

Теплоизоляция трубопроводов, резервуаров и емкостей

(Перевод ЗАО "Парок" отдельных глав финских стандартов SFS 3978, регламентирующих порядок выполнения монтажных работ и выбор применяемых материалов при изоляции трубопроводов, резервуаров и емкостей)



Рекомендуемые фиксирующие элементы для монтажа покровного слоя

Объект теплоизоляции	Заклёпка, d мм	Самонарезающий винт
Трубопроводы	3,2	4,2 x 13
Резервуары и оборудование		
соединение листового металла между собой	3,2	4,2 x 13
соединение листового металла к опорным конструкциям (внутри помещения)	4,0	4,2 x 13
соединение листового металла к опорным конструкциям (вне помещения)	4,8	4,2 x 13

Стыки обшивки (кожуха)	Материал		
	Заклёпка	Гвоздь (для применения во влажных местах)	Самонарезающий винт
Алюминий/алюминий	из алюминия	из стали	из алюминия
Алюминий/сталь	из алюминия	из стали	из нержавеющей стали
Оцинкованная сталь/оцинкованная сталь	из нержавеющей стали	из нержавеющей стали	из нержавеющей стали
Оцинкованная сталь/сталь	из нержавеющей стали	из нержавеющей стали	из нержавеющей стали
Нержавеющая сталь/нержавеющая сталь	из нержавеющей стали	из нержавеющей стали	из нержавеющей стали
Нержавеющая сталь/сталь	из нержавеющей стали	из нержавеющей стали	из нержавеющей стали
Кислотоупорная сталь/кислотоупорная сталь	из кислотоупорной стали	из нержавеющей стали	из кислотоупорной стали
Кислотоупорная сталь/сталь	из кислотоупорной стали	из нержавеющей стали	из кислотоупорной стали
С пластиковым покрытием/с пластиковым покрытием	из нержавеющей стали	из нержавеющей стали	из нержавеющей стали

