МЕТОДИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

ОАО КОНЦЕРН «СТАЛЬКОНСТРУКЦИЯ»
ОАО «НИПИПРОМСТАЛЬКОНСТРУКЦИЯ»
АОЗТ ЦНИИПРОЕКТСТАЛЬКОНСТРУКЦИЯ ИМ. МЕЛЬНИКОВА

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МОНТАЖУ СТАЛЬНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

(к СНиП 3.03.01-87)

МДС 53-1.2001

Москва
2002



gost.e-ecolog.ru

МЕТОДИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

ОАО КОНЦЕРН «СТАЛЬКОНСТРУКЦИЯ»
ОАО «НИПИПРОМСТАЛЬКОНСТРУКЦИЯ»
АОЗТ ЦНИИПРОЕКТСТАЛЬКОНСТРУКЦИЯ ИМ. МЕЛЬНИКОВА

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И
ПО МОНТАЖУ СТАЛЬНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
(к СНиП 3.03.01-87)

МДС 53-1.2001

Москва
2002

УДК 691.714.057.4.(083.131)

ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАНЫ ОАО Концерн «Стальконструкция», ОАО «НИПИПромстальконструкция», АОЗТ ЦНИИПроектстальконструкция им. Мельникова

2 ВНЕСЕНЫ ОАО Концерн «Стальконструкция»

3 РАЗРАБОТАНЫ В РАЗВИТИЕ СНиП 3.03.01-87

Рекомендации разработали:

инж. *Р.И.Барон*, канд. техн.наук *В.Ф. Беляев*, инж. *С.И. Бочкова*, инж. *В.И. Данюк*, инж. *Н.В. Жеребцов*, д-р техн. наук *В.В. Каленов*, инж. *Д.И. Корюкин*, инж. *Е.М. Лбов*, канд. техн. наук *К.И. Лукьянов*, канд. техн. наук *Е.С. Марков*, канд. техн. наук *М.Д. Моджук*, инж. *Б.Ф. Осипов*, д-р техн. наук *А.Б. Павлов*, инж. *В.Г. Шандаров*, инж. *В.Б. Якубовский*

Настоящий нормативный документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ГУП ЦПП

ISBN 5-88111-003-х **© Концерн «Стальконструкция», ГУП ЦПП, 2001**

СОДЕРЖАНИЕ

1 Область применения 4
2 Нормативные ссылки 4
3 Общие положения 4
4 Обеспечение устойчивости основных конструктивных элементов в процессе монтажа и демонтажа 5
5 Монтаж встроенных конструкций 5
6 Монтаж конструкций структурных покрытий 6
7 Монтаж конструкций висячих вантовых покрытий 7
8 Монтаж конструкций мембранных покрытий 8
9 Монтаж конструкций транспортерных галерей 9
10 Монтаж конструкций башен вытяжных труб методом подращивания 9
11 Монтаж легких ограждающих конструкций кровли и стен 10
12 Демонтаж и монтаж конструкций объекта при реконструкции действующих производств 12
13 Демонтаж и монтаж конструкций при восстановлении зданий и сооружений после аварий и стихийных бедствий 13
14 Монтаж и демонтаж конструкций с применением вертолетов 13
15 Болтовые монтажные соединения 15
16 Специальные монтажные соединения 18
17 Сварка и контроль качества монтажных соединений конструкций для объектов повышенного уровня ответственности 21
Приложение А (обязательное) Расчет устойчивости элементов конструкций 32

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящие Рекомендации содержат положения в развитие и обеспечение норм и правил по монтажу стальных конструкций, изложенных в СНиП 3.03.01-87.

Настоящий документ содержит рекомендации по монтажу и демонтажу стальных конструкций вновь сооружаемых, реконструируемых и восстанавливаемых зданий и сооружений промышленного, общественного и жилого назначения.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящих Рекомендациях использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 6402—70	Шайбы пружинные. Технические условия
ГОСТ 7512—82	Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод
ГОСТ 8713—79	Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы. Конструктивные элементы и размеры
ГОСТ 10906—78	Шайбы косые. Технические условия
ГОСТ 11371—78	Шайбы. Технические условия
ГОСТ 11533—75	Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы. Конструктивные элементы и размеры
ГОСТ 14771—76	Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы. Конструктивные элементы и размеры
ГОСТ 14782—86	Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые
ГОСТ 16037—80	Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
ГОСТ 18442—80	Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования
ГОСТ 19281—89	Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия
ГОСТ 21105—87	Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод
ГОСТ 22353—77	Болты высокопрочные класса прочности В. Конструкция и размеры
ГОСТ 22354—77	Гайки высокопрочные класса прочности В. Конструкция и размеры
ГОСТ 22356—77	Болты и гайки высокопрочные и шайбы. Общие технические условия
ГОСТ 23518—79	Дуговая сварка в защитных газах. Соединения сварные под острыми и тупыми углами
ГОСТ 23683—89	Парафины нефтяные твердые. Технические условия
ГОСТ 24045—94	Профили стальные листовые гнутые с трапециевидными гофрами для строительства. Технические условия
ГОСТ 25225—82	Контроль неразрушающий. Швы сварных соединений трубопроводов. Магнитографический метод
ГОСТ 27772—88	Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия
СНиП 2.01.07-85*	Нагрузки и воздействия
СНиП II-23-81*	Стальные конструкции
СНиП 3.01.01-85*	Организация строительного производства
СНиП 3.03.01-87	Несущие и ограждающие конструкции

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Монтаж и демонтаж стальных конструкций осуществляют специализированные организациии независимо от форм собственности и принадлежности, имеющие государственные лицензии Госстроя России.

3.2 Монтаж и демонтаж стальных конструкций должен осуществляться в соответствии с проектом производства работ (далее — ППР), разработанным проектно-технологической организацией, имеющей государственную лицен-

зию Госстроя России и государственный квалификационный сертификат специалистов.

3.3 Настоящие Рекомендации распространяются на организации, проектирующие стальные конструкции объектов, осуществляющие контроль качества их монтажа, а также выполняющие функции заказчика.

4 ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ МОНТАЖА И ДЕМОНТАЖА

4.1 Мероприятия по обеспечению устойчивости в процессе монтажа и демонтажа конструкций следует предусматривать в проекте производства работ (ППР) с учетом их конструктивно-компоновочных решений (включая монтажные соединения), материала конструктивных элементов и местных условий.

4.2 Устойчивость и геометрическую неизменяемость монтируемых и демонтируемых конструкций зданий и сооружений следует обеспечивать соблюдением последовательности установки и демонтажа конструктивных элементов и блоков. Это должно достигаться разбивкой зданий в плане и по высоте на отдельные устойчивые секции (пролеты, этажи, ярусы, части каркаса между температурными швами), последовательность монтажа и демонтажа которых обеспечивает устойчивость и неизменяемость смонтированных или недемонтированных конструкций в данной секции.

4.3 Последовательность установки и снятия конструктивных элементов в одноэтажных производственных зданиях:

- монтаж колонн в секции следует начинать со связевой панели. Если по каким-либо условиям указанное требование выполнить невозможно, то необходимо устройство временной связевой панели из первых установленных колонн ряда, подкрановой балки или распорки и временных вертикальных связей между ними, устанавливаемых ниже уровня подкрановой балки (распорки). Затем следует установить следующую колонну и раскрепить ее к временной связевой панели подкрановой балкой или распоркой;

- демонтаж колонн в секции следует выполнять в обратной последовательности, т.е. сначала следует снимать подкрановую балку или распорку рядовой панели и колонну, раскрепленную данной балкой (распоркой), с таким расчетом, что остальные колонны остаются раскрепленными подкрановыми балками (распорками) со связевой панелью; последними следует снимать колонны связевой панели;

- монтаж конструкций покрытий следует начинать со связевой панели (а если это невозможно, то с любой, установив между соседними фермами горизонтальные и вертикальные связи). Следующую установленную ферму необходимо раскрепить к связевой панели распоркой;

- демонтаж конструкций покрытий следует выполнять в обратной последовательности, т.е. сначала следует снимать элементы рядовых панелей с таким расчетом, чтобы оставшиеся фермы были развязаны распорками со связевой панелью; последними следует снимать фермы связевой панели.

4.4 При монтаже конструкций многоэтажных зданий после установки колонн по оси в секции необходимо смонтировать ригели, обеспечивающие устойчивость полученной рамы в поперечном направлении. В продольном направлении устойчивость следует обеспечивать с помощью вертикальных связей по колоннам и распорных элементов. Если устойчивость здания в продольном направлении обеспечивается стеновыми конструкциями (о чем должно быть указано в рабочей документации), то их следует возводить одновременно с каркасом и перекрытиями.

4.5 Во всех случаях при возведении зданий обязательным условием является полная готовность смонтированных стальных конструкций в секции к производству последующих работ (общестроительных, электро- и механомонтажных и др.) независимо от состояния монтажа конструкций в соседних секциях.

Демонтаж конструкций в секции следует начинать только после полной разгрузки их от технологического оборудования, строительных изделий, деталей и мусора.

4.6 Расчет устойчивости элементов конструкций следует проводить в соответствии с указаниями, изложенными в приложении А.

5 МОНТАЖ ВСТРОЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

5.1 К встроенным следует относить стальные конструкции, находящиеся внутри контура несущих и ограждающих стальных конструкций каркаса здания. Это конструкции помещений (будок) в производственных цехах различных отраслей промышленности для размещения бытовок, пультов управления, инструменталок и других технологических нужд данного производства. К встроенным конструкциям следует отнести площадки для установки и обслуживания технологического оборудования, переходные, посадочные и для ремонта мостовых кранов, а также лестницы различного назначения.

Помещения (будки) проектируются с легким металлическим каркасом, стеновым и кровельным ограждением из тонкого металлического листа.

5.2 Конструкции площадок под технологическое оборудование проектируются в виде балочных клеток по колоннам (стойкам). Переходные, посадочные площадки, а также для ремонта мостовых кранов проектируются преимущественно легкого типа. Лестницы проектируются шириной от 0,75 до 1,90 м с одним, двумя или тремя маршами.

5.3 Монтаж встроенных стальных конструкций следует осуществлять, как правило, отдельным потоком либо в период монтажа несущих и ограждающих конструкций каркаса здания, либо после окончания их монтажа. Для встроенных конструкций, монтируемых после завершения монтажа каркаса, следует применять средства малой механизации, используя конструкции каркаса.

5.4 Степень укрупнения встроенных конструкций для монтажа, а также технологическая увязка их монтажа с монтажом конструкций каркаса должны разрабатываться в ППР.

5.5 Предельные отклонения фактического положения смонтированных элементов встроенных конструкций не должны превышать значений, приведенных в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Параметр	Предельные отклонения, мм	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
1 Отклонение отметок опорных поверхностей колонн (стоек) от проектных	10	Измерительный, каждая колонна (стойка), геодезическая исполнительная схема
2 Разность отметок опорных поверхностей соседних колонн (стоек) в обоих направлениях	6	То же
3 Смещение осей колонн (стоек) относительно разбивочных осей в опорном сечении	10	»
4 Отклонение осей колонн (стоек) от вертикали в верхнем сечении при их длине, мм:		
от 2000 до 4000 включ.	10	»
св. 4000 » 8000 включ.	15	
св. 8000 » 12000	20	

Окончание табл. 5.1

Параметр	Предельные отклонения, мм	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
5 Стрелка прогиба (кривизна) колонны (стойки), связей по колоннам	Не более 20 расстояний между точками закрепления	Измерительный, каждый элемент, журнал работ
6 Смещение опирания балок, ригелей с осей колонн (стоек)	20	Измерительный, каждый элемент, геодезическая исполнительная схема
7 Отклонение отметок опор переходных, посадочных, ремонтных площадок и лестниц от проектных	10	Измерительный, каждая опора, геодезическая исполнительная схема

6 МОНТАЖ КОНСТРУКЦИЙ СТРУКТУРНЫХ ПОКРЫТИЙ

6.1 Структурные покрытия (структуры) представляют собой сетчатую пространственную систему с регулярным строением.

6.2 Конструкции структур поставляются заводами-изготовителями отдельными элементами, упакованными комплектно с приложением паспорта и монтажных схем.

6.3 Укрупнительная сборка блоков покрытий производится на месте подъема или вблизи строящегося объекта на выверенных опорах. Конструкции временных опор разрабатываются в ППР. Предельные отклонения временных опор должны соответствовать п.1 таблицы 6.1. На каждый собранный блок составляется геодезическая исполнительная схема.

6.4 При укрупнительной сборке блоков следует строго следить за установкой элементов в соответствии с монтажной схемой, так как замена на элемент даже большего сечения, чем в проекте, может привести при эксплуатации здания к аварийной ситуации.

6.5 До подъема блоков устанавливаются опорные конструкции с последующей их выверкой и закреплением по проекту.

6.6 Подъем блоков в проектное положение осуществляется монтажными механизмами, обеспечивающими его горизонтальность, не допуская перекоса блока. Строповка блока разрабатывается в ППР.

Таблица 6.1

Параметр	Предельные отклонения, мм			Контроль (метод, объем, вид регистрации)
	Кисловодск 30х30 м	ЦНИИСК (Москва) 12х18 м	ЦНИИСК (Москва) 12х24 м	
1 Отклонения отметок опорных поверхностей блоков от проектных, мм	±10	±10	±10	Измерительный, каждая опора, геодезическая исполнительная схема
2 Расстояние по ширине блока, мм	±7	±3	±3	Измерительный, каждый блок, журнал работ
3 Расстояние по длине блока, мм	±7	±6	±7	То же
4 Расстояние по диагонали блока, мм	±10	±7	±8	»

6.7 Предельные отклонения фактических размеров от проектных не должны превышать значений, приведенных в таблице 6.1.

6.8 К устройству кровельного ковра приступают только после полного проектного закрепления элементов блока на опорах.

7 МОНТАЖ КОНСТРУКЦИЙ ВИСЯЧИХ ВАНТОВЫХ ПОКРЫТИЙ

7.1 В висячих вантовых покрытиях (далее — покрытия) несущими элементами являются гибкие или жесткие нити-ванты.

7.2 Ванты изготовляются преимущественно из стальных канатов и круглых арматурных стержней. Возможно изготовление вант из прядей высокопрочной проволоки, полосовой стали и прокатных профилей (швеллеров, двутавров).

7.3 Несущие конструкции покрытий подразделяются на двухпоясные и однопоясные системы.

7.4 В покрытиях двухпоясной системы предусматриваются стабилизирующие ванты, расположенные параллельно несущим вантам выше или ниже их. Несущие и стабилизирующие ванты соединяются между собой растяжками, распорками, образуя тем самым вантовые фермы.

7.5 В покрытиях однопоясной системы стабилизирующие ванты расположены поперек направления несущим. В этих системах стабилизация возможна за счет пригруза плитами покрытия.

7.6 Покрытия опираются либо на замкнутый опорный контур, либо на разомкнутый в сочетании с подкосами, оттяжками или тросподбором.

7.7 Несущие и стабилизирующие ванты и элементы вантовых ферм из стальных канатов изготовляются, как правило, на заводе и поставляются на монтажную площадку в бухтах или на барабанах.

Рекомендуются следующие диаметры бухт:

- при диаметре каната до 42 мм — не менее 2 м;
- при диаметре каната свыше 42 мм — не менее 3,5 м.

Каждая партия указанных элементов должна быть испытана и снабжена паспортом завода-изготовителя.

7.8 При изготовлении несущих и стабилизирующих вант и элементов вантовых ферм на монтажной площадке необходимо стальные канаты предварительно вытянуть на усилие, если оно не указано в проекте покрытия, равное 0,6 разрывного усилия каната, с выдержкой в течение 20 минут.

7.9 Для изготовления и испытания канатных элементов на монтажной площадке необходимы следующие основные приспособления, изготовляемые на монтажной площадке по чертежам ППР:

- стенд для вытяжки и испытания;
- козлы для разматывания канатов;
- верстак для разделки концов канатов;
- ванна для мойки канатов;
- вилки для отгибания концов канатов;
- стол для заливки втулок;
- горн для разогрева цинково-алюминиевого сплава.

Кроме указанного, необходимо приобрести шлифмашинку, вентилятор, термопару, милливольтметр, а также кокс или древесный уголь для горна разогрева сплава.

7.10 Изготовленные в монтажных условиях канатные элементы подаются в зону действия монтажного крана без сворачивания.

7.11 Хранение стальных канатов и канатных элементов в условиях монтажной площадки следует организовать в сухом, проветриваемом помещении с деревянным или асфальтобетонным полом.

7.12 Ванты из круглых арматурных стержней изготавливаются, как правило, на монтажной площадке. После вытяжки и испытания подаются в зону действия монтажного крана.

7.13 Опорные конструкции покрытия поставляются заводами металлоконструкций. Монтаж их следует производить мобильными кранами укрупненными элементами последовательно по периметру сооружения.

Проектное закрепление производится после выверки полностью всех смонтированных конструкций. Предельные отклонения при монтаже опорных конструкций указываются в проекте сооружения.

7.14 Монтаж элементов вантовых покрытий производится кранами с применением специальных, временных опор и других приспособлений, чертежи на которые разрабатываются в ППР.

7.15 После полного окончания монтажа вантового покрытия производится натяжение (преднапряжение) его элементов методом, указанным в проекте сооружения, с последующим геодезическим контролем формы покрытия. Места контроля и предельные отклонения указываются в проекте сооружения.

7.16 После выверки покрытия производится монтаж элементов кровли — железобетонных плит, панелей, профилированного настила.

7.17 Все контрольно-измерительные работы должны производиться аттестованными и тарированными приборами.

7.18 К акту сдачи вантового покрытия в эксплуатацию прикладывается документация, перечень которой указывается в проекте сооружения и в ППР.

7.19 Поскольку методы монтажа конструкций вантовых сооружений предъявляют определенные требования к их проектно-конструктивному решению, необходимо для проектирования таких сооружений привлекать специалистов проектно-технологических организаций, занимающихся разработкой технологии монтажных работ.

8 МОНТАЖ КОНСТРУКЦИЙ МЕМБРАННЫХ ПОКРЫТИЙ

8.1 Мембранные покрытия (далее — покрытия) проектируются из тонкого металлического листа, примыкающего к замкнутому металлическому или железобетонному контуру, опирающемуся, как правило, на колонны.

