



1896



1900

ЦНИИПСК

им. МЕЛЬНИКОВА

(Основан в 1880 г.)



1971



STAKO
1990

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института
ЦНИИПСК им. Мельникова



Н.И. Пресняков

« 2015 г

**РАЗРАБОТАТЬ СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ (СТО)
«Дюбель-гвозди HSBR14 и SBR9 для крепления
профилированных листов к каркасам зданий и
сооружений. Общие технические условия, рекомендации
по расчёту и проектированию**

(Договор 03-93 от 18 марта 2015 г)

(Выпуск 11-3448)

Москва 2015.

1 ВВЕДЕНИЕ

Работа выполнялась по договору с ООО «ДжиЭнГруп» №03-93 от 18.03.2015 г о разработке СТО «Дюбель-гвозди HSBR14 и SBR9 для крепления профилированных листов к каркасам зданий и сооружений, Общие технические условия, рекомендации по расчёту и проектированию».

При обсуждении состава работы с заказчиком, в разработку стандарта был включён так же профиль SBR14. Кроме того из названия СТО был исключён термин «общие» так как он требует включения в содержание стандарта раздела «Классификация», который в данном случае не уместен.

2 ИСПОЛНИТЕЛИ РАБОТЫ

В работе приняли участие следующие сотрудники отдела ОПГС:

1. Руководитель работы



Беляев В.Ф.

2. Руководитель группы

Ладзь Н.Ю.

3. Инженер



Шуваева В.С.

2 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

СТО на холодногнутые профили разрабатывался в соответствии с заданием, выданным Заказчиком. Основой для разработки в данном случае служили ТУ. При разработке СТО были проверены расчётом справочные величины холодногнутых профилей. Справочные величины профилей рассчитывались с учетом редукии сжатых частей профиля. В таблицах приведены справочные величины полного сечения профиля без редукии и редуцированные сечения для разных силовых воздействий на профиль.

Кроме того по дополнительному соглашению в сортамент были добавлены Z-образные профили высотой 200.250 и 300 мм из сталей классов 420 и 450, а также Z-образные профили высотой 160 мм и С-образные профили из стали класса 350.

При разработке СТО-002-09881634-2014 «Конструкции стальные из тонкостенных гнутых профилей. Расчёт и проектирование». Было учтено, что в Российских нормах на проектирование в настоящее время отсутствуют требования по расчёту и проектированию тонкостенных гнутых профилей и соединений на дюбель-гвоздях. Поэтому, при разработке стандарта организации, был использован европейский опыт проектирования, конструкций из тонкостенных гнутых профилей, обобщённый в положениях и требованиях Еврокодов EN 1993-1-3:2006, EN 1993-1-1:2005.

В методике расчёта профилированных листов было использовано понятие о закритической работы сжатых пластинок, при которой часть сжатой пластинки составляющей сечение профиля теряет устойчивость, но сохраняет определённую несущую способность в составе профиля. По этой методике часть пластинки, потерявшая устойчивость, исключается из работы сечения. Это явление учитывается в расчёте коэффициентами редукции, которые определяются по формулам, полученным на основании большого числа экспериментов. В расчёте при определении условной гибкости пластинки присутствует коэффициент $\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{R_y \left(\frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \right)}}$, который учитывает влияние класса стали на условную гибкость пластинки $\bar{\lambda}_p$ и соответственно на редуционный коэффициент ρ . Если при определении коэффициента вместо R_y подставить реальное значение сжимающего напряжения σ по расчёту, то можно получить значение ρ для слабо нагруженных пластинок.

При разработке стандарта полученные результаты увязывались с существующей нормативной базой в строительстве, в частности при расчёте элементов по первому предельному состоянию приведены ссылки на конкретные разделы, пункты и таблицы СНиП II-23-81* и СП 16.13330.2011.

В СТО приведены особенности расчёта и проектирования соединений тонкостенных профилей с помощью специфических метизов в виде вытяжных заклёпок, дюбелей и самонарезающих винтов.

Особое внимание уделено влиянию стального профилированного настила на работу элементов несущего каркаса. Профилированный настил, должным образом прикреплённый к элементам каркаса, выполняет роль связевого диска, обеспечивающего развязку отдельных элементов из плоскости, а так же выполняет роль связевых панелей обеспечивающих общую устойчивость и не изменяемость формы каркаса.

При пользовании СТО следует внимательно отнестись к рекомендациям по проектированию прогонов из одиночных профилей, особенно прогонов, работающих по неразрезной схеме на кровле с заметной скатной составляющей. Часто в проектах каркасов из лёгких тонкостенных гнутых профилей прогоны используют в качестве распорок сжатого пояса рам или ферм. В этом случае неправильно рассчитанный прогон может потерять устойчивость, следствием которой будет утрата функции распорки сжатого пояса. Что может привести к потере устойчивости сжатого пояса стропильной фермы и полному обрушению конструкции.

При работе над текстом СТО привлеклись следующие материалы:

1 EN 1993-1-3:2006 Еврокод 3: Проектирование стальных конструкций – Часть 1-3. Общие правила. Дополнительные правила для холодноформованных элементов и профилированных листов. Техническая редакция ГОУ ВПО СПбГПУ, СПб, 2011

2 EN 1993-1-1:2005 **Еврокод 3: Проектирование стальных конструкций – Часть 1-1: Общие правила и правила для зданий и сооружений.** Техническая редакция ЗАО «ЦНИИПСК им. Мельникова», М, 2011.

3. ОСТ 36-122-85 Конструкции строительные стальные. Монтажные соединения.

4 СТО 02494680-0043-2005 Настилы стальные профилированные для покрытий зданий и сооружений. Проектирование, изготовление, монтаж.

5. СТО 02494680-0066-2011 конструкции стальные из тонкостенных холодногнутых профилей для каркасных малоэтажных зданий различного назначения. Проектирование, изготовление, монтаж.

Нач. отдела ОПГС

В.Ф. Беляев

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ

«ДжиЭн Групп»

ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

«ЦНИИПСК им. МЕЛЬНИКОВА»

ДжиЭнГрупп СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ СТО 67937035-001-2015



STAKO

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ СТО 02494680-069-2015

**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
СОЕДИНЕНИЯ НА ГВОЗДЯХ-ДЮБЕЛЯХ ПРИСТРЕЛОЧНЫХ
ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ПРОФИЛИРОВАННЫХ ЛИСТОВ
К СТАЛЬНЫМ НЕСУЩИМ КОНСТРУКЦИЯМ ЗДАНИЙ
И СООРУЖЕНИЙ.**

**Технические требования,
проектирование, изготовление, монтаж**

**СТО - 001-2015
(67937035, 02494680)**

**Москва
2015**

Предисловие

- 1 РАЗРАБОТАН ЗАО «ЦНИИПСК им. Мельникова» и ООО «ДжиЭнГрупп»
- 2 ВНЕСЕН организациями-разработчиками
- 3 ПРИНЯТ на Научно-техническом совете Центрального научно-исследовательского и проектного института строительных металлоконструкций (ЗАО «ЦНИИПСК им. Мельникова»)
- 4 ВВЕДЕН впервые
- 5 Разработка, согласование, утверждение, издание (тиражирование), изменение или пересмотр и отмена настоящего стандарта производится организациями-разработчиками

Замечания и предложения по дополнениям и изменениям настоящего стандарта просим направлять по адресу: 117997, Москва, ул. Архитектора Власова, 49, ЗАО «ЦНИИПСК им. Мельникова», факс: 960-22-77, E-mail: info@stako.ru, телефон для справок: (499) 128-49-86.

Замечания, предложения и вопросы по креплениям профилированных настилов с помощью метизов ООО «ДжиЭнГрупп» направлять по адресу:

115088, г. Москва, ул. Южнопортовая, д 15, корп. 4а, офис 1 Тел. 8(499) 650-50-89
E-mail: info@gngroup.ru

Содержание

1	Область применения	1
2	Нормативные ссылки	1
3	Термины и определения	3
4	Технические требования	4
	4.1 Требования по выполнению дюбельных соединений.....	4
	4.2 Требования по монтажу профилированных настилов	
5	Требования к организации работ	6
6	Приёмочный контроль соединений	6
7	Указания по проектированию и расчёту дюбельных соединений.....	12
8	Справочные значения параметров поперечного сечения профилированных настилов.....	27
9	Рекомендации по расчёту профилированных настилов	
10	Рекомендации по проектированию и расчёту крепления профилированных листов в настилах, используемых в качестве диафрагм жёсткости	
11	Конструктивные требования к диафрагмам жёсткости.....	
	Приложение А (рекомендуемое) Расчетные значения наиболее применяемых гофрированных и кассетных профилей	36
	Приложение Б (рекомендуемое) Варианта решения опорных узлов прогонов в составе диафрагм жёсткости	38
	Приложение В (обязательное) Формулы для определения произвольных постоянных a_1 ; a_2 ; b_1 ; b_2	40
	Приложение Г (обязательное) Коэффициенты β_1 , β_2 и β_m для расчета рам связевого блока.....	41
	Библиография.....	42
	Лист регистрации изменений.....	43

Введение

Настоящий стандарт разработан в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» № 184-ФЗ и предназначен для организаций, разрабатывающих проектную и иную документацию на металлические конструкции зданий и сооружений с применением профилированного настила, а также организаций, производящих изготовление и монтаж таких конструкций.

Стандарт разрабатывался как документ на проектирование и выполнение монтажных соединений с использованием гвоздей-дюбелей и предназначенных для крепления гофрированных оцинкованных листов или кассетных профилей к несущим элементам каркаса здания для стен покрытий и перекрытий.

Поскольку в соединениях на дюбелях используются гвозди и инструмент, поставляемые из-за рубежа, стандарт содержит только технические характеристики крепежа и инструмента, обходя вопросы точности изготовления, упаковки и маркировки, сосредотачивая своё внимание на организации установки этих соединений в условиях строительной площадки. Стандарт содержит также рекомендации по расчёту и конструированию стен покрытий и перекрытий в части использования в них гофрированных и кассетных профилей, в том числе и используемых в качестве диафрагм жёсткости.

Стандарт может применяться организациями, выполняющими работы в области установленной стандартом, если эти организации имеют сертификаты соответствия, выданные Органом по сертификации в системе добровольной сертификации.

Необходимость разработки стандарта обоснована тем, что результаты проведенных экспериментальных исследований и зарубежный опыт применения профилированных настилов за последнее десятилетие не нашли отражения в отечественных нормативных документах и рекомендациях.

Основной целью стандарта является создание обобщающего нормативного документа, учитывающего особенности действительной работы профилированного настила в покрытиях зданий и прогрессивный опыт его применения.

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведён, тиражирован и распространён в качестве официального издания без разрешения ООО «ДжиЭнГрупп» и ЗАО «ЦНИИПСК им. Мельникова».

© ЗАО «ЦНИИПСК им. Мельникова, 2015

© ООО «ДжиЭнГрупп», 2015

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

СОЕДИНЕНИЯ НА ГВОЗДЯХ-ДЮБЕЛЯХ ПРИСТРЕЛОЧНЫХ ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ПРОФИЛИРОВАННЫХ ЛИСТОВ К СТАЛЬНЫМ НЕСУЩИМ КОНСТРУКЦИЯМ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.

Технические требования, проектирование, изготовление, монтаж

Утвержден и введен в действие приказом ЗАО «ЦНИИПСК им. Мельникова» от 00 мая 2015 г. №74 и приказом ООО «ДжиЭнГрупп» от 00 мая 2015 г. № 01-04/Gen

Дата введения 2015-05-15

1 Область применения

Настоящий стандарт организации (далее – СТО) устанавливает общие технические требования к креплениям профилированных листов и кассетных профилей к металлическим каркасам зданий и сооружений на пристреливаемых пороховыми зарядами дюбелях-гвоздях SPIT SBR9, SPIT SBR14, SPIT HSBR14 (далее дюбели). В стандарте изложены так же основные требования и положения необходимые при проектировании и монтаже стальных профилированных настилов.