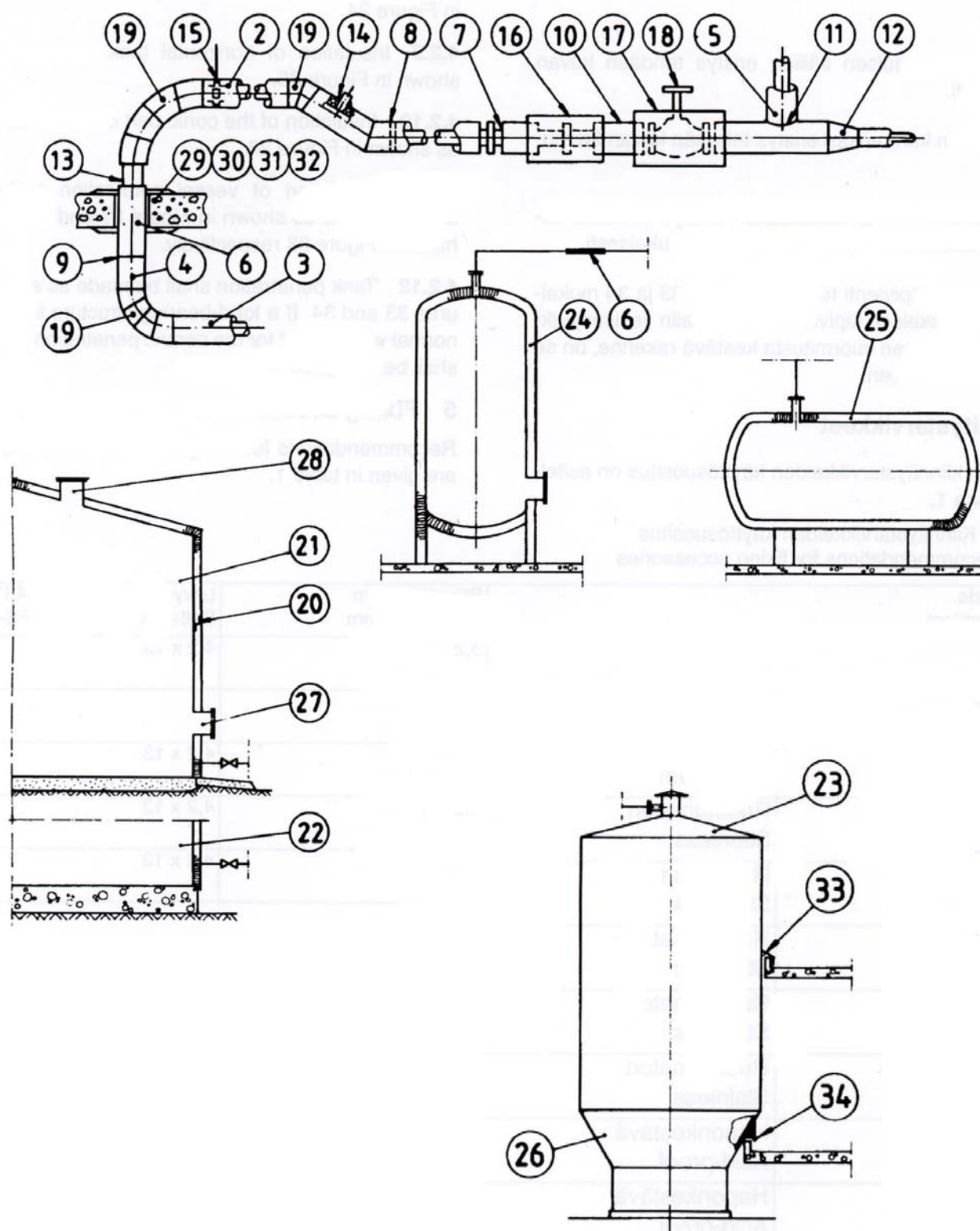
Монтаж изоляции

Принципиальная схема трубопровода и технологических резервуаров представлена на Рис. 1. Номера, указанные на схеме, обозначают изолируемые технологические узлы и участки, представленные в таблице 1, а также соответствующие пояснительные рисунки.

Таблица 1.

Описание	Рисунок	Страница
Изоляция трубопроводов		
Принципиальная схема трубопровода и технологических емкостей	1	4
Изоляция трубопровода с помощью цилиндров	2	5
Изоляция трубопроводов армированными прошивными матами	3	5
Опорные элементы для изоляционного и покровного слоев на вертикальных участках трубопровода	4	6
Изоляция с помощью цилиндров труб со спутниками	5а	7
Изоляция с помощью мата трубы с электрокабелем или другим спутником	5б	7
Изоляция с помощью цилиндров трубы с электрокабелем	5в	7
Изоляция трубопровода несколькими цилиндрами	6	7
Изоляция трубопроводов в области примыкания к фланцевым соединениям	7	9
Каркасные кольца для покровного слоя при монтаже матов на трубопроводах	8	10
Стыки покровного слоя	9	11
Участок изолированного трубопровода с металлической обшивкой	10	12
Изоляция тройника	11	13
Изоляция переходника	12	13
Изоляция участка трубопровода с технологическим изменением профиля изоляции	13	14
Изоляция участка трубопровода с контрольно-измерительной арматурой	14	14
Изоляция фиксирующей опоры трубопровода	15	15
Изоляция фланцевого соединения трубопровода с использованием специального короба	16	16
Изоляция арматуры с использованием специального короба	17а	18
Защитный конус для вертикальных участков трубопроводов	17б	18
Изоляционный короб для длинного штока	18а	19
Изоляция арматуры без короба	18б	19
Изоляция отводов	19	21
Изоляция трубопровода, проходящего через перекрытие	29	38
Изоляция нескольких труб, проходящих через перекрытие	30	39
Монтаж труб с изоляцией через крышу и потолок	31	40
Монтаж труб с изоляцией через потолок	32	40
Теплоизоляция технологических емкостей и резервуаров		
Теплоизоляция резервуаров плитами и матами	20а	23
Штыри для укрепления плит и матов	20б	24
Изоляция наземной накопительной емкости диаметром менее 15 000 мм	21	25
Изоляция наземной накопительной емкости диаметром более 15 000 мм	22	28
Устройство изоляции кровли резервуара при способе ее закрепления сверху плиты кровли резервуара	23а	29
Кровля, снегозащитное ограждение, оградительный поручень и обогревательный кабель резервуара	23б	31
Изоляция вертикально установленной емкости	24	32
Изоляция горизонтально установленной емкости	25	34
Изоляция конусных емкостей с профилированным покровным слоем	26а	35
Изоляция конусных емкостей, покрытых листовым металлом	26б	35
Изоляция технологических отверстий и смотровых люков	27	36
Изоляция люка на кровле	28	37
Проход резервуара через потолок и кровлю	33	41
Проход конусного резервуара через потолок и кровлю	34	42

Рис. 1. Принципиальная схема трубопровода и технологических емкостей, узлы и участки применения технической изоляции



МОНТАЖ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ

1. Цилиндры должны устанавливаться на горизонтальные трубы таким образом, чтобы стык продольного шва располагался снизу и укреплялся, как показано на рисунке 2. Отводы и фасонные части должны быть изолированы с помощью армированных прошивных матов или секторов, приготовленных из цилиндров (путем разрезания цилиндров на секторы).