8.2 Поскольку методы монтажа конструкций мембранных сооружений предъявляют определенные требования к их проектно-конструктивным решениям, необходимо для проектирования таких сооружений привлекать специалистов проектно-технологических организаций, занимающихся разработкой технологии монтажных работ.

8.3 Конструкции покрытий поставляются заводами-изготовителями в виде полотнищ, свальцованных в рулоны. Длина полотнищ равна величине всего пролета или (для покрытий с круглым и овальным планом) половине пролета. Ширина полотнищ из условий транспортабельности принимается не более 12 м, масса лимитируется грузоподъемным монтажным механизмом.

8.4 Сооружение объекта с мембранным покрытием следует начинать с установки мобильным краном колонн и связей между ними.

8.5 По выверенным и закрепленным колоннам этим же краном монтируется опорный контур последовательно по периметру сооружения.

8.6 После выверки и проектного закрепления опорного контура и закладных деталей приступают к монтажу конструкций покрытия.

8.7 Монтаж конструкций покрытий следует выполнять непосредственно на проектной отметке, на «постели», при этом раскатку рулонов следует выполнять с помощью лебедок с применением специальных приспособлений, разрабатываемых в ППР.

8.8 «Постель» состоит из направляющих и поперечных связей и определяет начальную поверхность покрытия. Устройство «постели» производится на сплошном или частичном подмащивании. Рихтовка «постели» производится подтяжкой к упорам, закрепленным на опорном контуре.

8.9 Возможен вариант монтажа прямоугольных покрытий, разворачивая рулоны внизу на спланированной площадке внутри опорного контура. В проектное положение собранное покрытие поднимается с помощью подъемников, устанавливаемых по углам опорного контура.

8.10 Уложенное полотнище следует временно закрепить от возможного выхлопа при срыве от ветровой нагрузки.

8.11 Для монтажа конструкций покрытий, круглых и овальных в плане, устанавливают центральную опору.

8.12 Натяжение и проектное закрепление покрытия выполняют после геодезического контроля в последовательности, указанной в проекте сооружения. Там же приводятся предельные отклонения фактического положения смонтированных конструкций.

8.13 Проектное закрепление полотнищ между собой выполняется сваркой под флюсом, электрозаклепками и высокопрочными болтами в последовательности, указанной в ППР.

9 МОНТАЖ КОНСТРУКЦИЙ ТРАНСПОРТЕРНЫХ ГАЛЕРЕЙ

9.1 Транспортерные галереи — горизонтальные и наклонные протяженные сооружения, предназначенные для размещения транспортеров, обеспечивающих транспортировку продуктов технологических процессов различных промышленных производств.

9.2 Предельные отклонения размеров, определяющих собираемость конструкций (длина элементов, расстояние между группами монтажных отверстий при сборке отдельных конструктивных элементов и блоков), не должны превышать величин, приведенных в таблице 9.1. Эллиптичность цилиндрических оболочек (труб) при наружном диаметре D не должна превышать 0,005 D.

Таблица 9.1

Интервалы номинальных размеров, мм	Предельные отклонения, мм		Контроль (метод, объем, вид регистрации)
	линейных размеров	равенства диагоналей	
От 2500 до 4000 вкл.	±5	+12	Измерительный, каждый конструктивный элемент и блок, журнал работ
Св. 4000 » 8000 »	±6	±15	
» 8000 » 16000 »	±8	±20	
» 16000 » 25000 »	±10	±25	
» 25000 » 40000 »	±12	±30	

Предельные отклонения положения колонн и пролетных строений не должны превышать величин, приведенных в таблице 9.2.

Таблица 9.2

Параметр	Предельные отклонения, мм	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
1 Отклонения отметок опорных поверхностей колонн от проектных	±5	Инструментальный, каждая колонна, геодезическая исполнительная схема
2 Смещение осей колонн в нижнем сечении с разбивочных осей на фундаменте	±5	То же
3 Отклонения отметок опорных плит пролетных строений	±15	»

Окончание табл. 9.2

Параметр	Предельные отклонения, мм	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
4 Смещение оси пролетного строения с осей колонн:		Инструментальный, каждая колонна, геодезическая исполнительная схема
в плоскости	±20	
из плоскости	±8	

9.3 Монтаж галерей следует начинать с пространственных опор, укрупненными на полную проектную высоту. Плоские опоры устанавливаются также одним блоком с обязательным раскреплением тросовыми расчалками в плоскости галереи.

9.4 Пролетные строения галерей следует устанавливать пространственными блоками, укрупненными с ограждающими конструкциями и технологическим оборудованием.

9.5 При недостаточной грузоподъемности монтажного механизма для подъема укрупненных блоков целесообразно применение временной опоры, конструкция которой разрабатывается в ППР.

9.6 Последовательность установки блоков пролетных строений должна быть выбрана так, чтобы в любой период монтажа была обеспечена устойчивость (неизменяемость) смонтированной части галереи в продольном направлении.

9.7 При технико-экономическом обосновании, выполняемом разработчиком ППР, монтаж блоков галерей может осуществляться методом надвижки (в особенности наклонных пролетных строений) или полиспастами, закрепленными к конструкциям опор, с соответствующим их раскреплением по ППР.

9.8 Блоки оболочечных галерей собираются из листовых заготовок, поставляемых заводами-изготовителями на транспортабельных барабанах.

9.9 Цилиндрические блоки галерей собирают из рулонных транспортабельных заготовок, поставляемых заводом-изготовителем, методом наворачивания полотнищ на барабан, изготовленный из легких профилей и проектных элементов жесткости (ребер).

10 МОНТАЖ КОНСТРУКЦИЙ БАШЕН ВЫТЯЖНЫХ ТРУБ МЕТОДОМ ПОДРАЩИВАНИЯ

10.1 Вытяжная башня состоит из несущего решетчатого стального каркаса, внутри кото-

рого размещаются один или несколько газоотводящих стволов.

10.2 Стальные решетчатые конструкции проектируются в виде сочетания нижней пирамидальной части высотой до 50 м и верхней призматической прямоугольного или треугольного сечения.

10.3 Монтаж башен методом подращивания эффективен при их высоте более 120 м, так как в этом случае исключается необходимость в применении крана с большими грузоподъемными характеристиками либо самоподъемных кранов.

10.4 В проекте стальных конструкций башни должны быть предусмотрены упоры (направляющие) для восприятия горизонтальных (ветровых) монтажных нагрузок и специальные балки для закрепления выдвигаемой части в промежутках между выдвижками, определены места крепления тяговых полиспастов.

10.5 Скорость ветра при выдвижке не должна превышать 7 м/с на отметке 10 м.

10.6 Поскольку метод монтажа башен подращиванием предъявляет определенные требования к их проектно-конструктивному решению, необходимо осуществлять проектирование стальных конструкций таких сооружений с участием специалистов организаций, занимающихся разработкой технологий монтажа указанным методом.

10.7 Стальные решетчатые конструкции поставляются заводами-изготовителями максимально укрупненными транспортабельными элементами. Габаритные металлические газоотводные стволы поставляются обечайками, негабаритные — свальцованными на барабан.

10.8 Фундамент башен следует принимать перед началом монтажа в соответствии с требованиями таблицы 10.1.

Таблица 10.1

Параметр	Предельные отклонения	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
1 Расстояние между центрами фундаментов одной башни	10 мм + 0,001 проектного расстояния, но не более 25 мм	Измерительный, каждый фундамент, геодезическая исполнительная схема
2 Отметка плиты фундамента башни	± 10 мм	То же
3 Разность отметок опорных плит под пояса башни	0,0007 базы, но не более 5 мм	Измерительный, каждая опорная плита, геодезическая исполнительная схема

10.9 Монтаж начинают с установки краном верхних секций призматической части на стенд, конструкции которого разрабатываются в ППР. Затем монтируются конструкции пирамидальной части.

10.10 С помощью полиспастов, верх которых закрепляется внутри пирамидальной части, а низ за стенд, выдвигается призматическая часть на высоту, достаточную для заводки очередной секции призматической части. В такой же последовательности заводится и поднимается ствол башни.

10.11 Технология выдвижки призматической части башни совместно с газоотводящим стволом производится только в случае, если это оговорено в проекте стальных конструкций башни.

10.12 Предельные отклонения законченных монтажом конструкций башен от проектного положения не должны превышать величин, указанных в таблице 10.2.

Таблица 10.2

Параметр	Предельные отклонения	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
Смещение оси ствола от проектного положения, мм:		Измерительный, каждая башня, геодезическая исполнительная схема
башни объектов связи	0,001 высоты выверяемой точки над фундаментом	
башни вытяжных труб (одно- и многоствольные)	0,003 высоты выверяемой точки над фундаментом	

11 МОНТАЖ ЛЕГКИХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ КРОВЛИ И СТЕН

11.1 Установка стальных листовых гнутых профилей с трапециевидными гофрами (далее — гофрированные листы) при полистовой сборке кровли и стен должна проводиться по разметке, обеспечивающей фиксацию расчетной ширины профилированного листа (расстояния между осями крайних гофров), в соответствии со значениями, установленными ГОСТ 24045 и соответствующими ТУ, с точностью ±10 мм на ширину профилированного листа.

11.2 При выходе торцевых свесов несущего гофрированного листа кровли на фасад здания в случае установки фасадных торцевых гребенок отклонения от точности монтажа листа по его ширине не должны превышать ±4 мм.

11.3 Крепление гофрированных листов несущей обшивки кровли и стен к несущим элементам каркаса осуществляется с помощью самонарезающих или самосверлящих винтов либо пристрелкой дюбелями в соответствии с требованиями рабочей документации. В тех случаях когда в документации не оговорен шаг крепежа, гофрированные листы должны крепиться к несущим элементам кровли в поперечном направлении через волну на промежуточных опорах и в каждой волне по периметру здания.

11.4 Крепление гофрированных листов кровли с помощью электрозаклепок допускается только в тех случаях, когда листы не окрашены и когда ширина полок несущих элементов (для стропильных ферм ширина полки одного из двух уголков пояса), на которые опирается гофрированный лист, более 100 мм.

11.5 В продольном направлении гофрированные листы крепятся между собой с помощью комбинированных заклепок или самонарезающих винтов, шаг крепежа — 500 мм, если это не оговорено проектной документацией.

11.6 Пароизоляция кровли должна быть уложена на нижний гофрированный лист с перехлестом отдельных листов пленки не менее 300 мм или склеена клейкой лентой. В случае прорывов пароизоляционной пленки повреждения должны быть заклеены заплатами из той же пленки, выходящими в стороны, за пределы повреждения, не менее чем на 250 мм.

11.7 Перед укладкой пароизоляции нижний настил кровли должен быть тщательно очищен щетками от грязи, пыли, стружки, льда, снега и воды.

11.8 Теплоизоляция укладывается в сухую погоду сплошным слоем. Минеральная вата или жесткие минераловатные плиты должны иметь естественную влажность. Теплоизоляция повышенной влажности должна быть предварительно высушена.

11.9 Верхний водозащитный слой кровли из гофрированных листов, если он не является несущим, крепится к тетивам кровли, уложенным по несущему настилу кровли из гофрированных листов, либо по жестким минераловатным плитам утеплителя с помощью самонарезающих или самосверлящих винтов, устанавливаемых с шагом не менее 400 мм на промежуточных тетивах и с шагом 200 мм по карнизным тетивам, если в рабочей документации нет других требований.

11.10 В продольном направлении верхние листы крепятся между собой глухими комбинированными заклепками либо самонарезающими и самосверлящими винтами с шагом 500 мм, если это не оговорено в рабочей документации.

11.11 Все продольные и поперечные стыки верхнего слоя кровли должны быть заделаны герметиком, за исключением тех случаев, когда продольный шов соседних листов закатывается в двойной фальцевый шов.

11.12 В случае некачественной постановки крепежа (срез стержня винта, обрыв головки, неплотная посадка и т.п.) рядом, на расстоянии не менее пяти диаметров стержня крепежа и не более 60 мм, устанавливается новый элемент крепления. В тех случаях, когда можно рассверлить старое отверстие, ставится винт большого диаметра. Старое отверстие в верхнем слое кровли заделывается герметиком, зашпатлевывается и окрашивается под цвет лакокрасочного покрытия листов кровли.

11.13 Во избежание повреждения лакокрасочного покрытия верхнего настила кровли при сверлении отверстий следует немедленно щетками удалять стружку с поверхности настила. Работы на верхнем настиле, перемещение грузов и складирование следует вести с переносных деревянных мостков, распределяющих давление по верхнему настилу кровли.

11.14 Погрузочно-разгрузочные работы на монтаже кровли следует вести с помощью мягких фалов, траверс с вертикальными стропами либо другими способами, исключающими повреждение листов и лакокрасочного покрытия.

11.15 Складирование гофрированных листов кровли на строительной площадке должно осуществляться на деревянных прокладках сечением не менее 50 на 100 мм, установленных на расстоянии не более 2500 мм. Пачки гофрированных листов могут быть уложены штабелями в составе не более двух ярусов.

11.16 При сроке хранения оцинкованных неокрашенных гофрированных листов на строительной площадке или на складе более двух недель их следует размещать под навесом или укрытыми пленкой от атмосферных осадков.

11.17 Монтаж стен и перегородок зданий из легких металлических панелей типа «сэндвич» и монопанелей вертикальной и горизонтальной разрезки следует вести преимущественно попанельно.

11.18 Строповку пакетов панелей допускается производить только за обвязки вертикально расположенными стропами.

11.19 Строповку «сэндвич»-панелей на монтаже следует проводить только с помощью гибких тканевых фалов либо другими способами, в том числе с помощью специальных траверс, исключающими обмятие металлических кромок панелей и повреждение лакокрасочного слоя.

11.20 Уплотняющие прокладки в вертикальных и горизонтальных стыках «сэндвич»-панелей следует укладывать до установки панелей.

11.21 Укрупнительную сборку стен из легких панелей в карты необходимо выполнять на стендах в зоне действия основного монтажного крана.

Предельные отклонения карт должны быть указаны в проекте. При отсутствии таких указаний предельные отклонения по длине и ширине — ±6 мм, по разности размеров диагоналей — 15 мм.

11.22 Все накладки горизонтальных и вертикальных стыков, а также угловые элементы панелей должны быть поставлены на герметик для исключения попадания влаги внутрь стыка.

11.23 При отсутствии в рабочей документации специальных требований по отклонениям смонтированных панелей стен и перегородок они не должны превышать величин, приведенных в таблице 11.1.

Таблица 11.1

Параметр	Предельные отклонения, мм	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
1 Отклонения от вертикали продольных кромок панелей	0,001L	Измерительный, каждая панель, журнал работ
2 Разность отметок концов горизонтально установленных панелей при длине панели, м: до 6 св. 6 до 12 включ.	 ±5,0 ±10,0	То же
3 Отклонения плоскости наружной поверхности стенового ограждения от вертикали	0,002H	Измерительный, через каждые 30 м стены по ее длине, но не менее 3 контрольных измерений, журнал работ
4 Уступ между смежными гранями панелей из их плоскости	3	Измерительный, каждая панель, журнал работ
5 Толщина шва между смежными панелями по длине	±5	То же

12 ДЕМОНТАЖ И МОНТАЖ КОНСТРУКЦИЙ ОБЪЕКТА ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ДЕЙСТВУЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

12.1 Реконструкция действующих производств должна производиться по комплексному рабочему проекту, составленному на основании заключения по обследованию технического состояния конструкций, оборудования, внутрицеховых коммуникаций, инженерных сетей, условий производства демонтажно-монтажных и строительных работ (загазованность, запыленность, взрыво- и пожароопасность, повышенный шум, стесненность и другие факторы).

12.2 Обследование технического состояния реконструируемого производства проводится генеральной проектной организацией с привлечением проектно-технологических организаций, специализирующихся на выполнении отдельных видов работ, например на монтаже и демонтаже стальных конструкций.

12.3 В состав комплексного рабочего проекта должен входить раздел по стальным конструкциям, разработанный до стадии технического проекта, являющегося основанием для разработки рабочих чертежей.

12.4 Для обеспечения наиболее технологических конструктивно-компоновочных решений стальных конструкций необходимо к проектированию реконструкции привлекать специалистов проектно-технологических организаций, специализирующихся на разработке технологии демонтажно-монтажных работ.

12.5 Проект производства по реконструкции разрабатывается генеральной проектной организацией на весь объем, предусмотренный комплексным рабочим проектом. По заказу генеральной проектной организации ППР на отдельные виды работ, в частности монтаж и демонтаж стальных конструкций, разрабатывается специализированной проектно-технологической организацией.

12.6 Перед началом работ в зоне реконструкции должны быть приняты меры безопасности:

- отключены энерго-, паро-, газо- и другие силовые коммуникации;
- защищены близлежащие производства от пыли, искр от резки и сварки;
- запрещены проходы людей, не связанных с реконструкцией.

12.7 Главное внимание при демонтажно-монтажных работах должно быть уделено:

- прочности и устойчивости конструкций, остающихся после демонтажа опорных и примыкающих к ним элементов;
- предотвращению падения конструкций при освобождении их креплений (болтов или сварки).

12.8 При замене покрытий без остановки производства работы следует вести на отдельных захватках. При этом разборку покрытия следует совмещать с монтажом новых конструкций.

12.9 Наряду с башенными, башенно-стреловыми и гусеничными кранами следует применять средства малой механизации, в том числе легкие передвижные, переставные, крышевые краны, подъемники, лебедки и другие средства малой механизации.

12.10 При соответствующем технико-экономическом обосновании для реконструкции объектов применяются вертолеты в соответствии с требованиями раздела 14 настоящих Рекомендаций.

12.11 При демонтаже металлических колонн необходимо предусмотреть их освобождение от крепления к фундаментам. Обетонировку базы колонны вырубить, а анкерные болты при их неиспользовании срезать.

12.12 Временное крепление, обеспечивающее прочность и устойчивость демонтируемых элементов, следует снимать только после их строповки и легкого натяжения стропа.

12.13 Технологическая последовательность демонтажа и монтажа конструктивных элементов при реконструкции определяется ППР.

13 ДЕМОНТАЖ И МОНТАЖ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПОСЛЕ АВАРИЙ И СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

13.1 На территории аварийной зоны должны быть проведены следующие меры безопасности:

- отключены электро-, газо-, паро- и другие силовые коммуникации;
- выставлено ограждение со знаками, запрещающими проход людей, не связанных с ликвидационными работами.