СТО не распространяется на конструкции с применением профилированных настилов и тонкостенных оцинкованных гнутых профилей, находящийся в особых условиях эксплуатации (в зданиях, подвергающихся интенсивным температурным воздействиям или воздействиям агрессивных сред), а также в покрытиях специальной конструкции (предварительно напряженных, пространственных, висячих), а так же на крепления листов самонарезающими винтами и вытяжными заклёпками.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 380-94* Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки;

ГОСТ 11701-84 Металлы. Методы испытаний на растяжение тонких листов и лент;

ГОСТ 14637-89 Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного качества. Технические условия.

ГОСТ 14918-80* Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий. Технические условия;

ГОСТ 19281- 89 Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия.

ГОСТ 21779 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Технологические допуски.

ГОСТ 24045-2010 Профили стальные листовые гнутые с трапециевидными гофрами для строительства. Технические условия;

ГОСТ 27772–88 Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия.

ГОСТ 30246-94 Прокат тонколистовой рулонный с защитно-декоративным лакокрасочным покрытием для строительных конструкций. Технические условия.

ГОСТ Р ИСО 12491-2011. Материалы и изделия строительные. Статистические методы контроля качества.

ГОСТ Р 1.4-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения.

ГОСТ Р 1.5-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения.

ГОСТ Р 52146-2003 Прокат тонколистовой, холоднокатаный и холоднокатаный горячеоцинкованный с полимерным покрытием с непрерывных линий. Технические условия.

ГОСТ Р 52246-2004 Прокат листовой горячеоцинкованный. Технические условия.

СП 16.13330.2011 «СНиП II-23-81* Стальные конструкции».

СП 20.13330.2011 «СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия».

СП 28.13330.2012 «СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии»

EN 1993-1-3:2006 Еврокод 3: Проектирование стальных конструкций –Часть 1-3. Общие правила. Дополнительные правила для холодноформованных элементов и профилированных листов. Техническая редакция перевода ГОУ ВПО СПбГПУ, СПб, 2011

EN 1993-1-5:2006 Еврокод 3: Проектирование стальных конструкций – Часть 1-5: Пластинчатые элементы конструкций. Техническая редакция перевода ЗАО «ЦНИИПСК им. Мельникова», М, 2011.

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины:

3.1 стандарт организации; СТО: Стандарт, утвержденный и применяемый организацией на продукцию, процессы и оказываемые в ней услуги в частности для разработки проектной и иной документации на стальные профилированные настилы покрытия зданий, СТО разрабатывается для обеспечения соблюдения требований технических регламентов, национальных российских стандартов, международных и региональных стандартов, стандартов других стран в соответствии с требованиями ГОСТ Р 1.4 и ГОСТ Р 1.5;

3.2 стальной профилированный лист: гофрированные листовые профили с трапециевидными или полукруглыми гофрами.

3.3 стальной профилированный настил соединенные между собой по продольным краям и закрепленные поперек гофров на опорных конструкциях каркаса поверхности покрытия или перекрытия;

3.4 редуцированная площадь сечения профиля: рабочая расчетная площадь сечения настила, определяемая с учетом потери местной устойчивости продольно сжатых участков профилей настила в закритической стадии его работы при поперечном изгибе;

3.5 пистолет: механизированный инструмент поршневого действия с пороховым приводом;

3.6 пристрелка: технологическая операция выполнения монтажных соединений на дюбель-гвоздях с применением пистолета;

3.7 продольное ребро жесткости: Дополнительный продольный риф на полках профиля, повышающий их рабочую ширину в закритической стадии;

3.8 уступ на стенках профиля: Продольное ребро эквивалентной жесткости, обеспечивающее устойчивость стенок гофров в зонах настила над опорами;

3.9 диафрагма из профилированного настила: Настил, выполняющий функцию горизонтальных связей покрытия и вертикальных связей по колоннам в плоскости его закрепления на опорах. В диафрагмах настил должен крепиться на опорах в каждой волне, причем соединения профилей настила между собой и на опорах являются расчетными;

3.10 дюбель-гвоздь: Стальной гвоздь с шайбой для крепления настила к стальным конструкциям, устанавливаемый с помощью пристрелки пороховым зарядом специальным пистолетом;

3.11 Продольный перехлест: продольное наложение полок двух соседних профилированных листов вдоль рабочего пролёта листа

3.12 **Поперечный перехлест:** наложение двух соседних профилированных листов над опорной конструкцией поперёк рабочего пролёта листа.

4 Технические требования.

4.1 Требования выполнению дюбельных соединений.

4.1.1 Требования настоящего раздела следует соблюдать при проектировании и выполнении соединений профилированных листов с стальными каркасами зданий и сооружений, изготовленные из марок сталей с нормативным временным сопротивлением R_{un} 355 – 510 МПа и эксплуатируемых в районах с расчётной отрицательной температурой до минус 65°C.

4.1.2 Настоящий стандарт распространяет своё действие на соединения выполненные из следующих типов дюбелей: SPIT SBR9, SPIT SBR14, SPIT HSBR14. Размеры и конструкция дюбелей приведены на рисунках 1 – 2.

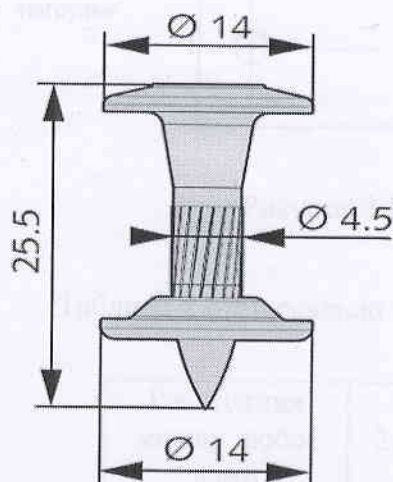


Рисунок 1. Дюбель-гвозди SBR14 и HSBR14

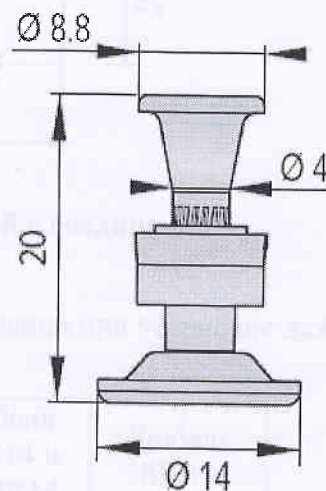


Рисунок 2. Дюбель-гвоздь SBR9

4.1.3 Дюбели, применяемые для крепления листов настила и кассетных профилей к несущим элементам каркаса здания, изготавливают из углеродистой термически обработанной стали механические свойства стали готовых дюбелей приведены в таблице 1.

Таблица 1 Механические свойства стали готовых дюбелей

Тип дюбеля	Нормативные значения				Расчётные	
	R_{byn} , мПа	R_{byn} , мПа	HR_C	Металлизация, мкм	R_{bs} , мПа	R_{bb} , мПа
SBR14	1600	2300	54-58	7*	690	3680
HSBR14			57	10*		
SBR9	1600	2000	54-58	7*	600	3200

• минимальная толщина цинкового слоя шайбы 8 мкм.

4.1.4 Марки стали, соединяемых конструктивных элементов следует принимать в соответствии с требованиями СП 16.13330.2011.

4.1.5 Минимально допустимые расстояния между метизами и от их осей до краев соединяемых элементов, представленные на рисунке 3, принимаются по таблице 2.

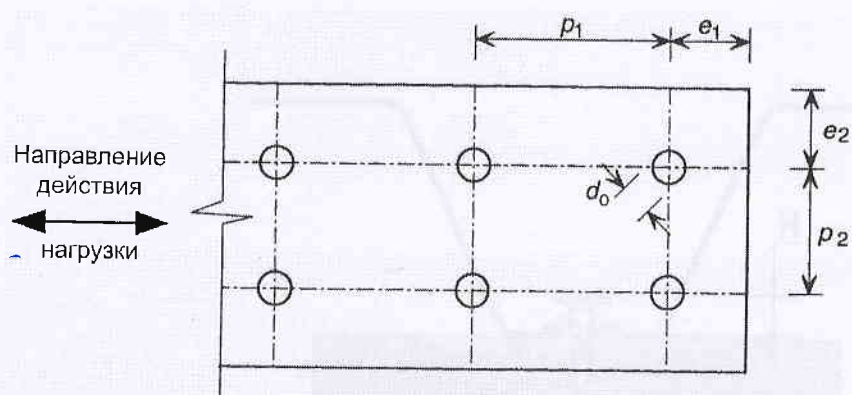


Рисунок 3 Расстановка дюбелей в соединении

Таблица 2 Минимально допускаемые расстояния при установке дюбелей в соединении.

Расстояния между дюбелями	Дюбель $2,6 \leq d_0 \leq 6,4$ мм	Дюбели SBR14 и HSBR14	Дюбель SBR9
e_1	$4,5 d_0$	20 мм	16 мм
e_2	$4,5 d_0$		
p_1	$4,5 d_0$		
p_2	$4,5 d_0$		

4.1.6 Предельные отклонения от проектного положения мест установки дюбелей не должны превышать значений приведённых в таблице 3.

Таблица 3. Предельные отклонения установки дюбелей от проектного положения

Тип соединения	Расстояния в мм			Отклонение оси дюбеля от оси нор- мальной к плоскости листа
	Вдоль оси гофра	Поперёк оси гофра	От обреза стыкуемых элементов	
На одиночном дюбеле	± 10	± 4	$+2, - 4$	10^0
Многодюбельное соединение	± 8	± 4	$+2, - 4$	

4.1.7 Плотность прижатия пристреливаемого элемента определяют в соответствии с возвышением головки, установленного дюбеля, над поверхностью соединяемого пакета в соответствии со схемой, приведённой на рисунке 4 и таблицей 5.

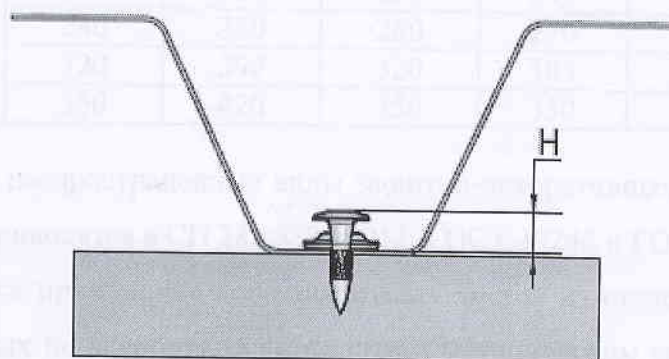


Рисунок 4 Схема замера возвышения головки дюбеля над соединяемым пакетом.

Таблица 5. Пределы возвышения головки дюбеля для обеспечения плотного прижатия настила к каркасу.

Тип дюбеля	Толщина базового материала, мм	$H_{\min}$, мм	$H_{\max}$, мм
SBR14	$3 \leq h < 6$	7	10,5
	$h \geq 6$	5	10,5
HSBR 14	$h \geq 6$	5	10,5
SBR 9	$3 \leq h < 6$	5	10,5

4.2 Требования по монтажу профилированных настилов

4.2.1 Перечень основных профилеразмеров настила с трапециевидными гофрами наиболее употребляемые в практике отечественного строительства, ширина заготовок и справочные величины настилов в таблице А1, А2 приложения А.

4.2.2 Применение профилей одной марки, но разной толщины в покрытии и перекрытиях одного здания не допускается.

4.2.3 Профилированные настилы и кассетные профили изготавливают из рулонной оцинкованной стали любой степени раскисления по ГОСТ 380*, групп ХП и ПК с цинковым покрытием первого класса с двух сторон по ГОСТ 14918 и из стали марок 250, 280, 320 и 350 по ГОСТ 52246-2003. Механические свойства стали и их расчётные сопротивления при изгибе, сжатии и растяжении R_y , срезе R_s и смятии в болтовом соединении R_{bt} приведены в таблице 6.

Таблица 6. Механические свойства стали.

ГОСТ	Марка проката	Нормативные сопротивления, МПа (не менее)		Расчётные сопротивления, МПа		
		R_{un}	R_{yn}	R_y	R_s	R_{bt}
ГОСТ 14918	ПК, КП	330	230	230	130	435
ГОСТ Р 52246	250	330	250	245	140	435
	280	360	280	270	155	475
	320	390	320	305	175	515
	350	420	350	330	190	550

4.2.4 Наиболее распространенные виды защитно-декоративных покрытий профилированного настила приводятся в СП 28.13330.2012, ГОСТ 30246 и ГОСТ Р 52146.