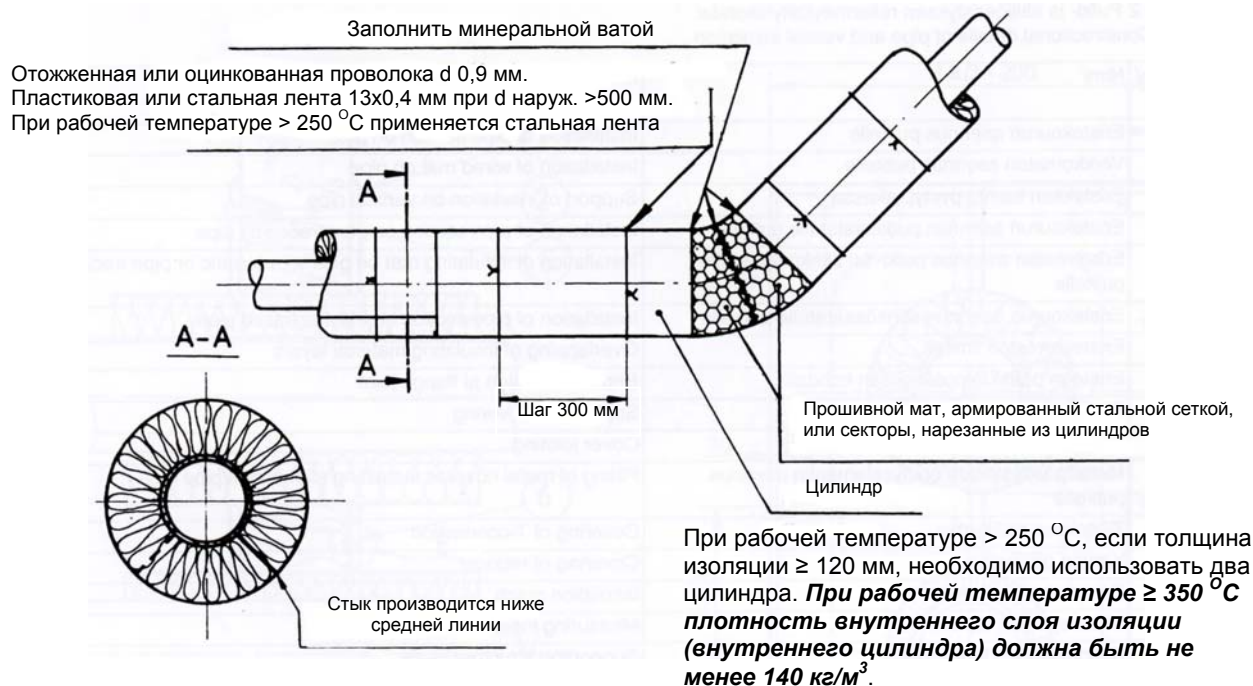


Рис. 2. Монтаж цилиндров на трубопроводе

2. Продольные и поперечные соединения армированных прошивных изоляционных матов должны быть сшиты оцинкованной проволокой, или петли сетки должны быть скручены между собой. Все стыки необходимо заполнить минеральной ватой, как показано на рисунке 3.

