
Общество с ограниченной ответственностью
«ТехноНИКОЛЬ – Строительные Системы»



ТЕХНОНИКОЛЬ

**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
СТО 72746455-4.1.4-2022**

Изоляционные системы ТЕХНОНИКОЛЬ

**ИЗОЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ПЛОСКИХ КРЫШ С
ВОДОИЗОЛЯЦИОННЫМ КОВРОМ ИЗ
ПОЛИМЕРНЫХ И БИТУМОСОДЕРЖАЩИХ РУЛОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ**

Методика расчета кровли на ветровое воздействие

Издание официальное

Москва 2022



Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены [Федеральным законом Российской Федерации от 29 июня 2015 №162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации»](#), а правила применения и разработки стандартов организации – [ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения»](#).

1 РАЗРАБОТАН	ООО «ТехноНИКОЛЬ – Строительные Системы», Центральным научно-исследовательским и проектно-экспериментальным институтом промышленных зданий и сооружений (АО «ЦНИИПромзданий»)
2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ	Приказом ООО «ТехноНИКОЛЬ - Строительные системы» № О171-СТО от 01 декабря 2022 г.
3 ВВЕДЕН	ВЗАМЕН СТО 72746455-4.1.4-2018
4 ИЗДАНИЕ	20.04.2026 С ИЗМЕНЕНИЕМ №1

В настоящем стандарте учтены основные положения [ГОСТ Р 1.5 – 2012 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения»](#).

Стандарт, а также информация о его изменении публикуется в корпоративном пространстве SharePoint по ссылкам:

[ТехноНИКОЛЬ > Техническая Дирекция > Стандартизация и Сертификация > СТАНДАРТИЗАЦИЯ > СТАНДАРТЫ ТехноНИКОЛЬ > СТО на системы > Стандарты по Крышам](#)

© ООО «ТехноНИКОЛЬ – Строительные Системы», 2022

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован, распространен и использован другими организациями в своих интересах, без согласия с ООО «ТехноНИКОЛЬ – Строительные Системы»

(Измененная редакция, Изм. №1)



Содержание

1	Область применения.....	1
2	Нормативные ссылки	1
3	Термины и определения	2
4	Кровельные системы.....	2
5	Типы местности	3
6	Аэродинамические коэффициенты.....	4
7	Расчёт кровли на ветровое воздействие.....	9
8	Требования к полевым испытаниям	14
	Приложение А (рекомендуемое) Характеристики кровельных материалов.....	15
	Приложение Б (рекомендованное) Примеры расчёта водоизоляционного ковра на ветровую нагрузку.....	17
	Библиография	33



Введение

Настоящий стандарт организации разработан на основе результатов научно-исследовательской работы, проведенной АО «ЦНИИПромзданий и ООО «ТехноНИКОЛЬ – Строительные Системы» с учетом требований [СП 20.13330](#) и [СП 17.13330](#).

Настоящий стандарт организации определяет методики расчета кровель изоляционных систем плоских крыш на ветровое воздействие.

Целью разработки стандарта организации является содействие в реализации требований Федерального закона от [от 29 июня 2015 №162-ФЗ](#) «О стандартизации в Российской Федерации»[1], [Федерального закона от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ](#) «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [2], [Федерального закона от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ](#) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [3], [Федерального закона от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ](#) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [4] и иных законодательных и нормативных актов, действующих в области проектирования, строительства и реконструкции подземных частей зданий и сооружений.

(Измененная редакция, Изм. №1)



СТАНДАРТ ТЕХНОНИКОЛЬ

Изоляционные системы ТЕХНОНИКОЛЬ
ИЗОЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ПЛОСКИХ КРЫШ С
ВОДОИЗОЛЯЦИОННЫМ КОВРОМ ИЗ
ПОЛИМЕРНЫХ И БИТУМОСОДЕРЖАЩИХ РУЛОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**Методика расчета кровли на ветровое воздействие**

TECHNONICOL insulation systems

Flat roof insulation systems with waterproofing made of polymeric or bitumen roll materials.

Method of calculation for flat roofs to resistance for wind load

Дата введения – 2022-12-05**1 Область применения**

Настоящий стандарт организации распространяется на изоляционные системы плоских крыш с водоизоляционным ковром из полимерных и битумосодержащих рулонных материалов и определяет методики расчета на воздействие ветровой нагрузки.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте организации использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ EN 1607	Изделия теплоизоляционные, применяемые в строительстве. Метод определения прочности при растяжении перпендикулярно к лицевым поверхностям
СП 17.13330	Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76
СП 20.13330	Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85

Примечание - При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячно издаваемого информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения



(принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

(Измененная редакция, Изм. №1)

3 Термины и определения

В стандарте организации применены термины с соответствующими определениями, приведенными в [СП 17.13330](#), [СП 20.13330](#), СТО 72746455-4.1.5 [\[5\]](#).

(Измененная редакция, Изм. №1)

4 Кровельные системы

4.1 В стандарте организации рассмотрены следующие кровельные системы в зависимости от способа укладки (крепления) водоизоляционного ковра (рисунок 4.1):

а) **клеевая система** (рисунок 4.1а), в которой слои водоизоляционного ковра и слои тепло- и пароизоляции склеены между собой.

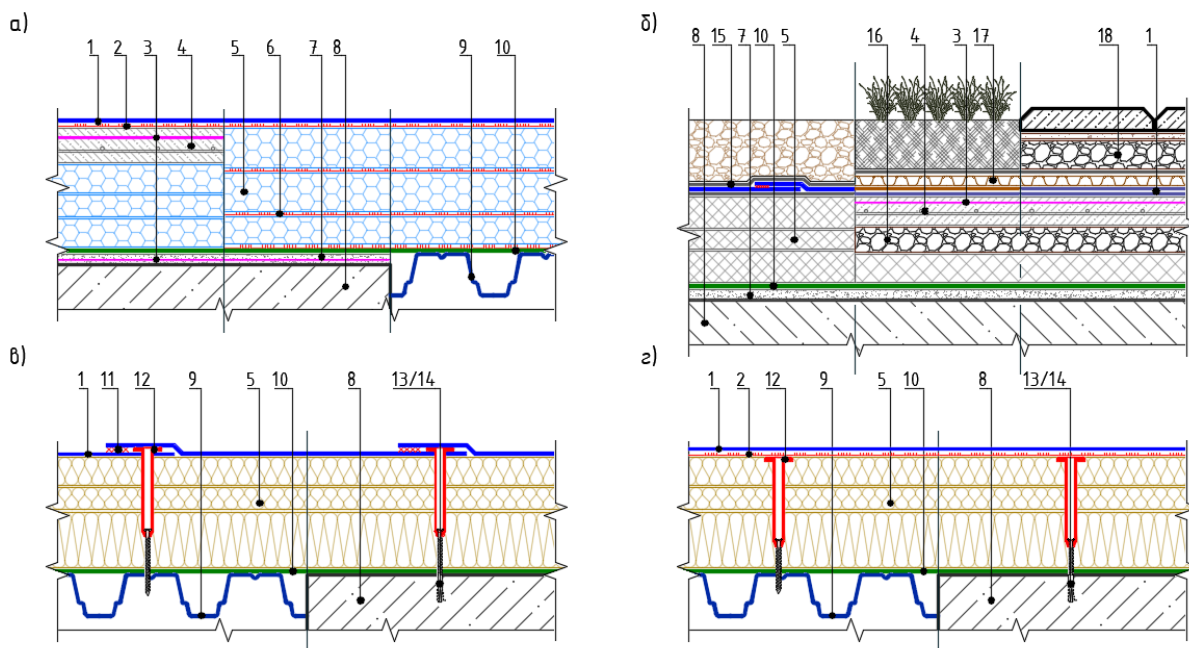
Примечание - К клеевой системе относится также кровля с полной или частичной (точечной или полосовой) приклейкой слоя водоизоляционного ковра;

б) **балластная система** (рисунок 4.1б), в которой нижний слой водоизоляционного ковра или однослойный ковер укладывают насухо с проклейкой или сваркой нахлестов, с последующим пригрузом гравием или иными материалами, обеспечивающими фиксацию ковра в проектном положении;

в) **система с механическим креплением** водоизоляционного ковра (рисунок 4.1в), в которой нижний слой ковра или однослойный ковер закрепляют к несущему основанию изоляционной системы или к основанию под кровлю при помощи механических крепежных элементов;

г) **комбинированная система** (рисунок 4.1 г), в которой нижний слой водоизоляционного ковра приклеивается к теплоизоляционному слою, в свою очередь теплоизоляционный слой механически крепится к несущему основанию.





1 – водоизоляционный ковер;
 2 – сплошная приклейка;
 3 – праймирование поверхности;
 4 – армированная стяжка;
 5 – теплоизоляция;
 6 – сплошная приклейка;
 7 – выравнивающая стяжка;
 8 – железобетонная плита;
 9 – профилированный настил;
 10 – пароизоляция;

11 – приклейка (сварка) кромок (нахлестов)
 рулонных материалов;
 12 – телескопический крепеж;
 13 – саморез;
 14 – анкерный элемент;
 15 – разделительный слой;
 16 – уклонообразующий слой;
 17 – профилированная мембрана;
 18 – балласт.

а) клеевая; б) с балластным слоем; в) с механическим креплением ковра;
 г) с комбинированным креплением

Рисунок 4.1 – Системы изоляции плоских крыш (способы укладки изоляционных слоев):

5 Типы местности

5.1 Типы местности согласно [СП 20.13330.2016](#) (пункт 11.1.6):

А – открытые побережья морей, озер и водохранилищ, сельские местности, в том числе с постройками высотой менее 10 м, пустыни, степи, лесостепи, тундра;

В – городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м;

С – городские районы с плотной застройкой зданиями высотой более 25 м.

5.2 Сооружение считается расположенным в местности данного типа, если эта местность сохраняется с наветренной стороны сооружения на расстоянии $30h$ - при высоте сооружения h меньше 60 м и на расстоянии 2 км - при h больше 60 м ([СП 20.13330.2016](#), пункт 11.1.6).

5.3 Для расчета зданий, расположенных в сельской местности, пустынях, степях, лесостепях, тундре допускается применять тип местности В, так как для указанных районов не достигаются ветровые нагрузки, характерные для типа местности А согласно отчету [7].

Выбор типа местности А целесообразен для прибрежных (морских) районов РФ.
(Измененная редакция, Изм. №1)

6 Аэродинамические коэффициенты

6.1 Плоское покрытие (крыша). Пиковая ветровая нагрузка

6.1.1 Для элементов ограждения крыши и узлов их крепления ([СП 20.13330.2016](#), пункт 11.1.4) необходимо учитывать пиковые положительные W_+ и отрицательные W_- воздействия ветровой нагрузки, нормативные значения которых определяются по формуле:

$$W_{+(-)} = W_0 \cdot k(z_e) \cdot [1 + \zeta(z_e)] \cdot C_{p,+(-)} \cdot V_{+(-)} \quad (6.1)$$

где w_0 - нормативное значение давления ветра

z_e - эквивалентная высота.

(Измененная редакция, Изм. №1)

6.1.2 Коэффициент надежности по нагрузке для основной и пиковой ветровых нагрузок следует принимать равным 1,4 ([СП 20.13330.2016](#), раздел 11).