13.2 Для ликвидации аварийного состояния, разборки и расчистке завалов, растаскивания обрушившихся конструкций и оборудования, а также их демонтажа и монтажа заказчиком привлекаются на договорной основе строительные и монтажные организации.

13.3 Все указанные в 13.2 мероприятия выполняются по проекту производства ликвидационных работ, разработанному выездной бригадой генеральной проектной организации. Генеральная проектная организация в необходимых случаях привлекает на договорной основе выездную бригаду специалистов по демонтажно-монтажным работам проектно-технологических организаций. Специалисты выездной бригады постоянно находятся в районе стихийных бедствий и осуществляют авторский надзор за производством ликвидационных работ.

13.4 Указанный в 13.3 проект согласовывается с исполнителем строительно-монтажной организацией.

13.5 В местах, недоступных для подхода наземных кранов, возможно для выполнения работ, указанных в 13.2, использование вертолетов в соответствии с требованиями раздела 14 настоящих Рекомендаций.

13.6 Работы по ликвидации аварийного состояния, разборке и расчистке завалов, растаскиванию конструкций и их демонтажу выполняются с повышенными требованиями по безопасности: с использованием спецодежды, спецобуви, других средств индивидуальной защиты, включая в необходимых случаях защиту органов дыхания.

13.7 После ликвидации аварийного состояния, завалов и растаскивания конструкций с привлечением генеральной проектной организации составляют план восстановления, определив очередность пуска в эксплуатацию производств, и в зависимости от этого назначают очередность восстановительных работ.

13.8 Технология производства работ при восстановлении (монтаже) строительных конструкций определяется проектом производства работ, разработанным проектно-технологической организацией по заказу монтажной организации. При этом основным методом предусматривается монтаж укрупненными блоками или элементами.

13.9 Производство демонтажно-монтажных работ следует выполнять, как правило, вахтовым методом, непрерывно, по скользящему графику, обеспечивающему наибольшую загрузку монтажных механизмов.

13.10 Обследование стальных конструкций, как сохранившихся, так и обрушенных, на предмет их использования для дальнейшей эксплуатации проводит генеральная проектная организация, которая в необходимых случаях может привлекать для этой цели специалистов-монтажников проектно-технологических организаций.

13.11 Для удобства монтажников следует максимально предусматривать механизированные средства подмащивания: автогидроподъемники, гидроподъемники с электроприводом и др., имеющие достаточный вылет люлек.

В отдельных случаях возможна установка гидроподъемников с помощью крана в места, доступные для прохода механизмов. Допускается применение специальных люлек, навешиваемых на крюк монтажного крана.

14 МОНТАЖ И ДЕМОНТАЖ КОНСТРУКЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЕРТОЛЕТОВ

14.1 Вертолетный монтаж конструкций при строительстве, реконструкции, восстановлении объектов, а также при демонтаже конструкций следует применять после оценки результатов технико-экономического обоснования, выпол-

няемого проектно-технологической организацией, имеющей соответствующую лицензию. При этом критерием эффективности вертолетного монтажа по сравнению с традиционными методами является сокращение продолжительности монтажа и ускорение сроков ввода в эксплуатацию.

14.2 Грузоподъемные характеристики вертолетов приведены в таблице 14.1.

Таблица 14.1

Параметр	Марка вертолетов			
	Ми-8 МВТ	Ка-32	Ми-10К	Ми-26
Масса груза, перевозимого на внешней подвеске (максимальная), кг	5000	5000	11000	20000
Грузоподъемность на монтажных работах (максимальная), кг	4000	4500	8500	18000

14.3 Проект производства работ (ППР) на вертолетный монтаж разрабатывается проектно-технологической организацей, имеющей кроме лицензии соответствующий государственный квалификационный сертификат специалистов.

14.4 В ППР должны быть проработаны:

- стройгенплан и схема монтажно-вертолетной площадки (МВП);
- разделение конструкций сооружения на монтажные блоки;
- обеспечение пространственной жесткости и устойчивости блоков на всех стадиях монтажа;
- удобство и малая грузоподъемность монтажных соединений блоков;
- система «ловителей», строповочных устройств;
- мероприятия по технике безопасности.

14.5 Монтажная организация совместно с разработчиками ППР согласовывает его с предприятием гражданской авиации (ГА), владеющим вертолетом.

14.6 Вызов вертолета непосредственно на объект за подписью руководителя организации объекта направляется в ГА.

14.7 Для проведения вертолетного монтажа организуется специальная площадка (МВП), расположение которой определяется в ППР.

14.8 Основные мероприятия, выполняемые по МВП:

- укрупнительная сборка блоков;
- установка направляющих и фиксирующих приспособлений;
- закрепление алюминиевых лестниц, подмостей и люлек;
- пробная строповка блоков краном для уточнения их массы и устойчивого пространственного положения;
- тренировочные полеты вертолета;
- строповка блока к вертолету;
- техническое обслуживание вертолета.

14.9 МВП и зона монтажа должны быть очищены от мусора, пыльную площадку следует полить водой, свежевыпавший снег убрать. Границы МВП должны быть ограждены флажками.

14.10 Объемные конструкции с большой парусностью во избежание их перемещения от воздушных потоков, возникающих от винтов вертолетов, следует закрепить.

14.11 Для выполнения вертолетного монтажа генподрядчик монтируемого объекта обязан получить от местных органов власти соответствующее разрешение, согласовать с ними мероприятия по обеспечению безопасности работ с учетом местных условий.

14.12 Для руководства подготовительными работами и непосредственно вертолетным монтажом приказом руководителя монтажной организации назначается ответственное лицо из числа опытных инженерно-технических работников.

14.13 Корректировку действий вертолета в период монтажного цикла осуществляет руководитель полета, назначенный из специалистов авиаотряда.

14.14 Оба руководителя в период монтажного цикла должны находиться рядом в удобном для наблюдения месте, имея переносные радиостанции и бинокли.

14.15 Руководитель работ совместно с руководителем полетов и командиром вертолета до начала работ обязаны провести под роспись инструктаж с бригадой монтажников по технике безопасности.

14.16 Вертолет с помощью системы ориентации груза или с помощью монтажников производит грубое наведение монтируемого блока в зону монтажного соединения. Точную установку блока обеспечивают фиксирующие направляющие и «ловители», закрепленные на указанных соединениях.

14.17 Строповку блоков следует осуществлять с помощью внешних подвесок, входящих в комплект оборудования вертолета и комплекта монтажных стропов.

14.18 Расстроповку блоков следует производить по команде руководителя полетов, после получения им от руководителя монтажа информации о правильности и надежности установки конструкций.

14.19 Технология монтажа, включая подготовительные работы, должна обеспечить максимально возможную загрузку вертолета по времени.

15 БОЛТОВЫЕ МОНТАЖНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

15.1 Монтажные соединения без контролируемого натяжения болтов

15.1.1 К монтажным соединениям без контролируемого натяжения болтов относятся срезные, в которых внешние усилия воспринимаются за счет сопротивления болтов срезу и соединяемых элементов смятию.

15.1.2. Под гайки болтов необходимо устанавливать не более одной круглой шайбы (ГОСТ 11371). Допускается установка одной такой же шайбы под головку болта. В необходимых случаях следует устанавливать косые шайбы (ГОСТ 10906).

15.1.3. При сборке соединений отверстия в деталях конструкций должны быть совмещены и зафиксированы от смещения деталей сборочными пробками (не менее двух), а собранные пакеты плотно стянуты болтами. В соединениях с двумя отверстиями сборочную пробку устанавливают в одно из них.

15.1.4. Максимальня разница между номинальными диаметрами отверстия и болта в срезных соединениях не должна превышать 3 мм.

15.1.5. В собранном пакете болты заданного в проекте диаметра должны пройти в 100 % отверстий. Допускается прочистка 20 % отверстий сверлом, диметр которого равен диаметру отверстия, указанному в проекте. В срезных соединениях допускается чернота (несовпадение отверстий в смежных деталях собранного пакета): до 1 мм — в 50 % отверстий и до 1,5 мм в 10 % отверстий.

В соединениях, где болты установлены конструктивно, чернота не должна превышать разности диаметров отверстия и болта.

15.1.6. Резьба болтов не должна входить в глубь отверстия более чем наполовину толщины крайнего элемента пакета со стороны гайки.

15.1.7. Решения по предупреждению самоотвинчивания гаек — постановка пружинной шайбы (ГОСТ 6402) или контргайки — должны быть указаны в проекте. Применение пружинных шайб не допускается при овальных отверстиях.

15.1.8 Гайки и контргайки следует закручивать до отказа от середины соединения к его краям.

15.1.9 Плотность стяжки собранного пакета надлежит проверять щупом толщиной 0,3 мм, который в пределах зоны, ограниченной шайбой, не должен проходить между собранными деталями на глубину более 20 мм. Стержень болта должен выступать из гайки не менее чем на 3 мм.

15.1.10 Качество затяжки постоянных болтов следует проверять отстукиванием их молотком массой 0,4 кг, при этом болты не должны смещаться.

15.2 Монтажные соединения на высокопрочных болтах с контролируемым натяжением

15.2.1 К монтажным соединениям на высокопрочных болтах с контролируемым натяжением относятся: фрикционные или сдвигоустойчивые соединения, в которых внешние усилия воспринимаются за счет сопротивления сил трения, возникающих по контактным плоскостям соединяемых элементов от предварительного натяжения болтов; фрикционно-срезные соединения, в которых внешние усилия воспринимаются, главным образом, за счет преодоления сопротивления сжатию фланцев от предварительного натяжения высокопрочных болтов.

15.2.2 Фрикционные и фрикционно-срезные соединения

15.2.2.1 Во фрикционных и фрикционно-срезных соединениях соприкасающиеся поверхности деталей должны быть обработаны способом, предусмотренным в проекте. С поверхностей, подлежащих обработке, необходимо предварительно удалить масляные загрязнения.

Состояние поверхностей после обработки и перед сборкой следует контролировать и фиксировать в журнале.

До сборки соединений обработанные поверхности необходимо предохранять от попадания на них грязи, масла, краски и образования льда. При несоблюдении этого требования или начале сборки соединения по прошествии более трех суток после подготовки поверхностей их обработку следует повторить.

15.2.2.2 Перепад поверхностей (депланация) соединяемых элементов свыше 0,5 и до 3 мм должен быть ликвидирован механической обработкой с образованием плавного скоса с уклоном не круче 1:10.

При перепаде свыше 3 мм необходимо устанавливать прокладки требуемой толщины, обработанные тем же способом, что и детали соединения. Применение прокладок требует согласования с организацией — разработчиком проекта.

15.2.2.3 Отверстия в деталях при сборке должны быть совмещены и зафиксированы от смещения пробками. Число пробок определяют расчетом на действие монтажных нагрузок, но их должно быть не менее 10 % при числе отверстий 20 и более и не менее двух при меньшем числе отверстий.

В собранном пакете, зафиксированном пробками, допускается чернота (несовпадение отверстий), не препятствующая свободной без

перекоса постановке болтов. Калибр диаметром на 0,5 мм больше номинального диаметра болта должен пройти в 100 % отверстий каждого соединения.

Допускается прочистка отверстий плотно стянутых пакетов сверлом, диаметр которого равен номинальному диаметру отверстия, при условии, что чернота не превышает разницы номинальных диаметров отверстия и болта.

Применение воды, эмульсий и масла при прочистке отверстий запрещается.

15.2.2.4 Максимальная разность номинальных диаметров отверстий и болтов допускается: для фрикционных соединений — не более 6 мм, для фрикционно-срезных — не более 3 мм.

15.2.2.5 Заданное проектом усилие натяжения высокопрочных болтов следует обеспечивать закручиванием гайки требуемым расчетным крутящим моментом (натяжение по моменту закручивания).

Допускается осуществлять натяжение высокопрочных болтов по углу поворота гайки. Этот способ допустим только для болтов диаметром 24 мм с временным сопротивлением разрыву не менее 1100 МПа при толщине стягиваемых деталей до 140 мм и числе тел в пакете до 7.

Допускается применение других способов натяжения высокопрочных болтов, гарантирующих получение заданного усилия их натяжения. Каждый из этих способов должен быть представлен в специальных технических условиях в чертежах металлических конструкций (КМ).

15.2.2.6 Расчетный момент закручивания М, необходимый для натяжения болта, следует определять по формуле

$$M = K P d, \text{ Н·м}, \qquad (1)$$

где K — среднее значение коэффициента закручивания, установленное для каждой партии болтов в сертификате предприятия-изготовителя либо определяемое на монтажной площадке с помощью контрольных приборов в соответствии с требованиями ГОСТ 22356;

P — расчетное усилие натяжения болта, заданное в рабочих чертежах, кН;

d — номинальный диаметр болта, мм.

15.2.2.7 Натяжение болтов с регулированием усилий по величине крутящего момента осуществляют в два этапа: на первом этапе болты затягивают при помощи гайковертов на 50—80 % расчетного усилия для обеспечения плотности деталей пакета; на втором — болты дотягиваются до полного расчетного усилия динамометрическими ключами статического действия с контролем натяжения по величине прикладываемого крутящего момента.

Применение на втором этапе натяжения инструмента динамического действия (ударно-импульсные, редкоударные и т.п.) не допускается.

При натяжении болтов за их головку величину крутящего момента следует увеличивать на 5 %.

15.2.2.8 Натяжение болтов по углу поворота гайки следует производить в следующем порядке:

- затянуть вручную все болты в соединении до отказа монтажным ключом с длиной рукоятки 0,3 м;
- повергнуть гайки болтов на угол 180°±30°.

15.2.2.9 Натяжение болтов следует контролировать:

- при числе болтов в соединении до 4 — все болты, от 5 до 9 — не менее трех болтов, 10 и более — 10 % болтов, но не менее трех в каждом соединении;
- фактический момент закручивания должен быть не менее расчетного, определенного по формуле (1), и не превышать его более чем на +15 %. Отклонение угла поворота гайки допускается в пределах ±30°;
- при обнаружении хотя бы одного болта, не удовлетворяющего этим требованиям, контролю подлежит удвоенное число болтов. В случае обнаружения при повторной проверке одного болта с меньшим значением крутящего момента или с меньшим углом поворота гайки должны быть проверены все болты с доведением момента закручивания или угла поворота гайки до требуемой величины;
- порядок натяжения болтов должен исключать образование неплотностей в стягиваемых пакетах. Щуп толщиной 0,3 мм не должен входить в зазоры между деталями соединения.

15.2.3 Фланцевые соединения

15.2.3.1 Подготовку контактных поверхностей фланцев следует осуществлять в соответствии с указаниями проектной документации. При отсутствии таких указаний контактные поверхности очищают ручными или механическими стальными щетками от грязи, наплывов грунтовки и краски, рыхлой ржавчины, снега и льда.

15.2.3.2 Во фланцевых соединениях следует применять болты только исполнения ХЛ, а также гайки, шайбы к ним, выполненные в соответствии с требованиями ГОСТ 22353, ГОСТ 22356.

15.2.3.3 Натяжение высокопрочных болтов фланцевых соединений следует выполнять от наиболее жесткой зоны (жестких зон) к его краям.

15.2.3.4 Натяжение высокопрочных болтов фланцевых соединений следует осуществлять

только по месту закручивания, величина которого определяется по формуле

$$M = 0{,}9\ K\ P\ d,\ \text{Н·м}. \qquad (2)$$

Отклонение фактического момента закручивания от момента, определяемого по формуле (2), должно быть не менее расчетного и не превышать его более чем на 10 %.

15.2.3.5 Качество выполнения фланцевых соединений ответственное лицо проверяет путем пооперационного контроля. Контролю подлежит:

- качество подготовки (расконсервации) болтов; качество подготовки контактных поверхностей фланцев;
- соответствие устанавливаемых болтов, гаек, шайб требованиям ГОСТ 22353 — ГОСТ 22356, а также требованиям, указанным в проектной документации;
- наличие шайб под гайками и головками болтов; длина части болта, выступающей над гайкой;
- наличие клейма монтажника, осуществляющего сборку соединения.

15.2.3.6 Контроль усилия натяжения следует осуществлять во всех установленных высокопрочных болтах тарированными динамометрическими ключами. Контроль усилия натяжения следует производить не ранее чем через 8 ч после выполнения натяжения всех болтов соединении, при этом усилия в болтах должны соответствовать значениям, указанным в таблице 15.1. Если при контроле обнаружатся болты, не отвечающие этому условию, то усилие натяжения этих болтов должно быть доведено до требуемого значения.

Таблица 15.1

Усилие натяжения болтов (контролируемое), кН (тс)		
Номинальные диаметры высокопрочных болтов с временным сопротивлением не менее 1100 МПа (110 кгс/мм^2), исполнения ХЛ по ГОСТ 22353 — ГОСТ 22356		
М20	М24	М27
167(17)	239(24,4)	312(31,8)

15.2.3.7 Документация, предъявляемая при приемке готового объекта, кроме предусмотренной п. 1.22 СНиП 3.03.02, должна содержать сертификаты или документы завода-изготовителя, удостоверяющие качество стали фланцев, болтов, гаек и шайб, документы завода-изготовителя о контроле качества сварных соединений фланцев в присоединяемыми элементами, журнал контроля за выполнением монтажных фланцевых соединений на высокопрочных болтах.

15.3 Общие требования к выполнению монтажных соединений на высокопрочных болтах с контролируемым натяжением

15.3.1 Подготовку и сборку соединений необходимо проводить под руководством лица (мастера, прораба), назначенного приказом по монтажной организации ответственным за выполнение этого вида соединения на объекте.

15.3.2 К выполнению соединений допускаются рабочие, прошедшие специальное обучение, подтвержденное соответствующим удостоверением.

15.3.3 Запрещается применение болтов, не имеющих на головке заводской маркировки временного сопротивления, клейма предприятия-изготовителя, условного обозначения номера плавки, а на болтах климатического исполнения — букв «ХЛ».

15.3.4 Перед сборкой соединений болты, гайки и шайбы должны быть подготовлены. Традиционный способ подготовки метизов должен включать: очистку от грязи и ржавчины; прогонку резьбы отбракованных болтов и гаек; нанесение смазки. Нанесение тонкого слоя смазки следует производить путем кипячения их в воде с последующей промывкой в смеси, состоящей из 85 % неэтилированного бензина и 15 % машинного масла.

