МИНИСТЕРСТВО
ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

МИНИСТЕРСТВО
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

ИНСТРУКЦИЯ

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СОЕДИНЕНИЙ НА ВЫСОКОПРОЧНЫХ БОЛТАХ В СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ МОСТОВ

ВСН 144-76

МИНТРАНССТРОЙ, МПС

МОСКВА 1977

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО
ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

МИНИСТЕРСТВО
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

ИНСТРУКЦИЯ

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СОЕДИНЕНИЙ НА ВЫСОКОПРОЧНЫХ БОЛТАХ В СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ МОСТОВ

ВСН 144-76

Минтрансстрой, МПС

Утверждена
распоряжением Минтрансстроя и МПС
от 8 октября 1976 г.
№ А-1470/П-30621

МОСКВА 1977

УДК 624.21.014.078:621.882.6.046

Ответственный за выпуск
канд. техн. наук. К. П. БОЛЬШАКОВ

© Центральный институт нормативных исследований и научно технической информации «Оргтрансстрой» Министерства транспортного строительства, 1977

Инструкция по проектированию соединений на высокопрочных болтах в стальных конструкциях мостов (ВСН 144-76) разработана Всесоюзным научно-исследовательским институтом транспортного строительства (ЦНИИС)—авторы К. П. Большаков, В. А. Зубков—и Научно-исследовательским институтом мостов Ленинградского института инженеров железнодорожного транспорта (НИИмостов ЛИИЖТ)—авторы В. Н. Савельев, Р. Г. Хусид—взамен действовавших ранее «Указаний по применению высокопрочных болтов в стальных конструкциях мостов» (ВСН 144-68) в отношении норм проектирования (в отношении норм и правил выполнения соединений на высокопрочных болтах ВСН 144-68 были ранее заменены ВСН 163-69—«Инструкцией по технологии устройства соединений на высокопрочных болтах в стальных конструкциях мостов») и п. 7.24. «Указаний по проектированию вспомогательных сооружений и устройств для строительства мостов» (ВСН 136-67).

При разработке ВСН 144-76 был учтен отечественный и зарубежный опыт в области исследования, проектирования, строительства и эксплуатации пролетных строений с соединениями на высокопрочных болтах и использованы результаты последних научно-исследовательских работ ЦНИИС и НИИмостов ЛИИЖТ по нормам вероятностного расчета фрикционных соединений (авторы—составители настоящей Инструкции), по клеефрикционным (М. Л. Лобков), фланцевым (В. Н. Савельев, А. А. Ровный) соединениям и фрикционным соединениям с консервацией контактных поверхностей специальным грунтом (Б. П. Кругман, А. Н. Потапов) и др.

Инструкция разработана в развитие действующих нормативных документов по проектированию мостов. В Инструкции учтены требования действующих государственных и отраслевых стандартов.

Министерство транспортного строительства (*Минтрансстрой*) Министерство путей сообщения (МПС)	Ведомственные строительные нормы	ВСН 144-76
	Инструкция по проектированию соединений на высокопрочных болтах в стальных конструкциях мостов	*Минтрансстрой* МПС Взамен ВСН 144-68 и п. 7.24 ВСН 136-67

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Настоящая Инструкция распространяется на проектирование фрикционных соединений на высокопрочных болтах в стальных конструкциях обычного и северного исполнения постоянных железнодорожных, автомобильнодорожных, городских и пешеходных мостов, а также вспомогательных сооружений и устройств для строительства мостов.

1.2. Фрикционными называются соединения, в которых передача усилия осуществляется только силами трения по контактным плоскостям соединяемых элементов; к ним относятся соединения, контактные плоскости которых (после очистки предусмотренными в настоящих нормах способами) не подвергаются консервации; консервируются специальным грунтом, обеспечивающим защиту от коррозии и высокие фрикционные свойства; покрываются специальным клеефрикционным составом (в этом случае соединения называются клеефрикционными).

1.3. Фрикционные соединения разрешается применять в конструкциях всех видов и назначений при любых силовых воздействиях. Клеефрикционные соединения в железнодорожных мостах допускается применять с разрешения МПС.

1.4. Устройство соединений на высокопрочных болтах осуществляется в соответствии с требованиями «Инструкции по технологии устройства соединений на высокопрочных болтах в стальных конструкциях мостов» (ВСН 163-69), а также

Внесена ЦНИИС Минтрансстроя и НИИмостов ЛИИЖТ МПС	Утверждена распоряжением Минтрансстроя и МПС от 8 октября 1976 г. № А-1470/П-30621	Срок введения в действие—1 января 1977 г.

требованиями специальных инструкций по технологии выполнения клеефрикционных соединений и консервации контактных поверхностей фрикционных соединений (приложение 1).

2. МАТЕРИАЛЫ БОЛТОВ, ГАЕК, ШАЙБ И ПОКРЫТИЙ КОНТАКТНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2.1. Для фрикционных соединений мостовых конструкций следует применять высокопрочные болты типов 110, 110С и 135.

Примечание. Цифровой индекс типа болта определяет минимальное временное сопротивление болтов разрыву в *кгс/мм²*; индексом «С» обозначены болты в северном исполнении.

Болты типа 135 применяются по согласованию с МПС и Главмостостроем.

2.2. Высокопрочные болты типов 110 и 110С, гайки и шайбы должны отвечать требованиям ОСТ 35-02—72 «Болты высокопрочные, гайки и шайбы к ним».

Болты типа 135 должны отвечать общим требованиям ОСТ 35-02—72 к высокопрочным болтам для мостостроения, но по механическим свойствам они должны соответствовать показателям, приведенным в табл. 1.