Таблица 6.1 – Нормативное значение ветрового давления в зависимости от ветрового района

Ветровые районы (по карте 2 приложения Е СП 20.13330.2016)	Ia	I	II	III	IV	V	VI	VII
W_0 , кПа	0,17	0,23	0,30	0,38	0,48	0,60	0,73	0,85

[[СП 20.13330.2016](#), таблица 11.1]

6.1.3 Коэффициент $k(z_e)$ – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты $z_e \leq 300$ м, определяется по таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Значение коэффициента $k(z_e)$ в зависимости от ветрового давления для высоты z_e

Высота z_e , м	Коэффициент k для типа местности		
	A	B	C
<5	0,75	0,50	0,40
10	1,00	0,65	0,40
20	1,25	0,85	0,55
40	1,50	1,10	0,80
60	1,70	1,30	1,00
80	1,85	1,45	1,15
100	2,00	1,60	1,25
150	2,25	1,90	1,55
200	2,45	2,10	1,80
250	2,65	2,30	2,00
300	2,75	2,50	2,20

[[СП 20.13330.2016](#), таблица 11.2]

6.1.4 Коэффициент пульсации давления ветра $\zeta(z_e)$ принимается по таблице 6.3.
(Измененная редакция, Изм. №1)

Таблица 6.3 – Коэффициент пульсации давления ветра в зависимости от высоты Z_e

Высота Z_e , м	Коэффициент пульсаций давления ветра ζ для типа местности		
	A	B	C
<5	0,85	1,22	1,78
10	0,76	1,06	1,78
20	0,69	0,92	1,50
40	0,62	0,80	1,26
60	0,58	0,74	1,14
80	0,56	0,70	1,06
100	0,54	0,67	1,00
150	0,51	0,62	0,90
200	0,49	0,58	0,84
250	0,47	0,56	0,80
300	0,46	0,54	0,75

[СП 20.13330.2016, таблица 11.4]

6.1.5 Значения коэффициентов корреляции ветровой нагрузки, соответствующие положительному давлению (+) и отсосу (-), $v_{+(-)}$ приведены в таблице 6.4 в зависимости от площади ограждения A , с которой собирается ветровая нагрузка. При механическом креплении водоизоляционного ковра площадь ограждения A (m^2) допускается принимать как площадь, приходящуюся на один крепежный элемент (разъяснение ЦНИИСК имени В.А. Кучеренко, письмо №13-257 от 28.02.2018 г. [6])

Таблица 6.4 – Значения коэффициентов корреляции ветровой нагрузки в зависимости от площади ограждения

A , m^2	< 2	5	10	> 20
v_+	1,0	0,9	0,8	0,75
v_-	1,0	0,85	0,750	0,65

[СП 20.13330.2016, таблица 11.8]

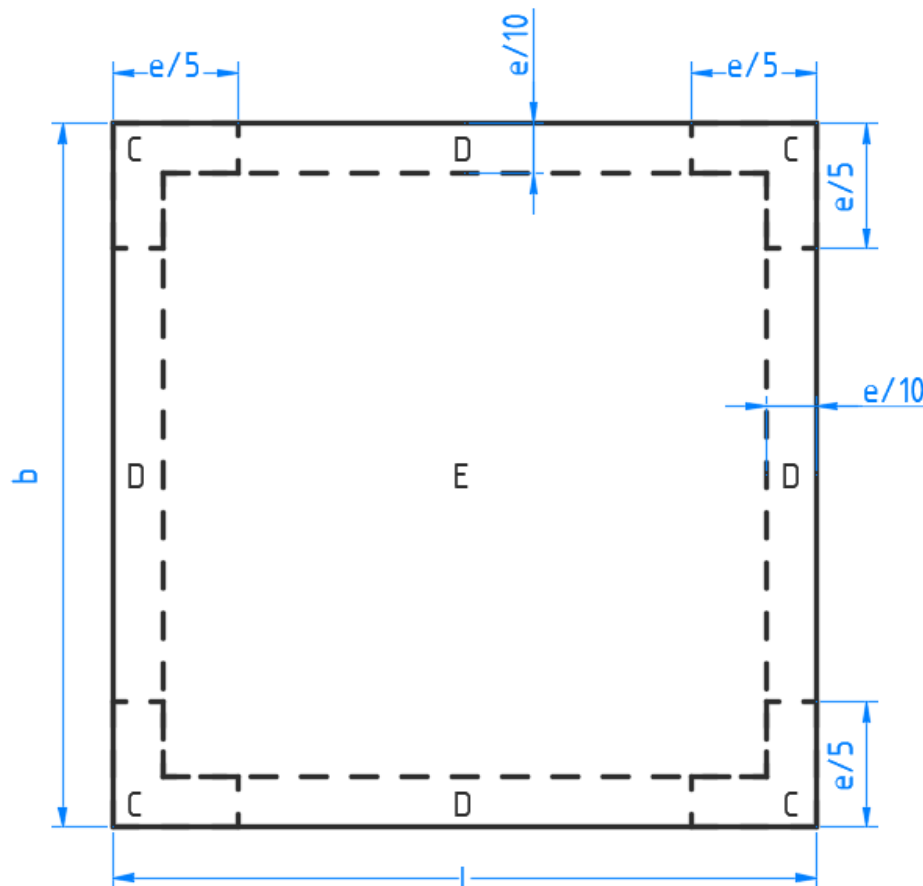
6.1.6 Пиковые отрицательные значения аэродинамического коэффициента $s_{p,-}$ для отдельно стоящих прямоугольных в плане зданий с плоским покрытием (крышей) приведены в таблице 6.5 и на рисунке 6.1.



Таблица 6.5 – Пиковые значения ветровых нагрузок ([СП 20.13330.2016](#), таблица В.12)

Участок	C	D	E
$c_{p,-}$	-3,4	-2,4	-1,5

ПЛАН КРОВЛИ



Величина e равна меньшему из b и l .

Рисунок 6.1 – Зоны плоских покрытий ([СП 20.13330.2016](#), рисунок В.24)**(Измененная редакция, Изм. №1)**

6.1.7 Для зданий прямоугольной формы габаритами, не превышающие по ширине 50 м, по длине 70 м и не превышающие отметку 15 м, на основании экспериментальных данных согласно отчету [7] допускается принимать аэродинамические коэффициенты $c_{p,-}$, приведённые в таблице 6.6.

Таблица 6.6 - Аэродинамические коэффициенты для зданий прямоугольной формы на основании экспериментальных данных

Участок	C	D	E
C_p	-2,3	-1,6	-0,9

(Измененная редакция, Изм. №1)

6.2 Плоское покрытие (крыша). Сложная геометрия здания

Пиковые отрицательные значения аэродинамического коэффициента C_p для отдельно стоящих многоугольных в плане зданий с плоским покрытием (крышей) приведены в таблице 6.5.

Крыши сложной геометрии подразделяются на зоны по рисунку 6.2.

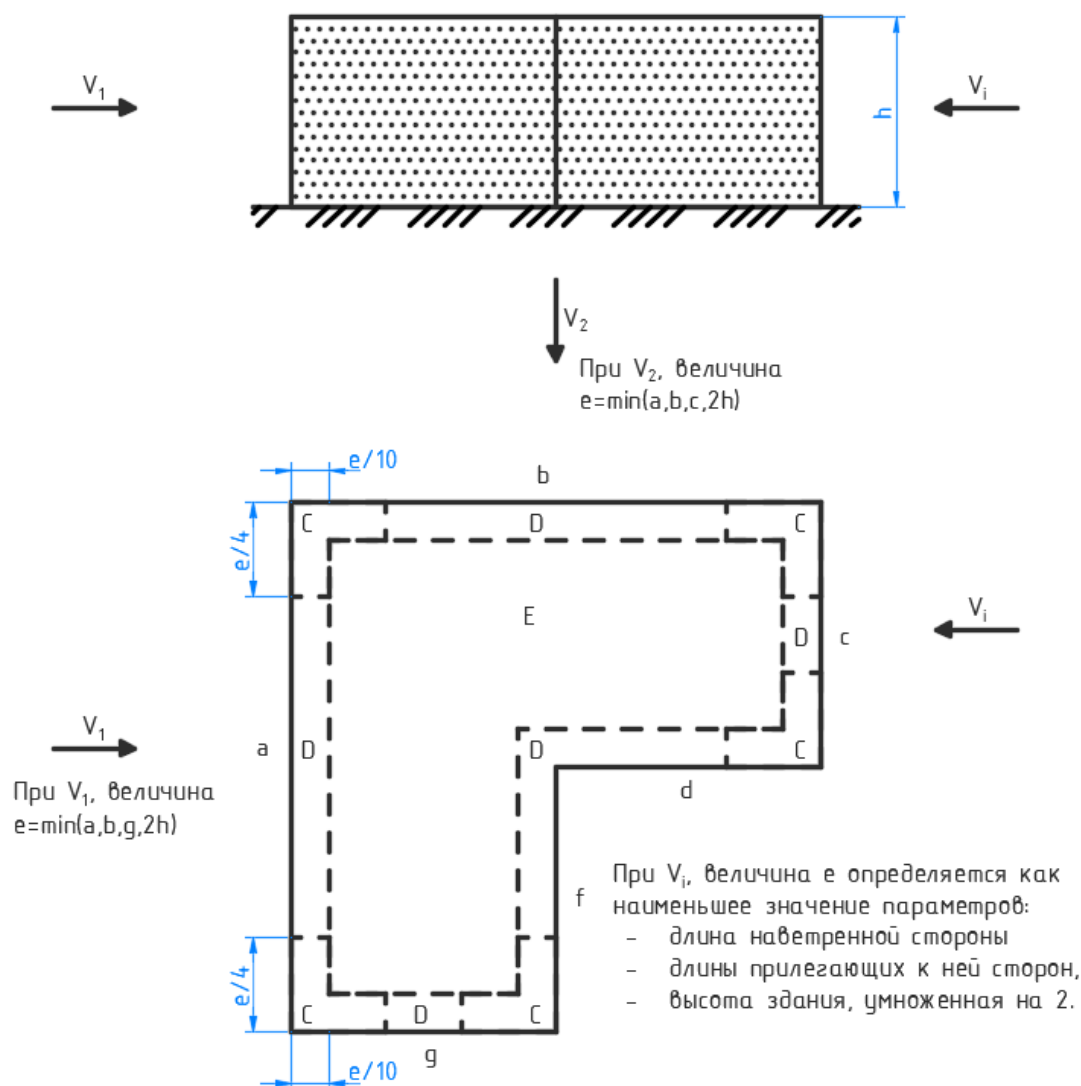


Рисунок 6.2 – Зоны плоских покрытий сложной геометрии

Наличие ограждения (парапета) по периметру покрытия (для натурального объекта) слабо влияет на распределение значений пиковых нагрузок. Наличие выступающих



конструкций, в том числе противопожарных отсеков, не превышающих высоту ограждения (парапета), не оказывает существенного влияния на распределение пиковых нагрузок и изменения ветровых зон на покрытии здания согласно отчету [7]. Таким образом при расчете ветровых зон принимается здание без учета выступающих конструкций, не превышающих высоту ограждения (парапета). **(Измененная редакция, Изм. №1)**

7 Расчёт кровли на ветровое воздействие

7.1 Кровельная клеевая система

В клеевой системе (рисунок 4.1а) все слои крыши склеены между собой. Крепление между слоями осуществляется при помощи клеевого состава, клей-пены, горячего кровельного битума или битумосодержащей мастики, наносимые полностью или частично на все контактируемые поверхности слоев крыши (без выравнивающих стяжек). Приклейка битумосодержащих материалов и полимерных мембран к поверхности основания может осуществляться сплошным или частичным приклеиванием, либо наплавлением, или с применением специальных самоклеящихся материалов.