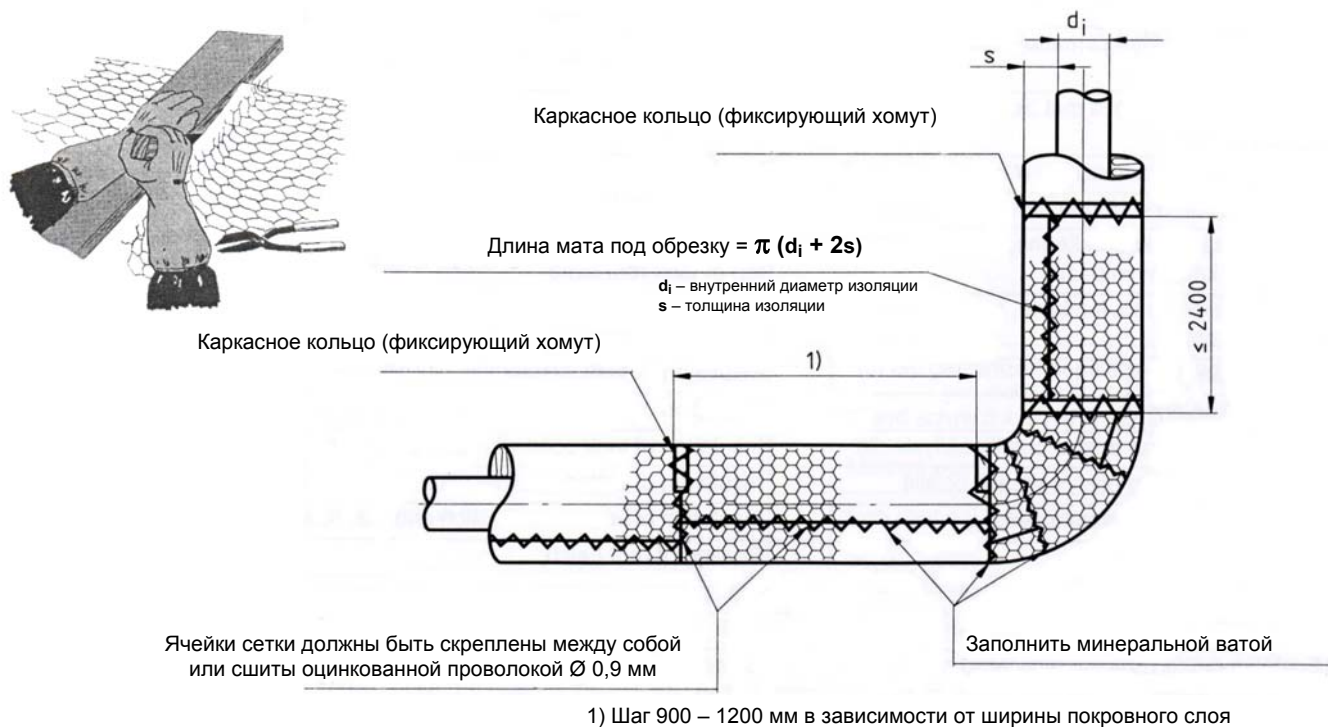
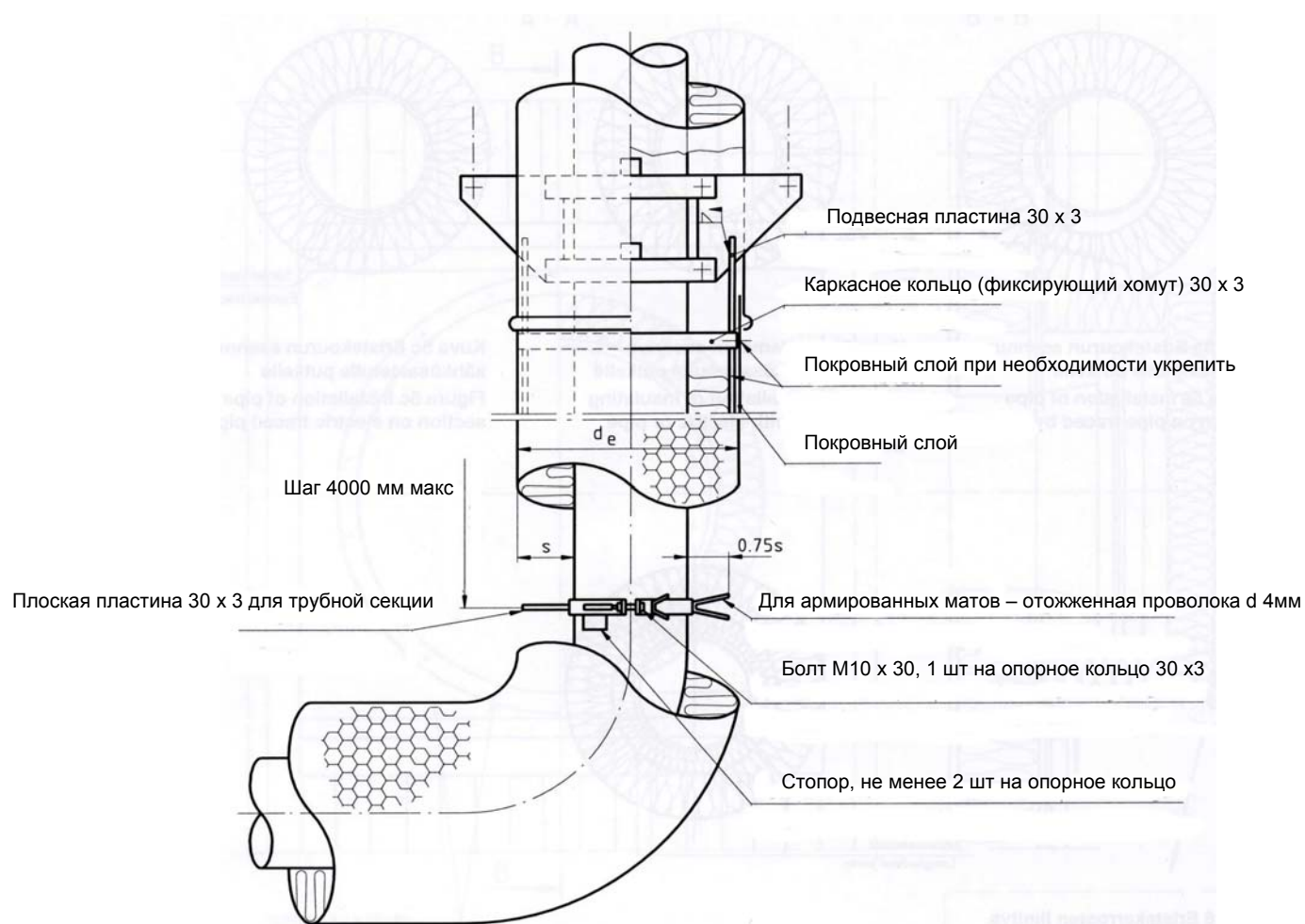