4.2.5 Допускается применение холоднокатаных листов из сталей других марок, в том числе, поставляемых по экспорту, если по своим механическим свойствам, качеству антикоррозионного покрытия допускам отвечают требованиям. Устанавливаемым Государственными стандартами перечисленными в пунктах 4.4 и 4.5.

4.2.6 Точность монтажа профилированных листов и кассетных профилей должна отвечать требованиям таблицы 4.11 СП 70.13330.2012.

4.2.7 Механические характеристики материала профилей определяются заводом-изготовителем по данным сертификата завода изготовителя исходной заготовки или по результатам стандартных приёмочных испытаний и должны быть указаны в сертификатах на готовые профили. Испытания должны проводиться в соответствии с ГОСТ 11701. Количество образцов для испытаний должно быть не менее пяти, с учетом следующей выборки:

Рулоны:

а) для отбора из продукции одной плавки – не менее одного образца на рулон из общего количества рулонов;

б) для отбора из продукции различных плавок – как минимум один образец на каждый рулон.

Листы и ленты: как минимум один образец на 2000 кг каждого вида продукции.

Образцы должны быть взяты произвольно из рассматриваемой партии стали в соответствии с рекомендациями ГОСТ Р ИСО 12491 и ориентированы вдоль длины элемента конструкции. Минимальные значения σ_b , σ_t не должны соответственно выше значений R_{m1} и R_{m2} , указанных в таблице 6.

5. Требования к организации работ.

5.1 К пристрелке дюбелей допускаются рабочие не моложе 18 лет с квалификацией строителя-монтажника не ниже 3-его разряда со стажем работы по специальности не менее 2 лет, прошедшие медицинский осмотр, обучение по типовой программе и аттестацию.

5.2 К руководству работами по пристрелке допускаются мастера и производители работ монтажной организации, прошедшие обучение по типовой программе и аттестацию.

5.3 Подготовка и переподготовка рабочих, мастеров, технический надзор и проверку соблюдения требований безопасности осуществляют инструкторы, имеющие специальное высшее и среднее техническое образование, стаж работы на монтажных работах не менее 1 года и прошедшие обучение по типовой программе и аттестацию.

5.4 Переподготовка рабочих и руководителей работ производится ежегодно. Эксплуатационное и ремонтное обслуживание монтажных пистолетов следует проводить в специализированных организациях.

5.5 Назначение руководителей работ по пристрелке дюбелей и инструкторов проводится приказом по монтажной организации.

5.6 Перед началом производства работ по пристрелке профилированных листов к несущим конструкциям следует провести контрольную пристрелку, числом не менее десяти выстрелов с целью оценки качества соединений и подбора мощности выстрела. Контрольную пристрелку следует проводить на монтируемых конструкциях в местах указанных в чертежах КМ (КМД). Если такие указания на чертежах отсутствуют, пристрелку проводят на образцах технологической пробы, отвечающих проекту по качеству материала и типу крепления монтируемых конструкций.

5.7 Перед началом пристрелки следует разметить положения осей дюбелей на конструкции в соответствии с чертежами КМ или КМД.

5.8 Зарядка пистолета пороховыми зарядами и дюбелями должна осуществляться непосредственно на рабочем месте. Не допускается переход рабочего с заряженным пистолетом с одного рабочего места на другое. После окончания работ, а так же перед устранением технических неисправностей, установкой сменных деталей, техническим обслуживанием рабочий должен убедиться, что пистолет разряжен.

5.9 Для пристрелки дюбелей SBR14 и HSBP14 предназначен монтажный многозарядный пороховой пистолет SPIT P560, характеристики пистолета представлены в таблице 7.

Таблица 7. Технические характеристики порохового пистолета SPIT P560

Обозначение	SPITFIRE P560	SPITFIRE P560
Энергия выстрела, Дж	520	
Вес, кг	3,7	4,23
Габариты, мм	363x215x77	363x277x77
Калибр заряда	6,3 / 16 (10 зарядов на диске)	
Маркировка зарядов	Зелёный, жёлтый, синий, красный, чёрный.	
Количество дюбель-гвоздей	1 ручная зарядка	10 в ленточном магазине

5.10 Для пристрелки дюбелей SBR9 предназначен многозарядный монтажный пороховой пистолет SPIT P370, характеристики которого представлены в таблице 8.

Таблица 8. Технические характеристики порохового пистолета SPIT P370

Обозначение	SPITFIRE P370	SPITFIRE P370 C60
Энергия выстрела, Дж	340	
Вес, кг	2,8	3,2
Габариты, мм	435x69x208	450x69x240
Калибр заряда	6,3 / 10 (10 зарядов на диске)	
Маркировка зарядов	Зелёный, жёлтый, синий, красный.	
Количество дюбель-гвоздей	1 ручная зарядка	10 в ленточном магазине

5.11 Для удобной постановки дюбелей на горизонтальной поверхности настилов перекрытий и покрытий зданий применяют пистолет SPIT P525L, технические характеристики которого представлены в таблице 9.

Таблица 9. Технические характеристики порохового пистолета SPIT P525L

Обозначение	SPITFIRE P525L
Энергия выстрела, Дж	560
Вес, кг	10,5
Габариты, мм	1000x130x230
Калибр заряда	6,3 / 16 (10 зарядов на диске)
Маркировка зарядов	Зелёный, жёлтый, синий, красный, чёрный
Количество дюбель-гвоздей	10 в ленточном магазине

5.12 Монтажные пистолеты обладают пятью степенями защиты от непроизвольного выстрела. Выстрел может быть произведён при соблюдении следующих условий:

- ствол пистолета во время выстрела должен быть расположен перпендикулярно к поверхности соединяемых элементов;

- выстрел может быть произведен только в том случае, если усилие, прижимающее пистолет к соединяемым элементам, превышает 5 кгс;
- выстрел не произойдет без предварительного нажатия на спусковой крючок пистолета до упора;
- для выполнения выстрела необходимо последовательно произвести все выше приведенные действия;
- выстрел не произойдет при падении пистолета.

Для исключения сквозного прострела базового материала в монтажном пистолете используется поршневой принцип действия.

5.13 Для установки дюбеля ширина присоединяемой полки гофра настила должна быть не менее 38 мм. Расстояние от дюбеля до ближайшей стенки гофра должно быть не менее 18 мм.

Минимальное расстояние от края базовой конструкции и обреза прикрепляемого листа до ближайшего дюбеля и шаг дюбелей вдоль гофров настила не должен превышать размеров, указанных в таблице 2.

6. Приёмочный контроль соединений.

6.1 Основным приёмочным признаком соединений является плотность прижатия пристреливаемых гофрированных листов к базовому элементу, который проверяется при приёмочным, операционном контроле и при контрольной пристрелке. При операционном контроле и контрольной пристрелке визуально проверяется 100% соединений при приёмочном контроле количество проверяемых дюбелей должно составлять 5% от общего числа, но не менее 40 штук. Контроль осуществляется в соответствии с указаниями таблицы 5 или с помощью контрольной карточки. Не допускаются так же излом и недобивание дюбелей. При количестве отказов более 5% следует провести проверку всех соединений.

6.2 В каждом комплекте дюбель-гвоздей 1000 шт., поставляется контрольная карточка для проверки глубины вхождения гвоздя в металлическое основание. На карточке имеются два уровня, для проверки Н - высоты шляпки. Пример контрольной карточки для дюбелей HSBR 14 на рисунке 5.

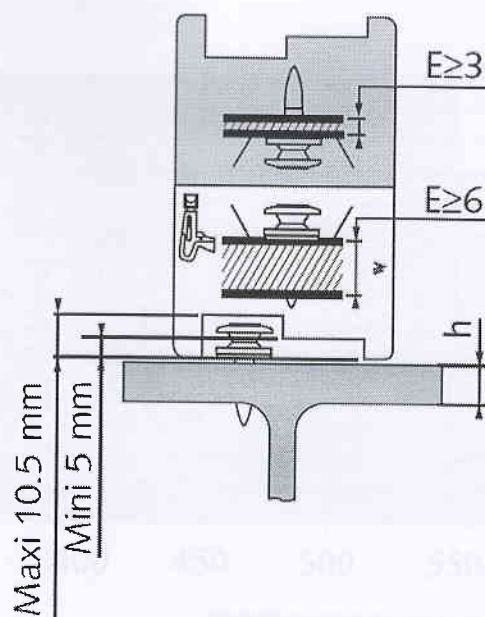


Рисунок 5. Контроль плотности соединения с помощью контрольной карточки.

6.3 Расстояния от оси дюбеля до края опорного элемента, а также расстояния между осями дюбелей не должны превышать расстояний указанных в таблице 2.

7. Указания по проектированию и расчёту дюбельных соединений.

7.1 Дюбели SBR14 и HSB14 диаметром 4,5 мм являются универсальными и могут быть использованы для крепления стальных листов суммарной толщиной от 0,6 до 4,0 мм (для одиночных листов до 2,5 мм) к стальной конструкции толщиной от 4 мм и более.

7.2 Дюбели SBR9 диаметром 4,0 мм могут быть использованы для крепления профилированного настила толщиной от 0,63 до 1,5 мм к стальной конструкции толщиной от 4,8 до 9,5 мм, а также для крепления диафрагм из профилированного настила или настилов сталежелезобетонных перекрытий.

7.3 Область применения дюбелей ограничивается толщиной и прочностью основного металла. Зависимость максимальной толщины основного металла от его прочности для дюбелей SBR14 и HSB14 приводится на рисунках 5 и 6, для дюбелей SBR9 – на рисунке 7. Мощность зарядов, обозначаемая цветовой маркировкой выбирается при пристрелке гофрированных профилей к базовому материалу каркаса по графикам на рисунках 8 – 10.

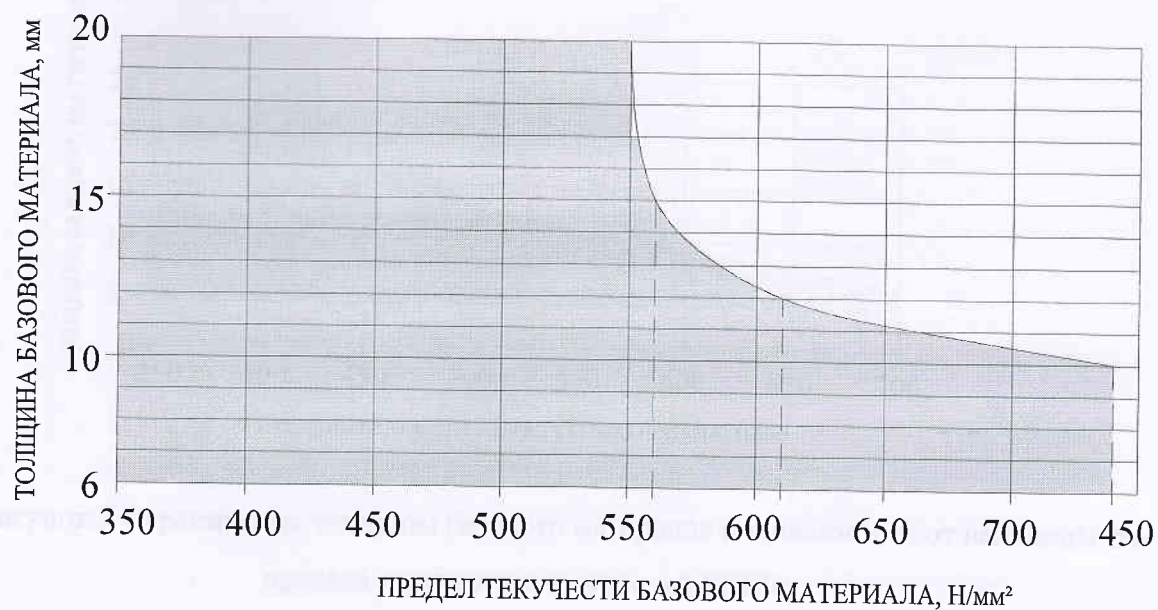


Рисунок 5 Ограничение толщины базового материала в зависимости от величины его предела текучести для дюбелей HSBR14