Примечание – К частично клеевой можно отнести систему, в которой выравнивающие монолитная или сборная стяжки уложены свободно на теплоизоляцию или уклонообразующий слой.

7.1.1 В соответствии с пунктом 5.1.16 [СП 17.13330.2017](#) прочность (сила) склеивания (адгезии), F_a (Па), между слоями крыши должна быть не менее $0,05 \text{ МПа} = 50 \text{ кПа}$, за исключением приклейки на волокнистые материалы. Если при наклейке кровельного материала на волокнистое основание отрыв происходит по волокнистому материалу (когезионный разрыв), то ветровая нагрузка W в этом случае не должна быть больше напряжения растяжению P волокнистого материала.

7.1.2 В клеевой кровельной системе отрицательная ветровая нагрузка (отсос) W , определяемая по разделам 5 – 6 настоящего стандарта, не должна превышать силу сцепления $Q_{расч}$, (см. таблицу А.3) между слоями крыши при условии, что предельные усилия растяжения P (см. таблицу А.1), теплоизоляционного слоя не менее ветровой нагрузки W :

$$W < Q_{расч}, \text{ если } P > W \quad (7.1)$$

7.1.3 При точечной или полосовой $n = 25 \% - 35 \%$ -ной наклейке слоев крыши должно соблюдаться следующее условие:

$$W < n Q_{расч}, \text{ если } P > W \quad (7.2)$$

7.2 Балластная кровельная система

7.2.1 При свободной укладке (рисунок 4.1б) водоизоляционного ковра (с проклейкой или сваркой швов) балластный слой принимают таким, чтобы распределенная поверхностная нагрузка от него P_n , превышала величину ветровой нагрузки W :

$$W < P_n \quad (7.3)$$

7.2.2 Толщина балластного слоя t (м) рассчитывается по формуле:

$$t = \frac{P_n}{\rho} \quad (7.4)$$

где ρ – плотность материала, кг/м³.

7.3 Кровельная система с механическим креплением водоизоляционного ковра

7.3.1 Данная система (рисунок 4.1в) включает водоизоляционный ковер из одного или нескольких слоев рулонных (полимерных, битумосодержащих, резиновых) материалов, которые крепятся к несущей конструкции при помощи точечного или линейного крепления. Суммарная расчетная нагрузка крепежи $\sum W_{adm}$ должна превышать величину ветровой нагрузки W .

$$W < \sum W_{adm} \quad (7.5)$$

7.3.2 Требуемое количество крепежа n_{mp} (шт./м²) рассчитывается по формуле:

$$n_{mp} = \frac{W_{+(-)}}{W_{adm}} \quad (7.6)$$

где W_{adm} – расчетная нагрузка (Н) на 1 крепеж, определяемая [Приложению А](#) (таблица А.2). **(Измененная редакция, Изм. №1)**

7.3.3 Крыши с кровлями из битумосодержащих материалов, закрепленных при помощи гвоздей (кровли из гибкой черепицы), не рассматриваются в данном стандарте организации.

7.3.4 Шаг крепёжных элементов, определяемый расчетом, должен быть в пределах 150 – 350 мм; при большем значении расчетного шага его принимают равным 350 мм. Если расстояние между гофрами профлиста превышает 350 мм, то допускается увеличивать шаг крепёжных элементов до 400 мм.

Допускается крепление двух саморезов в одну полку профлиста в случае, когда расстояние между крепёжными элементами составляет не менее 80 мм, при этом значение расчетного сопротивления раздиру стержнем при двух креплениях в одну полку профлиста (рисунок 7.1) учитываются как $1,5 W_{adm}$ (см. [Приложение А](#), таблица А.2).

(Измененная редакция, Изм. №1)



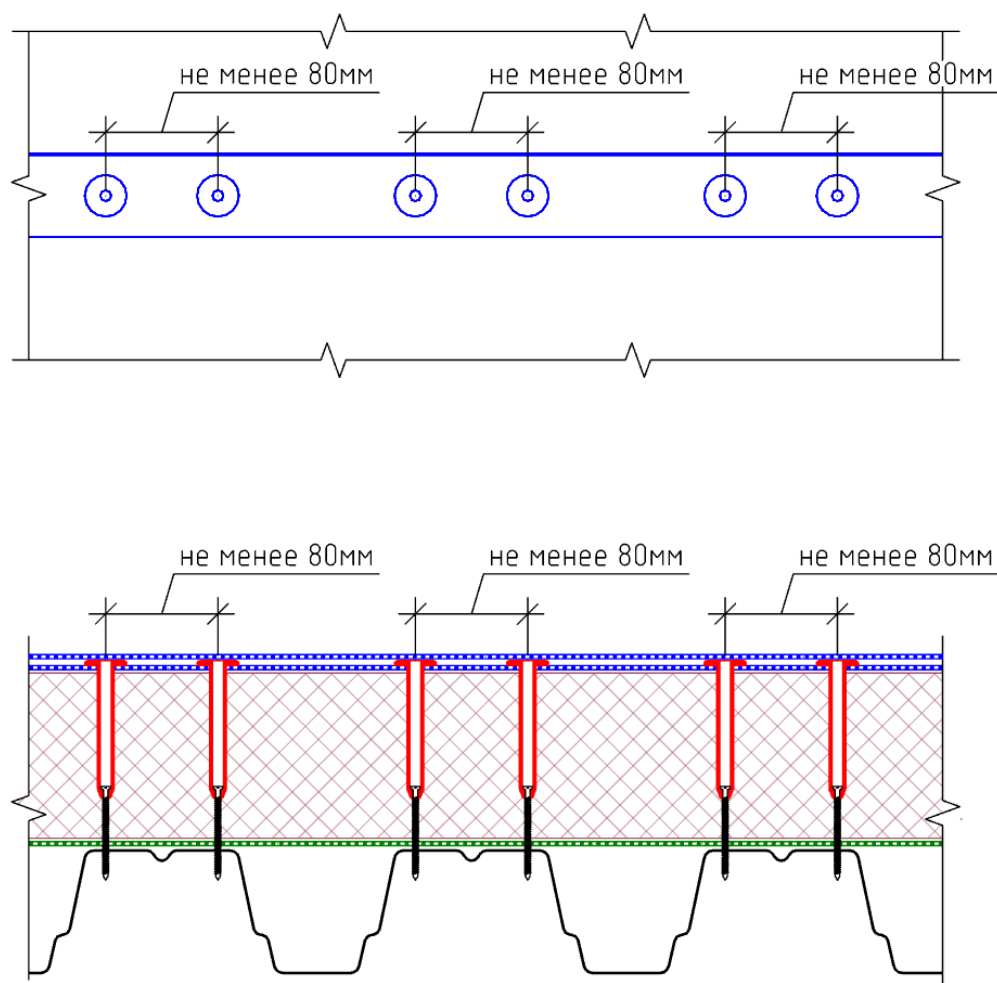


Рисунок 7.1 – Способ фиксации двойным креплением.

Для сокращения расхода мембраны допускается увеличение и уменьшение ширины рулонов, при этом должно выполняться условие $n_{расч} > n_{тр}$. При уменьшении ширины рулона количество крепежа на 1 м^2 увеличивается, при увеличении ширины рулона количество крепежа на 1 м^2 уменьшается.

В случае, если по расчёту шаг крепежа гидроизоляции менее 150 мм, допускается крепить материал по центральной оси (рисунок 7.2), закрывая крепежные элементы полосой рулонного материала и приваривая (наплавляя) ее по кромкам или приклеивая к основному водоизоляционному ковру. При этом необходимо пересчитать шаг крепежа, учитывая требования о диапазоне крепления 150-350 мм. Также возможно наплавление водоизоляционного ковра на предварительно закрепленный слой усиления (рисунок 7.3). Допускается применять рулонный материал шириной более 1,0 м (например, ПВХ-мембрану шириной 2,1 м), который при необходимости также дополнительно крепят по центральной оси.