Таблица 1

Тип болтов	Временное сопротивление разрыву, *кгс/мм²*	Твердость по Бринеллю при нагрузке, равной 30Д², не более	Относительное удлинение δ_5, %, не менее	Относительное сужение, % не менее	Ударная вязкость при +20°С, *кгс · м/см²*, не менее
135	135—160	480	8	35	5

Марки сталей для болтов, гаек и шайб и дополнительные технические требования приведены в приложении 2.

2.3. Материалы, применяемые для консервации и покрытия очищенных контактных поверхностей во фрикционных и клеефрикционных соединениях, указаны в приложении 1.

2.4. Основные номинальные размеры болтов, гаек и шайб и расчетная площадь поперечного сечения приведены в табл. 2.

2.5. Полная длина болта назначается в соответствии с данными табл. 3.

Таблица 2

Номинальный диаметр болта, *мм*	Расчетная площадь сечения по стержню, *мм*^{2}	Расчетная площадь сечения по резьбе, *мм*^{2}	Высота головки, *мм*	Высота гайки, *мм*	Размер «под ключ», *мм*	Диаметр описанной окружности *Д* (для гайки и головки), *мм*	Размер шайбы	
							Толщина, *мм*	Наружный диаметр, *мм*
18	255	192	13	16	30	34,6	4	39
22	380	303	15	19	36	41,6	6	50
24	453	352	17	22	41	47,3	6	56
27	573	459	19	24	46	53,1	6	66

Таблица 3

Длина болта, *мм*	Диаметр болта, *мм*			
	18	22	24	27
	Толщина стягиваемого пакета, *мм*			
50	7—19	—	—	—
55	12—24	—	—	—
60	17—29	5—22	—	—
65	22—34	10—27	8—22	—
70	27—39	15—32	13—27	7—25
75	32—44	20—37	18—32	12—30
80	37—49	25—42	23—37	17—35
85	42—54	30—47	28—42	22—40
90	47—59	35—52	33—47	27—45
95	52—64	40—57	38—52	32—50
100	57—69	45—62	43—57	37—55
105	62—74	50—67	48—62	42—60
110	67—79	55—72	53—67	47—65
115	72—84	60—77	58—72	52—70
120	77—89	65—82	63—77	57—75
130	87—99	75—92	73—87	67—85
140	97—109	85—102	83—97	77—95
150	107—119	95—112	93—107	87—105
160	111—129	99—122	97—117	97—115
170	121—139	109—132	107—127	101—125
180	131—149	119—142	117—137	111—135
190	141—159	129—152	127—147	121—145
200	151—169	139—162	137—157	131—155

Примечания. 1. При назначении длины болтов необходимо стремиться к минимальному количеству типоразмеров болтов, применяемых в одном узле.

2. В чертежах КМД должно быть указано число и расположение болтов по типоразмерам в каждом узле (соединении) пролетного строения (опоры).

3. Минимальная толщина пакета назначена из условия, чтобы резьба гайки (с учетом сочетания допусков) не попадала на сбег резьбы болта, а максимальная (с учетом сочетания допусков)—так, чтобы гайка была полностью навернута на болт с полным профилем резьбы.

4. Длина резьбы болтов длиной до 150 *мм* включительно и диаметром 18, 22, 24 и 27 *мм* равна соответственно 42, 50, 54 и 60 *мм*; при большей длине болтов длина резьбы увеличивается на 6 *мм*.

3. РАСЧЕТ СОЕДИНЕНИЙ

3.1. При определении усилий в элементах конструкции фрикционные соединения рассматриваются как неподатливые.

Распределение продольного усилия между болтами прикрепления элемента принимается равномерным.

3.2. Расчет фрикционных соединений производится, как правило, по усилиям, с учетом распределения усилия между отдельными частями элемента, при этом каждая часть элемента (с учетом ее ослабления) должна быть прикреплена достаточным количеством болтов.

Во всех случаях несущая способность соединения должна быть не менее 75% несущей способности прикрепляемого элемента, определяемой в соответствии с характером его работы расчетом на устойчивость, выносливость или прочность.

3.3. Расчет на прочность стыковых накладок элементов ферм и поясов сплошных балок производят по сечению нетто, с введением для накладок растянутых элементов и поясов коэффициента условий работы $m=0{,}9$.

3.4. Расчет на прочность прикрепляемых элементов (как сжатых, так и растянутых) производят по сечению нетто с учетом, что 50% усилия, приходящегося на каждый болт, в рассматриваемом сечении уже передано силами трения.

Расчет на прочность узловых фасонных листов согласно п. 431 СН 200-62 (проверку на выкалывание) производят по сечению нетто без учета указанной выше передачи силами трения 50% усилия, приходящегося на каждый периферийный болт прикрепления данного элемента.

3.5. Расчетную несущую способность T, *тс*, одного болта по одному рабочему контакту соприкасающихся частей (одного «болтоконтакта») во фрикционных соединениях следует определять по табл. 4; вспомогательные данные приведены в при-

ложении 3. Способ обработки контактных поверхностей должен быть указан в чертежах КМ.