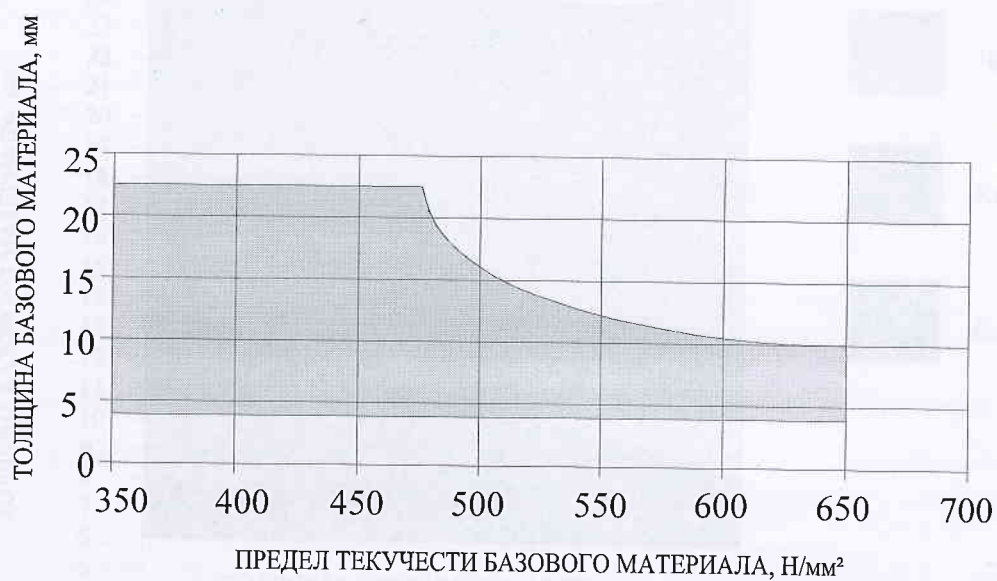


Рисунок 6 Ограничение толщины базового материала в зависимости от величины его предела текучести для дюбелей SBR14

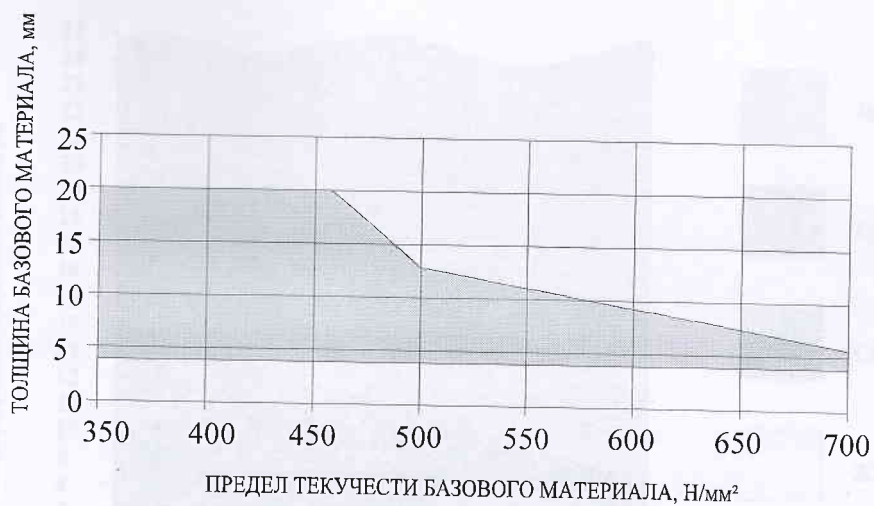


Рисунок 7 Ограничение толщины базового материала в зависимости от величины его предела текучести для дубелей SBR9.

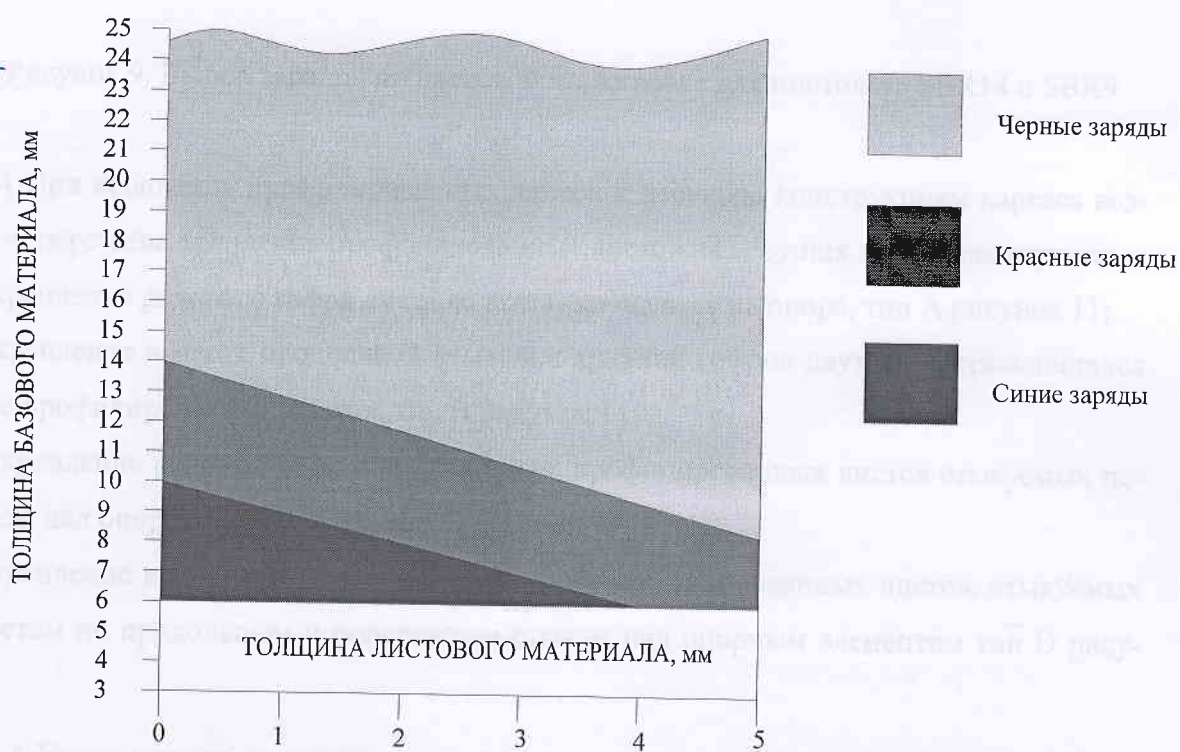


Рисунок 8. Выбор зарядов по цветовой маркировке для пистолета HSBR14

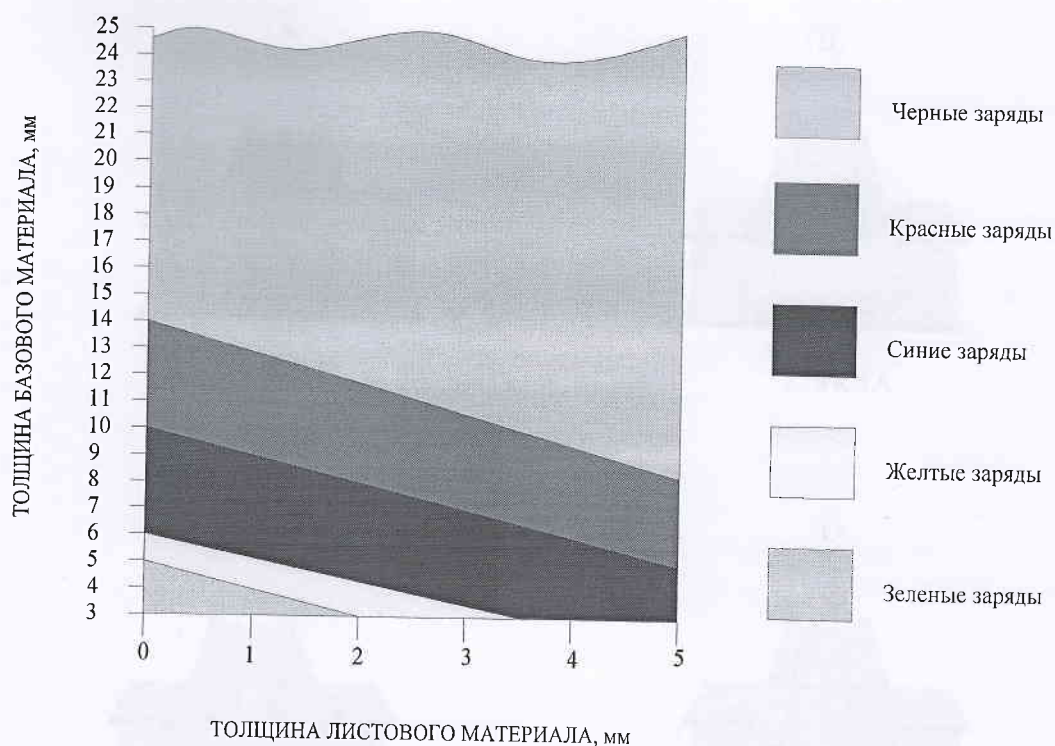


Рисунок 9. Выбор зарядов по цветовой маркировке для пистолета SBR14 и SBR9

7.4 При креплении профилированных листов к несущим конструкциям каркаса возможны четыре типа крепления профилированных листов на несущих элементах каркаса:

- крепление рядового гофра листа не прерывающегося на опоре, тип А рисунок 11;
- крепление в месте продольной стыковки крайних гофров двух не прерывающихся на опоре профилированных листов, тип В рисунок 11;
- крепление рядовых гофров в стыке двух профилированных листов стыкуемых перехлестом над опорным элементом тип С рисунок 11;
- крепление крайних гофров в стыке четырёх профилированных листов, стыкуемых перехлестом по продольным и поперечным стыкам над опорным элементом тип D рисунок 10.

7.5 Уклон кровли из профилированного настила, закрепленного дюбелями должен быть не менее 6° .

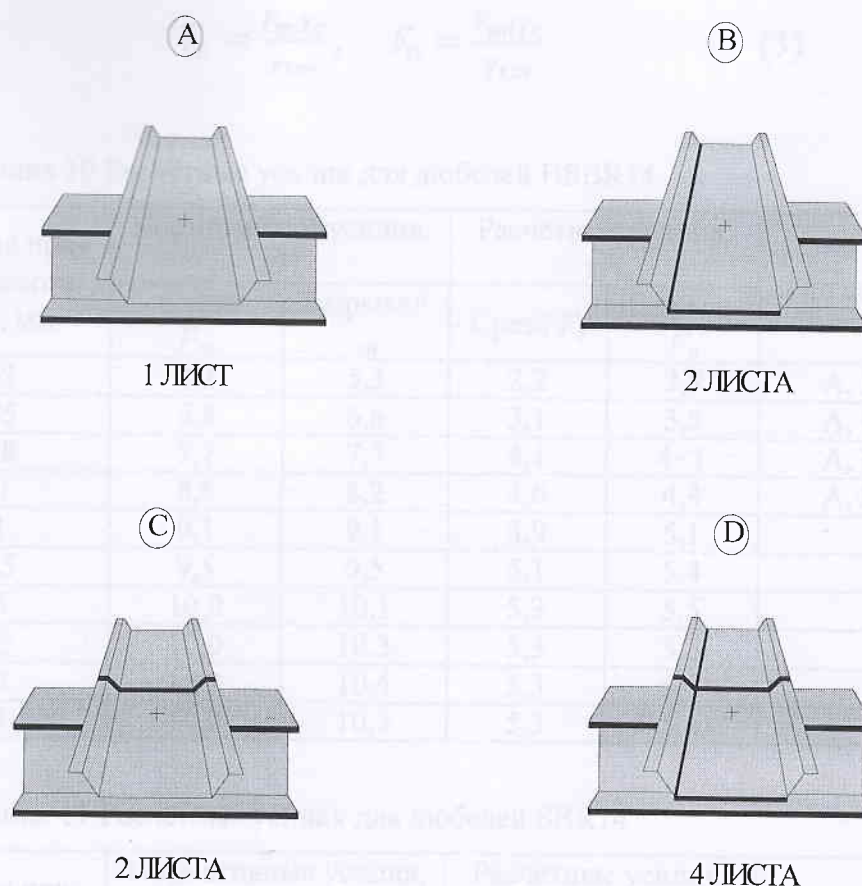


Рисунок 10 Типы стыковки листов на опорной конструкции.