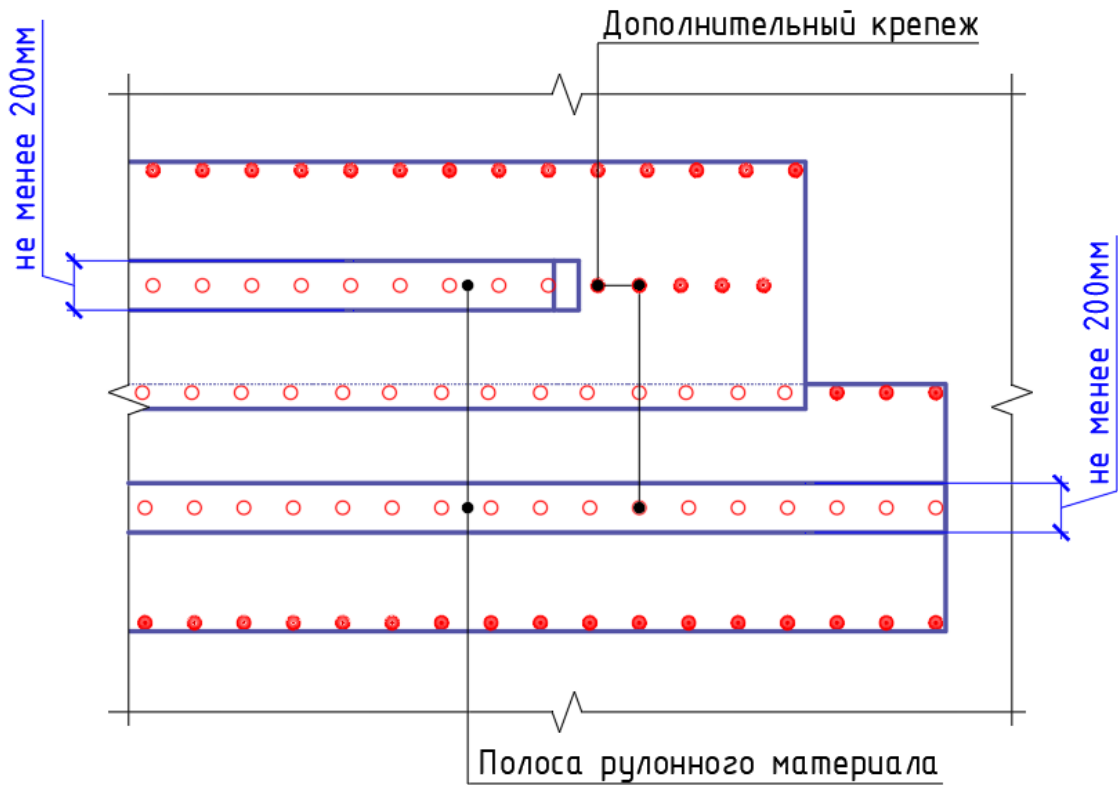


Рисунок 7.2 – Дополнительное крепление материала по его центральной оси

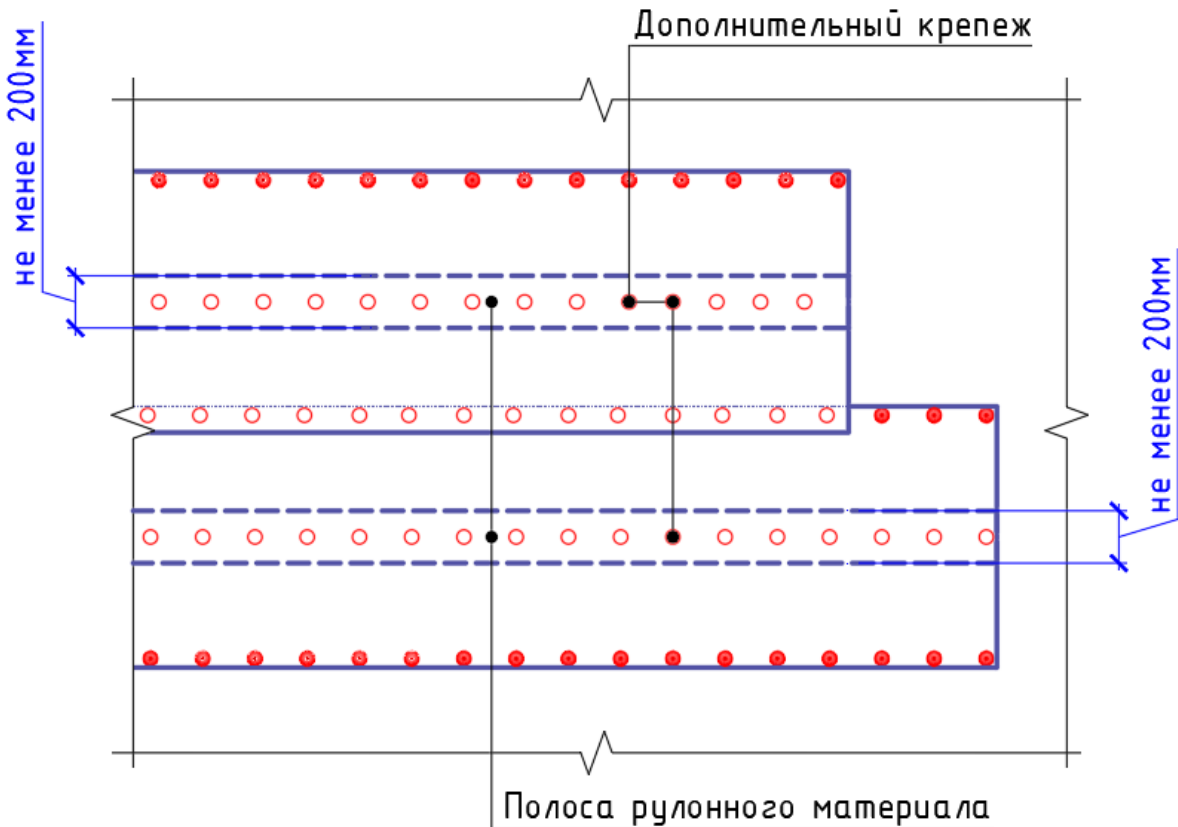


Рисунок 7.3 - Крепление слоя усиления для последующего наплавления водоизоляционного ковра

В двухслойном водоизоляционном ковре из битумосодержащих рулонных материалов с механическим креплением нижнего слоя шаг элементов рассчитывают, как для однослойной кровли. При необходимости возможно наплавление нижнего водоизоляционного ковра на предварительно закрепленный слой усиления (рисунок 7.3)

7.3.5 Прочность при растяжении перпендикулярно лицевым поверхностям теплоизоляционных плит, расчетное сопротивление раздиру кровельный рулонных материалов, характеристики по прочности сцепления мембран, минимальное рекомендуемое количество крепежа приведены в [приложении А](#).

Примеры расчета кровли на ветровое воздействие приведены в приложении Б.

7.4 Комбинированная кровельная система. Механическое крепление теплоизоляции, приклейка гидроизоляции к теплоизоляции

7.4.1 Данная система (рисунок 4.1г) включает теплоизоляционный слой, который крепится к несущей конструкции при помощи точечного крепления и водоизоляционный ковер из одного или нескольких слоев рулонных (полимерных, битумосодержащих) материалов, которые приклеиваются к теплоизоляционному слою при помощи клеевого состава, наплавления или с применением специальных самоклеящихся материалов.

7.4.2 В комбинированной кровельной системе теплоизоляция крепится к несущей конструкции при помощи точечного крепления. Суммарная нагрузка крепежа на вырыв $\sum W_{adm\text{ кр.}}$ должна превышать величину ветровой нагрузки W :

$$W < \sum W_{adm\text{ кр.}} \quad (7.7)$$

7.4.3 Требуемое количество крепежа n_{mp} (шт./м²) рассчитывается по формуле

$$n_{mp} = \frac{W_{+(-)}}{W_{adm\text{ кр.}}} \quad (7.8)$$

где $W_{adm\text{ кр.}}$ – расчетная нагрузка 1 крепежа на вырыв, Н.

При этом количество крепежа должно приниматься не менее, чем указано в [Приложении А](#) (таблица А.4)

7.4.4 Приклейка битумно-полимерных и полимерных мембран к поверхности утеплителя осуществляется сплошной приклейкой, при помощи клеевых составов или с применением специальных самоклеящихся материалов, а также наплавлением. Отрицательная ветровая нагрузка (отсос) W не должна превышать расчетную нагрузку W_{adm} , приведенную в таблице А.3:

$$W < W_{adm} \quad (7.9)$$

(Измененная редакция, Изм. №1)

8 Требования к полевым испытаниям

8.1 Перед устройством кровельной системы необходимо проводить испытания на вырыв крепежа и приклейки слоев к основанию. Полученные значения должны превышать расчетные значения, приведенные в [приложении А](#) не менее чем в 1,5 раза, за исключением когезионного разрыва теплоизоляционных плит. Прочность при растяжении перпендикулярно лицевым поверхностям теплоизоляционных плит должна быть не менее приведенных значений в [Приложении А](#) (таблица А.1). **(Измененная редакция, Изм. №1)**



Приложение А
(рекомендуемое)

Характеристики кровельных материалов

А.1 Прочность при растяжении перпендикулярно лицевым поверхностям теплоизоляционных плит (P) по [ГОСТ EN 1607](#).

Таблица А.1

Марка материалов	Величина показателя, кПа, для материала, не менее
LOGICPIR PROF CXM/CXM	100
ТЕХНОРУФ ПРОФ	9
ТЕХНОРУФ В ОПТИМА	10
Сэндвич ТЕХНОНИКОЛЬ Ц-ХПС	50

А.2 Расчетное нагрузка на 1 крепеж кровельных рулонных материалов приведено в таблице А.2. **(Измененная редакция, Изм. №1)**

Таблица А.2(Измененная редакция, Изм. №1)

Показатель, единица измерения	Марка материала			
	LOGICROOF V-RP, t = 1,2 мм	Ecoplast V-RP, t = 1,2 мм	Техноэласт Фикс П (М) ЭПМ+ Техноэласт К ЭКП	Техноэласт СОЛО РП1 ЭКП
Расчетная нагрузка на 1 крепеж W_{adm} , Н	790	507	667	867

А.3 Характеристики расчетной нагрузки с приклеенным водоизоляционным ковром приведены в таблице А.3. **(Измененная редакция, Изм. №1)**

Таблица А.3 **(Измененная редакция, Изм. №1)**

Показатель, единица измерения	Марка материалов		
		LOGICROOF V-GR FB , t=1,5 мм с приклейкой на плиты LOGICPIR PROF CXM/ CXM	Техноэласт ПЛАМЯ СТОП ЭКП + Унифлекс Экспресс ЭМП (Унифлекс PRO) с приклейкой на плиты ТЕХНОРУФ В ЭКСТРА с (ТЕХНОРУФ В ЭКСТРА)
Расчетная нагрузка W_{adm} , Н/м ²	4900	4550	4900

Приведенные в таблицах А.2, А.3 расчетные значения были получены путем проведения испытаний с дальнейшей методикой определения расчетной нагрузки по ETAG 006:2000/Amended:2012 [8]. **(Измененная редакция, Изм. №1)**

А.4 Минимальное рекомендуемое количество крепежа на плитах теплоизоляции приведено в таблице А.4.

Таблица А.4

Размер плиты	Минимальное рекомендуемое количество крепежа	
	на плиту	на 1 м ²
LOGICPIR PROF CXM/CXM 1200×2400	8	2,78
LOGICPIR PROF CXM/CXM 1200×600	4	5,56
ТЕХНОРУФ 1200×600	2	2,78
ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF 1180×580	2	2,93



Приложение Б (рекомендованное)

Примеры расчёта водоизоляционного ковра на ветровую нагрузку

Б.1 Расчет водоизоляционного ковра в изоляционной клеевой системе плоской крыши

Б.1.1 Исходные данные и задача

Исходные данные:

- габариты крыши в плане приведены на рисунке Б.1;
- высота здания: $h = 36$ м;
- тип местности: А;
- ветровой район: III.

Задача: определить возможность использования клеевой системы [ТН-КРОВЛЯ Эксперт PIR](#) при заданных условиях.

Состав системы:

- Железобетонное основание;
- [Праймер битумный ТЕХНОНИКОЛЬ № 01](#);
- [Технобарьер](#);
- [Клей-пена LOGICPIR](#);
- [Плиты теплоизоляционные LOGICPIR PROF CXM/CXM](#);
- [Клей контактный LOGICROOF Bond](#);
- [Полимерная мембрана LOGICROOF V-GR FB](#)

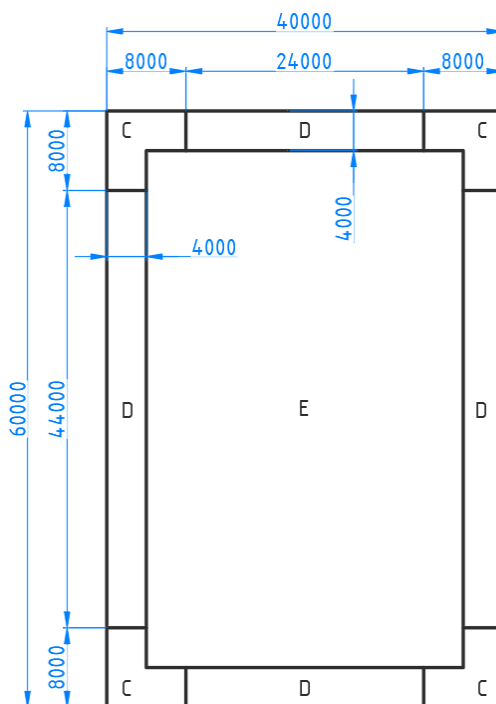


Рисунок Б.1 – План крыши здания

Вычислим размеры ветровых зон (угловая, парапетная).
В соответствии с рисунком 6.1 величина e равна меньшему из значений b и l .
Следовательно, $e = 40$ м.

Длина зон С равна:

$$\frac{e}{5} = 8 \text{ м};$$

Ширина зон С и D равна:

$$\frac{e}{10} = 4 \text{ м}.$$

Б.1.2 Вычислим пиковые значения ветровой нагрузки.