Таблица 4

Тип болтов	Диаметр болтов, мм	T, тс, одного «болтоконтакта» при обработке контактных поверхностей											
		пескоструйной			очистке с нанесением фрикционного грунта или клеефрикционного покрытия			газопламенной			металлическими щетками		
		при числе болтов в соединении											
		2—4	5—19	≥20	2—4	5—19	≥20	2—4	5—19	≥20	2—4	5—19	≥20
110 и 110С	18	4,5	5,2	6,0	4,9	5,2	5,7	2,6	3,2	3,9	1,7	2,3	3,0
	22	7,1	8,2	9,4	7,7	8,3	9,0	4,1	5,1	6,2	2,7	3,6	4,8
	24	8,3	9,5	11,0	8,9	9,6	10,5	4,8	6,0	7,2	3,1	4,2	5,6
	27	10,7	12,4	14,2	11,6	12,5	13,6	6,2	7,7	9,4	4,0	5,5	7,2
135	22	8,3	9,4	11,0	9,0	9,7	10,5	4,8	6,0	7,3	3,1	4,2	5,5
	24	9,6	11,1	12,7	10,4	11,2	12,2	5,7	7,1	8,6	3,6	4,9	6,4

Примечания. 1. Указанные нормы для соединений с нанесением на контактные поверхности фрикционного грунта или клеефрикционного покрытия действительны при сроке хранения конструкций до 1 года.

2. При проектировании типовых пролетных строений, с учетом перспективы внедрения заводской очистки и консервации проката, следует принимать нормы расчетной несущей способности, меньшие из регламентированных для пескоструйной обработки контактных поверхностей или очистки с нанесением фрикционного грунта.

3.6. При особых сочетаниях с учетом строительных нагрузок, в соответствии с п. 45 СН 200-62, расчетная несущая способность одного «болтоконтакта» в соединениях, выполненных в соответствии с требованиями инструкций ВСН 163-69, принимается увеличенной по сравнению с нормами табл. 4 на 10%. Это положение допускается распространять также и на затянутые и защищенные от попадания влаги фрикционные

соединения вспомогательных сооружений и устройств при условии осуществления требуемой по проекту подготовки контактных поверхностей и выполнения требований примечания 1 к табл. 4.

При расчете на действие монтажных нагрузок элементов, временно закрепленных с помощью пробок и натянутых на нормативное усилие высокопрочных болтов, расчетная несущая способность одного «болтоконтакта» принимается уменьшенной по сравнению с нормами табл. 4 на 5% (с учетом снижения на 15% коэффициента трения при смачивании контактных поверхностей[1]). Данное требование распространяется и на полностью собранные и затянутые фрикционные соединения вспомогательных сооружений и устройств в случае, если не предусматривается защита от попадания влаги на их контактные поверхности.

3.7. Болты во фланцевых соединениях, подвергающиеся воздействию внешних отрывающих сил, должны проверяться на прочность и выносливость.

3.8. Во фланцевых соединениях при действии на соединение внешних отрывающих сил (например, в прикреплениях поперечных балок к главным фермам и продольных балок к поперечным через фланцевые уголки, в соединениях полудиафрагм инвентарных пакетных конструкций и др.) расчетная несущая способность болта по одному рабочему контакту соприкасающихся поверхностей при расчете на поперечную силу определяется по формуле

$$T = km(\bar{N} - \xi P)\bar{f},$$

где k, m, $\bar{f}$—коэффициенты, определяемые по приложению 3;

$\bar{N}$—нормативное (среднее) значение усилия натяжения болта, *тс* (см. приложение 3);

P—внешняя приходящаяся на болт отрывающая сила, *тс*, передаваемая уголком и определяемая расчетом с учетом деформативности работающих совместно элементов конструкции прикрепления (например, «рыбок» и фланцевых уголков);

ξ—коэффициент, учитывающий рычажное воздействие на болты фланцевых уголков, перераспре-

[1] Это снижение допускается не учитывать на последующих стадиях монтажа после того, как в данном узле все пробки заменены высокопрочными болтами, осуществлено и проконтролировано натяжение всех болтов, а соединение (с помощью герметизации щелей) защищено от попадания влаги на контактные поверхности.

деление отрывающего усилия между болтом и пакетом, а также реактивную силу, возникающую на контактных поверхностях при размалковке указанных уголков.

Значение коэффициента ξ определяется по табл. 5 в зависимости от толщины полок фланцевых уголков и от риски (расстояние от обушка уголка до оси болта).

3.9. При проверке болтов типа 110 и 110С во фланцевых соединениях на прочность величина отрывающего усилия на болт не должна превышать соответствующего значения, приведенного в табл. 6.

Таблица 5

Толщина фланцевых уголков, *мм*	Значения коэффициента ξ при риске, *мм*			
	50	60	75	85
12	0,36	0,30	0,20	0,15
16	0,45	0,40	0,30	0,25
20	0,50	0,45	0,35	0,30
30	0,55	0,50	0,40	0,35

Примечание. Промежуточные значения следует определять по интерполяции.

Таблица 6

Номинальный диаметр болта, *мм*	Предельное значение отрывающего усилия на болт, *тс*, при расстоянии от обушка уголка до оси болтов (риске), *мм*			
	50	60	75	85
18	8,8	8,4	7,2	6,7
22	13,9	13,3	11,4	10,6
24	16,2	15,4	13,3	12,2
27	21,1	20,2	17,3	15,9

Примечания. 1. Предельные значения отрывающих усилий при промежуточных значениях рисок следует определять по интерполяции.

2. При проверке болтов типа 135 табличные значения умножают на коэффициент 1,1.

3.10. Болты в вертикальных уголках прикрепления поперечной балки к главной ферме допускается рассчитывать на восприятие ими только поперечной силы.

При этом вводятся следующие коэффициенты условий работы m:

а) для болтов в полках уголков, прикрепляемых к ферме (при конструкции, не способной воспринимать опорный момент),—0,85;

б) для болтов в полках уголков, прикрепляемых к ферме (при конструкции, способной воспринимать опорный момент),—0,9;

в) для болтов в полках уголков, прикрепляемых к поперечной балке,—0,9.