7.6 Требуемое количество дюбелей в соединении настила определяется по формулам на сдвиг

$$n_s = \frac{F_{sp} \gamma_{1m}}{F_{sn} \gamma_c} \quad (1)$$

на растяжение

$$n_n = \frac{F_{np} \gamma_{1m}}{F_{nn} \gamma_c} \quad (2)$$

где: F_{sp} и F_{np} – действующие сдвигающее и отрывающее усилие в соединении;

F_{sn} и F_{nn} – нормативная несущая способность однодюбельного соединения на сдвиг и растяжение по испытаниям (таблицы 11, 12);

γ_c – коэффициент условия работы $\gamma_c = 0,72$ для несущей способности, определённой испытаниями проведенными отдельными производителями;

$\gamma_m = 1,33$ – коэффициент надёжности по материалу;

7.7 Значения F_{sn} , F_{nn} приведены в таблице 10 для дюбелей SBR14 в таблице 11 для дюбелей HSB14 и в таблице 12 для дюбелей SBR9. Расчетные значения F_s и F_n определены по формулам:

$$F_s = \frac{F_{sn}\gamma_c}{\gamma_{1m}}; \quad F_n = \frac{F_{nn}\gamma_c}{\gamma_{1m}} \quad (3)$$

Таблица 10 Расчётные усилия для дюбелей HSBR14

Толщина при- крепляемого листа, мм	Нормативные усилия, кН		Расчётные усилия, кН		Тип соединения
	Среза F_{sn}	Вырыва F_{nn}	Среза F_s	Вырыва F_n	
0,63	4,2	5,3	2,2	2,8	A, B, C, D
0,75	5,8	6,6	3,1	3,5	A, B, C, D
0,88	7,7	7,7	4,1	4<1	A, B, C, D
1,0	8,6	8,2	4,6	4,4	A, B, C, D
1,1	9,1	9,1	4,9	5,1	A
1,25	9,5	9,5	5,1	5,4	A
1,5	10,0	10,1	5,3	5,5	A
1,75	10,0	10,3	5,3	5,5	A
2,0	10,0	10,4	5,3	5,5	A
2,5	10,0	10,5	5,3	5,6	A

Таблица 11 Расчётные усилия для дюбелей SBR14

Толщина при- крепляемого листа, мм	Нормативные усилия, кН		Расчётные усилия, кН		Тип соединения
	Среза F_{sn}	Вырыва F_{nn}	Среза F_s	Вырыва F_n	
0,63	3,4	2,4	1,7	1,2	A, B, C, D
0,75	4,4	4,0	2,2	2,0	A, B, C, D
0,88	5,6	5,2	2,8	2,6	A, B, C, D
1,0	6,8	6,4	3,4	3,2	A, B, C, D
1,1	8,2	7,8	4,1	3,9	A
1,25	9,4	9,4	4,7	4,7	A
1,5	9,4	9,4	4,7	4,7	A
1,75	9,4	9,4	4,7	4,7	A
2,0	9,4	9,4	4,7	4,7	A
2,5	9,4	9,4	4,7	4,7	A

Таблица 11 Расчётные усилия для дюбелей SBR9

Толщина при- крепляемого листа, мм	Нормативные усилия, кН		Расчётные усилия, кН		Тип соединения
	Среза F_{sn}	Вырыва F_{nn}	Среза F_s	Вырыва F_n	
0,75	2,5	2,2	1,7	1,4	A, B, C, D
1,0	3,2	3,2	2,2	2,2	A, B, C, D
1,25	4,0	4,7	2,6	3,1	A
1,5	4,1	4,7	2,8	3,1	A
2,0	4,3	4,7	2,9	3,1	A

7.8 Значения нагрузок, указанных в таблицах 10, 11 и 12 действительны для симметричного положения крепежных элементов на полке гофрированного профиля. В случае асимметричного положения данные нагрузки, указанные в таблицах 10, 11 и 12 должны применяться с коэффициентом 0,7.

7.9 Несущая способность дюбельных соединений по вырыванию тонкого листа вокруг головки метиза для статических нагрузок определяется по выражению:

$$F_w = \gamma_c \alpha k_w R_u d_w t \quad (4)$$

R_u - расчетное сопротивление стали по пределу прочности;

d_w - диаметр головки (стальной шайбы) самонарезающего винта (дюбеля)

k_w - коэффициент при наличии в сочетании ветровой нагрузки равный 0,5, в прочих случаях равен 1,0;

t - толщина гофрированного листа

α - определяется по формуле (5)

$$\alpha = 3,2 \sqrt{t/d} \leq 2,1; \quad (5)$$

8 Справочные значения параметров поперечного сечения настилов

8.1 Основные характеристики поперечного сечения профилей по ГОСТ 24045 приведены в таблице 3, приложения А настоящего стандарта.

Справочные значения моментов инерции и сопротивления в таблице 3 определяли при расчетной ширине плоских участков сжатых полок профилей равной $40t$ при определении моментов сопротивления и $60t$ при определении моментов инерции.

Криволинейные участки, стенки гофров и растянутые полки настила включены в расчетную площадь сечения полностью.

8.2 В связи с тем, что в закритической стадии работы настила на поперечный изгиб, редуцированная площадь сечения профиля является переменной величиной, зависящей от уровня максимальных напряжений в сжатых полках, более точные значения моментов инерции и сопротивления, чем в таблице 3, следует определять методом итерации с учетом расчетных значений этих напряжений (см. СТО 0047-2005 приложение А).

9 Рекомендации по расчету профилированного настила

9.1 Прочность и жесткость (прогиб) профилированных настилов при поперечном изгибе проверяются по методике, приведенной в п.п. 9.2 и 9.3.

Устойчивость гладких стенок гофров над средними опорами при неразрезных схемах раскладки настилов проверяется по методике, приведенной в п.п. 9.4. Устойчивость стенок ступенчатого поперечного сечения в неразрезных настилах из профилей Н75-750-0,8(0,9), Н114-600-0,8(0,9) и Н114-750-0,8(0,9) проверяется над средними опорами в соот-

ветствии с п.п. 9.4 и 9.5 с учетом требований СП 16.13330.2011 к стенке сжато-изогнутого элемента, укрепленной продольным ребром жесткости.

9.2 Прочность изгибаемого настила следует проверять по формуле

$$\sigma = \frac{M}{W_{eff}^{min}} + \frac{N}{A_{eff}} \leq \frac{R_y}{\gamma_n}; \quad (6)$$

где: M - расчетное значение изгибающего момента в рассматриваемом сечении;

N - продольная сила в сечении;

W_{eff}^{min} - минимальный эффективный момент сопротивления в рассматриваемом сечении, принимаемый по таблице 3, приложения А;

A_{eff} - эффективная площадь сечения;

R_y - расчетное сопротивление стали при изгибе;

γ_n - коэффициент надежности по назначению сооружения.

9.3 Прогибы настила покрытий и перекрытий открытых для обзора f_p определяют от нормативной нагрузки, определяемый как для балки с моментом инерции $I_{x, eff}$ по таблице А3, Предельные прогибы для настилов покрытий и перекрытий следует принимать по формулам (7), (8) и (9)

$$f_p \leq \frac{1}{120} L, \text{ для } L \leq 1 \text{ метра}; \quad (7)$$

$$f_p \leq \frac{1}{150} L, \text{ для } L = 3 \text{ метра}; \quad (8)$$

$$f_p \leq \frac{1}{200} L, \text{ для } L = 6 \text{ метров}; \quad (9)$$

где: L - расчетный пролет настила.

9.4 Несущую способность одной стенки $Q_{w,p}$ при местном поперечном воздействии в виде опорной реакции или местной нагрузки следует определять по формуле:

$$Q_{w,p} = \gamma_c C t^2 R_y \sin \varphi \left(1 - C_r \sqrt{\frac{r}{t}} \right) \cdot \left(1 + C_b \sqrt{\frac{b}{t}} \right) \cdot \left(1 - C_h \sqrt{\frac{h}{t}} \right); \quad (10)$$

Где:

$Q_{w,p}$ - несущая способность стенки при местном поперечном воздействии;

C - коэффициент из таблицы 3;

t - толщина стенки;

φ - Угол между плоскостью стенки и плоскостью опорной поверхности;

r - внутренний радиус изгиба;

C_r - коэффициент учитывающий гибкость стенки из таблицы 3;

b - длина опорной части или местной распределённой нагрузки;

C_b - коэффициент, учитывающий длину приложения локальной нагрузки на опоре или в пролёте из таблицы 3;

h - высота плоской части стенки профиля;

C_h — коэффициент, учитывающий высоту стенки из таблиц 3

Примечание:

- Для конструктивных элементов, состоящих из двух и более стенок значение $Q_{w,p}$ рассчитывается для каждой стенки профиля и суммируется.

- Концевое приложение опорной реакции или местной нагрузки от свободного края элемента, должно быть меньше или равно $1,5 h$.

- Приложение двух местных противоположно направленных нагрузок приложенных к двум полкам (верхней и нижней) элемента должно быть равно или меньше $1,5 h$.

- Приложение двух местных противоположно направленных нагрузок приложенных к одной полке (верхней или нижней) элемента должно быть равно или больше $1,5 h$.

9.5 Несущую способность на одну стенку профилированных настилов и кассетных профилей при местном поперечном воздействии $Q_{w,p}$ в виде опорной реакции или местной нагрузки следует определять по формуле (10). Значения коэффициентов C , C_r , C_b , C_h приведены в таблице 12 для одиночных кассетных и шляпных профилей и для профилированных настилов.

Таблица 12 профилированные настилы с несколькими стенками.

Тип опоры на полку балки (прогона)	Опорная реакция или локальная нагрузка		C	C_r	C_b	C_h	Ограничения
Настил, закреплённый на опоре	На одну полку	Концевая	3	0,08	0,70	0,055	$r/t \leq 7$
		Промежуточная	8	0,10	0,17	0,004	$r/t \leq 10$
	На две полки	Концевая	9	0,12	0,14	0,04	$r/t \leq 10$
		Промежуточная	10	0,11	0,21	0,02	
Настил не закреплённый на опоре	На одну полку	Концевая	3	0,08	0,70	0,055	$r/t \leq 7$
		Промежуточная	8	0,10	0,17	0,004	
	На две полки	Концевая	6	0,16	0,17	0,05	$r/t \leq 5$
		Промежуточная	17	0,10	0,10	0,046	

9.6 Выражение (10) справедливо при следующих параметрах сечения гофра настила $r/t \leq 10$, $h/t \leq 200 \sin \varphi$, $45^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$

9.7 Несущая способность стенки с элементами жесткости при местном поперечном воздействии может быть определена для поперечных сечений с продольными элементами жесткости, образованными двойным изгибом стенки в противоположные стороны относительно линии, соединяющей точки пересечения срединных линий стенки и полки (рисунок 11), таким образом, чтобы выполнялось условие

$$2 < \frac{e_{\max}}{t} < 12;$$

где $e_{\max}$ — больший эксцентриситет точек сгиба стенки относительно прямой линии, соединяющей концы стенки.

9.8 Для сечений со стенками с элементами жесткости, удовлетворяющими условиям 6.5, несущая способность стенки при местном поперечном воздействии может быть определена умножением ее соответствующих значений для аналогичной стенки без элементов жесткости, приведенной 6.3, на коэффициент $k_{a,s}$.

$$k_{a,s} = 1,45 - 0,05 \frac{e_{\max}}{t}, \text{ но } k_{a,s} \leq 0,95 + 35000 t^2 \frac{e_{\min}}{b_d^2 s_p} \quad (11)$$

где b_d — развернутая ширина нагруженной полки (см. рисунок 11);

$e_{\min}$ — меньший эксцентриситет точек сгиба относительно прямой линии, соединяющей концы стенки (см. рисунок 11);

s_p — наклонная высота плоского участка стенки, ближайшего к нагруженной полке (см. рисунок 11).