Рис. 3. Монтаж армированного прошивного мата на трубопроводе

3. На вертикальных трубопроводах изоляция должна быть укреплена в соответствии с рисунком 4.



Количество дистанционных пластин каркасного кольца:

Внешний диаметр изоляции	шт
$d_e \leq 300$	4
$300 < d_e \leq 600$	6
$600 < d_e \leq 1000$	8

Температура трубопровода	Материал каркасного кольца
$t_i \leq 300\text{ }^{\circ}\text{C}$	S235JRG2
$300\text{ }^{\circ}\text{C} < t_i \leq 480\text{ }^{\circ}\text{C}$	16Mo3
$t_i > 480\text{ }^{\circ}\text{C}$	19CrMo 9-10

При температурах трубопровода выше $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ каркасное кольцо выполняется из жаростойкой стали

Рис. 4. Фиксация изоляции на вертикальном участке трубопровода

4. Изоляция на трубопроводе с электропроводкой и другими спутниками устанавливается, как показано на рисунке 5а, 5б, 5в.

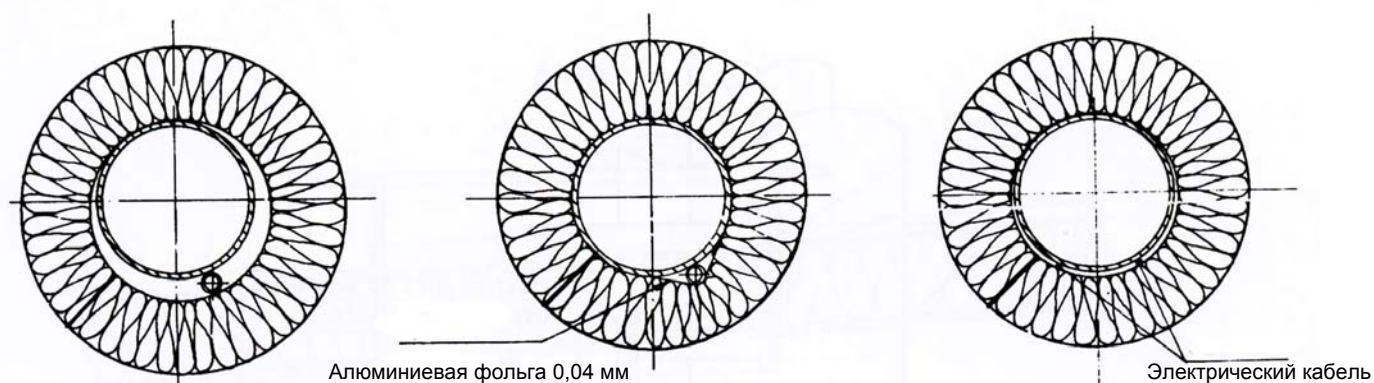


Рис. 5а. Изоляция трубопровода со спутником с помощью цилиндра

Рис. 5б. Изоляция трубопровода с электрокабелем или трубой-спутником (пароспутником) с помощью прошивного армированного мата