Подготовленные таким образом метизы к постановке следует хранить в закрытых ящиках не более 10 дней. При превышении этого срока метизы должны быть обработаны повторно.

15.3.5 Перед сборкой соединений метизы с целью снижения коэффициента закручивания следует подготавливать с применением способа парафинированного покрытия. Очистку крепежных изделий и нанесение на них покрытия необходимо выполнять в следующей последовательности:

- высокопрочные болты и гайки уложить в сетчатый контейнер и установить его в ванну с кипящим раствором моющего средства (МС-15, концентрация 15 г/дм^3; МС8, концентрация 20 г/дм^3; кальцинированная сода, концентрация 30 г/дм^3) и выдержать в течение 20 мин;
- нанести покрытие путем 3—4-кратного погружения контейнера с горячими очищенными крепежными изделиями (каждое погружение 1—2 мин) в ванну с расплавленным парафиновым составом (70—80 °С), состоящим из следующих компонентов, % по массе:

  парафин марки Т (ГОСТ 23683) 90±1,0
  атактический полипропилен 10±0,5;
- извлечь контейнер из ванны с расплавленным парафиновым составом и охладить до температуры окружающей среды;
- обработанные крепежные изделия уложить в тару для подачи на рабочее место.

На таре указать типоразмер обработанных крепежных изделий, дату обработки, номера сертификатов и партий. Крепежные изделия с покрытием можно хранить в защищенном от атмосферных воздействий месте до четырех месяцев. Крепежные изделия, промытые в моющем растворе, можно хранить в тех же условиях не более 10 сут.

15.3.6 Для всех типов соединений под головку болта и гайку должно быть установлено по одной шайбе. Допускается для фрикционных соединения при разности диаметров отверстия и болта не более 4 мм установка одной шайбы только под элемент (гайку или головку болта), вращение которого обеспечивает натяжение болта. Выступающая за пределы гайки часть стержня болта должна иметь не менее одной нитки резьбы.

15.3.7 Для всех типов болтовых соединений запрещается закрепление гаек путем забивки резьбы болта или приварки их к стержню болта.

15.3.8 Для соединений с контролируемым натяжением высокопрочных болтов после окончания их сборки старший рабочий-сборщик (бригадир) обязан в предусмотренном месте поставить клеймо (присвоенный ему номер или знак).

15.3.9 После контроля натяжения и приемки соединения все наружные поверхности, включая головки болтов, гайки и выступающие из них части резьбы болтов, должны быть очищены, огрунтованы, окрашены, а щели в местах перепада толщин и зазоры в стыках зашпатлеваны.

15.3.10 Все работы по натяжению и контролю натяжения следует регистрировать в журнале выполнения соединений на болтах с контролируемым натяжением в соответствии с требованиями СНиП 3.03.01.

16 СПЕЦИАЛЬНЫЕ МОНТАЖНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

16.1 К специальным монтажным соединениям (СМС) относятся:

- пристрелка высокопрочными дюбелями;
- постановка самонарезающих и самосверлящих винтов;
- совместное пластическое деформирование кромок;
- контактная точечная сварка;
- электрозаклепки;
- фальцовка продольных кромок.

16.2 Характерной особенностью СМС является то, что для их выполнения достаточно одностороннего подхода к соединяемым элементам конструкций.

16.3 Конструктивной особенностью СМС является наличие в пакете соединяемых элементов хотя бы одного элемента толщиной около 1 мм.

16.4 Типы СМС приведены в таблице 16.1

Таблица 16.1

Технологический процесс	СМС на опоре		СМС с продольным соединением кромок	
	безметизные	на метизах	безметизные	на метизах
Автономный (ручной)	—	Высокопрочные дюбели	Контактная точечная сварка	Комбинированные заклепки
			Фальцовка ручная	
С энергетическими коммуникациями	Точечная сварка, электрозаклепки	Самонарезающие винты	Фальцовка механическая	—

16.5 Основной областью применения СМС является закрепление ограждающих конструкций зданий и сооружений. В отдельных случаях допускается применение СМС для закрепления конструкций, совмещающих ограждающие и несущие функции (диафрагмы жесткости, мембранно-каркасные конструкции).

16.6 Применение того или иного типа СМС указывается в проекте стальных конструкций данного монтируемого объекта.

16.7 Основные конструктивные формы СМС с указанием действия сил приведены на рисунке 16.1.

16.8 Монтажная точечная сварка не допускается при соединении разнородных металлов и элементов с неметаллическими покрытиями и прокладками.

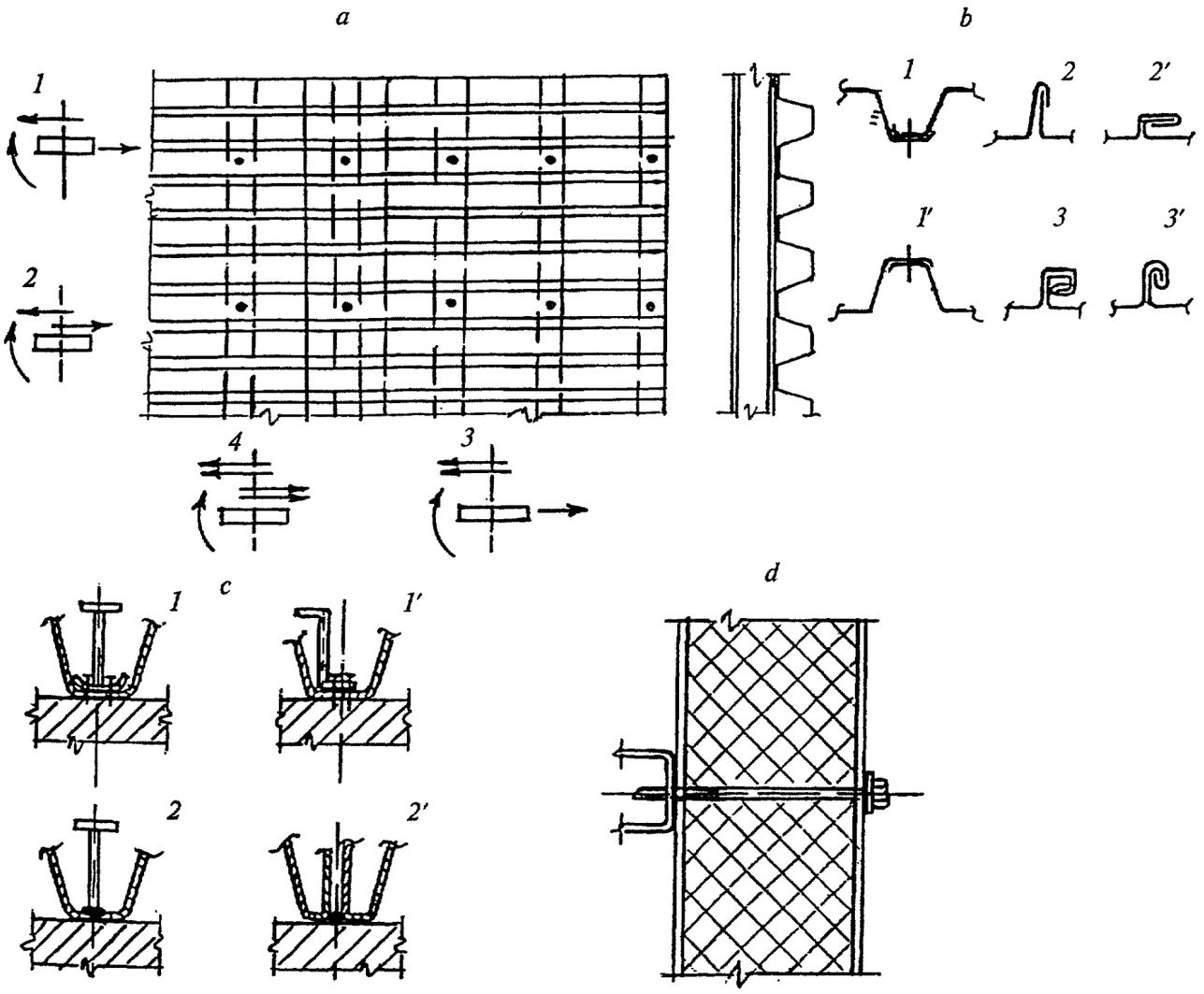
16.9 Допускаемые сочетания толщин и прочности соединяемых стальных элементов на высокопрочных дюбелях для пристрелки по стали приведены в таблице 16.2.

16.10 Для самонарезающих и самосверлящих винтов допускаемое временное сопротивление стали опорного элемента не должно превышать 450 Н/мм^2.

16.11 Толщина присоединяемых элементов определяется длиной стержня винта и может достигать 230 мм, например для трехслойных стеновых панелей.

16.12 Толщина опорного стального элемента для самонарезающих винтов d = 5—6 мм ограничивается 2—3 d винта.

16.13 Суммарная толщина t соединяемых элементов для соединений на комбинирован-



a — фрагмент конструкции покрытия со стальным профилированным настилом и схема действия сил на опорах (*1* — соединения в среднем участке; *2* и *3* — соединения соответственно по продольным и поперечным полкам; *4* — соединения в месте пресечения продольных и поперечных полок); *b* — схема соединений по продольным полкам (*1* и *1′* — при расположении полок внахлест в нижнем и верхнем положениях соответственно для утепленных и холодных покрытий; *2* и *2′* — простой стоячий и лежачий фальцы; *3* и *3′* — варианты двойного фальца); *c* — сдвигоустойчивые элементы (*1* и *1′* — на высокопрочных дюбелях; *2* — на контактной сварке; *2′* — на дуговой сварке); *d* — фрагмент трехслойной стеновой панели на самосверлящем винте

Рисунок 16.1 — Конструктивные формы СМС

Таблица 16.2

Опорный элемент t_0, мм	Суммарная толщина присоединяемых элементов *t*, мм (не выше)					
	Нормативное временное сопротивление стали опорного элемента, Н/мм					
	До 380	380—440	440—460	460—520	520—600	600—700
Св. 3 до 4	4					
» 4 » 6	6					4
» 6 » 8	8	6		4		
» 8 » 10	6			4		
» 10 » 16	4					

Окончание табл. 16.2

Опорный элемент t_0, мм	Суммарная толщина присоединяемых элементов t, мм (не выше)					
	Нормативное временное сопротивление стали опорного элемента, Н/мм					
	До 380	380—440	440—460	460—520	520—600	600—700
Св. 16 до 20	4					
» 20						

Примечания

1 Условие $t_0 > t$ обязательно.

2 Материал присоединяемых элементов — Ст, Al.

3 Допускается расположение между металлическими элементами неметаллических прокладок.

4 Номинальный типоразмер высокопрочного дюбеля dxL = 4,5×28 мм.

4.1 При t_0 = 3—4 мм применять легкий (с номинальным диаметром d = 3,7 мм) дюбель.

4.2 При толщине присоединяемых элементов t = 6—8 мм применять дюбель длиной L = 30—35 мм.

5. Заштриховано: граничная область применения дюбеля высшего качества; только такой дюбель допускается для крепления сдвигоустойчивых элементов *1* и *1′* (рисунок 16.1, *с*).

ных заклепках с длиной корпуса 8—10 мм ограничивается значением 5 мм. Комбинированные заклепки применяют преимущественно для соединения продольных полок тонкостенных элементов. При значительных монтажных зазорах, наличии прокладок и большем значении t следует применять заклепки с длиной корпуса 12—16 мм.

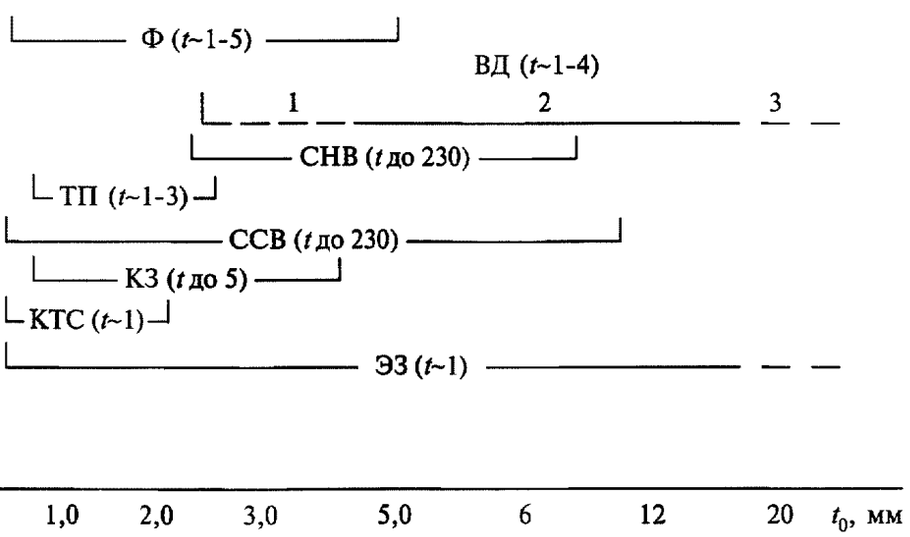
16.14 Допускаемые сочетания толщин соединяемых элементов для СМС схематично сведены на рисунке 16.2.

16.15 Для выполнения дюбельных соединений пристрелкой пороховыми пистолетами или ударами пневмоимпульсного молотка требуется энергия до 1 кДж.

Варианты комплекта для пристрелки высокопрочными дюбелями приведены в таблице 16.3.

Таблица 16.3

Тип поршневого порохового пистолета	Марка пистолета	Форма расходных материалов		Техническая производительность, выстр/мин
		Высокопрочные дюбели	Индустриальные патроны	
Однозарядный	ПЦ84, ПЦ84С	Россыпью	Россыпью	До 3
Полуавтоматический	DX450, SA250	»	Кассетированные	До 6
Автоматический	DX750M, Beto400	Кассетированные	»	До 9



Ф — фальцовка; *ВД* — дюбель высокопрочный (1, 2 и 3 — соответственно «легкий», обыкновенного качества и высшего качества); *ССВ* — самосверлящий винт; *СНВ* — самонарезающий винт; *КЗ* — комбинированная заклепка; *КТС* — контактная точечная сварка; *ЭЗ* — электрозаклепки

Рисунок 16.2 — Область применения СМС в зависимости от сочетания толщин соединяемых элементов

16.16 Комплект для пристрелки включает:

- поршневой пистолет ПЦ 84 (специализированный по стали), ПЦ 84У (универсальный);
- высокопрочные дюбели обыкновенного качества ДЛ 3,7х25 с патронами кольцевого воспламенения марок 6,8/18 Di или 6,8/11i. При толщинах опорного элемента от 5 до 10 мм допускается применять дюбель-гвоздь рифленый марки ДГР 4,5х30.

16.17 В случае применения пневмоимпульсного молотка рекомендуется использовать комплект «Pneutek Inc.» производства США.

16.18 Для выполнения соединений на самонарезающих винтах и комбинированных заклепках рекомендуется применять:

- самонарезающие винты с диаметром стержня 6 мм;
- шайбы металлические для болтов М6, неметаллические уплотнительные марки ШУ-6С или уплотнительные ступенчатые ШУ-6С для винтов типа ВСМ;
- заклепки комбинированные марок ЗК1-4,8xL, ЗК2-4,5xL длиной 8,10 и 12 мм;
- машины сверлильные;
- шуруповерты электрические для завинчивания метизов с резьбой до 6 мм;
- сверла для образования отверстий согласно таблице 16.4.

Таблица 16.4

Наименование и марка метиза	Диаметр сверла для постановки метиза, мм	Предельное отклонение, мм
Заклепка комбинированная:		
ЗК2-4,5xL	4,6	+0,16
ЗК1-4,8xL	4,9	
Винт самонарезающий метчиковый типа ВСМ 6xL	5,3	
Винт самонарезающий типа ВС6xL при толщине t_0+t, мм:		
3—4	5,4	
5—6	5,5	+0,10
7—8	5,6	
9—10	5,7	

16.19 Фальцевые соединения, получаемые совместным пластическим деформированием тонкостенных элементов по продольным полкам, применяются при производстве ограждающих конструкций как на фасадах зданий, так и на кровле. Основное достоинство фальцевых соединений — герметичность, достигаемая за счет непрерывности продольного шва и использования кляммер — своеобразных закладных элементов.

Для получения фальцевого соединения используются профили, получаемые прокаткой из рулонной оцинкованной стали (толщина 0,5—1,0 мм), как на месте монтажа (в этом случае длина профиля равна длине ската кровли или высоте фасада), так и заводские заготовки мерной длины со специально подготовленными продольными кромками.

Кляммеры, закрепленные на элементах каркаса или прогонах с шагом от 0,7 до 1,5 м, фальцуются одновременно с выполнением шва. Конструкции кляммер имеют как жесткое, так и подвижное в направлении шва крепление, допускающее температурное удлинение профиля.

Монтаж профилей производится порядно на всю длину фасада или ската кровли с установкой кляммеров с шагом 0,7—1,5 м после каждого ряда. После укладки следующего ряда необходимо добиться полного совмещения кромок смежных профилей и установить прихватки с использованием ручных фальцовочных клещей до производства машинной закатки.

17 СВАРКА И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА МОНТАЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ПОВЫШЕННОГО УРОВНЯ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

17.1 Общие положения

17.1.1 К повышенному уровню ответственности относятся здания и сооружения, отказы которых могут привести к тяжелым экономическим, социальным и экологическим последствиям: производственные здания с пролетом 100 м и более, сооружения связи высотой 100 м и более, жилые и общественные здания и сооружения высотой 100 м и более, аттракционы, а также уникальные здания и сооружения.

17.1.2 Сборку и сварку при монтаже стальных строительных конструкций необходимо выполнять по специально разработанному и утвержденному проекту производства сварочных работ (ППСР) или другой технологической документации в виде технологических карт, инструкций и т.п., в которой должны учитываться особенности конструкций сооружаемого объекта и технологии строительно-монтажных работ.

17.1.3 Технологическая документация должна включать: организацию сварочных работ, требования к основным и сварочным материалам, сварочному и вспомогательному оборудованию, указания по сборке конструкций, технологию сварки, контроль качества производства сварочных работ, технологию исправления дефектов в сварных соединениях и основные

положения по технике безопасности при выполнении сварочных работ.