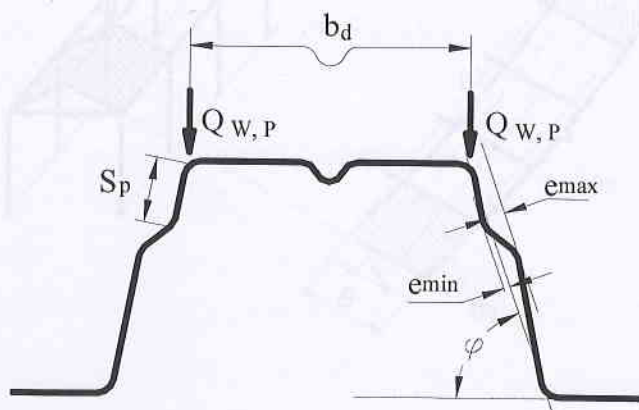


Рисунок 11 Схема ступенчатой стенки гофра при проверке её на местную устойчивость

10 Рекомендации по проектированию и расчёту крепления профилированных листов в настилах, используемых в качестве жёстких диафрагм.

10.1 Настилы, составленные из гофрированных листов или кассетных профилей, правильно закреплённые на несущих элементах каркасов зданий могут выполнять роль жёстких, связевых диафрагм, пример таких горизонтальных поперечных диафрагм приведён на рисунке 12.

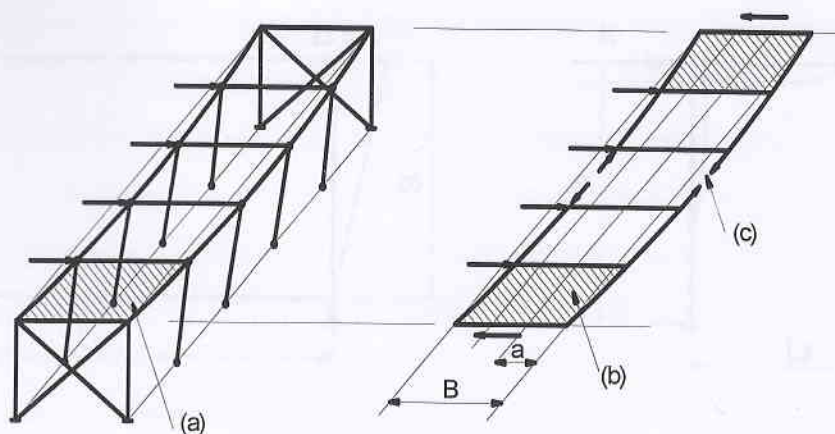


Рисунок 13 – А) расчет горизонтальной жесткости диафрагмы (а) и жесткости прогона (б)

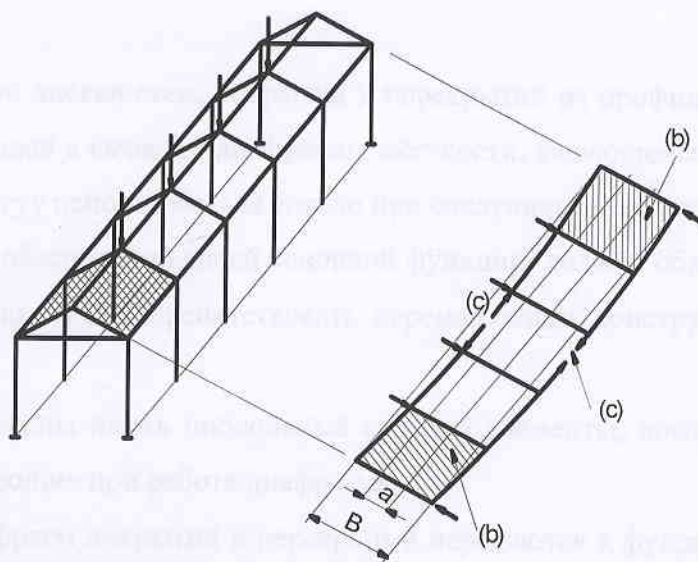


Рисунок 12 Горизонтальные поперечные диафрагмы жёсткости.

(а) – поперечная диафрагма, (б) – зона сдвига в настиле, (с) – усилия в краевых элементах, B – ширина диафрагмы, a – шаг прогонов

10.1 Жесткость диафрагмы из профилированного настила характеризуется величиной сдвигающей силы, вызывающей единичное смещение рассматриваемого прямоугольного участка настила по линии ее действия. Эта жесткость называется сдвиговой, обозначается S и имеет размерность Н/мм (рисунок 13).

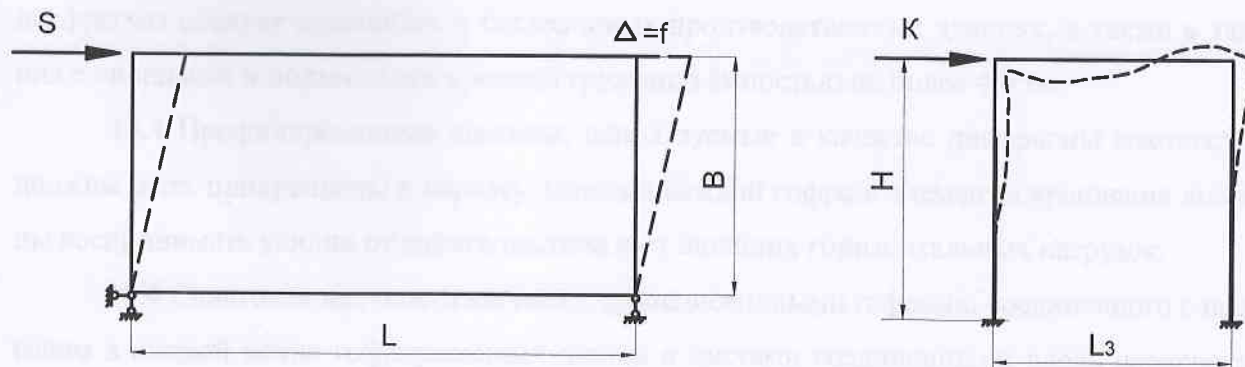


Рисунок 13 – К расчету параметров жесткости диафрагм (а)
и поперечной рамы (б)

10.2 Применение дисков стен, покрытий и перекрытий из профилированного настила и кассетных профилей в качестве диафрагмы жёсткости, являющейся составной частью несущего каркаса, могут использоваться только при следующих условиях:

- настил, кроме обеспечения своей основной функции, должен обладать достаточной сдвиговой жесткостью, чтобы препятствовать перемещениям конструкций в плоскости настила;
- диафрагмы должны иметь продольные краевые элементы, воспринимающие усилия в поясах, возникающие при работе диафрагмы;
- усилия от диафрагм покрытий и перекрытий передаются к фундаментам через связевые рамы, другие диафрагмы или другими методами, препятствующими смещению рам;
- несущая способность соединений должна соответствовать усилиям, передающимся от диафрагмы на основной стальной каркас и объединяющим настил с краевыми элементами для работы в качестве поясов;
- настил рассматривается как неотъемлемая конструктивная часть каркаса, которая не может быть удалена без надлежащей компенсации;
- в проекте, включающем расчеты и чертежи, должно быть обязательно отмечено то, что здание запроектировано с учетом работы диафрагмы жесткости;
- для настила, гофры которого ориентированы вдоль покрытия, усилия в поясах, возникающие при работе диафрагмы, могут быть восприняты самим настилом.
- сдвиговая жесткость не зависит от направления действия сдвигающей силы (вдоль или поперек гофров);
- поперечная нагрузка не влияет на сдвиговую жесткость настила.

10.3 Использование настилов в качестве вертикальной и горизонтальной связевой диафрагмы следует применять в бескрановых производственных зданиях, а также в зданиях с опорными и подвесными кранами грузоподъемностью не более 4,0 тс.

10.4 Профилированные настилы, используемые в качестве диафрагмы жесткости, должны быть прикреплены к каркасу здания в каждой гофре и элементы крепления должны воспринимать усилия от сдвига настила и от внешних горизонтальных нагрузок.

10.4 Сдвиговая жесткость настила с трапециевидными гофрами, соединенного с прогоном в каждой волне гофрированных листов и листами соединенными вдоль перехлеста продольного стыка, определяется следующим образом:

$$S = 1000\sqrt{t^3} \cdot (50 + 10\sqrt[3]{B}) \cdot \frac{a}{h_w} \text{ в Ньютонах}; \quad (12)$$

где t — расчетная толщина настила;

B — ширина кровли или ширина отсека настила;

a — шаг прогонов;

h_w — высота гофров настила.

Все размеры в миллиметрах. Для настилов из кассетного профиля сдвиговая жесткость равна S_v , умноженной на шаг прогонов. Сдвиговая жесткость S_{v1} на единицу длины может быть определена как

$$S_{v1} = \frac{\alpha L b_u}{e_s(b - b_y)}; \quad (13)$$

L — общая длина диафрагмы (в направлении пролета кассетных профилей);

b_u — общая ширина широкой полки кассетного профиля

b — общая ширина диафрагмы ($b = \sum b_u$);

α — коэффициент жесткости, $\alpha = 2000 \text{ Н/мм}^2$

10.5 В креплениях листов настила на опорах и между собой распределение продольной силы между крепежными элементами принимается равномерным.

10.6 Прочность соединений настила с поперечными опорами проверяется по формуле 14 (рисунок 13).

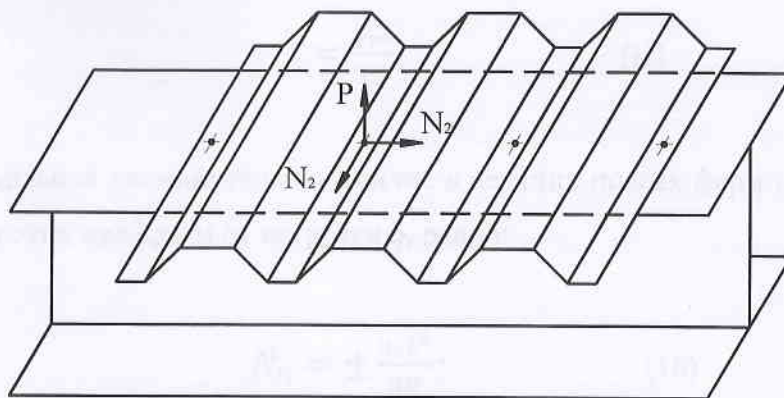


Рисунок 13 – Расчетные усилия в соединениях настила на опорах и в пролете

$$\left(\frac{\sqrt{N_x^2 + N_y^2}}{[N_1]} \right)^2 + \left(\frac{P}{[P_1]} \right)^2 \leq 1; \quad (14)$$

где: N_x и N_y - расчетные срезающие усилия на один крепежный элемент, направленные соответственно параллельно и перпендикулярно горизонтальной нагрузке;

P - расчетное растягивающее (отрывающее) усилие на один крепежный элемент или сварную точку при ветровом отсосе;

$[N_1]$ и $[P_1]$ - допускаемые усилия на один крепежный элемент соответственно при срезе и растяжении (отрыве).

Значения $[N_1]$ и $[P_1]$ определяются экспериментальным путем, и должны быть предоставлены производителем метизов крепления.

10.7 В поперечных диафрагмах расчетные срезающие усилия на соединения можно определять как в однопролетной балке двутаврового сечения с гофрированной стенкой из профилированного настила и поясами в виде верхних поясов стропильных ферм или ригелей поперечных рам, расположенных по продольным краям этих диафрагм.

10.8 При изгибе диафрагм в своей плоскости допускается, что стенка из профилированного настила воспринимает только сдвигающие усилия, а верхние пояса ферм или ригелей испытывают дополнительное сжатие или растяжение (рисунок 14).