Нормальное значение ветрового давления определяется по таблице 6.1 ([СП 20.13330.2016](#), таблица 11.1):

$$w_0 = 0,38 \text{ кПа}$$

Коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления определяется по таблице 6.2 ([СП 20.13330.2016](#), таблица 11.2) с помощью интерполяции:

$$k(z_e) = \frac{1,5 - 1,25}{40 - 20} \cdot (36 - 20) + 1,25 = 1,45$$

Коэффициент пульсации давления ветра определяется по таблице 6.3 ([СП 20.13330.2016](#), таблица 11.4) с помощью интерполяции:

$$\zeta(z_e) = 0,69 - \frac{0,69 - 0,62}{40 - 20} \cdot (36 - 20) = 0,$$

Пиковые значения отрицательного аэродинамического коэффициента по зонам приведены в таблице 6.5 ([СП 20.13330.2016](#), таблица В.12):

$$\text{Зона С: } c_{p-} = -3,4;$$

$$\text{Зона D: } c_{p-} = -2,4;$$

$$\text{Зона E: } c_{p-} = -1,5.$$

Коэффициент корреляции ветровой нагрузки определяется по таблице 6.4 ([СП 20.13330.2016](#), таблица 11.8):

$$v_- = 0,65;$$

Пиковые значения ветровой нагрузки по зонам определяются по формуле 11.10 ([СП 20.13330.2016](#), пункт 11.2):

$$W_{+(-)} = W_0 \cdot k(z_e) \cdot [1 + \zeta(z_e)] \cdot c_{p,+(-)} \cdot v_{+(-)};$$

$$\text{Зона С: } W_{+(-)} = 0,38 \cdot 1,45 \cdot [1 + 0,634] \cdot 3,4 \cdot 0,65 = 1,990 \text{ кПа};$$

$$\text{Зона D: } W_{+(-)} = 0,38 \cdot 1,45 \cdot [1 + 0,634] \cdot 2,4 \cdot 0,65 = 1,405 \text{ кПа};$$

$$\text{Зона E: } W_{+(-)} = 0,38 \cdot 1,45 \cdot [1 + 0,634] \cdot 1,5 \cdot 0,65 = 0,878 \text{ кПа}.$$



Пиковые значения ветровой нагрузки по зонам с учетом коэффициента надежности 1,4 ([СП 20.13330.2016](#), раздел 11)

Зона С: $W_{+(-)}=1,990 \cdot 1,4=2,786$ кПа;

Зона D: $W_{+(-)}=1,405 \cdot 1,4=1,967$ кПа;

Зона E: $W_{+(-)}=0,878 \cdot 1,4=1,223$ кПа.

Б.1.3 По пиковым значениям ветровой нагрузки (пункт Б.1.2) следует, что в конструкции крыши строящегося здания наиболее опасной зоной является зона С, на которую действует наибольшая ветровая нагрузка (отсос). В связи с этим в зоне С, сила сцепления слоев крыши $Q_{расч}$ (см. А.3) и уровень прочности P теплоизоляции (PIR) (см. А.1) должны быть больше ветровой нагрузки W .

$W = 2,786$ кПа $< Q_{расч} = 4,9$ кПа – требование выполнено;

$W = 2,786$ кПа $< P = 100$ кПа – требование выполнено.

Б.1.4 Проверим возможность использования частичной 30 %-ной приклейки водоизоляционного ковра:

$W = 2,786$ кПа $< n \cdot Q_{расч} = 0,3 \times 4,9 = 1,47$ кПа – требование не выполнено.

Вывод: в данной конфигурации крыши возможно только сплошное приклеивание водоизоляционного ковра к его основанию, выполнение частичного приклеивания не допускается.

Б.2 Расчет водоизоляционного ковра в изоляционной балластной системе плоской крыши

Б.2.1 Исходные данные и задача

Исходные данные:

- габариты крыши в плане приведены на рисунке Б.2;
- высота здания: $h = 36$ м;
- тип местности: А;
- ветровой район: IV;
- балласт: гравий плотностью $\rho=1500$ кг/м³.

Задача: определить толщину балластного слоя для системы [ТН-КРОВЛЯ Балласт](#).

Состав системы:

- Железобетонное основание;
- [Технобарьер](#);
- [Экструзионный пенополистирол; ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF](#);
- [Стеклохолст](#);
- [Полимерная мембрана LOGICROOF V-GR](#);
- [Иглопробивной термообработанный геотекстиль ТЕХНОНИКОЛЬ 300 г/м²](#);

- Балласт, фракцией 20-40 мм.

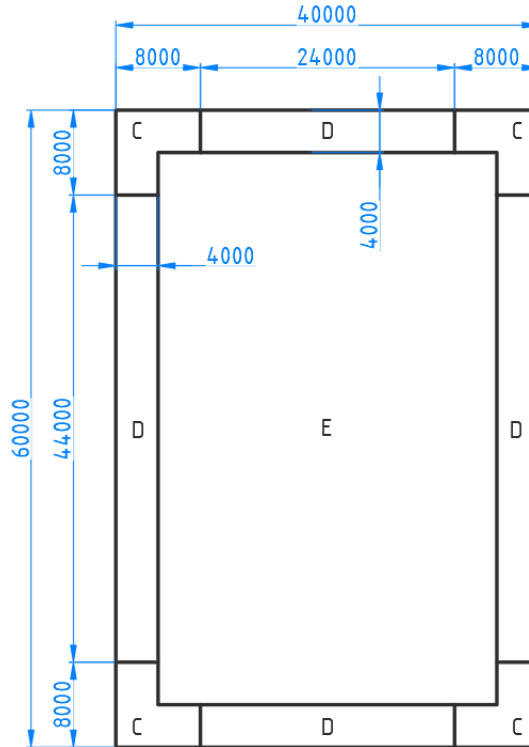


Рисунок Б.2 – План крыши здания

Вычислим размеры ветровых зон (угловая, парапетная).

В соответствии с [рис. 6.1](#), величина e равна меньшему из значений b и l .

Следовательно $e = 40$ м.

Длина зон C равна:

$$\frac{e}{5} = 8 \text{ м};$$

Ширина зон C и D равна:

$$\frac{e}{10} = 4 \text{ м}.$$

Б.2.2 Вычислим пиковые значения ветровой нагрузки.

Нормальное значение ветрового давления определяется по таблице 6.1 ([СП 20.13330.2016](#), таблица 11.1):

$$w_0 = 0,48 \text{ кПа}$$

Коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления, определяется по таблице 6.2 ([СП 20.13330.2016](#), таблица 11.2) с помощью интерполяции:

$$k(z_e) = \frac{1,5 - 1,25}{40 - 20} \cdot (36 - 20) + 1,25 = 1,45$$

Коэффициент пульсации давления ветра определяется по таблице 6.3 ([СП 20.13330.2016](#), таблица 11.4) с помощью интерполяции:

$$\zeta(z_e) = 0,69 - \frac{0,69 - 0,62}{40 - 20} \cdot (36 - 20) = 0,634$$



Пиковые значения отрицательного аэродинамического коэффициента по зонам приведены в таблице 6.5 ([СП 20.13330.2016](#), таблица В.12):

Зона С: $c_{p-} = -3,4$;

Зона D: $c_{p-} = -2,4$;

Зона E: $c_{p-} = -1,5$.

Коэффициент корреляции ветровой нагрузки определяется по таблице 6.4 ([СП 20.13330.2016](#) таблица 11.8):

$$v_{-} = 0,65;$$

Пиковые значения ветровой нагрузки по зонам определяются по формуле 11.10 ([СП 20.13330.2016](#), пункт 11.2):

$$W_{+(-)} = w_0 \cdot k(z_e) \cdot [1 + \zeta(z_e)] \cdot c_{p,+(-)} \cdot v_{+(-)};$$

Зона С: $W_{+(-)} = 0,48 \cdot 1,45 \cdot [1 + 0,634] \cdot 3,4 \cdot 0,65 = 2,514$ кПа;

Зона D: $W_{+(-)} = 0,48 \cdot 1,45 \cdot [1 + 0,634] \cdot 2,4 \cdot 0,65 = 1,775$ кПа;

Зона E: $W_{+(-)} = 0,48 \cdot 1,45 \cdot [1 + 0,634] \cdot 1,5 \cdot 0,65 = 1,109$ кПа.

Пиковые значения ветровой нагрузки по зонам с учетом коэффициента надежности 1,4 ([СП 20.13330.2016](#), раздел 11):

Зона С: $W_{+(-)} = 2,514 \cdot 1,4 = 3,519$ кПа (358,9 кгс/м²);

Зона D: $W_{+(-)} = 1,775 \cdot 1,4 = 2,484$ кПа (253,3 кгс/м²);

Зона E: $W_{+(-)} = 1,109 \cdot 1,4 = 1,553$ кПа (158,4 кгс/м²).

Б.2.3 Определим толщину балластного слоя.

Толщина балластного слоя t , из крупного гравия с насыпкой плотностью ρ для зон определяется по формуле 7.4:

$$t = \frac{P_{\Pi}}{\rho};$$

Зона С: $t = \frac{358,9}{1500} \cdot 1000 = 240$ мм;

Зона D: $t = \frac{253,3}{1500} \cdot 1000 = 169$ мм;

Зона E: $t = \frac{158,4}{1500} \cdot 1000 = 106$ мм.

Б.3 Расчет механически закрепленного водоизоляционного ковра из битумно-рулонной мембраны в изоляционной системе плоской крыши

Б.3.1 Исходные данные и задача:

Исходные данные:

- габариты крыши в плане приведены на рисунке Б.3;
- высота здания: $h = 36$ м;
- тип местности: А;

- ветровой район: IV.

Задача: определить требуемое количество крепежа для системы [ТН-КРОВЛЯ СОЛО CARBON Бетон.](#)

Состав системы:

- Железобетонное основание;
- [Технобарьер](#);
- [Экструзионный пенополистирол; ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF](#);
- [Стеклохолст](#);
- [Техноэласт СОЛО РП1 ЭКП](#)

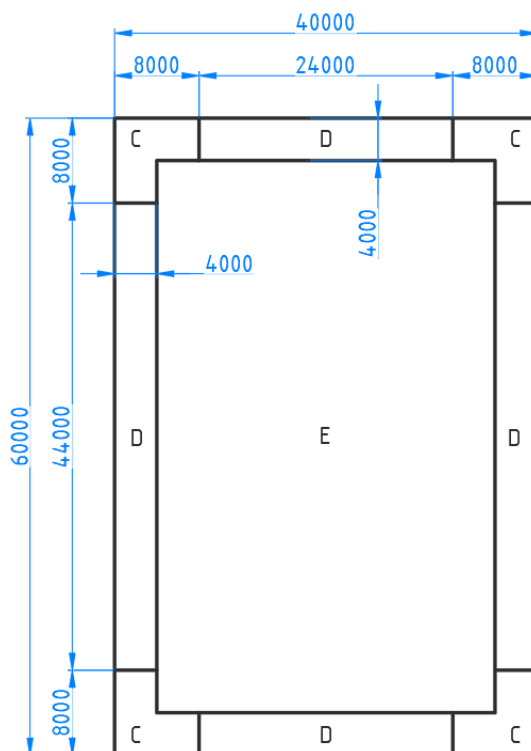


Рисунок Б.3– План крыши здания

Вычислим размеры ветровых зон (угловой и парапетной). В соответствии с рисунком 6.1 величина e равна меньшему из значений b и l . Следовательно, $e = 40$ м.

Длина зон С равна:

$$\frac{e}{5} = 8 \text{ м};$$

Ширина зон С и D равна:

$$\frac{e}{10} = 4 \text{ м}.$$

Б.3.2 Вычислим пиковые значения ветровой нагрузки.

