннах со сплошной стенкой рекомендуется класть в основу разбивки два шага заклепок: минимальный ($3,5d—4d$) и максимальный, кратный ему ($10,5d—12d$), но не более 18δ , где δ — толщина самого тонкого наружного элемента, а d — диаметр отверстия.

Минимальный шаг заклепок следует назначать в стыках и в местах креплений к колонне ответственных элементов конструкций.

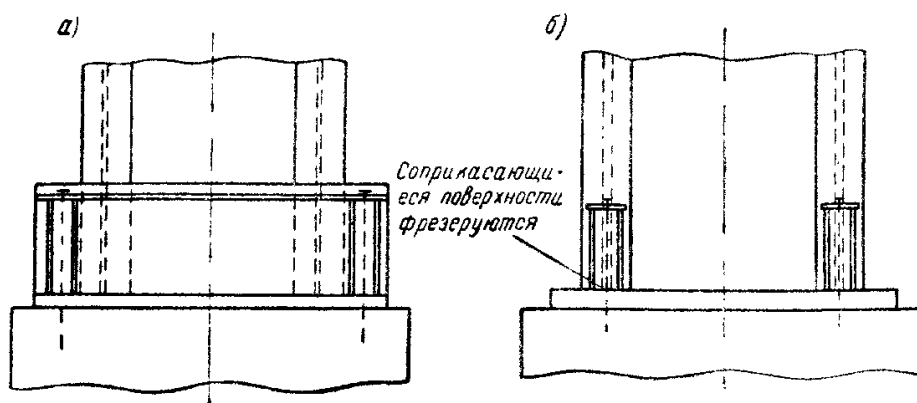


Рис. 5. Башмаки колонн, защемленных в фундаментах
а — башмак с траверсой; *б* — башмак колонны с фрезерованным торцом

распространяя его, кроме того, на участки длиной по 500—600 мм вверх и вниз от концов крепления, а также в нижней части колонны как в пределах башмака, так и на участке длиной $1,5 h$, считая от верха башмака. Расстановка всех остальных заклепок должна производиться с максимальным шагом.

Диаметр заклепок в колоннах цехов с легкой и средней нагрузками рекомендуется принимать равным 20 мм.

В колоннах цехов с тяжелой нагрузкой могут применяться заклепки диаметром 23—26 мм.

13. Башмаки (базы) колонн следует проектировать в соответствии со статической схемой последних (п. 2)¹.

а) Башмаки колонн, защемленных в фундаментах, делятся по своей конструкции на два типа:

1) сильно развитый жесткий башмак с траверсой и сплошной опорной плитой, укрепленной дополнительными диафрагмами и ребрами (рис. 5,а); разновидностью этого типа являются башмаки с отдельными траверсами (рис. 34, 35), а также отдельные башмаки (рис. 51, 52);

2) башмак, состоящий в основном из толстой стальной опорной плиты, на которую колонна опирается фрезерованным торцом (рис. 5,б); верхняя поверхность опорной плиты должна при этом также быть тщательно прострогана для обеспечения равномерной передачи давления по всему сечению колонны.

Башмаки второго типа могут применяться только для колонн, в которых преобладающими усилиями являются нормальные силы при относительно небольших изгибающих моментах.

Возможность применения таких башмаков определяется в каждом отдельном случае наличием у завода-изготовителя соответствующего оборудования для фрезеровки торцов колонн и строжки опорных плит.

¹ Здесь и в дальнейшем ссылки в пределах одной главы даны без указания главы.