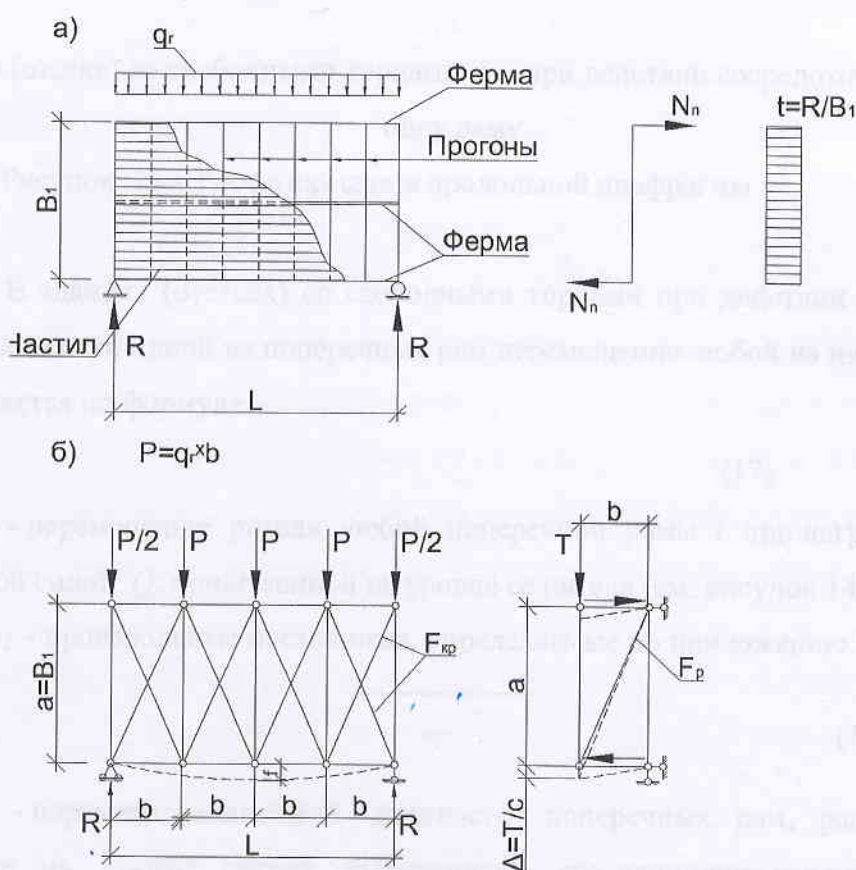
Погонное сдвигающее усилие в настиле от равномерно распределенной горизонтальной нагрузки q , в плоскости диафрагмы определяется по формуле:

$$t = \frac{g_r L}{2B} \quad (15)$$

Максимальное дополнительное усилие в верхних поясах ферм или ригелей на продольных краях этих диафрагм от нагрузки q_r равно:

$$N_n = \pm \frac{q_r L^2}{8B}; \quad (16)$$

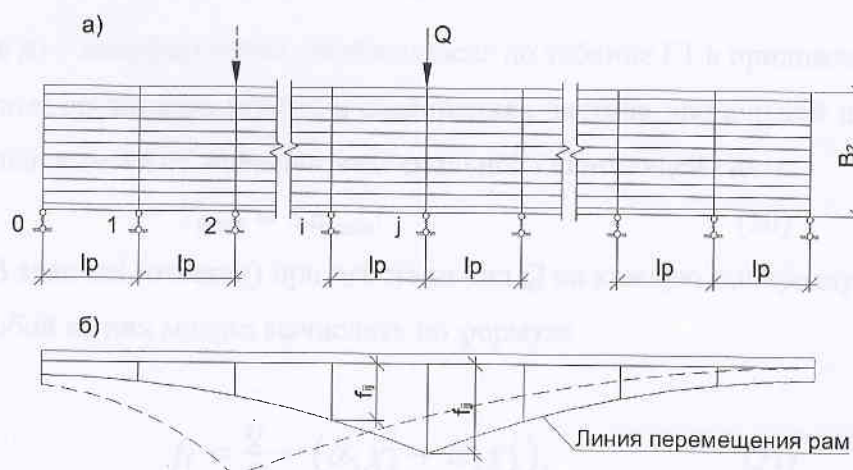
10.9 В продольных диафрагмах расчетные срезающие усилия на соединения настила определяются с учетом взаимных перемещений поперечных рам в направлении сосредоточенной горизонтальной нагрузки согласно принятой расчетной схеме (рисунок 15). По этой схеме каждая продольная диафрагма здания (отсека) рассматривается как неразрезная балка с равными пролётами на упругоподатливых опорах, которыми являются поперечные рамы.



а – при определении усилий в соединениях настила; б – при работе изгибной жесткости в своей плоскости

Рисунок 14 – Расчетная схема поперечной диафрагмы

10.10 В продольных связевых диафрагмах расчетные срезающие усилия в соединениях настила с элементами каркаса здания определяются с учетом взаимных перемещений поперечных рам в направлении горизонтальной, поперечной, локальной нагрузки согласно принятой расчетной схеме (рисунок 15). По этой схеме каждая продольная диафрагма здания (отсека) рассматривается как неразрезная балка, с пролётами равными шагу поперечных рам на упругоподатливых опорах, которыми являются поперечные рамы.



а – в здании (отсеке) со свободными торцами; б – при действии сосредоточенной силы на одну раму

Рисунок 15 – Расчетная схема продольной диафрагмы

10.11 В зданиях (отсеках) со свободными торцами при действии горизонтальной нагрузки в плоскости одной из поперечных рам перемещение любой из них на уровне ригеля определяется по формуле

(17)

где: f_{ij} - перемещение ригеля любой поперечной рамы i при нагружении рамы j эквивалентной силой Q , приложенной на уровне ее ригеля (см. рисунок 14а);

b_1 и b_2 - произвольные постоянные, определяемые по приложению Г

(18)

K - параметр единичной жесткости поперечных рам, равный горизонтальной силе на уровне ригеля, вызывающей его единичное перемещение в плоскости рамы (см. рисунок 15 б);

S - сдвиговая жесткость участка продольной диафрагмы между смежными поперечными рамами, определяемая по указаниям раздела 8.4;

j и i - порядковые номера нагруженной и рассматриваемой рамы при нумерации от одного торца здания (отсека) к другому, начиная с $i = 0$.

10.11 При действии силы Q на поперечную раму, расположенную в середине длины здания (отсека), взаимное смещение нагруженной и ближайшей к ней поперечных рам можно записать как

$$\Delta = f_{j,j} - f_{j-i,j} = \frac{Q}{R} (\beta_1 - \beta_2); \quad (19)$$

где β_1 и β_2 - коэффициенты, определяемые по таблице Г1 в приложении Г.

Расчетные срезающие усилия в соединениях настила продольной диафрагмы принимаются в зависимости от значения максимальной сдвигающей силы

$$T_{max} = S \Delta_{max}; \quad (20)$$

10.12 В зданиях (отсеках) при действии сил Q на каждую поперечную раму смещение ригеля любой из них можно вычислить по формуле

$$f_i = \frac{Q}{K} - (\alpha_1 \chi_1^i + \alpha_2 \chi_2^i); \quad (21)$$

где α_1 и α_2 - произвольные постоянные, определяемые по приложению Г.

В этом случае перемещение ригеля поперечной рамы в середине длины здания (отсека) является наибольшим и имеет вид:

$$f_{max} = \frac{Q}{K} \beta_m \quad (22)$$

где β_m - коэффициент, определяемый по таблице Г2 приложения Г.

10.13 Для расчетной оценки горизонтального прогиба диафрагм с профилированным настилом при изгибе в своей плоскости рекомендуется прямоугольные участки настила между несущими элементами, к которым он прикреплен, заменить крестовой решеткой из фиктивных стержней-связей, шарнирно соединенных с этими элементами (см. рисунок 146).

Условная площадь сечения этих стержней определяется из условия равенства сдвиговых жесткостей каждой связевой панели и соответствующего ей участка настила

$$F_y = \frac{S d^3}{2 E a^2}; \quad (23)$$

где S - сдвиговая жесткость настила;

a и b - размеры диска как на рис. 146

$$d^2 = a^2 + b^2;$$

E - модуль упругости стали.

При односторонней нагрузке крестовая решетка из фиктивных связей может быть заменена раскосной, у которой условная площадь растянутого раскоса равна $F = 2 F_{yc}$ (см. рисунок 146).

10.14 Прогиб диафрагм в середине пролета от расчетных горизонтальных нагрузок может быть определен как прогиб эквивалентной связевой фермы с бесконечно жесткими поясами и деформируемой раскосной решеткой по формуле

$$f = \sum \frac{N_p N_1}{E F} \cdot d, \quad (39)$$

где: N_p - усилия в элементах решетки эквивалентной связевой фермы от расчетной нагрузки;

N_1 - усилия в тех же элементах от единичной нагрузки, приложенной к середине пролета фермы;

F - площадь сечения элементов решетки.

11 Конструктивные требования к диафрагмам жёсткости.

11.1 Профилированный настил в составе диафрагм жесткости крепится на всех опорах в каждой волне. Шаг точечных соединений профилированных листов настила между собой в пролете рекомендуется принимать постоянным, но не более 500 мм.

11.2 Конструкция опорных узлов прогонов, поддерживающих настил в составе диафрагм, должна практически исключать возможное закручивание их опорных сечений (варианты конструктивных решений жесткого опорного узла прогонов приводятся в приложении В).

11.3 В диафрагмах не рекомендуется выполнять отверстия с линейными размерами или диаметром более 1,0 м. Расстояние от краев диафрагм до отверстия должно быть не менее $B/4$. Если размеры отверстия в диафрагме превышают 1 м, то при определении ее сдвиговой жесткости S по формулам (12) и (13) расчетная длина a снижается пропорционально соотношению площадей этого отверстия и рассматриваемого участка настила.

Приложение А (рекомендуемое)

Таблица 1 - Наиболее употребляемые типы профилированных настилов

Обозначение профиля	Размеры заготовки, мм		Поперечное сечение профиля	Масса m 1 м ² , кг	Удельная металло-емкость, кг/кН
	Ширина, мм	толщина, t , мм			
1	2	3	4	5	6
НС35-1000	1250	0,6		6,4	4,3
		0,7		7,4	4,3
		0,8		8,4	4,2
НС44-1000	1400	0,7		8,3	3,3
		0,8		9,4	3,3
Н57-750	1100	0,6		7,5	3,3
		0,7		8,7	3,3
		0,8		9,8	2,7
Н60-845	1250	0,7		8,8	3,8
		0,8		9,9	3,1
		0,9		11,1	2,6
Н75-750	1250	0,7		9,8	2,1
		0,8		11,2	2,1
		0,9		12,5	2,0

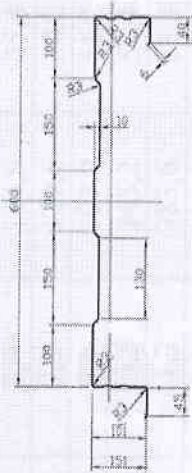
Обозначение профиля	Размеры заготовки, мм		Поперечное сечение профиля	Масса m 1 m^2 , кг	Удельная металло-емкость, кг/кН
	Ширина, мм	толщина, t , мм			
Н114-750	1400	0,8		12,5	2,1
		0,9		14,0	2,1
		1,0		15,4	2,1
Н114-600	1250	0,8		14,0	2,3
		0,9		15,6	2,3
		1,0		17,2	2,3
СП 100×595	900	0,7		8,9	
		0,8		10,1	
		1,0		12,5	
СП 150×595	1000	0,7		9,9	
		0,8		11,3	
		1,0		13,9	
Примечание - Удельная металлоемкость настилов определялась как отношение их массы m к расчетной предельной нагрузке q на 1 m^2 площади настила. Нагрузка q в данном случае рассчитывалась для неразрезного двухпролетного настила с пролетами по 3 м при высоте гофров не более 75 мм или с пролетами 4 м при высоте гофров 114 мм (приложение А)					