Нормальное значение ветрового давления определяется по таблице 6.1 ([СП 20.13330.2016](#) таблица 11.1):



$$w_0=0,48 \text{ кПа}$$

Коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления определяется по таблице 6.2 ([СП 20.13330.2016](#) таблица 11.2) с помощью интерполяции:

$$k(z_e)=\frac{1,5-1,25}{40-20} \cdot (36-20)+1,25=1,45$$

Коэффициент пульсации давления ветра определяется по таблице 6.3 ([СП 20.13330.2016](#) таблица 11.4) с помощью интерполяции:

$$\zeta(z_e)=0,69-\frac{0,69-0,62}{40-20} \cdot (36-20)=0,634$$

Пиковые значения отрицательного аэродинамического коэффициента по зонам приведены в таблице 6.5 ([СП 20.13330.2016](#), таблица В.12):

$$\text{Зона С: } c_{p-}=-3,4;$$

$$\text{Зона D: } c_{p-}=-2,4;$$

$$\text{Зона E: } c_{p-}=-1,5;$$

Коэффициент корреляции ветровой нагрузки определяется по таблице 6.4 ([СП 20.13330.2016](#) таблица 11.8):

$$v=1$$

Пиковые значения ветровой нагрузки по зонам определяются по формуле 11.10 ([СП 20.13330.2016](#), пункт 11.2):

$$\text{Зона С: } W_{+(-)}=0,48 \cdot 1,45 \cdot [1+0,634] \cdot 3,4 \cdot 1=3,867 \text{ кПа};$$

$$\text{Зона D: } W_{+(-)}=0,48 \cdot 1,45 \cdot [1+0,634] \cdot 2,4 \cdot 1=2,730 \text{ кПа};$$

$$\text{Зона E: } W_{+(-)}=0,48 \cdot 1,45 \cdot [1+0,634] \cdot 1,5 \cdot 1=1,706 \text{ кПа}.$$

Пиковые значения ветровой нагрузки по зонам с учетом коэффициента надежности 1,4 ([СП 20.13330.2016](#), раздел 11):

$$\text{Зона С: } W_{+(-)}=3,867 \cdot 1,4=5,414 \text{ кПа (5414 Па)};$$

$$\text{Зона D: } W_{+(-)}=2,730 \cdot 1,4=3,822 \text{ кПа (3822 Па)};$$

$$\text{Зона E: } W_{+(-)}=1,706 \cdot 1,4=2,389 \text{ кПа (2389 Па)}.$$

Б.3.3 Определим количество креплений для гидроизоляции.

Требуемое количество крепежа по формуле 7.6:

$$n_{mp}=\frac{W_{+(-)}}{W_{adm}}$$

где $W_{adm} = 867 \text{ Н}$ (см. таблицу А.2)

$$\text{Зона С: } n_{mp} = \frac{5414}{867} = 6,24 \text{ шт./м}^2;$$

$$\text{Зона D: } n_{mp} = \frac{3822}{867} = 4,41 \text{ шт./м}^2;$$

$$\text{Зона E: } n_{mp} = \frac{2389}{867} = 2,76 \text{ шт./м}^2. \text{(Измененная редакция, Изм. №1)}$$

Вычислим площадь 1 м.п. рулонного материала с учетом нахлестов (рисунок Б.4):

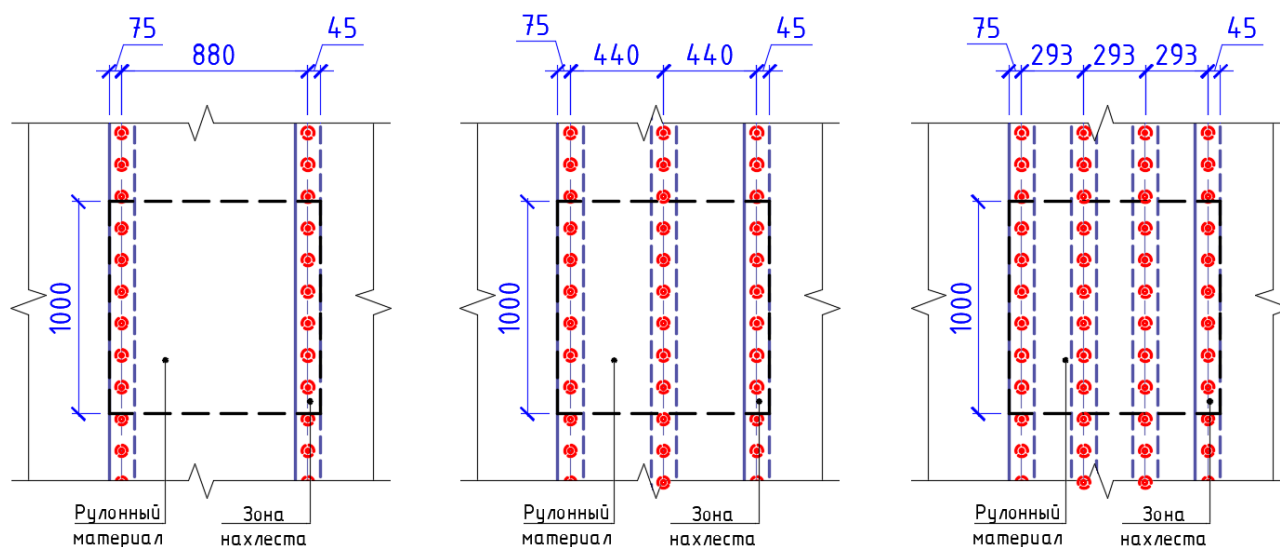


Рисунок Б.4– Нахлесты гидроизоляции

При ширине рулона 1,0 м: $S=1000 \text{ мм} \cdot 880 \text{ мм} = 1 \text{ м} \cdot 0,88 \text{ м}=0,88 \text{ м}^2$.

При ширине рулона 1,0 м, с 1 слоем усиления:

$$S=1000 \text{ мм} \cdot 440 \text{ мм}=1 \text{ м} \cdot 0,44 \text{ м}=0,44 \text{ м}^2.$$

При ширине рулона 1,0 м, с 2 слоями усиления:

$$S=1000 \text{ мм} \cdot 293 \text{ мм}=1 \text{ м} \cdot 0,293 \text{ м}=0,293 \text{ м}^2.$$

Шаг крепежных элементов приведен в таблице Б.1.

Таблица Б.1 – Шаг крепежных элементов в различных зонах крыши

Ширина рулона в зонах, м	1,0	1,0 (1 дополнительный слой усиления)	1,0 (2 дополнительных слоя усиления)
С	$D=\frac{1}{0,88 \cdot 6,24} \cdot 1000=182 \text{ мм}$	$D=\frac{1}{0,44 \cdot 6,24} \cdot 1000=364 \text{ мм}$	$D=\frac{1}{0,293 \cdot 6,24} \cdot 1000=547 \text{ мм}$
D	$D=\frac{1}{0,88 \cdot 4,41} \cdot 1000=258 \text{ мм}$	$D=\frac{1}{0,44 \cdot 4,41} \cdot 1000=516 \text{ мм}$	$D=\frac{1}{0,293 \cdot 4,41} \cdot 1000=774 \text{ мм}$
E	$D=\frac{1}{0,88 \cdot 2,77} \cdot 1000=412 \text{ мм}$	$D=\frac{1}{0,44 \cdot 2,77} \cdot 1000=824 \text{ мм}$	$D=\frac{1}{0,293 \cdot 2,77} \cdot 1000=1238 \text{ мм}$

Шаг крепежных элементов, определяемый расчетом, должен быть в пределах 150-350 мм; при большем значении расчетного шага его принимают равным 350 мм.

Для зон С, D, E ширину рулонов принимаем 1,0 м.

Результаты расчета сведены в таблицу Б.2.

Таблица Б.2 – Результаты расчета

Зона	С	D	E
Ширина рулона, м	1,00	1,00	1,00
Шаг крепежа, мм	182	258	350



Б.4 Расчет механически закрепленного водоизоляционного ковра из битумно-рулонной мембраны в изоляционной системе плоской крыши с комбинированным теплоизоляционным слоем

Б.4.1 Исходные данные и задача:

Исходные данные:

- габариты крыши в плане приведены на рисунке Б.5;
- высота здания: $h = 36$ м;
- тип местности: А;
- ветровой район: IV.

Задача: определить требуемое количество крепежа для системы [ТН-КРОВЛЯ](#)

[Мастер](#)

Состав системы:

- Стальной оцинкованный профилированный лист
- [Паробарьер С \(А500 или Ф1000\)](#);
- [Плиты из каменной ваты ТЕХНОРУФ Н ПРОФ](#);
- [Плиты теплоизоляционные LOGICPIR PROF СХМ/СХМ](#);
- [Праймер битумный ТЕХНОНИКОЛЬ № 01](#);
- [Унифлекс С](#);
- [Техноэласт ПЛАМЯ СТОП](#).

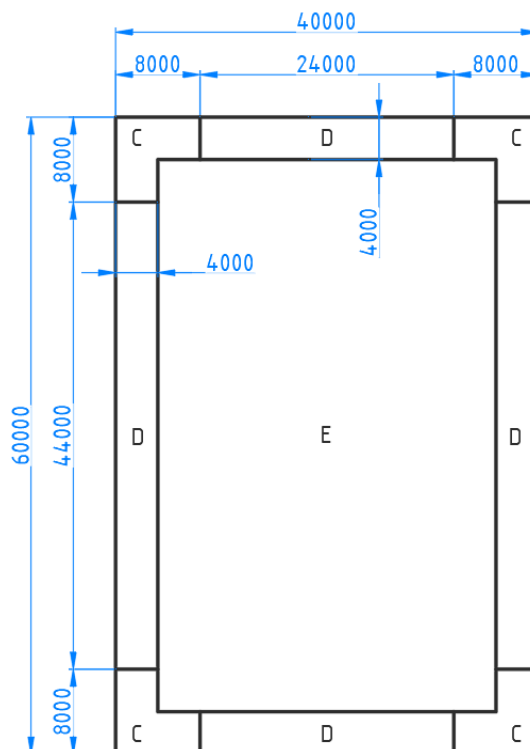


Рисунок Б.5 – План крыши здания

Вычислим размеры ветровых зон (угловая, парпетная).
В соответствии с рисунком 6.1 величина e равна меньшему из значений b и l .
Следовательно, $e = 40$ м.

Длина зон С равна:

$$\frac{e}{5} = 8 \text{ м.}$$

Ширина зон С и D равна:

$$\frac{e}{10} = 4 \text{ м.}$$

Б.4.2 Вычислим пиковые значения ветровой нагрузки.

Нормальное значение ветрового давления определяется по таблице 6.1 ([СП 20.13330.2016](#), таблица 11):

$$w_0 = 0,48 \text{ кПа};$$

Коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления определяется по таблице 6.2 ([СП 20.13330.2016](#), таблица 11.2) с помощью интерполяции:

$$k(z_e) = \frac{1,5-1,25}{40-20} \cdot (36-20) + 1,25 = 1,45;$$

Коэффициент пульсации давления ветра определяется по таблице 6.3 ([СП 20.13330.2016](#), таблица 11.4) с помощью интерполяции:

$$\zeta(z_e) = 0,69 - \frac{0,69-0,62}{40-20} \cdot (36-20) = 0,634;$$

Пиковые значения отрицательного аэродинамического коэффициента по зонам приведены в таблице 6.5 ([СП 20.13330.2016](#), таблица В.12):

$$\text{Зона С: } c_{p-} = -3,4;$$

$$\text{Зона D: } c_{p-} = -2,4;$$

$$\text{Зона E: } c_{p-} = -1,5.$$

Коэффициент корреляции ветровой нагрузки определяется по таблице 6.4 ([СП 20.13330.2016](#), таблица 11.8):

$$v_- = 0,65;$$

Пиковые значения ветровой нагрузки по зонам определяются по формуле:

$$W_{+(-)} = w_0 \cdot k(z_e) \cdot [1 + \zeta(z_e)] \cdot c_{p,+(-)} \cdot v_{+(-)}$$

[[СП 20.13330.2016](#), пункт 11.2, формула 11.10]

$$\text{Зона С: } W_{+(-)} = 0,48 \cdot 1,45 \cdot [1 + 0,634] \cdot 3,4 \cdot 0,65 = 2,514 \text{ кПа};$$

$$\text{Зона D: } W_{+(-)} = 0,48 \cdot 1,45 \cdot [1 + 0,634] \cdot 2,4 \cdot 0,65 = 1,775 \text{ кПа};$$

$$\text{Зона E: } W_{+(-)} = 0,48 \cdot 1,45 \cdot [1 + 0,634] \cdot 1,5 \cdot 0,65 = 1,109 \text{ кПа}.$$



Пиковые значения ветровой нагрузки по зонам с учетом коэффициента надежности 1,4 ([СП 20.13330.2016](#), раздел 11):

Зона С: $W_{+(-)} = 2,514 \cdot 1,4 = 3,519$ кПа (3519 Па);

Зона D: $W_{+(-)} = 1,775 \cdot 1,4 = 2,484$ кПа (2484 Па);

Зона E: $W_{+(-)} = 1,109 \cdot 1,4 = 1,553$ кПа (1553 Па).