17.1.4 Документация должна быть разработана специализируемой организацией, имеющей лицензию на проектирование организации и технологии сварочных работ при монтаже стальных строительных конструкций.

17.1.5 Руководство сварочными работами должен осуществлять аттестованный специалист сварочного производства, имеющий соответствующий квалификационный сертификат с областью распространения на строительные металлические конструкции.

17.1.6 К сварке особо ответственных конструкций допускаются аттестованные электросварщики не ниже V разряда, имеющие удостоверение, область распространения которого соответствует технологии сварки при монтаже конструкций.

17.1.7 Руководитель сварочных работ и сварщики должны быть аттестованы в соответствии с «Правилами аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства», действующими в строительстве.

17.1.8 До начала сварочных работ необходимо провести аттестацию разработанной технологии сварки на контрольных сварных соединениях, выполненных в строительно-монтажных условиях. Сварщики должны изучить технологию сварки и пройти испытание посредством сварки контрольных (пробных) образцов по аттестованной технологии.

17.1.9 Сварочные участки должны быть укомплектованы необходимым оборудованием, сборочно-сварочными стендами, сборочными приспособлениями, оснасткой, инструментами, материалами и необходимой технической и исполнительной документацией.

17.1.10 Сварку разрешается производить только при условии надежной защиты зоны сварки и рабочего места сварщика от сильного ветра и атмосферных осадков.

При ручной дуговой сварке покрытыми электродами и механизированной сварке самозащитной порошковой проволокой скорость ветра в зоне горения дуги не должна превышать 6 м/с, при автоматизированной сварке под флюсом — 3 м/с, при механизированной сварке в защитных газах — 2 м/с.

17.1.11 К сварке собранного узла и соединения разрешается приступать после его принятия специалистом по сварке (мастером, прорабом) от прораба (мастера) по монтажу конструкций с оформлением акта сдачи-приемки и выдачи задания сварщику.

17.1.12 В процессе производства сварочных работ специалист по сварке должен вести «Журнал сварочных работ», составлять исполнительные схемы сборки и сварки узлов, осуществлять визуальный и измерительный контроль качества сварных соединений, оформлять протоколы, акты промежуточной сдачи-приемки сварных узлов и конструкций.

17.2 Основные и сварочные материалы

17.2.1 В качестве основных материалов при изготовлении и монтаже конструкций для объектов повышенного уровня ответственности используется горячекатаный металлопрокат из углеродистых и низколегированных сталей нормальной и высокой прочности по ГОСТ 27772, ГОСТ 19281 и техническим условиям.

Весь прокат должен поставляться с гарантией свариваемости и сертификатами качества завода-изготовителя.

17.2.2 При монтаже стальных конструкций необходимо применять сварочные материалы, указанные в проектной документации и соответствующие требованиям стандартов и технических условий. Сварочные материалы должны поставляться с сертификатами качества.

17.2.3 Каждая партия поступивших сварочных материалов должна быть подвергнута входному контролю и принята по акту.

17.2.4 Перед использованием сварочные материалы необходимо прокаливать в электрических печах по заданному режиму, хранить в сушильных шкафах или герметичной таре.

17.2.5 Прокаленные сварочные материалы на рабочие места следует подавать в количестве, необходимом для работы в течение 4 ч в плотно закрытой таре: электроды — в специальных термопеналах, порошковую проволоку и флюс — в закрытых металлических бочках или упаковке из водонепроницаемого материала.

17.3 Сварочное оборудование

17.3.1 Тип сварочного оборудования необходимо выбирать в зависимости от способа сварки, условий и особенностей выполнения сварочных работ и заданных параметров технологического процесса сварки.

17.3.2 Оборудование для сварки должно обеспечивать выполнение качественных сварных соединений по заданному технологическому процессу, стабильность и возможность контроля и регулирования параметров режима сварки.

17.3.3 Контроль работы оборудования и поверку измерительных приборов следует выполнять в соответствии с действующей в строительно-монтажной организации системой обеспечения качества производства.

17.3.4 В монтажных условиях сварочное оборудование необходимо располагать под навесами, в специально оборудованных помещениях или в переносных машзалах. Баллоны с защит-

ными газами и пускорегулирующую аппаратуру также следует располагать в помещениях.

17.3.5 Сварку ответственных соединений необходимо выполнять с использованием источников питания постоянного тока.

17.4 Сборка конструкций под сварку

17.4.1 Монтаж и сборку конструкций следут производить в соответствии с требованиями проектной и технологической документации, СНиП 3.03.01 и стандартов.

17.4.2 Укрупнительную сборку конструкций на монтажной площадке необходимо выполнять с использованием специальных стендов после их выверки, контроля геометрических размеров и геодезического контроля.

17.4.3 Укрупнительные и монтажные стыки под сварку следует собирать с помощью сборочно-сварочных приспособлений, стяжных тавров, упоров, скоб и других фиксирующих устройств.

Временное закрепление собираемых элементов необходимо производить с использованием болтов нормальной прочности, фиксирующих скоб и прихваток. Перенос и кантовка узлов, собранных только на прихватках без применения приспособлений, обеспечивающих неизменяемость их формы, не допускаются.

17.4.4 Предельные отклонения геометрических размеров собранных конструкций и узлов не должны превышать допустимые отклонения, приведенные в проектной документации.

17.4.5 Разделка кромок и конструктивные элементы собранных под сварку соединений должны соответствовать требованиям проектной и технологической документации и ГОСТ 14771, ГОСТ 23518, ГОСТ 8713, ГОСТ 11533, ГОСТ 16037.

Требуемая величина зазора при сборке под ручную дуговую сварку монтажных стыковых соединений указана в таблице 17.1.

Таблица 17.1

Толщина металла, мм	Величина зазора в стыковых соединениях, собранных под сварку, мм	
	без подкладок	на остающейся подкладке
≤8	2±1	3±1
8—14	3±1	4±1
15—20	3±1	5±1
>20	4±1	6±1

17.4.6 Свариваемые кромки и прилегающие к ним участки шириной не менее 20 мм должны быть очищены от влаги, масла, окалины, ржавчины и других загрязнений до чистого металла. Кромки не должны иметь заусенцев, вырывов, расслоений, трещин и других дефектов.

17.4.7 При сборке стыковых соединений необходимо приварить начальные и выводные планки, которые должны быть срезаны после окончания сварки.

17.4.8 При выполнении прихваток предъявляются следующие требования:

- прихватки располагать в местах расположения швов, за исключением мест их пересечения;
- к технологии выполнения и качеству прихваток предъявляются такие же требования, как и к сварным швам;
- прихватки элементов из высокопрочных сталей выполнять с местным предварительным подогревом до рекомендуемой температуры;
- высота прихваток должна быть 3—4 мм при толщине металла t = 6—15 мм, 5—6 мм при t = = 16—25 мм и 8—10 мм при t > 25 мм, длина — 50—100 мм, расстояние между прихватками — 300—500 мм.

17.5 Сварка

17.5.1 Сварку конструкций необходимо выполнять в соответствии с требованиями технологии сварки и настоящих Рекомендаций.

17.5.2 Основные способы сварки, используемые при монтаже конструкций:

- ручная дуговая сварка покрытыми электродами — является универсальным и основным способом сварки для выполнения швов во всех пространственных положениях при укрупнении и монтаже конструкций;
- механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой — применяется преимущественно для выполнения соединений в нижнем положении при укрупнении конструкций внизу и для сварки протяженных швов на проектной отметке;
- механизированная сварка в защитных газах проволокой сплошного сечения — применяется при укрупнительной сварке конструкций в нижнем положении с защитой зоны сварки от ветра;
- автоматизированная сварка под флюсом — применяется для сварки прямолинейных протяженных швов в нижнем положении при укрупнении листовых заготовок и конструкций.

17.5.3 Детальная технология сварки должна быть изложена в ППСР, технологических картах, инструкциях и т.п.

17.5.4 Технология сварки монтажных соединений конструкций должна включать:

- графическое изображение свариваемых узлов и типы сварных соединений;
- таблицы сварных швов и соединений;
- последовательность сборки свариваемых узлов и конструкций;

- форму, геометрические размеры и пространственное положение швов, схемы заполнения сечения швов, площадь сечения и последовательность выполнения каждого валика;
- указания по технологии сварки, включая требования к подогреву металла сварных соединений;
- таблицы рациональных параметров режима сварки;
- технику сварки, включая способы выполнения швов и направление сварки.

17.5.5 При разработке технологии сварки соединений и конструкций необходимо использовать конструктивные, металлургические и технологические способы обеспечения надежной трещиностойкости, требуемой несущей способности (статической прочности, сопротивления хрупкому и квазихрупкому разрушению) и длительной прочности (сопротивления усталости) металла сварных соединений.

17.5.6 Конструктивные способы обеспечения стойкости металла против образования холодных и ламелярных трещин и повышения надежности сварных соединений — это снижение жесткости узлов, воспринимающих растягивающие напряжения, особенно в направлении толщины проката и уменьшение объема наплавленного металла.

17.5.7 Металлургические способы обеспечения трещиностойкости, надежности и долговечности сварных соединений, связанные с дополнительными требованиями к составу, физико-механическим свойствам стали и качеству металлопроката, указываются в проектной документации.

17.5.8 При сварке монтажных соединений конструкций необходимо соблюдать технологические принципы обеспечения надежной трещиностойкости, требуемых механических и эксплуатационных свойств металла сварных соединений.

17.5.9 Сварочные материалы должны обеспечивать высокую пластичность и требуемые механические свойства металла шва и содержание диффузионного водорода не более 4 $см^3/100$ г.

Таблица 17.2

Тип стали	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, $Н/мм^2$	Время охлаждения металла в интервале температур от 800 до 500 °С (t 8/5), с			
		Стыковые соединения		Угловые и тавровые соединения	
		однослойные швы	многослойные швы	однослойные швы	многослойные швы
С390 С440 С490	390—550	6—25	6—15	10—30	10—20
С550 С590 С620	560—680	10—20	10—15	10—25	10—20
С690 С790	690—840	10—20	10—15	10—20	10—15

17.5.10 Для конструкций из низколегированных сталей повышенной прочности и высокопрочных сталей следует использовать технологию сварки с регулируемым тепловложением и дифференциальным выбором температур предварительного, сопутствующего и послесварочного подогрева и их сочетания.

Время охлаждения металла зоны термического влияния (ЗТВ) в интервале температур от 800 до 500°С (t 8/5) при сварке необходимо выбирать по таблице 17.2.

17.5.11 Температуру предварительного подогрева (начальную температуру) металла в зоне выполнения сварного соединения необходимо назначать в зависимости от способа сварки, класса стали, толщины металла, типа соединения и температуры окружающего воздуха.

Требуемая температура предварительного подогрева металла при ручной и механизированной дуговой сварке указана в таблице 17.3, при автоматизированной сварке — в таблице 17.4.

Таблица 17.3

Класс стали	Класс прочности стали	Предел текучести $\sigma_т(\sigma_{0.2})$, $Н/мм^2$	Толщина металла t, мм	Тип соединения	Допустимые значения температуры предварительного подогрева (начальной температуры) металла T, °С, при температуре окружающего воздуха, °С		
					от +30 до +5	от +5 до -10	от -10 до -20
Углеродистая	С245 С255 С285	245—340	8—12 14—20 >20	Т С Т С Т, Н, У	— — — — 50—75	— — 50—5 50—75 75—100	30—50 50—75 75—100 100—150 100—150

Окончание табл. 17.3

Класс стали	Класс прочности стали	Предел текучести $\sigma_т(\sigma_{0,2})$, Н/мм^2	Толщина металла t, мм	Тип соединения	Допустимые значения температуры предварительного подогрева (начальной температуры) металла T, °С, при температуре окружающего воздуха, °С		
					от +30 до +5	от +5 до -10	от -10 до -20
Низколегированная	С345 С375	345—440	8—12	С, Н, У	—	—	30—50
				Т	—	30—50	30—50
			14—20	С, Н, У	—	50—75	75—100
				Т	30—50	75—100	100—150
			> 20	С	50—75	75—100	100—150
				Т, Н, У	75—100	100—150	100—150
Низколегированная высокопрочная	С390 С440 С490	390—550	8—12	С	30—50	75—100	100—150
				Т, Н, У	50—75	75—100	100—150
			14—20	С	75—100	100—150	100—150
				Т, Н, У	100—150	100—150	150—200
			>20	С	100—150	100—150	150—200
				Т, Н, У	100—150	150—200	200—250
Низколегированная высокопрочная	С590 С690	590—760	4—6	С	50—75	75—100	75—100
				Т, Н, У	50—75	75—100	100—150
			8—12	С	100—150	100—150	100—150
				Т, Н, У	100—150	100—150	150—200
			14—20	С	100—150	100—150	150—200
				Т, Н, У	100—150	150—200	150—200
			>20	С	150—200	150—200	150—200
				Т, Н, У	150—200	150—200	200—250

Примечания

1 При температуре окружающего воздуха в зоне сварного соединения ниже минус 20°С сварка запрещается.

2 Обозначения: С — стыковые соединения листового и профильного проката; Т, Н, У — тавровые, нахлесточные и угловые соединения листового и фасонного проката и все типы соединений труб.

Таблица 17.4

Класс стали	Класс прочности стали	Предел текучести $\sigma_т$ ($\sigma_{0,2}$), Н/мм^2	Толщина металла t, мм	Допустимые значения температуры предварительного подогрева (начальной температуры) металла T, °С, при температуре окружающего воздуха, °С	
				от +5 до -10	от -10 до -20
Углеродистая	С245 С255	245—340	20	—	50—75
Низколегированная	С435 С375	345—440	20	—	75—100
Низколегированная высокопрочная	С390 С440 С490	390—550	14—18 20—25 25	— 75—100 100—150	50—75 100—150 100—150
Низколегированная высокопрочная	С590 С690	590—760	10—14 16—20 22—30 30	75—100 75—100 100—150 150—200	75—100 100—150 150—200 150—200

Примечание — При температуре окружающего воздуха в зоне сварного соединения ниже минус 20°С сварка запрещена.

Ширина зоны подогрева должна быть не менее 100 мм от оси шва в каждую сторону.

Температуру предварительного подогрева следует контролировать контактными термоиндикаторами или термокарандашами на расстоянии 80—100 мм от оси шва с обратной стороны подогреваемого элемента.

17.5.12 При сварке низколегированных высокопрочных сталей с пределом текучести 390 Н/мм^2 и более необходимо поддерживать и контролировать в процессе сварки температуру металла в зоне сварного соединения (шириной, равной 5—7 толщинам металла в каждую сторону от оси шва) в интервале температур 100—250 °С сварки.

При толщине металла 20 мм и более и температуре воздуха ниже минус 10 °С необходимо поддерживать температуру металла после сварки в интервале 100—250 °С послесварочным подогревом. Время подогрева назначать из расчета 1,5—2 мин на 1 мм толщины металла.

17.5.13 Основные принципы выбора рациональных параметров режима сварки высокопрочных сталей:

- расчет и выбор рациональных значений погонной энергии сварки q_v в зависимости от допустимых значений начальной температуры T_0 и времени охлаждения t 8/5;

- величину сварочного тока $I_{св}$, напряжения дуги U_d, скорости сварки $V_{св}$ (длины валика, наплавляемого одним электродом при ручной дуговой сварке) — в зависимости от допустимых значений погонной энергии q_v.

17.5.17 Ручную и механизированную сварку следует выполнять тонкими валиками сечением 20—35 мм^2.

Межваликовая температура металла шва при многослойной сварке не должна превышать 250 °С.

17.5.15 Сварку соединений из высокопрочных сталей следует производить без перерыва до получения шва полного сечения. При вынужденном перерыве металл в зоне соединения должен быть снова подогрет до требуемой температуры.

17.5.16 Сварку жестких узлов конструкций необходимо выполнять с использованием техники сварки, замедляющей скорость и время охлаждения металла, и в рациональной последовательности выполнения швов для снижения сварочных напряжений в сварных соединениях.

17.5.17 При двухсторонней ручной или механизированной дуговой сварке стыковых, тавровых и угловых соединений с полным проплавлением необходимо перед выполнением шва с обратной стороны удалить корень шва до чистого бездефектного металла.

17.5.18 Сварку односторонних соединений с полным проплавлением, не доступных с обратной стороны от разделки кромок, необходимо выполнять с использованием специальных устройств, формирующих обратную сторону корня шва или по специальному технологическому регламенту сварки односторонних соединений с гарантированным проплавлением и обратным формированием корня шва.

Для ручной дуговой сварки следует применять электроды специального назначения, обеспечивающие гарантированный провар корня шва и формирование выпуклого обратного валика.

17.5.19 Монтажные односторонние стыковые соединения труб должны выполняться на остающемся подкладном кольце или со свободным формированием корня шва (без подкладок и формирующих устройств) с использованием технологии ручной дуговой сварки с гарантированным полным проплавлением.

17.5.20 Выполнение каждого валика многослойного шва следует производить после тщательной зачистки предыдущего от шлака и брызг. Дефектные участки с порами, шлаковыми включениями и трещинами должны быть удалены и исправлены до наложения следующего валика.

17.5.21 После окончания сварки швы сварных соединений и прилегающие участки основного металла должны быть зачищены от шлака, брызг расплавленного металла и наплывов.

Начальные и выводные планки удалить газовой резкой с последующей механической зачисткой торцов соединений до чистого бездефектного металла.

Приваренные сборочные и монтажные приспособления следует удалить газовой резкой с припуском 2—3 мм, припуск снять механической шлифовкой заподлицо с основным металлом.

Удаление планок и приспособлений с применением ударного воздействия запрещается.

Дефектные места на поверхности основного металла и места случайных вырывов выбрать шлифмашинкой, заплавить и зачистить заподлицо.

Около выполненного шва сварного соединения должен быть поставлен номер клейма сварщика на расстоянии не менее 40 мм от границы шва, если нет других указаний в проектной документации.

17.6 Контроль качества сварных соединений

17.6.1 Контроль качества сварочных работ должен производиться в соответствии с систе-

мой обеспечения качества строительно-монтажных и сварочных работ, разработанной и действующей в строительно-монтажной организации.