3.11. В случае, если совместная работа проезжей части и поясов главных ферм не обеспечивается специальными горизонтальными диафрагмами и разгружающее влияние проезжей части на усилия в поясах главных ферм не учитывается, допускается рассчитывать:

а) «рыбки» и столики с «рыбками» и их прикрепления в сопряжениях продольных балок с поперечными на восприятие всего опорного изгибающего момента и всего осевого усилия в продольной балке;

б) болты в вертикальных уголках прикрепления продольной балки к поперечной на восприятие ими всей опорной реакции продольной балки;

при этом вводятся следующие коэффициенты условий работы m:

для болтов в полках уголков, прикрепляемых к продольной балке, а также для болтов в полках уголков, прикрепляемых к поперечной балке (при конструкции, способной воспринимать опорный момент),—0,9;

для болтов в полках уголков, прикрепляемых к поперечной балке (при конструкции, не способной воспринимать опорный момент),—0,7.

В случае, если совместная работа проезжей части и поясов главных ферм обеспечивается специальными горизонтальными диафрагмами и в расчетах учитывается разгружающее влияние проезжей части на усилия в поясах главных ферм, расчет прикрепления продольных балок к поперечным производится с учетом рекомендаций п. 3.8.

3.12. Расчет элементов с фрикционными соединениями на выносливость, устойчивость и жесткость производят по сечению брутто.

3.13. При определении коэффициента понижения расчетного сопротивления γ в расчетах на выносливость фрикционных соединений эффективные коэффициенты концентрации напряжений β следует принимать по табл. 7.

Таблица 7

Номер пункта	Расчетные сечения по основному металлу	Коэффициент β для фрикционного соединения элементов из стали	
		углеродистой	низколегированной
1	Сечение у свободного отверстия (рис. 1, *а*) .	1,3	1,5
2	То же с поставленным в отверстие болтом, затянутым на нормативное усилие (рис. 1, *б*) . .	1,1	1,3
3	По первому ряду высокопрочных болтов, прикрепляющих фасонки к непрерывным (нестыкуемым в данном узле) элементам сплошных балок и решетчатых ферм (рис. 1, *в*)	1,3	1,5
4	По прикреплению двустенчатых элементов, у которых непосредственно перекрытая часть сечения составляет не менее 80%, в том числе при двух плоскостях трения—не менее 60% (рис. 1, *г*)	1,4	1,6
5	По прикреплению с одной плоскостью трения двустенчатых элементов, у которых непосредственно перекрытая часть составляет (рис. 1, *д*):		
	а) менее 60%	1,7	1,9
	б) 60% и более[2]	1,5	1,7
6	По прикреплению с одной плоскостью трения одностенчатых элементов (рис. 1, *е*)	2,2	2,5

Примечания. 1. Коэффициенты β для фрикционных соединений относятся к сечению брутто, кроме сечений по пп. 1 и 2, проверяемых по сечению нетто.

2. Коэффициент β принимают для сечения по крайнему ряду болтов в соединении:

а) диагонали продольных связей с нижним поясом продольных балок—по п. 2;

б) продольной балки с «рыбкой»—по п. 5, а;

в) поперечной балки «с рыбкой»—по п. 2;

г) продольной балки с фасонкой горизонтальной диафрагмы—по п. 3.

[1] С учетом обозначений, указанных на рис. 1, *г*, должно выполняться условие: $F_в \geqslant 0{,}8(F_в+F_г)$; при этом на «двухсрезные» болты приходится усилие с площади не менее $2 \cdot 0{,}6\ (F_в+F_г)$.

[2] С учетом обозначений, указанных на рис. 1, *д*, должны выполняться условия: а) $F_в < 0{,}6(F_в+F_г)$; б) $F_в \geqslant 0{,}6(F_в+F_г)$.