Б.4.3 Определим требуемое количество крепежа для плит теплоизоляции.

Требуемое количество крепежа по формуле 7.6:

$$n_{тр} = \frac{W_{+(-)}}{W_{adm}}$$

где, $W_{adm} = 667$ Н (расчетная нагрузка на вырыв крепежа)

(Измененная редакция, Изм. №1)

Зона С: $n_{тр} = \frac{3519}{667} = 5,27$ шт./м²;

Зона D: $n_{тр} = \frac{2484}{667} = 3,72$ шт./м²;

Зона E: $n_{тр} = \frac{1553}{667} = 2,32$ шт./м².

Скорректируем значения крепежа с учетом размера плит теплоизоляции 1200x2400:

Зона С: $n = 21$ штук на плиту или 7,34 шт./м²;

Зона D: $n = 15$ штук на плиту или 5,21 шт./м²;

Зона E: $n = 10$ штук на плиту или 3,48 шт./м².

Б.4.4 В изоляционной системе плоской крыши с комбинированным теплоизоляционным слоем теплоизоляция крепится к несущей конструкции при помощи точечного крепления. Суммарная нагрузка крепежа на вырыв $\sum W_{adm \text{ кр.}}$ должна превышать величину ветровой нагрузки W .

$$W < \sum W_{adm \text{ кр.}}$$

$W_C = 3,519$ кПа $< \sum W_{adm \text{ кр.}} = 7,34 \cdot 0,667 = 4,896$ кПа – требование выполнено;

$W_D = 2,484$ кПа $< \sum W_{adm \text{ кр.}} = 5,21 \cdot 0,667 = 3,476$ кПа – требование выполнено;

$W_E = 1,553$ кПа $< \sum W_{adm \text{ кр.}} = 3,48 \cdot 0,667 = 2,332$ кПа – требование выполнено.

(Измененная редакция, Изм. №1)

Б.4.5 Крепление битумно-полимерных и полимерных мембран к поверхности утеплителя осуществляется методом сплошного приклеивания, при помощи клеевых составов или с применением специальных самоклеящихся материалов. Из пиковых значений ветровой нагрузки (п. Б.4.2) следует, что в конструкции крыши строящегося здания наиболее опасной зоной является зона С, на которую действует наибольшая ветровая нагрузка (отсос). В связи с этим в зоне С, сила сцепления слоев крыши $Q_{расч}$ (см. А.3) должна быть больше ветровой нагрузки W .

$W = 3,519 \text{ кПа} < Q_{расч} = 4,9 \text{ кПа}$ – требование выполнено.

Б.5 Расчет механически закрепленного водоизоляционного ковра из полимерной мембраны в изоляционной системе плоской крыши

Б.5.1 Исходные данные и задача:

Исходные данные:

- габариты крыши в плане приведены на рисунке Б.6;
- высота здания: $h = 7 \text{ м}$;
- тип местности: А;
- ветровой район: IV.

Задача: определить требуемое количество крепежа для системы [ТН-КРОВЛЯ](#)

[Классик](#)

Состав системы:

- Стальной оцинкованный профилированный лист / Железобетонное основание;
- [Паробарьер С \(А500 или Ф1000\)/ Технобарьер](#);
- [Плиты из каменной ваты ТЕХНОРУФ Н ПРОФ](#);
- [Плиты из каменной ваты ТЕХНОРУФ В ЭКСТРА](#);
- Полимерная мембрана LOGICROOF V-RP.

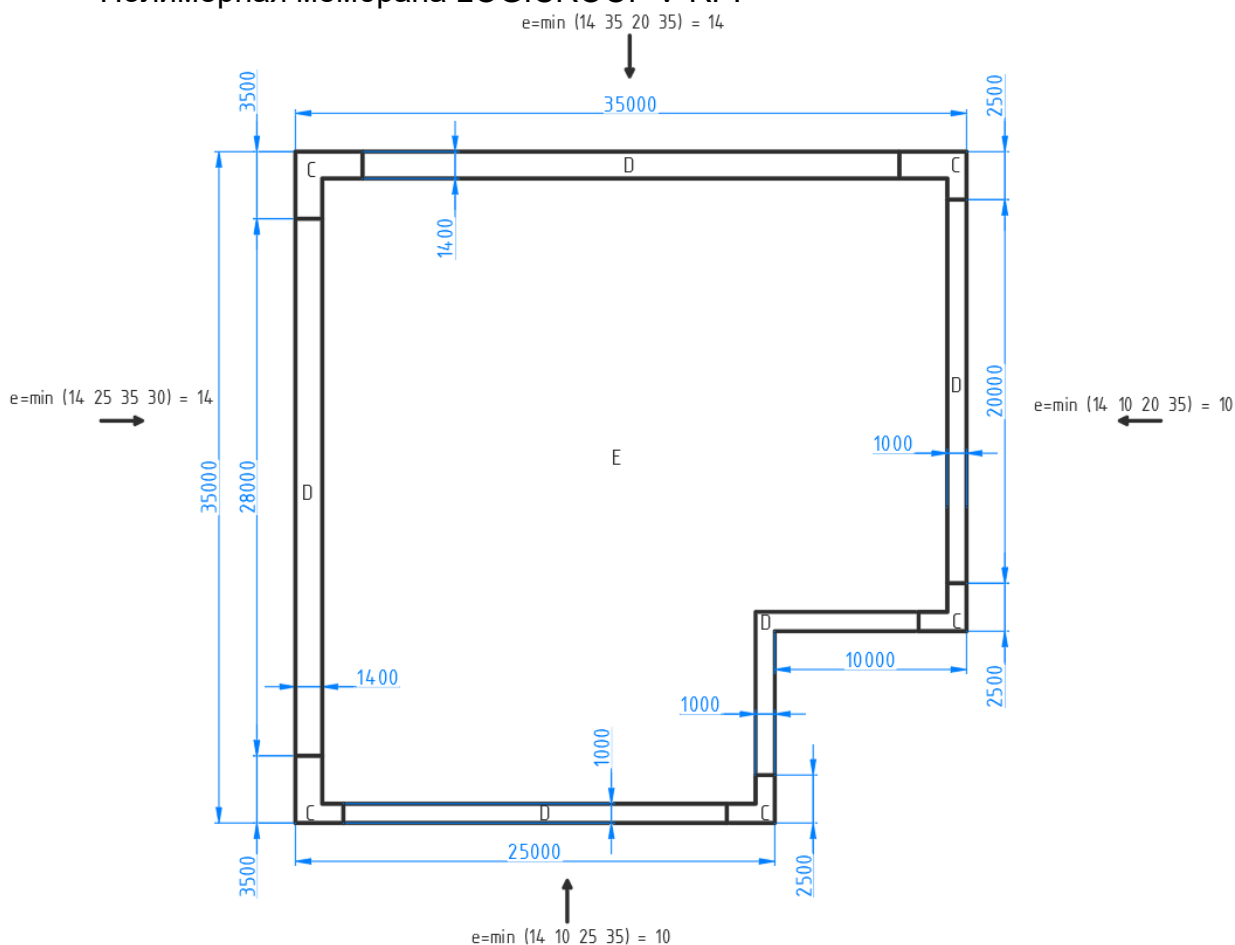


Рисунок Б.6 – План крыши здания



Вычислим размеры ветровых зон (угловая, парапетная). В соответствии с рисунком 6.2 величина e равна наименьшему значению параметров (вычисляется для каждой зоны): длина наветренной стороны; длины прилегающих к ней сторон; высота здания, умноженная на 2.

Следовательно, $e = 10$ м.

Длина зон С равна:

$$\frac{e}{4} = 2,5 \text{ м.}$$

Ширина зон С и D равна:

$$\frac{e}{10} = 1 \text{ м.}$$

Б.5.2 Вычислим пиковые значения ветровой нагрузки.

Нормальное значение ветрового давления определяется по таблице 6.1 ([СП 20.13330.2016](#), таблица 11.1):

$$w_0 = 0,48 \text{ кПа}$$

Коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления определяется по таблице 6.2 ([СП 20.13330.2016](#), таблица 11.2) с помощью интерполяции:

$$k(z_e) = \frac{1-0,75}{10-5} \cdot (7-5) + 0,75 = 0,85;$$

Коэффициент пульсации давления ветра определяется по таблице 6.3 ([СП 20.13330.2016](#) таблица 11.4) с помощью интерполяции:

$$\zeta(z_e) = 0,85 - \frac{0,85-0,76}{10-5} \cdot (7-5) = 0,814;$$

Пиковые значения отрицательного аэродинамического коэффициента по зонам приведены в таблице 6.6 ([СП 20.13330.2016](#) таблица В.12):

$$\text{Зона С: } c_{p-} = -3,4;$$

$$\text{Зона D: } c_{p-} = -2,4;$$

$$\text{Зона E: } c_{p-} = -1,5.$$

Коэффициент корреляции ветровой нагрузки определяется по таблице 6.4 ([СП 20.13330.2016](#) таблица 11.8):

$$v = 1$$

Пиковые значения ветровой нагрузки по зонам определяют по:

$$W_{+(-)} = w_0 \cdot k(z_e) \cdot [1 + \zeta(z_e)] \cdot c_{p,+(-)} \cdot v_{+(-)};$$

[[СП 20.13330.2016](#), пункт 11.2, формула 11.10]

$$\text{Зона С: } W_{+(-)} = 0,48 \cdot 0,85 \cdot [1 + 0,814] \cdot 3,4 \cdot 1 = 2,517 \text{ кПа};$$

$$\text{Зона D: } W_{+(-)} = 0,48 \cdot 0,85 \cdot [1 + 0,814] \cdot 2,4 \cdot 1 = 1,777 \text{ кПа};$$

Зона E: $W_{+(-)} = 0,48 \cdot 0,85 \cdot [1 + 0,814] \cdot 1,5 \cdot 1 = 1,111$ кПа.

Пиковые значения ветровой нагрузки по зонам с учетом коэффициента надежности 1,4 ([СП 20.13330.2016](#), раздел 11):

Зона C: $W_{+(-)} = 2,517 \cdot 1,4 = 3,523$ кПа (3523 Па);

Зона D: $W_{+(-)} = 1,777 \cdot 1,4 = 2,487$ кПа (2487 Па);

Зона E: $W_{+(-)} = 1,111 \cdot 1,4 = 1,555$ кПа (1555 Па).