17.6.2 При контроле качества сварочных работ необходимо руководствоваться требованиями настоящих Рекомендаций и проектной документации.

17.6.3 Контроль качества сварочных работ должен включать:

- входной контроль технологической документации, монтируемых сварных конструкций, сварочных материалов, оборудования, инструмента и приспособлений;

- операционный контроль сборки под сварку соединений, узлов и конструкций, технологии сварки и качества выполняемых сварных соединений;

-приемочный контроль качества сварных соединений, узлов и конструкций.

17.6.4 Контроль качества сварочных работ и приемку сварных соединений и узлов на всех стадиях сборки и сварки конструкций должны выполнять специализированные организации, лаборатории или подразделения, имеющие соответствующую лицензию, аттестованные специалисты сварочного производства и дефектоскописты неразрушающего контроля.

17.6.5 Приемочный контроль качества сварных соединений осуществляется следующими основными методами: визуальным и измерительным контролем, ультразвуковым, радиографическим, магнитографическим методами контроля, цветной дефектоскопией, механическими испытаниями контрольных образцов и др.

Методы и объемы контроля назначаются в соответствии с требованиями проектной документации и настоящих Рекомендаций в зависимости от назначения и условий эксплуатации конструкций, типа и величины нагрузок в узлах и соединениях, характера и вида напряженного состояния соединений.

17.6.6 Методы и объемы контроля качества особо ответственных конструкций и соединений приведены в таблице 17.5.

Сварные соединения, для которых требуется контроль с использованием физических методов, должны быть указаны в проектной документации.

Выборочному контролю в первую очередь должны быть подвергнуты сварные соединения в местах пересечения швов и в местах с признаками дефектов.

Контроль качества сварных соединений из низколегированных сталей с пределом текучести 390 Н/ мм^2 и более, склонных к образованию трещин, необходимо производить не ранее, чем через 48 ч после окончания сварки.

При систематическом выявлении в сварных соединениях недопустимых дефектов (уровень брака более 10 %) методами неразрушающего контроля объем контроля должен быть удвоен, а при дальнейшем выявлении дефектов необходимо выполнять контроль всех соединений данного типа в объеме 100 %.

Таблица 17.5

Методы контроля	Объем контроля	Типы швов и сварных соединений
1 Визуальный и измерительный	100 %	Все типы соединений. Результаты контроля должны быть представлены в виде протокола
2 Радиографический (ГОСТ 7512) или ультразвуковой (ГОСТ 14782)	100 % 50 % 20 % 10 % 5 %	1 Стыковые швы с полным проплавлением и угловые швы в соединениях, воспринимающих растягивающие напряжения поперек шва $\sigma_р \geq 0,75\ R_y$, $\tau_{уш} \geq 0,75\ R_{wf}$. 2 Стыковые швы с полным проплавлением в соединениях, воспринимающих растягивающие наряжения вдоль шва. 3 Расчетные угловые швы катетом 14 мм и более. Угловые швы тавровых соединений в жестких узлах при толщине металла $t \geq 20$ мм. 4 Стыковые соединения на остающейся подкладке, воспринимающие напряжения $\sigma_р < 0,75R_y$. 5 Стыковые швы в соединениях, воспринимающих сжимающие усилия
3 Магнитопорошковая (ГОСТ 21105, ГОСТ 25225) или цветная (ГОСТ 18442) дефектоскопия	100 %	Сварные соединения из низколегированных высокопрочных сталей ($\sigma_{0,2} \geq 390$ Н/ мм^2) в жестких узлах, склонные к образованию трещин

Окончание табл. 17.5

Методы контроля	Объем контроля	Типы швов и сварных соединений
4 Металлографические исследования макрошлифтов	100 %	Стыковые и угловые швы контрольных образцов
5 Механические испытания контрольных соединений		Типы сварных соединений, методы и объем испытаний и требования к механическим свойствам металла должны быть указаны в проектной документации с учетом 17.6.12 настоящих Рекомендаций

17.6.7 При визуальном и измерительном контроле швы сварных соединений должны иметь гладкую или равномерно-чешуйчатую поверхность без резких переходов к основному металлу (требование плавного перехода к основному металлу указывается в проектной документации) и по уровню дефектности соответствовать требованиям, указанным в таблице 17.6. Длина сварных швов должна быть не менее указанной в проектной документации.

Предельные отклонения размеров и сечения швов сварных соединений от проектных не должны превышать величин, указанных в ГОСТ 14771, ГОСТ 23518, ГОСТ 8713, ГОСТ 11533, ГОСТ 16037.

Размеры углового шва должны соответствовать величине катета по чертежам с учетом максимально допустимого зазора между свариваемыми элементами. Превышение зазора должно быть компенсировано увеличением катета.

Результаты визуально-измерительного контроля должны быть оформлены в виде протокола или заключения.

17.6.8 Неразрушающий контроль качества сварных соединений должен производиться в соответствии с требованиями стандартов, нормативно-технической и технологической документации специалистами (дефектоскопистами) не ниже II уровня квалификации.

Неразрушающий контроль следует выполнять после исправления недопустимых дефектов, выявленных визуально-измерительным контролем.

17.6.9 По результатам радиографического контроля по ГОСТ 7512 швы сварных соединений должны удовлетворять требованиям, изложенным в таблице 17.6.

Чувствительность контроля (наименьший диаметр выявляемой на снимке проволоки проволочного эталона) должна соответствовать второму классу по ГОСТ 7512.

17.6.10 По результатам ультразвукового контроля по ГОСТ 14782 швы сварных соединений должны удовлетворять требованиям таблицы 17.7.

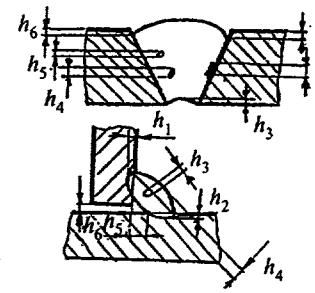
Таблица 17.6

Наименование дефектов	Характеристика дефектов по расположению, форме и размерам	Допустимые размеры
1 Трещины	Трещины всех видов, размеров и ориентации	Не допускаются
2 Поры и пористость	Одиночные $d \le 3$ мм	$d \le t/5$ $d \le к/5$
	Равномерно распределенная пористость	$d \le t/8$ $d \le к/8$
	Цепочка пор, $l_c \le t$ на длине шва $12t$, $L \le 6l$	$d \le 2$ мм
	Суммарная площадь пор от площади проекции шва* на оценочном участке	1%
3 Скопления пор	Скопления пор $d \le 2$ мм	$d \le t/8$ $d \le к/8$
	Суммарная площадь пор от площади проекции дефектного участка шва*, $L \ge 12t$	4 %
4 Газовые полости и свищи	Длинные — не допускаются Короткие — $l_c \le 10$ мм 100 мм шва $l \le 3$ мм, $h < 1{,}5$ мм	$h \le t/8$ $h \le к/8$
5 Поверхностные поры	Одиночные $d \le 2{,}0$ мм, расстояние между дефектами $L \ge$ ≥ 200 мм	$d \le t/10$ $d \le к/10$
	Скопления и цепочки пор не допускаются	
6 Шлаковые включения	Протяженные	Не допускаются
	Короткие: а) одиночные округлые $d \le$ ≤ 3 мм, линейные — w и $h \le 1{,}5$ мм, $l_c < t$ на длине шва $12t$, $L > 12t$;	$d \le t/5$ $h \le t/10$ $w \le t/10$
	б) группа включений w и $h \le 1{,}5$ мм, $l_c \le t$ на длине $12t$, $l_c \le 25$ мм, $L > 6l$	$h \le t/10$ $w \le t/10$ $h \le к/10$
7 Непровары и несплавления	Непровар по кромке Несплавление между валиками Непровар в корне шва	Не допускаются

Продолжение табл. 17.6

Наименование дефектов	Характеристика дефектов по расположению, форме и размерам	Допустимые размеры
8 Неполное проплавление	Неполный провар в соединениях, равнопрочных основному металлу	Не допускается
9 Подрезы	Подрез со стороны поверхности шва: а) поперек растягивающихся напряжений в стыковых швах, $l \le 25$ мм на 100 мм шва б) вдоль растягивающихся напряжений в стыковых швах, $t \le 20$ мм в швах, воспринимающих сжимающие напряжения, $t > 20$ мм на 100 мм шва, $l \le 25$ мм в) в угловых швах к = 6—10 мм, $l \le 25$ мм на 100 мм шва, к > 12 мм Подрез в корне шва одностороннего стыкового соединения	$h \le 0{,}5$ мм $h \le 0{,}5$ мм $h \le 1{,}0$ мм $h \le 0{,}5$ мм $h \le 1{,}0$ мм $h \le 1{,}0$ мм
10 Западание между валиками	Не должно уменьшать допустимую толщину или катет шва Стыковые швы Угловые швы к = 6—10 мм к ≥ 12 мм	 $h \le 1{,}0$ мм $h \le 1{,}0$ мм $h \le 1{,}5$ мм
11 Превышение выпуклости	Стыковые швы, $h_{max} = 3$ мм, $t < 30$ мм; $h_{max} = 4$ мм, t > 30 мм Угловые швы, $h_{max} = 3$ мм	$h \le 1{,}0$ мм + + 0,1 b
12 Увеличение катета шва	Угловые швы, $h_{max} = 3$ мм	$h \le 1{,}0$ мм + + 0,1 к
13 Уменьшение катета шва	Угловые швы $K_{min} = K_{ном}$	Не допускается
14 Смещение кромок	Стыковые швы $h_{max} = 3$ мм	$h \le 0{,}1t$
15 Усадочные раковины Кратеры Наплывы Протеки Прожоги	Стыковые и угловые швы	Не допускается

Окончание табл. 17.6

Наименование дефектов	Характеристика дефектов по расположению, форме и размерам	Допустимые размеры
16 Асимметрия углового шва	Разнокатетность углового шва	$h \le 1{,}5$ мм+ + 0,1 к
17 Суммарная высота дефектов в сечении шва	 $h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 \le \Sigma h$	$\Sigma h \le 0{,}2\ t$ $\Sigma h \le 0{,}15$ к

* Площадь проекции шва на плоскость, параллельную поверхности соединения по длине контролируемого шва, как видно на рентгенограмме

Обозначения и сокращения

t — толщина металла, мм
к — катет шва, мм
b — ширина шва, мм
l — длина дефекта, мм
с — суммарная длина дефектов, мм
d — размер (диаметр) дефекта, мм
h — высота (глубина) дефекта, мм
w — ширина дефекта, мм
L — расстояние между дефектами и дефектными участками, мм

17.6.11 Магнитопорошковая дефектоскопия по ГОСТ 21105 и ГОСТ 25225 или цветная дефектоскопия по ГОСТ 18442 назначаются для выявления трещин и других поверхностных и подповерхностных дефектов в сварных соединениях жестких узлов объемных, сплошностенчатых и трубных конструкций. Сварные соединения, подлежащие контролю, должны быть указаны в проектной документации. Допускается замена магнитопорошковой и цветной дефектоскопии ультразвуковым контролем.

17.6.12 Механические свойства металла сварных соединений должны удовлетворять следующим требованиям:

- временное сопротивление металла сварного соединения должно быть не ниже требований, предъявляемых к основному металлу;
- максимальная твердость металла шва и зоны термического влияния: не выше 350 HV — для сталей с $\sigma_{0,2} < 390$ Н/мм^2, не выше 370 HV — для сталей с $\sigma_{0,2} = 390$—490 Н/мм^2 и не выше 400 HV — для сталей с $\sigma_{0,2} > 490$ Н/мм^2;

Таблица 17.7

Номинальная толщина свариваемых элементов, мм	Оценка по амплитуде	Предельно допустимая чувствительность (первый браковочный уровень) $S_п$, мм^2	Оценка по условной протяженности, условному расстоянию между дефектами и количеству дефектов	Предельно допустимая условная протяженность дефекта L, мм, расположенного на глубине H, мм			Предельно допустимое количество допустимых по измеряемым характеристикам дефектов на любых 100 мм длины шва	Предельно допустимая суммарная условная протяженность (мм) допустимых дефектов на любых 100 мм длины шва, расположенных на глубине H, мм		
				<10	10—20	>20		<10	10—20	>20
От 6 до 10 вкл.	Первый браковочный уровень	2,0	Второй браковочный уровень	5	—	—	2	10	—	—
Св. 10 » 15 »		2,5		5	7	—	3	10	15	—
» 15 » 20 »		3,0		5	7	—	3	10	15	—
» 20 » 30 »		4,0		7	10	—	4	15	20	—
» 30 » 40 »		5,0		7	10	13	4	15	20	20
» 40 » 60 »		6,0		10	15	20	5	25	25	30

Примечания

1 Значения уровня поисковой чувствительности устанавливают выше первого браковочного уровня на 6 дБ, а значения второго браковочного уровня — выше первого уровня на 3 дБ.

2 Два соседних дефекта при условном расстоянии между ними менее условной протяженности меньшего дефекта считаются за один дефект с условной протяженностью, равной сумме дефектов и расстояния между ними.

- угол статического изгиба: не менее 120° при диаметре оправки $D = 3t$ для сталей с $\sigma_{0,2} <$ < 390 Н/мм^2, $D = 4t$ — для сталей с $\sigma_{0,2} \geq 390$ Н/мм^2, t — толщина испытываемого образца;

- ударная вязкость $a_н$ металла шва, границы сплавления и ЗТВ на образцах типа VI при температуре, указанной в проекте, должна быть не ниже 34 Дж/см^2.

При толщине металла $t \geq 12$ мм испытания на статический изгиб образцов с растяжением поверхности и корня шва могут быть заменены испытанием на боковой изгиб с растяжением поверхности сечения шва в образцах толщиной 10 мм.

17.6.13 Сварные соединения, не удовлетворяющие требованиям к их качеству, необходимо исправлять. Технология исправления дефектов должна быть изложена в технологической документации с учетом требований настоящих Рекомендаций. Исправление дефектов большой протяженности и глубины залегания и всех трещин следует производить под наблюдением руководителя сварочных работ.

17.6.14 Дефектные участки сварных соединений следует исправлять ручной дуговой сваркой покрытыми электродами диаметром 3,0 и 4,0 мм с использованием технологических указаний настоящих Рекомендаций.

17.6.15 Наружные дефекты в виде неполномерных швов, недопустимых подрезов и незаплавленных кратеров подваривают с последующей зачисткой. Участки с поверхностными порами, шлаковыми включениями и несплавлениями необходимо выбрать абразивным инструментом на глубину залегания, заварить и зачистить поверхность шва. Ожоги поверхности основного металла сварочной дугой зачистить абразивным инструментом на глубину 0,5—0,7 мм.

17.6.16 В случае обнаружения внутренних дефектов неразрушающим контролем должны быть составлены карты контроля с указанием положения по длине шва, глубины залегания и протяженности дефекта, а также сделана запись в журнале сварочных работ. Участки с дефектами в виде пор, включений, непроваров и несплавлений выбирают до чистого бездефектного металла и заваривают.

17.6.17 При выявлении в металле сварных соединений трещин сварку необходимо прекратить до выявления причин трещинообразования. Сварку разрешается возобновить только после принятия мер для предотвращения образования трещин.

17.6.18 Для исправления соединений с трещинами ремонт необходимо выполнять по специальной технологии с соблюдением следующих требований:

а) установить с помощью ультразвукового контроля расположение, протяженность и глубину трещины;

б) засверлить концы трещины с припуском 15 мм в каждую сторону, диаметр отверстия 5—8 мм;

в) выполнить V-образную разделку кромок с углом раскрытия 60—70°;

г) заполнить разделку кромок с использованием специальных электродов, предварительного подогрева, техники и режимов сварки.

Сварные соединения с ламелярными (слоистыми) трещинами необходимо исправлять по специально разработанному и согласованному с проектной организацией техническому решению и технологии сварки.

17.6.19 Выборку дефектных участков металла сварного соединения следует производить механизированной зачисткой армированными наждачными кругами, удалением металла электродуговой выплавкой специальными электродами или воздушно-дуговой строжкой угольными омедненными, графитовыми или медно-графитовыми электродами с последующей зачисткой металла абразивным инструментом на глубину не менее 1 мм.

17.6.20 Заварку дефектных зон сварного соединения следует выполнять с предварительным подогревом металла до температуры 150—250 °С и поддерживать температуру 150—200 °С в процессе сварки и после ее окончания в течение времени, выбранного из расчета 1,5—2,0 мин на 1 мм толщины металла. При выборе способа заполнения разделки дефектного участка необходимо установить такую последовательность наложения валиков наплавленного металла, чтобы наибольшее их количество было наложено в свободном состоянии в отношении возможности усадки.

17.6.21 Исправленные участки сварных соединений должны быть повторно проконтролированы визуально и ультразвуковой дефектоскопией.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ

А.1 Устойчивость стальных колонн

А.1.1 В процессе монтажа и демонтажа конструкций одноэтажных зданий одиночную стальную колонну, находящуюся на фундаменте и закрепленную фундаментными болтами, следует проверять на устойчивость и прочность в соответствии с указаниями, изложенными в А.1.3—А.1.11. Проверку следует производить в плоскости наименьшей жесткости колонны.

А.1.2 Устойчивость и прочность одиночных стальных колонн первого яруса, т.е. опирающихся на фундаменты, в процессе монтажа и демонтажа конструкций многоэтажных зданий следует проверять на устойчивость и прочность в соответствии с указаниями, изложенными в А.1.3—А.1.5. Проверку следует производить в плоскости наименьшей жесткости колонны.

Устойчивость колонн второго и последующего ярусов в процессе монтажа и демонтажа конструкций многоэтажных зданий следует оценивать по предельной гибкости, равной 300, а прочность—по несущей способности предусмотренного в ППР временного закрепления в стыках колонн от действия расчетной ветровой нагрузки, определяемой в соответствии с указаниями СНиП 2.01.07.

А.1.3 Устойчивость колонны постоянного сечения (сплошностенчатой или решетчатой) следует проверять по формуле

$$\frac{1{,}12l}{i} \le [\lambda], \qquad \text{(А.1)}$$

где l — высота колонны;

i — минимальный радиус инерции сечения колонны;

$[\lambda] = 300$ — предельная гибкость на период монтажа или демонтажа колонн.