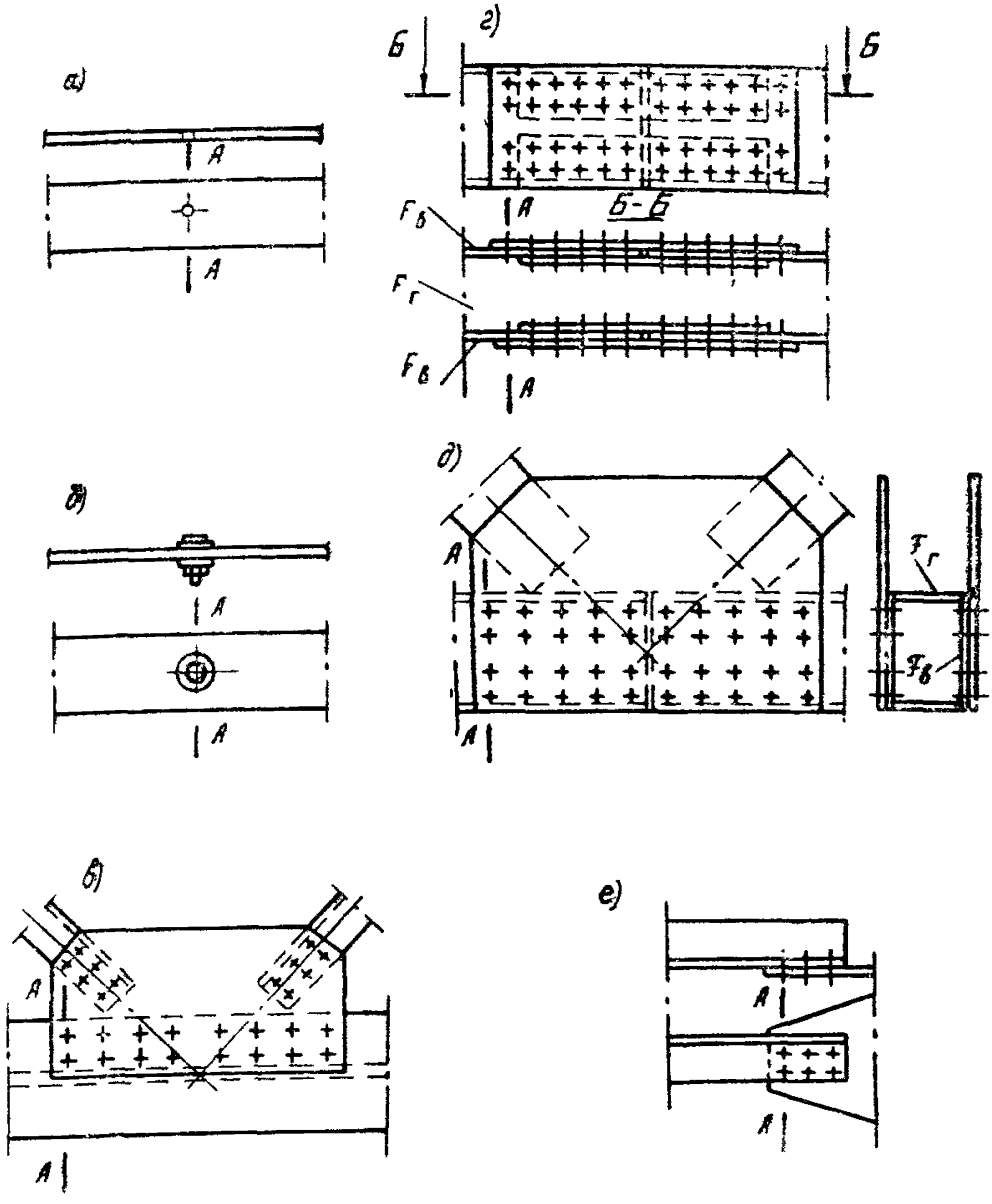


Рис. 1. Расчетные сечения (*А—А*) проверяемых на выносливость элементов:

а—у свободного отверстия; *б*—у отверстия с болтом, затянутым на нормативное усилие; *в*—у обрыва фасонки при отсутствии стыка в зоне ее прикрепления; *г*—двустенчатых в зоне стыка при наличии двух плоскостей трения у каждой ветви; *д*—двустенчатых в зоне стыка при наличии одной плоскости трения у каждой ветви; *е*—одностенчатых в зоне стыка при наличии одной плоскости трения

3.14. При проверке болтов типов 110, 110С и 135 на выносливость во фланцевых соединениях величина максимального отрывающего усилия на болт не должна превышать соответствующего значения, приведенного в табл. 8.

Таблица 8

Диаметр болта, *мм*	Толщина фланцевых уголков, *мм*	Максимальное значение отрывающего усилия на болт, *тс*, при риске, *мм*			
		50	60	75	85
18	10	4,2	3,3	2,7	2,2
	12	4,7	3,9	3,1	2,7
	16	5,7	4,3	4,2	3,9
	20	6,7	5,9	5,1	4,8
22	10	6,6	5,3	4,2	3,5
	12	7,5	6,0	5,7	4,3
	16	9,0	7,5	6,6	6,0
	20	10,5	9,3	8,1	7,5
24	10	7,7	6,2	4,9	4,1
	12	8,7	6,9	5,9	5,0
	16	10,5	8,7	7,7	6,9
	20	12,2	10,7	9,4	8,7
27	10	10,0	8,1	6,4	5,3
	12	11,3	9,0	7,3	6,5
	16	12,6	11,5	10,0	9,1
	20	15,9	14,1	12,3	11,5

3.15. При расчете конструкций по предельному состоянию II для нахождения упругих смещений и углов поворота от временной вертикальной нагрузки деформативность фрикционных соединений допускается не учитывать.

4. КОНСТРУКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СОЕДИНЕНИЯМ

4.1. В конструкциях соединений должна быть обеспечена возможность свободной постановки болтов, закручивания гаек и плотного стягивания пакета болтами во всех местах их постановки с применением специальных динамометрических ключей и гайковертов. Основные размеры широко применяемых гайковертов и ключа даны в приложении 4.

Со стороны приложения крутящего момента при применении гайковертов ИП3106 и ИП3205 (углового) расстояние от оси болта до стенки высотой более 135 *мм* должно быть не менее 55 *мм*.

При размещении болтов следует учитывать, что наружные диаметры насадок ключей $d_н$ (см. приложение 4) равны 46, 58, 66 и 74 *мм* для болтов диаметром 18, 22, 24 и 27 *мм* соответственно.

Взаимное смещение осей ближайших друг к другу болтов на плоскостях, расположенных под углом α, назначается с учетом величины угла α, размера рисок, по которым размещены ближайшие друг к другу болты, диаметра насадки ключа $d_н$ и диаметра описанной окружности для гайки и головки болта D (см. табл. 2). При необходимости уменьшения указанного смещения следует учитывать возможность размещения в стесненных местах головок (а не гаек) болтов; последнее условие оговаривается в рабочих чертежах КМ.

4.2. Номинальный диаметр отверстий принимают по табл. 9.