Пример 1. Основание из профилированного листа.

Тип основания: Профилированный лист марки Н75; Шаг волны: $A = 187,5$.

Требуемое количество крепежа по формуле 7.6:

$$n_{mp} = \frac{W_{+(-)}}{W_{adm}},$$

где $W_{adm} = 790$ Н (см. таблицу А.2).

(Измененная редакция, Изм. №1)

Б.5.3.1 Определим количество креплений для гидроизоляции.

Зона C: $n_{тр} = \frac{3523}{790} = 4,46$ шт./м²;

Зона D: $n_{тр} = \frac{2487}{790} = 3,15$ шт./м²;

Зона E: $n_{тр} = \frac{1555}{790} = 1,97$ шт./м².

Ширина между рядами крепления приведена на рисунке Б.7:

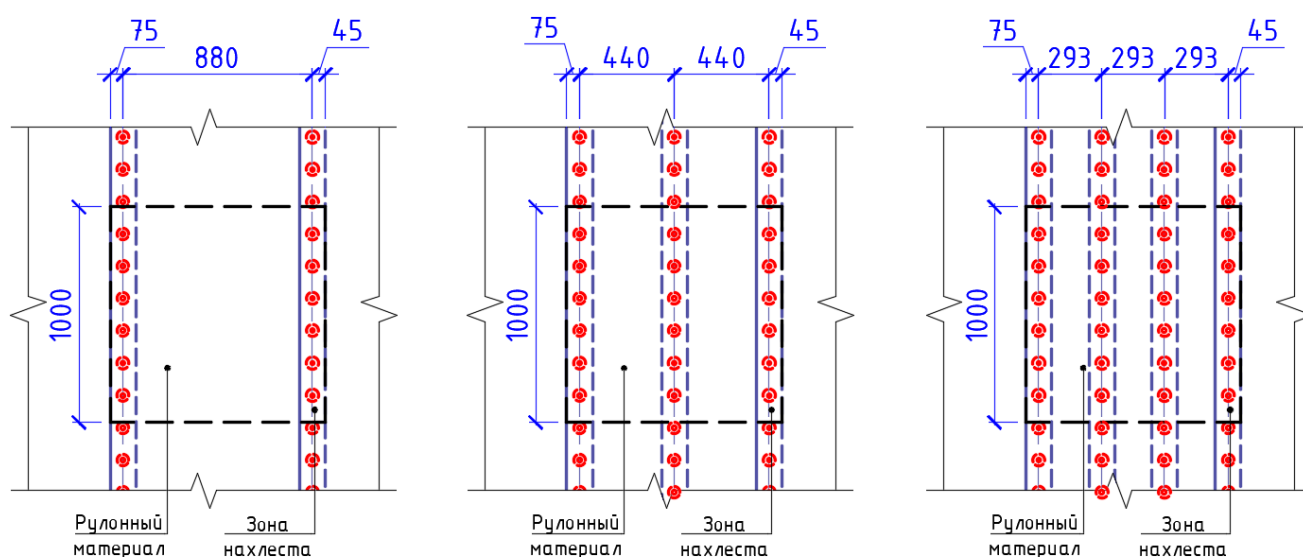


Рисунок Б.7 – Ширина шага между рядами крепления

При ширине рулона 2,1 м: $b = 1980$ мм = 1,98 м;

При ширине рулона 1,05 м: $b = 930$ мм = 0,93 м;

При ширине рулона 0,5 м: $b = 405$ мм = 0,4 м.



Грузовая площадь на 1 крепеж:

$$S=A \cdot b$$

S для рулона шириной 2,1 м = 0,1875 · 1,98 = 0,372 м²;

S для рулона шириной 1,05 м = 0,1875 · 0,93 = 0,175 м²;

S для рулона шириной 0,5 м = 0,1875 · 0,4 = 0,075 м²;

Количество крепежа на 1 м² с учетом шага профлиста:

$$n_{\text{расч}} = \frac{1}{0,372} = 2,69 \text{ шт./м}^2 \text{ (2,1 м);}$$

$$n_{\text{расч}} = \frac{1}{0,175} = 5,72 \text{ шт./м}^2 \text{ (1,05 м);}$$

$$n_{\text{расч}} = \frac{1}{0,075} = 13,33 \text{ шт./м}^2 \text{ (0,5 м).}$$

Расчетное количество крепежа в зависимости от ширины рулона отражено в таблице

Б.3.

Таблица Б.3 - Расчетное количество крепежных элементов в зависимости от ширины рулона

Наименование показателя	LOGICROOF		
	2,1 м	1,05 м	0,5 м
Ширина рулона	2,1 м	1,05 м	0,5 м
b, м	1,98	0,93	0,40
S, м ²	0,372	0,175	0,072
n _{расч} , шт./м ²	2,69	5,72	13,33

Поскольку $n_{\text{расч}} > n_{\text{тр}}$ для зоны F ширину рулонов принимаем 0,5 м, для зон G, H ширину рулонов принимаем 1,05 м (таблица Б.4).

Таблица Б.4 - Результаты расчета

Зона	С	Д	Е
Ширина рулона, м	1,05	1,05	2,1
Шаг крепежа, мм	187,5	187,5	187,5
n _{тр} , шт./м ²	4,46	3,15	1,97
n _{расч} , шт./м ²	5,72	5,72	2,69

Пример 2. Основание из железобетона.

Тип основания: Железобетон

Требуемое количество крепежа по формуле 7.6

$$n_{\text{мп}} = \frac{W_{+(-)}}{W_{\text{adm}}};$$

где $W_{\text{adm}} = 790 \text{ Н}$, ([см. таблицу А.2](#))

Б.5.3.2 Определим количество креплений для гидроизоляции.

$$\text{Зона C: } n_{\text{тр}} = \frac{3523}{790} = 4,46 \text{ шт./м}^2;$$

$$\text{Зона D: } n_{\text{тр}} = \frac{2487}{790} = 3,15 \text{ шт./м}^2;$$

$$\text{Зона E: } n_{\text{тр}} = \frac{1555}{790} = 1,97 \text{ шт./м}^2.$$

Вычислим площадь участка (рисунок Б.5.3.1)

При ширине рулона 2,1 м; $S=1,98 \text{ м}^2$;

При ширине рулона 1,05 м; $S=0,93 \text{ м}^2$;

При ширине рулона 0,5 м; $S=0,4 \text{ м}^2$.

Шаг крепежных элементов приведен в таблице Б5

Таблица Б.5 - Шаг крепежных элементов в различных зонах крыши

Ширина рулона в зоне, м	2,1	1,05	0,5
C	$D = \frac{1}{1,98 \cdot 4,46} \cdot 1000 = 113 \text{ мм}$	$D = \frac{1}{0,93 \cdot 4,46} \cdot 1000 = 241 \text{ мм}$	$D = \frac{1}{0,4 \cdot 4,46} \cdot 1000 = 561 \text{ мм}$
D	$D = \frac{1}{1,98 \cdot 3,15} \cdot 1000 = 160 \text{ мм}$	$D = \frac{1}{0,93 \cdot 3,15} \cdot 1000 = 342 \text{ мм}$	$D = \frac{1}{0,4 \cdot 3,15} \cdot 1000 = 794 \text{ мм}$
E	$D = \frac{1}{1,98 \cdot 1,97} \cdot 1000 = 257 \text{ мм}$	$D = \frac{1}{0,93 \cdot 1,97} \cdot 1000 = 546 \text{ мм}$	$D = \frac{1}{0,4 \cdot 1,97} \cdot 1000 = 1270 \text{ мм}$

Шаг крепежных элементов, определяемый расчетом, должен быть в пределах 150-350 мм; при большем значении расчетного шага его принимают равным 350 мм.

Для зоны C ширину рулонов принимаем 0,5 м, для зон D, E ширину рулонов принимаем 1,05 м.

Результаты расчета сведены в таблицу Б.6.

Таблица Б.6 - Результаты расчета

Зона	C	D	E
Ширина рулона, м	0,5	1,05	1,05
Шаг крепежа, мм	326	199	318



Библиография

[1] [Федеральный закон от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ](#) «О стандартизации в Российской Федерации».

[2] [Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ](#) «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

[3] [Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ](#) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

[4] [Федеральный закон от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ](#) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

[5] СТО 72746455-4.1.5-2018 Крыша с механическим креплением водоизоляционного ковра из рулонных полимерных и битумосодержащих материалов. Метод определения сопротивления водоизоляционного ковра ветровой нагрузке.

[6] Разъяснение ЦНИИСК имени В.А. Кучеренко, письмо №13-257 от 28.02.2018 г.

[7] Научно-технический отчет «Комплексное аэрофизическое исследование в аэродинамической трубе и компьютерное моделирование ветровых нагрузок на кровли типовых объектов строительства»

[8] Руководство ETAG 006:2000/Amended:2012 Guideline for european technical approval of systems of mechanically fastened flexible roof waterproofing membranes (Руководство по европейскому техническому одобрению систем механически закрепляемых гибких кровельных гидроизоляционных мембран).

(Измененная редакция, Изм. №1)

УДК 69.01

ОКС 91.060.20

Ключевые слова: расчёт кровли на ветровое воздействие, ветровая нагрузка, крыша, полимерный, битумный, кровельный материал, рулонный кровельный материал

ООО «ТехноНИКОЛЬ - Строительные Системы»

Руководитель разработки:

Руководитель Проектно-расчетного Центра ППК

ТехноНИКОЛЬ

должность



личная подпись

А.В. Шелестов

инициалы, фамилия

Разработчик:

Технический специалист Проектно-расчетного
Центра (отдел «Информационное проектирование»)

ППК ТехноНИКОЛЬ

должность



личная подпись

А.А. Фунтиков

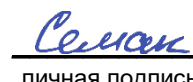
инициалы, фамилия

Разработчик:

Технический специалист Проектно-расчетного
Центра (отдел «Информационное проектирование»)

ППК ТехноНИКОЛЬ

должность



личная подпись

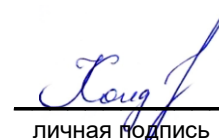
М.Г. Семак

инициалы, фамилия

Нормоконтроль:

Руководитель ЦНС ТД

должность



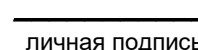
личная подпись

С.Н. Колдашев

инициалы, фамилия

Технический директор

должность



личная подпись

Е.П. Войлов



инициалы, фамилия

(по доверенности от 01.01.2025
№ 01012025/61864)

Идентификатор документа 70af0821-f949-4c3a-a293-4f78d2f86ec7

Документ подписан и передан через оператора ЭДО АО «ПФ «СКБ Контур»



Подписи отправителя:	Организация, сотрудник	Доверенность: рег. номер, период действия и статус	Сертификат: серийный номер, период действия	Дата и время подписания
	 Общество с ограниченной ответственностью "ТехноНИКОЛЬ-Строительные Системы" Войлов Евгений Петрович Доверитель: ООО "ТехноНИКОЛЬ-Строительные Системы"	 bff5c036-6e50-4809-a128-0d36070ddd36 с 29.09.2025 00:00 по 28.09.2027 23:59 GMT+03:00 Доверенность прошла проверку	02A8359F00C9B265AE4D1E365 A5FDFB6C8 с 24.04.2025 12:29 по 24.07.2026 12:29 GMT+03:00	20.04.2026 17:15 GMT+03:00 Подпись соответствует файлу документа