А.1.4 Прочность колонны постоянного сечения (сплошностенчатой или решетчатой) следует проверять по формуле

$$\frac{K_g M}{W} \le R_y, \qquad \text{(А.2)}$$

где K_g — коэффициент по таблице А.1;

M — изгибающий момент от действия ветровой нагрузки в опорном сечении колонны;

$$M = \frac{ql^2}{2}; \qquad \text{(А.3)}$$

$$q = nq_0kch, \qquad \text{(А.4)}$$

где n — коэффициент по таблице А.2;

q_0 — скоростной напор ветра в соответствии с указаниями СНиП 2.01.07;

k — коэффициент изменения скоростного напора в соответствии со СНиП 2.01.07;

c — аэродинамический коэффициент (для сплошностенчатых колонн c = = 1,4; для решетчатых — c = 0,8);

h — ширина сечения колонны;

W — минимальный момент сопротивления сечения колонны;

R_y — расчетное сопротивление стали растяжению, сжатию, изгибу по пределу текучести.

А.1.5 Прочность фундаментных болтов колонны постоянного сечения (сплошностенчатой или решетчатой) следует проверять по формуле

$$\frac{K_g M}{ax} \le [N_b], \qquad \text{(А.5)}$$

где x — расстояние от оси болтов, работающих на растяжение, до центра тяжести сжатой зоны опорной плиты;

b — расстояние между фундаментными болтами;

$[N_b]$ — предельное усилие, воспринимаемое одним фундаментным болтом

$$[N_b] = R_{ba}A_{bn}, \qquad \text{(А.6)}$$

где R_{ba} — расчетное сопротивление растяжению фундаментных болтов;

A_{bn} — площадь сечения болта нетто.

А.1.6 Устойчивость и прочность колонны переменного сечения (ступенчатой) следует проверять раздельно для верхней и нижней частей.

А.1.7 Устойчивость верхней части колонны переменного сечения (ступенчатой) следует проверять по формуле

$$\frac{\mu_2 l_2}{i_2} \le [\lambda], \qquad \text{(А.7)}$$

где μ_2 — коэффициент по таблице А.3;

l_2 — высота верхней части колонны;

i_2 — минимальный радиус инерции сечения верхней части колонны;

$[\lambda] = 300$ — предельная гибкость на период монтажа или демонтажа колонн.

А.1.8 Прочность верхней части колонны переменного сечения (ступенчатой) следует проверять по формуле

$$\frac{M_2}{W_2} \le R_y, \qquad (A.8)$$

где M_2 — изгибающий момент от ветровой нагрузки в месте сопряжения верхней части колонны с нижней;

$$M_2 = 1{,}1\left(\frac{q_2 l_2^2}{2} + \frac{Q_2 l_2}{2}\right), \qquad (A.9)$$

где q_2 — скоростной напор ветра на нижнюю часть колонны по формуле (А.4);

$$Q_2 = 1{,}33 m l_2 \frac{q_2 l_2 + q_1 l_1 \dfrac{y_1}{y_2}}{l_2 + l_1\left(\dfrac{y_1}{y_2}\right)^2}, \qquad (A.10)$$

где m — коэффициент пульсации по таблице А.4;

q_1 — скоростной напор ветра на нижнюю часть колонны по формуле (А.4);

l_1 — высота нижней части колонны;

$\frac{y_1}{y_2}$ — относительные ординаты по таблице А.5;

W_2 — минимальный момент сопротивления сечения верхней части колонны.

А.1.9 Устойчивость нижней части колонны переменного сечения (ступенчатой) следует проверять по формуле

$$\frac{2l_1}{i_1} \le [\lambda], \qquad (A.11)$$

где l_1 — высота нижней части колонны;

i_1 — минимальный радиус инерции сечения нижней части колонны;

$[\lambda] = 300$ — предельная гибкость на период монтажа или демонтажа колонн.

А.1.10 Прочность нижней части колонны переменного сечения (ступенчатой) следует проверять по формуле

$$\frac{M_1}{W_1} \le R_y, \qquad (A.12)$$

где M_1 — изгибающий момент от ветровой нагрузки в опорном сечении нижней части колонны

$$M_1 = K_1\left[(q_2 l_2 + Q_2)\left(l_1 + \frac{l_2}{2}\right) + (q_1 l_1 + Q_1)\frac{l_1}{2}\right], \qquad (A.13)$$

где K_1 — коэффициент по таблице А.6;

$$Q_1 = 1{,}33 m l_1 \frac{q_1 l_1 + q_2 l_2 \dfrac{y_2}{y_1}}{l_1 + l_2\left(\dfrac{y_2}{y_1}\right)^2}, \qquad (A.14)$$

где $\frac{y_2}{y_1}$ — обратная величина относительных координат, помещенных в таблице А.5, т.е. $\frac{1}{\frac{y_1}{y_2}}$;

W_1 — минимальный момент сопротивления сечения нижней части колонны.

А.1.11 Прочность фундаментных болтов нижней части колонны переменного сечения (ступенчатой) следует проверять по формуле

$$\frac{M_1}{ax} \le [N_b], \qquad (A.15)$$

где a — количество фундаментных болтов, работающих на растяжение;

x — расстояние от оси болтов, работающих на растяжение, до центра тяжести сжатой зоны опорной плиты;

$[N_b]$ — предельное усилие, воспринимаемое одним фундаментным болтом, определяемое по формуле (А.6).

А.1.12 Если устойчивость или прочность колонны или прочность фундаментных болтов не обеспечены, то колонну до расстроповки при монтаже или до снятия раскрепляющих элементов (подкрановых балок, распорок) при демонтаже необходимо раскрепить парой тросовых расчалок в плоскости наименьшей жесткости.

А.1.13 Не допускается оставлять отдельно стоящую колонну неразвязанной более суток,

Таблица А.1 — **Значения коэффициента K_g**

λ	i		
	5	8	10
150	1,35	1,41	1,42
200	1,42	1,48	1,50
250	1,47	1,56	1,57
300	1,52	1,61	1,69

поскольку в расчетных формулах принято кратковременное (вероятностное) действие скоростного напора ветра.

Таблица А.2 — **Значения коэффициента n**

Ветровой район	I—III	IV	V
n	0,58	0,65	0,67

Таблица А.3 — **Значения коэффициента μ_2**

$\frac{l_1 l_2}{l_2 l_1}$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
μ_2	1,12	1,33	1,50	1,66	1,81	1,94

Таблица А.4 — **Значения коэффициента пульсации m**

Ветровой район	Высота, м		
	до 10	20	30
I—III	0,42	0,38	0,35
IV	0,45	0,40	0,38
V	0,50	0,45	0,42

Таблица А.5 — **Относительные ординаты y_1/y_2**

$\frac{l_2}{l_1}$	$\frac{l_2}{l_1}$			
	0,25	0,5	1,0	1,5
0,1	0,238	0,173	0,087	0,048
0,2	0,242	0,186	0,109	0,067
0,5	0,244	0,194	0,128	0,089
1,0	0,245	0,197	0,136	0,100

Таблица А.6 — **Значения коэффициента K_1**

λ_1	$\frac{l_2}{l_1}$	i			
		10	20	30	40
150	0,25	1,10			
	0,50				
	1,00				
200	0,25				
	0,50				
	1,00	1,10		—	—

Окончание табл. А.6

λ_1	$\frac{l_2}{l_1}$	i			
		10	20	30	40
250	0,25	1,10			1,15
	0,50	1,10		1,20	1,25
	1,00	1,10	—	—	—
300	0,25	1,10	1,15	1,20	1,30
	0,50	1,10	1,20	1,30	1,45
	1,00	1,20	—	—	—

А.2 Устойчивость стальных ферм

А.2.1 При подъеме в процессе монтажа или при опускании в процессе демонтажа одиночных стальных ферм любого очертания следует обеспечить устойчивость их плоской формы изгиба от усилий, вызванных собственной массой. Методика проверки устойчивости плоской формы изгиба основана на расчете фермы как целого плоского упругого элемента. Методика не распространяется на арочные, предварительно напряженные и неразрезные фермы.

А.2.2 Устойчивость ферм с параллельными или слабонаклонными (до 1:10) поясами двутаврого, таврового (включая сечение из парных уголков), трубчатого (прямоугольного, круглого) или другого симметричного относительно вертикальной оси сечения независимо от направления опорных раскосов (восходящие или нисходящие) при строповке за один или два узла верхнего пояса следует проверять по формуле

$$\frac{Q_{кр,п}}{Q_ф} \geq \gamma_н, \qquad (А.16)$$

где $Q_{кр,п}$ — критическая масса фермы при подъеме (опускании);

$Q_ф$ — собственная масса фермы, определяемая по рабочей документации (массу фасонок следует распределить поровну между поясами и решеткой); если ферму поднимают или опускают с двумя опорными стойками одинаковой или разной массы или с одной опорной стойкой, то в знаменатель формулы (А.16) следует подставлять приведенную массу фермы

$$Q_{пр} = Q_ф + 8{,}4Q_{ст}, \qquad (А.17)$$

где $Q_{ст}$ — масса одной (при двух — наибольшей) опорной стойки;

$\gamma_н$ — коэффициент надежности при подъеме (опускании), принимаемый $\gamma_н = 1{,}7$.

$$Q_{кр,п} = 160\beta\gamma\frac{EH(I_н^y + I_в^y)}{L^3}; \qquad (А.18)$$

$$\beta = \frac{2Q_н + Q_р}{Q_ф}, \qquad (А.19)$$

где $Q_н$ и $Q_р$ — массы соответственно нижнего пояса и элементов решетки фермы;

$$\gamma = \frac{6}{20(1-a) - 5(1-a)^4 - 9}, \qquad (А.20)$$

где $a = \frac{l}{L}$;

l — расстояние между точками строповки;

L — длина фермы (пролет);

γ — коэффициент согласно таблице А.7;

E — модуль упругости стали;

H — высота фермы в местах строповки;

$I_н^y$, $I_в^y$ — моменты инерции соответственно нижнего и верхнего поясов фермы из плоскости; при ступенчатом уменьшении сечения по длине нижнего пояса от середины к опорам следует принимать приведенные моменты инерции, определяемые произведением моментов инерции участков с максимальным сечением на коэффициент a_1 согласно таблице А.8.

А.2.3 Для стропильных и подстропильных ферм по типовым сериям 1.460-2 и 1.460-4 места их строповки при подъеме по условиям обеспечения устойчивости ферм приведены в таблице А.9.

Таблица А.7 — **Значения коэффициента γ для наиболее распространенных случаев**

l, м	18		24		30		36		
L, м	3	6	6	12	6	12	6	12	18
γ	1,15	1,77	1,36	8,73	1,21	2,55	1,14	1,79	8,73

Примечания

1 При $l = 0$ для любого значения L коэффициент $\gamma = 0$.

2 Во всех случаях должно быть $l \geq 0{,}5\ L$.

Таблица А.8 — **Значения коэффициентов a_1 и a_2**

$\frac{I^y_{мин}}{I^y_{макс}}$	При одной ступени изменения сечения на половине длины пояса		При двух ступенях изменения сечения на половине длины пояса	
	a_1	a_2	a_1	a_2
0,2	0,746	0,252	0,878	0,308
0,4	0,906	0,482	0,921	0,532
0,6	0,959	0,685	0,957	0,712
0,8	0,985	0,850	0,981	0,870
1,0	1,000	1,000	1,000	1,000

Примечание — Значения a_1 и a_2 для промежуточных отношений $\frac{I^y_{мин}}{I^y_{макс}}$ следует вычислять методом линейной интерполяции.

А.2.4 Устойчивость ферм треугольного, полигонального и других очертаний, имеющих любые сечения поясов (включая и несимметричные) при различных способах строповки, а также ферм с параллельными или слабонаклонными (до 1:10) поясами с расстоянием между узлами строповки более 0,5 пролета или строповки за три узла следует проверять по формуле

$$\frac{P_{кр}}{P_{пр}} \geq \gamma_н, \qquad (А.21)$$

где $P_{кр}$ — критическая нагрузка для сжатого на одной половине фермы участка нижнего или верхнего пояса в зависимости от способа строповки;

$P_{пр}$ — приведенное усилие в сжатом участке нижнего или верхнего пояса.

А.2.5 Критическую нагрузку следует вычислять по формуле

$$P_{кр} = \frac{\pi^2 EI_c^y}{4l_0^2}, \qquad (А.22)$$

где I_c^y — момент инерции из плоскости сжатого участка нижнего или верхнего пояса; при ступенчатом уменьшении сечения по длине сжатого участка пояса (нижнего или верхнего) от середины к опорам следует принимать приведенные моменты инерции, определяемые произведением моментов инерции участков с максимальным сечением на коэффициент a_1 для нижнего пояса и a_2 для верхнего пояса согласно таблице А.8;

при ступенчатом уменьшении сечения по длине сжатого участка пояса от опор к середине фермы момент инерции следует принимать по минимальному сечению;

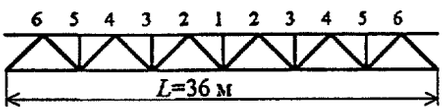
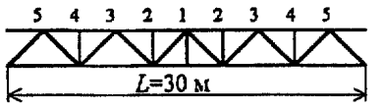
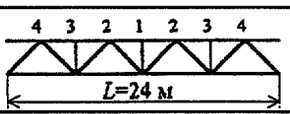
l_0 — длина пояса от середины пролета фермы до конца сжатого участка; при наличии растяжения в средних панелях пояса усилия в них в запас устойчивости следует принимать равными нулю.

А.2.6 Приведенное усилие в сжатом участке пояса следует определять по формуле

$$P_{пр} = P_1\left(\frac{l_1}{l_0}\right)^2 + P_2\left(\frac{l_2}{l_0}\right)^2 + P_3\left(\frac{l_3}{l_0}\right)^2 + \ldots + P_n, \quad (А.23)$$

где P_1, P_2, P_3, ... , P_n — узловые нагрузки на сжатый стержень, определяемые разностью усилий в соседних панелях пояса фермы от ее собственной массы (рисунок А.1) и равные $P_1 = N_1 - N_2$, $P_2 = N_2 - N_3$, $P_3 = N_3 - N_4$, $P_n = N_n$.

Таблица А.9 — **Места строповки при подъеме по условиям обеспечения устойчивости ферм**

Схема стропильных ферм* по типовым сериям 1.460-2 и 1.460-4	Строповка при подъеме				Временное раскрепление				
	без опорных стоек		с одной или двумя опорными стойками		при сечении уголков верхнего и нижнего поясов, не менее**	места временного раскрепления	диаметр расчалки, мм	предварительное натяжение в менее напряженной расчалке $T_{р.мин}$, кгс	предварительное натяжение в более напряженной расчалке $T_{р.макс}$, кгс
	при сечении уголков верхнего и нижнего поясов, не менее**	места строповки	при сечении уголков верхнего и нижнего поясов, не менее**	места строповки					
	160x12 / 125x12	1	180x12 / 160x11	1	160x12 / 125x12	1	22,5	352	610
	140x9 / 125x8	2; 2	140x9 / 125x8	3; 3	140x9 / 125x8	3; 3	22,5	353	612
			140x10 / 125x9	1	160x11 / 125x12	Не требуется	—	—	—
	110x8 / 100x6,5	1	110x8 / 100x6,5	3; 3	125x10 / 110x8	1	19,5	241	418
					110x8 / 100x6,5	3; 3	19,5	269	466
	100x6,5 / 100x6,5	1	110x8 / 100x6,5	1	100x6,5 / 100x6,5	Не требуется	—	—	—

* Строповку подстропильных ферм пролетами 12, 18 и 24 м указанных типовых серий при подъеме с опорными стойками и без них следует производить за средний узел, а временное раскрепление этих ферм по условиям устойчивости не требуется.

** В числителе дан размер верхнего пояса; в знаменателе — нижнего пояса.

Примечания

1 Места строповки стропильных и подстропильных ферм указаны при укрупнительной сборке их в вертикальном положении (без кантовки).

2 Предварительное натяжение в расчалках каждой пары определено при углах $\alpha_1 = 45°$, $\varphi_1 = 45°$ и $\alpha_2 = 30°$, $\varphi_2 = 0°$ (см. рисунок А.2).

3 При натяжении расчалок значение $T_{р.мин}$ обязательно контролируется.

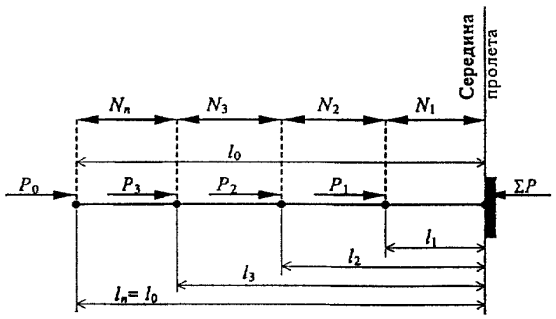


Рисунок А.1 — Расчетная схема сжатых участков пояса фермы

А.2.7 Если при всех возможных способах строповки условия формул (А.16) или (А.21) не выполняются, то необходимо усилить сжатый пояс фермы и проверить устойчивость фермы с учетом усиления. При этом приведенные моменты инерции для определения $Q_{кр,п}$ или $P_{кр}$ следует вычислять:

при жестком креплении элементов усиления к нижнему поясу — как для целого сечения;

при податливом креплении — как сумму моментов инерции сечений пояса и усиления.

А.2.8 После установки стальных ферм любого очертания на опоры в процессе монтажа необходимо до расстроповки обеспечить их устойчивость против опрокидывания от ветровых нагрузок и устойчивость плоской формы изгиба от усилий, вызванных собственной массой. Аналогичные виды устойчивости необходимо обеспечить и в процессе демонтажа после снятия раскрепляющих ферму конструкций (прогонов, связей, плит покрытия).

А.2.9 Действующий на ферму опрокидывающий момент от расчетной ветровой нагрузки следует рассчитывать в соответствии с требованиями СНиП 2.01.07. Несущая способность опорных узлов ферм должна определяться их конструктивным решением, а также болтами и сварными швами, закрепляющими ферму к опорам. Удерживающее влияние собственной массы фермы учитывать не следует. Для ферм, опирающихся верхним поясом (с нисходящим опорным раскосом), проверка на опрокидывание не требуется.