Таблица 9

Группа фрикционных соединений	Номинальный диаметр отверстий, *мм*, при номинальном диаметре болтов, *мм*			
	18	22	24	27
Определяющих геометрию	19	23	25	28
Не определяющих геометрию . . .	23	28	30	33

Примечание. К неопределяющим геометрию конструкции относятся соединения в прикреплении: диагоналей крестовых связей друг к другу; диагоналей связей к нижним поясам продольных балок; «рыбок» к продольным и поперечным балкам; распорок горизонтальных диафрагм для включения проезжей части в совместную работу с главными фермами; фасонок трубчатой распорки портала в пролетных строениях с ездой понизу и другие соединения аналогичного характера.

4.3. Соединения на высокопрочных болтах следует проектировать по возможности компактными.

4.4. Количество болтов в прикреплениях связей главных ферм и связей проезжей части должно быть не менее двух.

Число рядов болтов в полунакладках вдоль усилия должно быть также не менее двух.

4.5. Располагать болты необходимо в соответствии с табл. 10 и рис. 2.

Таблица 10

Нормируемый размер			Направление	Вид усилия	Допустимое расстояние	
					Максимальное	Минимальное
Между центрами болтов	По диагонали		Любое	Растяжение и сжатие	—	3 d
	по крайнему ряду	в листах			меньшее из $7d$ и 16 δ	2,5 d
		в уголках			160 *мм*	
	по остальным рядам		Поперек усилия		24 δ	
			Вдоль усилия	Растяжение	24 δ	
				Сжатие	16 δ	
От центра болта до края элемента	при любых кромках		Вдоль усилия и по диагонали	Растяжение и сжатие	меньшее из 8 δ или 120 *мм*	1,5 d
	при обрезной кромке		Поперек усилия			
	при прокатной кромке					1,3 d

Примечание. d—номинальный диаметр болта; δ—толщина наиболее тонкой из соединяемых частей.

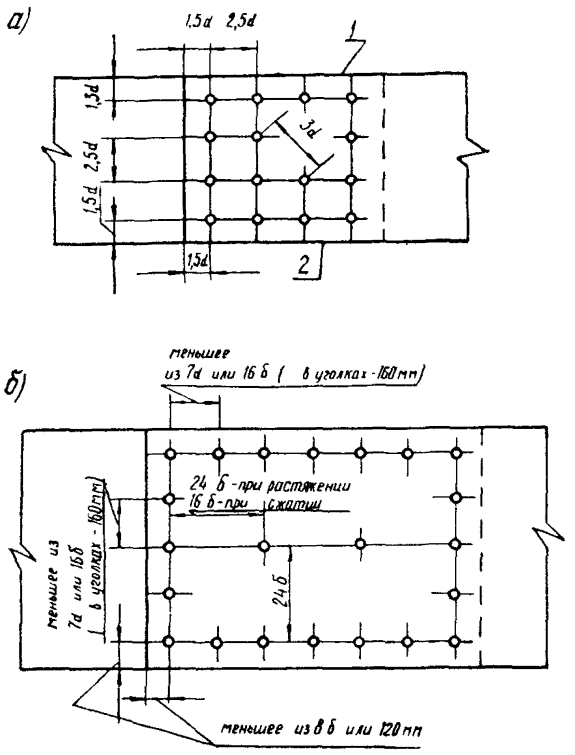


Рис. 2. Допустимые минимальные *а* и максимальные *б* расстояния между болтами:
1—прокатная кромка; *2*—обрезная кромка

4.6. В соединениях прокатных профилей с непараллельными поверхностями полок должны применяться клиновидные шайбы, предотвращающие перекос гаек и головок болтов.

Приложение 1

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНСЕРВАЦИИ И ПОКРЫТИЯ
очищенных контактных поверхностей во фрикционных и клеефрикционных соединениях

1. В качестве материала для консервации очищенных с помощью пескоструйной или дробеметной обработки контактных поверхностей соединений на высокопрочных болтах следует применять эпоксидную протекторную грунтовку ЭП-057 по ТУ 6-10-1117—71 с отвердителем № 3 по ТУ 6-10-1091—71 и растворителем 646 по ГОСТ 18188—72 или РП по ТУ 6-10-1095—71.

2. В качестве материалов покрытия очищенных с помощью пескоструйной или дробеструйной обработки контактных поверхностей накладок и фасонок в клеефрикционных соединениях следует применять эпоксидно-полиамидный клей на основе эпоксидной смолы ЭД-5 по ГОСТ 10587—72 с отвердителем И-5М или И-6М (полиаминоимидазолиновая смола) по ВТУ ОП-302—68, ускорителем УП 606/2 по МРТУ 09-6101—69 и растворителем—толуолом по ГОСТ 5789—69, а также карборундовый порошок (карбид кремния зеленый) марки КЗ по ГОСТ 3647—59 фракции № 8, 10 или 12.

3. Технология консервации и покрытия очищенных контактных поверхностей грунтовкой ЭП-057 приведена в «Рекомендациях по консервации контактных поверхностей монтажных соединений на высокопрочных болтах грунтовкой ЭП-057 после пескоструйной очистки конструкций пролетного строения $l=110$ *м* моста через реку Таюру (БАМ)» (М., изд. ЦНИИСа, 1975), а технология осуществления клеефрикционных соединений—в «Инструкции по выполнению монтажных соединений вантового пролетного строения Северного моста через реку Днепр в г. Киеве» (М., изд. ЦНИИСа, 1974).