Таблица 2 – Обозначение профиля для настилов и их геометрические характеристики

Обозначение профиля	Размеры сече- ния, мм		Площадь сечения А, см ²	Масса 1м длины профиля, кг	Справочные величины на 1 м ширины настила при сжатых полках					
					узких		широких			
	t	h			момент инерции I _x , см ⁴	момент сопротивле- ния, см ³		момент инерции I _x , см ⁴	момент сопротивле- ния, см ³	
						W _{x1}	W _{x2}		W _{x1}	W _{x2}
HC35-1000-0,6	0,6	35	6,6	5,6	23,3	10,5	13,0	22,3	9,8	9,4
HC35-1000-0,7	0,7	35	7,7	6,5	27,1	12,2	15,1	27,1	11,8	12,1
HC44-1000-0,7	0,7	44	9,8	8,3	32,9	13,4	16,8	32,9	13,0	13,6
HC57-750-0,7	0,7	57	7,7	6,5	53,8	14,8	21,1	53,8	16,4	19,7
HC57-750-0,8	0,8	57	8,8	7,4	61,2	17,9	24,4	61,2	18,9	24,0
HC60-845-0,7	0,7	60	8,8	7,4	62,1	14,6	24,4	59,1	16,5	18,7
HC60-845-0,8	0,8	60	10,0	8,4	70,6	17,7	28,1	69,9	19,0	22,7
HC60-845-0,9	0,9	60	11,3	9,3	79,0	20,9	31,8	78,7	21,5	27,0
HC75-750-0,8	0,8	75	10,0	8,4	114,9	25,8	32,2	114,9	28,5	33,1
HC75-750-0,9	0,9	75	11,3	9,3	129,6	30,2	37,6	129,6	31,6	38,0
HC114-750-0,8	0,8	114	11,2	9,4	307,9	51,2	57,1	307,9	51,2	57,1
HC114-750-0,9	0,9	114	12,6	10,5	345,2	57,4	64,0	345,2	57,4	64,0
HC114-750-1,0	1,0	114	14,0	11,7	383,6	63,8	71,1	383,6	63,8	71,1
HC114-600-0,8	0,8	114	10,0	8,4	320,9	53,3	59,7	320,9	52,4	55,8
HC114-600-0,9	0,9	114	11,3	9,3	361,0	60,0	67,2	361,0	59,6	65,9
HC114-600-1,0	1,0	114	12,5	10,3	405,4	67,6	75,0	405,4	67,6	75,0
СП 100-595-0,7	0,7	100	6,3	5,3	105,9	14,8	37,1	89,2	12,6	30,5
СП 100-595-0,8	0,8	100	7,2	6,0	122,7	17,0	44,1	106,9	15,3	35,5
СП 100-595-1,0	1,0	100	9,0	7,4	157,1	21,2	60,6	169,7	21,9	75,4
СП 150-595-0,7	0,7	150	5,9	5,9	282,1	26,7	63,5	252,1	23,9	56,6
СП 150-595-0,8	0,8	150	6,7	6,7	326,7	30,7	74,9	298,5	28,6	65,5
СП 150-595-1,0	1,0	150	8,3	8,2	418,5	38,5	101,3	451,1	39,2	128,9

Таблица А.1 - Расчетные значения предельных нагрузок на профилированный настил при поперечном изгибе

Обозначение профиля	шаг опор, м	Предельная нагрузка, кг/м ² , при расчетной схеме			
		схема 1	схема 2	схема 3	схема 4
					
НС35-1000-0,8	1,5 3,0	627 78	670 198	762 153	752 164
С44-1000-0,7	1,5 3,0	658 82	474 211	540 264	518 245
НС44-1000-0,7	3,0	81	248	285	273
Н57-750-0,7	3,0 4,0	290 91	262 170	309 199	295 190
Н57-750-0,8	3,0 4,0	337 106	365 205	426 256	409 245
Н60-845-0,7	3,0 4,0	323 102	230 172	269 184	257 175
Н60-845-0,8	3,0 4,0	388 122	324 203	378 254	360 241
Н60-845-0,9	3,0 4,0	439 138	427 240	504 300	482 286
Н75-750-0,8	3,0 4,0	582 248	527 296	659 370	615 345
Н75-750-0,9	3,0 4,0	645 293	617 347	771 434	720 405
Н114-750-0,8	4,0 6,0	588 193	588 261	735	см. примечание см. примечание
Н114-750-1,0	4,0 6,0	733 244	733 325	916 см. примечание	см. примечание см. примечание

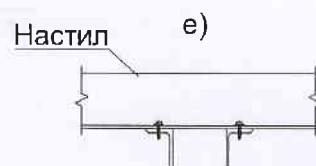
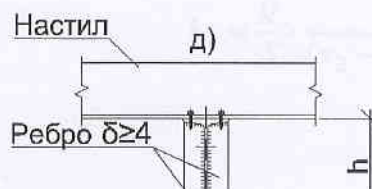
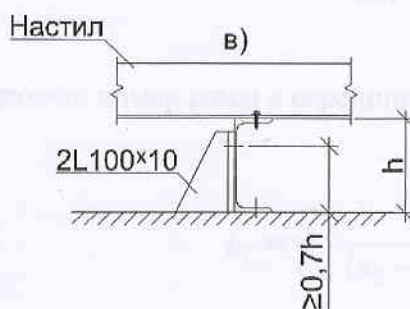
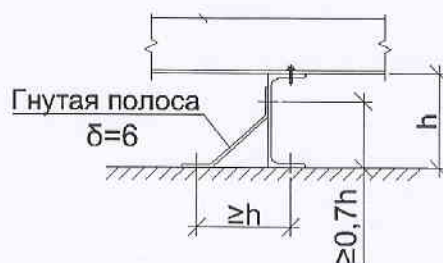
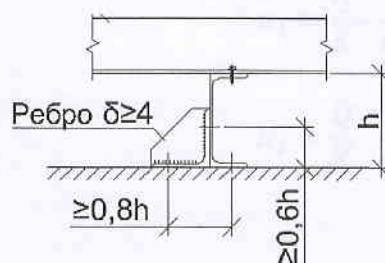
Окончание таблицы А.1

Обозначение профиля	шаг опор, м	Предельная нагрузка, кг/м ² , при расчетной схеме			
		схема 1	схема 2	схема 3	схема 4
Н114-600-0,8	4,0 6,0	602 201	612 272	765 см. примечание	см. примечание см. примечание
Н114-600-0,9	4,0 6,0	685 228	689 306	862 см. примечание	см. примечание см. примечание
Н114-600-1,0	4,0 6,0	771 258	771 345	917 см. примечание	см. примечание см. примечание
СП 100-595-0,7	3,0 4,0	252 142	180* 136*	205* 154*	197* см. примечание
СП 100-595-0,8	3,0 4,0	306 172	226* 170*	257* 193*	248* см. примечание
СП 100-595-1,0	3,0 4,0	424 239	332* 239	377* 283*	363* см. примечание
СП 150-595-0,7	3,0 4,0	478 269	176* 134*	203* 152*	195* см. примечание
СП 150-595-0,8	3,0 4,0	572 322	224* 168*	254* 191*	245* см. примечание
СП 150-595-1,0	3,0 4,0	784 411	328* 246*	374* 280*	359* см. примечание
Примечание - В соответствии с ГОСТ 24045 профилированные листы должны изготавливаться: для листов Н и НС - длиной от 3 до 12м., кратной 250мм.; для листов НС и С - длиной от 2,4 до 12м., кратной 300мм. По согласованию изготовителя и потребителя возможно изготовление листов более 12м. *несущую способность профиля определяет стенка над промежуточной опорой					

Приложение Б

(рекомендуемое)

Варианты решения опорных узлов прогонов в составе диска покрытия



Примечания

- 1 Болты принимать диаметром не менее $d = 20\text{ мм}$.
- 2 Высота сварных швов не менее $h = 4\text{ мм}$.

Приложение В (обязательное)

Формулы для определения произвольных постоянных a_1 ; a_2 ; b_1 и b_2

$$\alpha_1 = \frac{Q}{K} \cdot \frac{x_2^{2m}}{x_2^{2m} + 1}$$

$$\alpha_2 = \frac{Q}{K} \cdot \frac{1}{x_2^{2m} + 1}$$

где:

$$x_2 = \frac{1}{\left(1 + \frac{K}{2S}\right) - \sqrt{\left(1 + \frac{K}{2S}\right)^2 - 1}};$$

m – порядковый номер рамы в середине блока

$$b_1 = \frac{Q}{K} \cdot \frac{1 + x_1^{4m-r_j+1}}{(x_2 - x_1) \cdot (1 - x_1^{4m+2})}$$

$$b_1 = \frac{Q}{S} \cdot \frac{x_1^{4m-r_j+1} + 1}{(x_2 - x_1) \cdot (x_1^{4m+2} - 1)}$$

где: $x_1 = x_2^{-1}$;

Q – эквивалентная горизонтальная сила, приложенная на уровне ригеля рамы с порядковым номером « j ».

S и K – параметры жёсткости в плоскостях диафрагмы покрытия и поперечной рамы соответственно.

Приложение Г
(обязательное)

Коэффициенты β_1 , β_2 и β_m для расчета рам блока

Таблица Д.1

Соотношение жесткостей $\frac{C}{K}$	Коэффициенты β_1 и β_2 при числе рам в блоке									
	$t+I=3$		$t+I=5$		$t+I=7$		$t+I=9$		$t+I=9$	
	β_1	β_2	β_1	β_2	β_1	β_2	β_1	β_2	β_1	β_2
1	0,5	0,191	0,459	0,175	0,448	0,171	0,447	0,17	0,447	0,17
2	0,428	0,214	0,344	0,172	0,338	0,169	0,335	0,167	0,333	0,166
3	0,399	0,225	0,31	0,175	0,287	0,162	0,28	0,158	0,278	0,156
4	0,383	0,233	0,287	0,175	0,257	0,157	0,248	0,15	0,243	0,147
5	0,375	0,24	0,271	0,174	0,238	0,15	0,226	0,145	0,22	0,14
6	0,37	0,246	0,26	0,173	0,225	0,15	0,211	0,14	0,2	0,13
7	0,37	0,254	0,25	0,17	0,217	0,15	0,2	0,138	0,19	0,13
8	0,37	0,26	0,245	0,17	0,21	0,148	0,195	0,138	0,185	0,13
9	0,36	0,26	0,24	0,17	0,2	0,14	0,18	0,130	0,17	0,12
10	0,35	0,255	0,23	0,168	0,19	0,138	0,17	0,12	0,165	0,12

Таблица Д.2

Соотношение жесткостей $\frac{C}{K}$	Коэффициенты β_m при числе рам					
	3	5	7	9	11	13
1	0,333	0,714	0,889	0,958	0,984	0,994
2	0,200	0,530	0,754	0,875	0,937	0,969
3	0,143	0,420	0,651	0,799	0,885	0,935
4	0,112	0,348	0,570	0,73	0,833	0,898
5	0,091	0,296	0,506	0,670	0,785	0,861
6	0,076	0,257	0,455	0,619	0,740	0,825
7	0,067	0,225	0,409	0,571	0,697	0,788
8	0,057	0,199	0,347	0,499	0,630	0,729
9	0,052	0,184	0,347	0,499	0,630	0,729
10	0,048	0,172	0,326	0,477	0,606	0,706

Библиография

- 1 Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ.
- 2 Рекомендации по учету жесткости диафрагм из стального профилированного настила в покрытиях одноэтажных производственных зданий при горизонтальных нагрузках, ЦНИИПСК им. Мельникова, Москва, 1980.
- 3 EN 1993-1-3:2006 Еврокод 3: Проектирование стальных конструкций – Часть 1-3. Общие правила. Дополнительные правила для холодноформованных элементов и профилированных листов. Техническая редакция ГОУ ВПО СПбГПУ, СПб, 2011
- 4 EN 1993-1-1:2005 Еврокод 3: Проектирование стальных конструкций – Часть 1-1: Общие правила и правила для зданий и сооружений. Техническая редакция ЗАО «ЦНИИПСК им. Мельникова», М, 2011.
- 5 EN 1993-1-5:2005 Проектирование стальных конструкций. Часть 1-5. Пластинчатые элементы конструкций
- 6 СТО 0047-2005 (02494680, 17523759). Перекрытия сталежелезобетонные с монолитной плитой по стальному профилированному настилу. Стандарт организации, Москва, 2005.

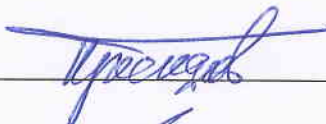
УДК 621.882.3.006.354

ОКС 91.080.10

ОКП 16 9000

Ключевые слова: стальной профилированный настил, дюбель-гвозди, соединения, срез, смятие, вырыв, диафрагмы жёсткости, проектирование, монтаж.

Директор института ЗАО
«ЦНИИПСК им. Мельникова»



Пресняков Н.И.

Руководитель разработки:



Беляев В.Ф.

Исполнители:



Ладзь Н.Ю.



Шуваева В.С