А.2.10 Если устойчивость против опрокидывания не обеспечена, то верхний пояс в узлах необходимо раскрепить парными расчалками или распорками, число которых и места их установки следует принимать с учетом обеспечения устойчивости плоской формы изгиба ферм (см. А.2.11—А.2.18).

Рекомендуемые диаметры канатов расчалок приведены в таблице А.10.

Таблица А.10 — **Рекомендуемые диаметры канатов расчалок**

Пролет фермы, м	Рекомендуемые диаметры каната расчалок, мм	Предельное усилие предварительного натяжения в расчалке $T_{р.пред}$, кгс
24	15—17,5	500
30	17—19,5	750
36	20—22,5	750
42	24—25,5	1000

Площадь сечения расчалки или распорки следует проверять на усилие, возникающее от действия расчетной ветровой нагрузки (для расчалок необходимо добавлять усилие от предварительного натяжения по таблице А.10) без учета работы болтов и сварных швов в опорных узлах ферм. Коэффициент надежности каната расчалок должен быть не менее 3.

Винтовые стяжки для натяжения расчалок, якоря или смонтированные конструкции следует подбирать (рассчитывать) на усилие, равное $^1/_3$ разрывного усилия каната, принятого для расчалок данной пары.

А.2.11 Устойчивость плоской формы изгиба ферм с параллельными или слабонаклонными (до 1:10) поясами двутаврого, таврового (включая сечение из парных уголков), трубчатого (прямоугольного, круглого) или другого симметричного относительно вертикальной оси сечения следует проверять по формуле

$$\frac{Q_{кр,вр}}{Q_ф} \geq \gamma_{вр}, \qquad (А.24)$$

где $Q_{кр,вр}$ — критическая масса фермы, определяемая в зависимости от наличия раскреплений верхнего пояса (расчалками или распорками);

$Q_ф$ — собственная масса фермы, определяемая по рабочей документации;

$\gamma_{вр}$ — коэффициент надежности при временном раскреплении фермы, принимаемый $\gamma_{вр} \geq 2{,}6$.

А.2.12 Для ферм, не раскрепленных в пролете против опрокидывания, критическую массу следует определять по формуле

$$Q_{кр,вр} = 164\frac{EI_в^y H}{L_{пр}^2 L}\left(1+\frac{L_{пр}^2}{10}\sqrt{\frac{\bar{c}}{EI_в^y}}\right), \qquad (А.25)$$

где E — модуль упругости стали;

$I_в^y$ — момент инерции верхнего пояса из плоскости фермы; при ступенчатом уменьшении сечения по длине пояса от середины к опорам следует принимать приведенный момент инерции, определяемый произведением момента инерции участка с максимальным сечением на коэффициент a_2 согласно таблице А.8;

H — высота фермы (при слабонаклонном поясе следует принимать высоту, усредненную в одной четверти пролета);

$L_{пр}$ — приведенная длина верхнего пояса, которую для ферм, опирающихся нижним поясом, следует принимать равной:

при неослабленных сечениях верхнего пояса в крайних панелях — фактической длине верхнего пояса с учетом наклона;

при ослабленных сечениях верхнего пояса в крайних панелях — длине верхнего пояса между узлами примыкания восходящих опорных раскосов и суммарной длине этих раскосов;

L — длина (пролет) фермы; для ферм, опирающихся верхним поясом, за $L_{пр}$ следует принимать фактическую длину пояса (пролет фермы), а за L — длину нижнего пояса между узлами примыкания нисходящих опорных раскосов и их суммарную длину;

$\bar{c}$ — коэффициент упругой поддержки верхнего пояса, определяемый по формуле

$$\bar{c} = 2C_н \ln \frac{C_р}{C_н}, \qquad (А.26)$$

где

$$C_н = \frac{2GI_н^к}{H^2L^2}, \qquad (А.27)$$

G — модуль сдвига стали;

$I_н^к$ — момент инерции нижнего пояса на кручение; при ступенчатом изменении сечения по длине нижнего пояса указанный момент инерции следует принимать как среднее значение для всех участков пояса.

$$C_р = \frac{3E}{L}\sum_1^K \frac{I_i}{l_i^3}, \qquad (А.28)$$

где I_i — момент инерции из плоскости фермы i-го элемента решетки;

l_i — длина i-го элемента решетки;

K — число элементов решетки в ферме.

А.2.13 Если критическая масса фермы, подсчитанная по формуле (А.24), не соответствует условию формулы (А.25), то верхний пояс в узлах необходимо раскрепить парными расчалками или распорками.

А.2.14 Для ферм, раскрепленных в пролете от опрокидывания или по условиям обеспечения устойчивости плоской формы изгиба парными расчалками, критическую массу следует определять по формуле

$$Q_{кр,вр} = \frac{80n^2EI_в^yH}{L_{пр}^2L} + \frac{16H}{L}\sqrt{\bar{c}EI_в^y} - N_n, \qquad (А.29)$$

где n — число равных по длине участков сжатого пояса между узлами раскреплений (разница длин участков допускается не более 3 м);

N_n — величина, учитывающая дополнительное усилие в верхнем поясе от усилий в расчалках и определяемая по формуле

$$N_n = 8T_{р.пред}KVD, \qquad (А.30)$$

где $T_{р.пред}$ — предельное усилие предварительного натяжения в наиболее напряженной расчалке, определяемое по таблице А.10;

K — коэффициент, зависящий от числа пар расчалок:

при одной паре K = 0,25;

при двух парах K = 0,333;

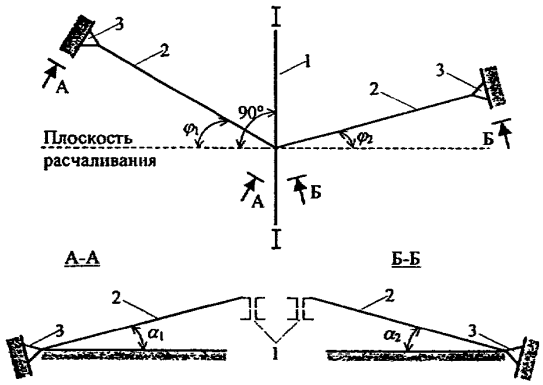
при трех парах K = 0,375;

раскрепление ферм больше чем тремя парами расчалок не допускается;

$$V = \frac{L_{пр}}{L}, \qquad (А.31)$$

$$D = \sin\alpha_2 + \frac{\cos\alpha_2\cos\varphi_2}{\cos\alpha_1\cos\varphi_1}. \qquad (А.32)$$

Величину D следует вычислять для каждой пары расчалок. При этом индекс 1 относится к углам наиболее напряженной расчалки данной пары, т. е. такой, для которой произведение косинусов углов ($\cos\alpha\cos\varphi$) меньше аналогичного произведения для другой расчалки (рисунок А.2). Для расчалок, расположенных с углами α в пределах 30—45° и φ в пределах 0—45°, допускается принять D = 1,7.



1 — ферма; *2* — расчалка; 3 — якорь

Рисунок А.2 — Схема раскрепления ферм расчалками

А.2.15 Для обеспечения устойчивости ферм, раскрепленных расчалками, необходимо до расстроповки довести с помощью винтовых стяжек усилие предварительного натяжения в менее напряженной расчалке данной пары (у которой произведение косинусов углов большее) до значения

$$T_{\text{р.мин}} = l_{\text{р}} A_{\text{р}} \sqrt[3]{\frac{C_1 B I_{\text{в}}^{y} \cos\alpha_0}{A_{\text{р}} L_{\text{пр}}^2 \cos^2\alpha_0 - C_2 B I_{\text{в}}^{y} l_{\text{р}}}}, \quad \text{(А.33)}$$

где

$$B = \gamma_{\text{вр}} \frac{Q_{\text{ф}}}{Q_{\text{кр,вр}}}; \quad \text{(А.34)}$$

$l_{\text{р}}$ — длина менее напряженной расчалки;

$A_{\text{р}}$ — площадь сечения каната расчалки;

α_0 — угол наклона к горизонту проекции расчалки длиной $l_{\text{р}}$ на плоскость расчаливания;

$$\operatorname{tg}\alpha_0 = \frac{\operatorname{tg}\alpha}{\cos\varphi}; \quad \text{(А.35)}$$

α и φ — углы для расчалки $l_{\text{р}}$;

C_1 и C_2 — коэффициенты, зависящие от числа пар расчалок:
при одной паре $C_1 = 1290$ и $C_2 = 570$;
при двух парах $C_1 = 6550$ и $C_2 = 2890$;
при трех парах $C_1 = 17650$ и $C_2 = 7770$.

Величину $T_{\text{р.мин}}$ в процессе натяжения следует контролировать в менее напряженной расчалке пары.

А.2.16 Усилие предварительного натяжения в более напряженной расчалке данной пары следует определять по формуле

$$T_{\text{р.макс}} = T_{\text{р.мин}} \frac{\cos\alpha_2 \cos\varphi_2}{\cos\alpha_1 \cos\varphi_1}, \quad \text{(А.36)}$$

где индекс 1 относится к углам более напряженной расчалки.

При этом должно соблюдаться условие

$$T_{\text{р.макс}} \le T_{\text{р.пред}}. \quad \text{(А.37)}$$

Если условие по формуле (А.37) не соблюдается, то необходимо изменить углы расположения или длину расчалок (одной или обеих).

А.2.17 Для ферм, раскрепленных в пролете от опрокидывания или по условиям обеспечения устойчивости плоской формы изгиба распорками, критическую массу следует определять по формуле (А.29) без дополнительного усилия в верхнем поясе, т. е. при $N_n = 0$.

Площадь сечения распорок для обеспечения устойчивости плоской формы изгиба ферм следует подбирать на следующие условные усилия в зависимости от марки стали верхнего пояса:

для стали С235 и С245 — 20А*b*,

для стали С345 — 30А*b*,

для стали С375 — 40А*b*,

где А*b* — площадь сечения пояса в узлах раскрепления.

А.2.18 Устойчивость плоской формы изгиба ферм треугольного, полигонального и других очертаний при любых сечениях поясов следует проверять по формуле

$$\frac{P_{\text{кр}}}{P_{\text{макс}}} \ge \gamma_{\text{вр}}, \quad \text{(А.38)}$$

где $P_{\text{кр}}$ следует принимать меньшим из значений:

$$P_{\text{кр}} = \frac{\pi^2 E I_1}{(\mu_1 l_1)^2} = \frac{\pi^2 E I_2}{(\mu_2 l_2)^2}, \quad \text{(А.39)}$$

$P_{\text{макс}}$ — наибольшее усилие в сжатом участке пояса фермы от монтажных нагрузок;

$\gamma_{\text{вр}}$ — коэффициент надежности при временном раскреплении фермы, принимаемый $\gamma_{\text{вр}} \ge 2{,}6$.

Гибкость из плоскости фермы сжатых участков верхнего пояса между точками раскреплений в соответствии с требованиями СНиП II-23 не должна превышать 220.

При ступенчатом изменении сечение участка пояса между точками раскреплений (таблица А.11) его гибкость следует определять по данным таблиц А.12 и А.13 и по формулам:

$$\lambda_1 = \frac{\mu_1 l_1}{i_i} \text{ и } \lambda_2 = \frac{\mu_2 l_2}{i_2}. \quad \text{(А.40)}$$

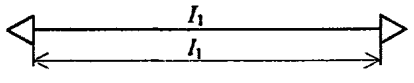
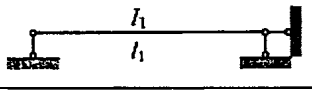
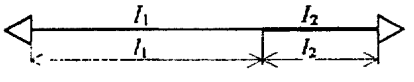
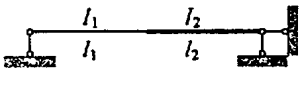
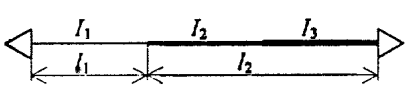
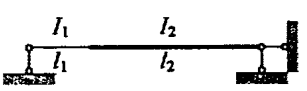
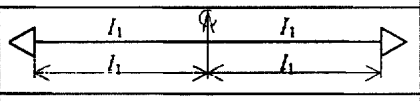
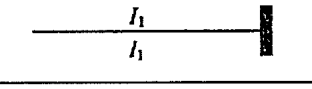
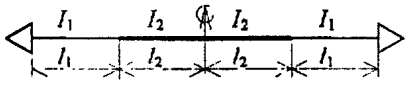
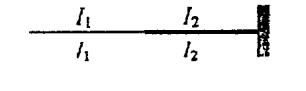
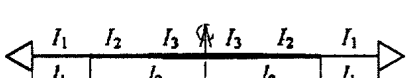
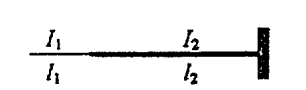
Если гибкость сжатых участков между точками раскреплений верхнего пояса меньше 105, то такая ферма устойчива и условие (А.38) проверять не следует.

Выбор диаметра каната для расчалок, площадь сечения распорок, а также определение величины предварительного натяжения в них следует производить аналогично изложенному для ферм с параллельными (слабонаклонными) поясами (см. разделы А.2.10.—А.2.17). При этом величину B для вычисления $T_{р.мин}$ следует определять по формуле

$$B = \gamma_{вр} \frac{P_{макс}}{P_{кр}}. \qquad (А.41)$$

А.2.19 Если в фермах узел примыкания верхнего пояса к опорному раскосу не имеет достаточной жесткости из плоскости фермы (элементы верхнего пояса не состыкованы жесткими накладками друг с другом или с опорным раскосом), то в этих узлах до расстроповки ферм необходимо установить расчалки или распорки.

Таблица А.11 — **Определение гибкостей сжатых поясов между точками раскрепления**

Номер схемы	Схема участка сжатого пояса между точками раскрепления	Условная расчетная схема	l, см	I_y, см^4	i_y, см	c_1	μ	Гибкость λ (не более 220)
1			l	I_1	i_1	—	$\mu_1 = 1$	$\lambda_1 = \frac{l_1}{i_1}$
2			l_2 l_1	I_2 I_1	i_2 i_1	$\frac{l_1}{l_2}\sqrt{\frac{I_2}{I_1}}$	μ_2 (по таблице А.12) $\mu_1 = \frac{\mu_2}{c_1}$	$\lambda_2 = \frac{\mu_2 l_2}{i_2}$ $\lambda_1 = \frac{\mu_1 l_1}{i_1}$
3			l_2 l_1	I_2 I_1	i_2 i_1	$\frac{l_1}{l_2}\sqrt{\frac{I_2}{I_1}}$	μ_2 (по таблице А.12) $\mu_1 = \frac{\mu_2}{c_1}$	$\lambda_2 = \frac{\mu_2 l_2}{i_2}$ $\lambda_1 = \frac{\mu_1 l_1}{i_1}$
4			l_1	I_1	i_1	—	$\mu_1 = 2$	$\lambda_1 = \frac{\mu_1 l_1}{i_1}$
5			l_2 l_1	I_2 I_1	i_2 i_1	$\frac{l_1}{l_2}\sqrt{\frac{I_2}{I_1}}$	μ_2 (по таблице А.13) $\mu_1 = \frac{\mu_2}{c_1}$	$\lambda_2 = \frac{\mu_2 l_2}{i_2}$ $\lambda_1 = \frac{\mu_1 l_1}{i_1}$
6			l_2 l_1	I_2 I_1	i_2 i_1	$\frac{l_1}{l_2}\sqrt{\frac{I_2}{I_1}}$	μ_2 (по таблице А.13) $\mu_1 = \frac{\mu_2}{c_1}$	$\lambda_2 = \frac{\mu_2 l_2}{i_2}$ $\lambda_1 = \frac{\mu_1 l_1}{i_1}$

Примечания

1 — ℄ ось симметрии фермы; схемы № 4, 5 и 6 относятся к случаям отсутствия расчалки или распорки по оси симметрии фермы.

2 При ослабленных сечениях верхнего пояса в крайних панелях длину сжатых участков верхнего пояса между точками раскреплений (опорой) следует принимать с учетом длин опорных раскосов.

Таблица А.12 — **Коэффициент расчетной длины μ_2 для схем 2 и 3 таблицы А.11**

$\frac{I_1}{I_2}$	$\frac{l_2}{l_1 + l_2}$								
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0,2	22,3	11,0	7,05	4,97	3,63	2,67	1,94	1,41	1,13
0,4	15,8	7,80	5,05	3,61	2,70	2,07	1,61	1,30	1,12
0,6	12,9	6,39	4,18	3,04	2,33	1,84	1,50	1,27	1,11
0,8	11,27	5,56	3,67	2,71	2,13	1,73	1,46	1,26	1,11

Таблица А.13 — **Коэффициент расчетной длины μ_2 для схем 5 и 6 таблицы А.11**

$\frac{I_1}{I_2}$	$\frac{l_2}{l_1 + l_2}$								
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0,2	41,1	18,8	11,4	7,65	5,45	4,05	3,14	2,57	2,23
0,4	29,7	13,9	8,68	6,08	4,56	3,59	2,95	2,53	2,23
0,6	24,8	11,9	7,61	5,49	4,25	3,44	2,90	2,51	2,22
0,8	21,90	10,7	7,03	5,19	4,09	3,37	2,87	2,50	2,22

ОАО Концерн «Стальконструкция»

ОАО «НИПИПромстальконструкция»

АОЗТ ЦНИИПроектстальконструкция им. Мельникова

Рекомендации по монтажу стальных строительных конструкций (к СНиП 3.03.01-87)

МДС 53-1.2001

Зав. изд. отд. *Л.Ф. Калинина*
Редактор *И.А. Рязанцева*
Технический редактор *Т.М. Борисова*
Корректор *И.А. Рязанцева*
Компьютерная верстка *А.Н. Кафиева*

Подписано в печать 25.10.2001. Формат 60x84 1/8. Печать офсетная
Усл.-печ.л. 4,8. Тираж 250 экз. Заказ № 400.

Государственное унитарное предприятие —
Центр проектной продукции в строительстве (ГУП ЦПП)

127238, Москва, Дмитровское шоссе, дом 46, корп. 2.

Тел/факс (095) 482-42-65 — приемная.
Тел.: (095) 482-42-94 — отдел заказов;
(095) 482-41-12 — проектный отдел;
(095) 482-42-97 — проектный кабинет.

gost.e-ecolog.ru