Приложение 2

МАРКИ СТАЛЕЙ ДЛЯ БОЛТОВ, ГАЕК И ШАЙБ
и дополнительные технические требования

1. В качестве материалов для высокопрочных болтов, гаек и шайб предназначенных для конструкций, эксплуатируемых при расчетной минимальной температуре воздуха до минус 40°С включительно (обычное исполнение), следует применять:

для болтов типа 110—сталь марки 40Х по ГОСТ 4543—71, ГОСТ 10702—63, ТУ-14-170-51—74 и ТУ 14-1-1237—75;

для болтов типа 135—сталь марок 40ХФА и 38ХС по ГОСТ 4543—71;

для гаек—сталь марок: 35 и 40 по ГОСТ 1050—74 и ГОСТ 10702—63; 35Х и 40Х по ГОСТ 4543—71 и ГОСТ 10702—63; при этом с болтами типа 135 следует применять гайки только из стали марки 40Х;

для шайб—сталь марок: ВСт5сп2, ВСт5пс2, ВСт5Гпс2, по ГОСТ 380—71, 35 и 40 по ГОСТ 1050—74 и ГОСТ 10702—63.

2. В качестве материалов высокопрочных болтов, гаек и шайб, предназначенных для конструкций, эксплуатируемых при расчетной минимальной температуре воздуха ниже минус 40°С (северное исполнение), следует применять:

для болтов типа 110С—сталь марки 40Х по ГОСТ 4543—71, ГОСТ 10702—63, ТУ 14-170-51—74 и ТУ 14-1-1237—75;

для гаек—сталь марок: 35 и 40 по ГОСТ 1050—74 и ГОСТ 10702—63, 35Х и 40Х по ГОСТ 4543—71 и ГОСТ 10702—63;

для шайб—сталь марок: ВСт5сп2, ВСт5пс2, ВСт5Гпс2 по ГОСТ 380—71, 35 и 40 по ГОСТ 1050—74 и ГОСТ 10702—63.

Примечание. Для железнодорожных мостов следует применять гайки только из стали марки 40Х. Для автомобильно-дорожных мостов такие гайки поставляются по требованию заказчика.

3. Круглая сталь для болтов должна поставляться с суженными пределами содержания углерода: 0,37—0,42% для марок 40Х и 40ХФА; 0,35—0,40% для марки 38ХС.

4. Величина зерна аустенита должна соответствовать 5—9 баллам шкалы ГОСТ 5639—65. Величина зерна определяется по ковшовой пробе методом окисления.

5. Круглая сталь должна поставляться в отожженном состоянии с испытанием на горячую осадку по ГОСТ 4543—71.

6. Калиброванная круглая сталь для болтов диаметром 18, 22, 24 и 27 *мм* должна поставляться специальных размеров (соответственно диаметром 17,8; 21,8; 23,8; 26,7 *мм* для болтов с нарезной резьбой и 16,5; 20,35; 22 и 25 *мм* для болтов с накатной резьбой) с качеством поверхности по группе Б ГОСТ 1051—73, получаемой методом шлифовки, с шероховатостью поверхности не ниже 5 класса по ГОСТ 2789—73. Предельные отклонения по диаметру—по 4 классу точности ГОСТ 7417—75.

7. Горячекатаная круглая сталь диаметром 19, 23, 25 и 28 *мм* для болтов с нарезной резьбой и диаметром 17, 21, 23 и 26 *мм* для болтов с накатной резьбой должна поставляться обычной точности прокатки по группе В ГОСТ 2590—71 с качеством поверхности по подгруппе «а» ГОСТ 4543—71 и контролем твердости по Бринеллю. Норма твердости (диаметр отпечатка) $d_{отп} = 4{,}1 + 4{,}8$ *мм*. Сталь подвергается испытанию на прокаливаемость в пределах полной марочной полосы прокаливаемости; результаты испытаний на прокаливаемость до 01 01.80 г. факультативны, но заносятся в сертификаты.

8. Калиброванная шестигранная сталь для гаек с размерами под ключ 30, 36, 41 и 46 *мм* должна поставляться по 5 классу точности ГОСТ 8560—67, в отожженном состоянии марок 35Х и 40Х—по ГОСТ 4543—71 и марок 35 и 40—по ГОСТ 1050—74 с качеством поверхности по группе Б ГОСТ 1051—73 и шероховатостью поверхности не ниже 5 класса по ГОСТ 2789—73

Приложение 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ
расчетной несущей способности фрикционных соединений

Расчетную несущую способность одного болта во фрикционных соединениях по одному рабочему контакту соприкасающихся частей (одного «болтоконтакта») следует определять по формуле

$$T = km\bar{N}\bar{f},$$

где $\bar{N}$—нормативное (среднее) значение усилия натяжения болта, *тс* (табл. 1);

$\bar{f}$—нормативное (среднее) значение коэффициента трения (табл. 2);

k—коэффициент однородности, учитывающий с заданной вероятностью отклонения произведения Nf в неблагоприятную сторону (табл. 3);

m=0,95—коэффициент условий работы, учитывающий падение усилий натяжения болтов в процессе эксплуатации вследствие релаксации напряжений и ползучести.

Значения расчетной несущей способности одного «болтоконтакта» для фрикционных соединений (вне зависимости от технологии натяжения болтов) даны выше в табл. 4 Инструкции.

Таблица 1

Тип болтов	Диаметр болтов, *мм*	Нормативное значение усилия натяжения болта, *тс*	
		Контролируемое N	Эффективное (с учетом релаксации) mN
110 и 110С	18	14,2	13,5
	22	22,4	21,2
	24	26,1	24,8
	27	34,0	32,3
135	22	26,2	24,8
	24	30,4	28,9

Таблица 2

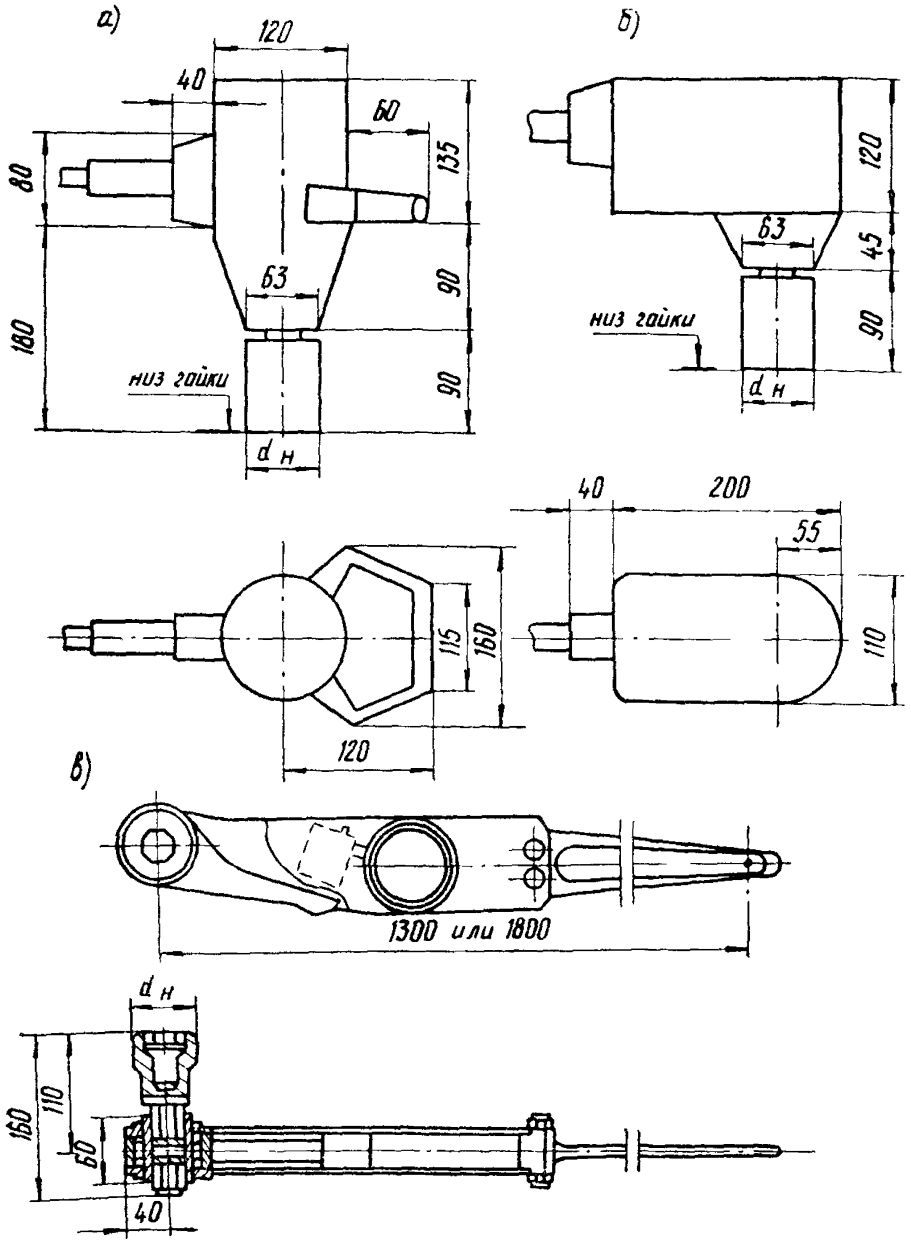
Обработка контактных поверхностей	Пескоструйная	С удалением окалины и нанесением фрикционного грунта или клеефрикционного покрытия	Газопламенная	Металлическими (ручными или механическими) щетками
Нормативный коэффициент трения f	0,58	0,50	0,42	0,35

Таблица 3

Обработка контактных поверхностей	Значение k при числе болтов в соединении		
	2—4	5—19	>20
Пескоструйная	0,574	0,661	0,760
С удалением окалины и нанесением фрикционного грунта или клеефрикционного покрытия . . .	0,720	0,778	0,843
Газопламенная	0,460	0,571	0,697
Металлическими щетками	0,358	0,487	0,638

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ

механизмов для натяжения болтов:



а—пневматического гайковерта ИП3106; *б*—то же ИП3205 (углового); *в*—ручного динамометрического ключа; $d_н$—диаметр сменных насадок (для болтов диаметром 18, 22, 24 и 27 *мм* равен соответственно 46, 58, 66, 74 *мм*)

СОДЕРЖАНИЕ

1. Область применения 4
2. Материалы болтов, гаек, шайб и покрытий контактных поверхностей. Технические требования 5
3. Расчет соединений 7
4. Конструктивные требования к соединениям 14

Приложения:

1. Материалы для консервации и покрытия очищенных контактных поверхностей во фрикционных и клеефрикционных соединениях 18
2. Марки сталей для болтов, гаек и шайб и дополнительные технические требования 18
3. Определение расчетной несущей способности фрикционных соединений 19
4. Основные размеры механизмов для натяжения болтов 21

Ротапринт ЦБНТИ Минавтодора РСФСР. Зак. № 297 Тираж 1

Техн. редактор *З. В. Колосова*

Л 46266. Подписано к печати 22 апреля 1977 г. Объем 1,5 печ. л. 1,28 уч. изд. л. 1,16 авт. л. Зак. 3974. Тир. 1100. Бесплатно.
Бумага типографская $60\times84^{1}/_{13}$.

Типография института «Оргтрансстрой» Министерства транспортного строительства, г. Вельск Арханг. обл.

gost.e-ecolog.ru