Рис. 5в. Изоляция трубопровода с электрокабелем с помощью цилиндра

5. Продольные швы многослойной изоляции должны перекрывать друг друга, как показано на рисунке 6, причем более тяжелый изоляционный материал должен располагаться внутри.

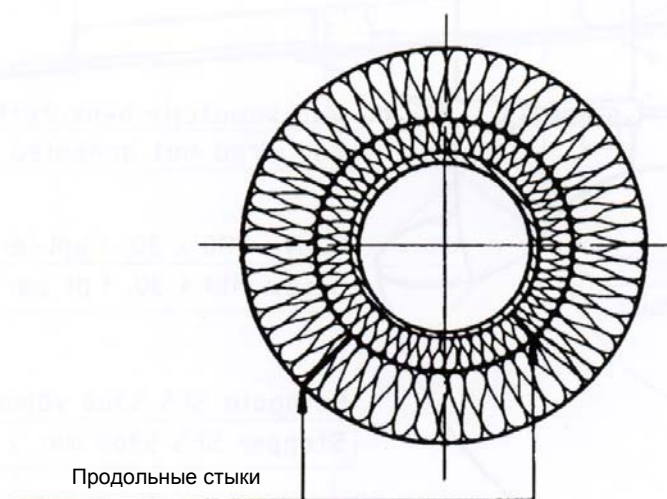
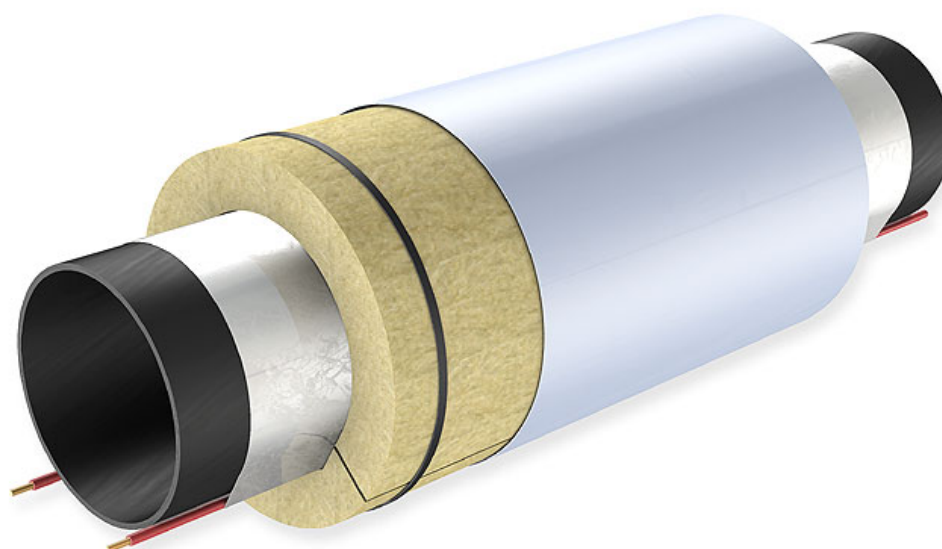


Рис. 6. Перекрывание слоев изоляции друг другом

**Подогреваемые трубопроводы**

Для транспортировки вязких жидкостей часто требуется дополнительно устанавливать подогрев трубопроводов. Трубопроводы с пароспутниками или подогревательными электрическими кабелями сначала покрывают алюминиевой фольгой для более равномерного распределения тепла по периметру трубы. Затем, учитывая общий внешний диаметр конструкции трубопровода со спутником и ее рабочую температуру, на трубу устанавливается изоляция обычным способом.

6. Перед фланцевым соединением изоляция трубопровода должна устанавливаться, как показано на рисунке 7. В случае необходимости фланцевое соединение можно демонтировать, не повредив изоляцию.

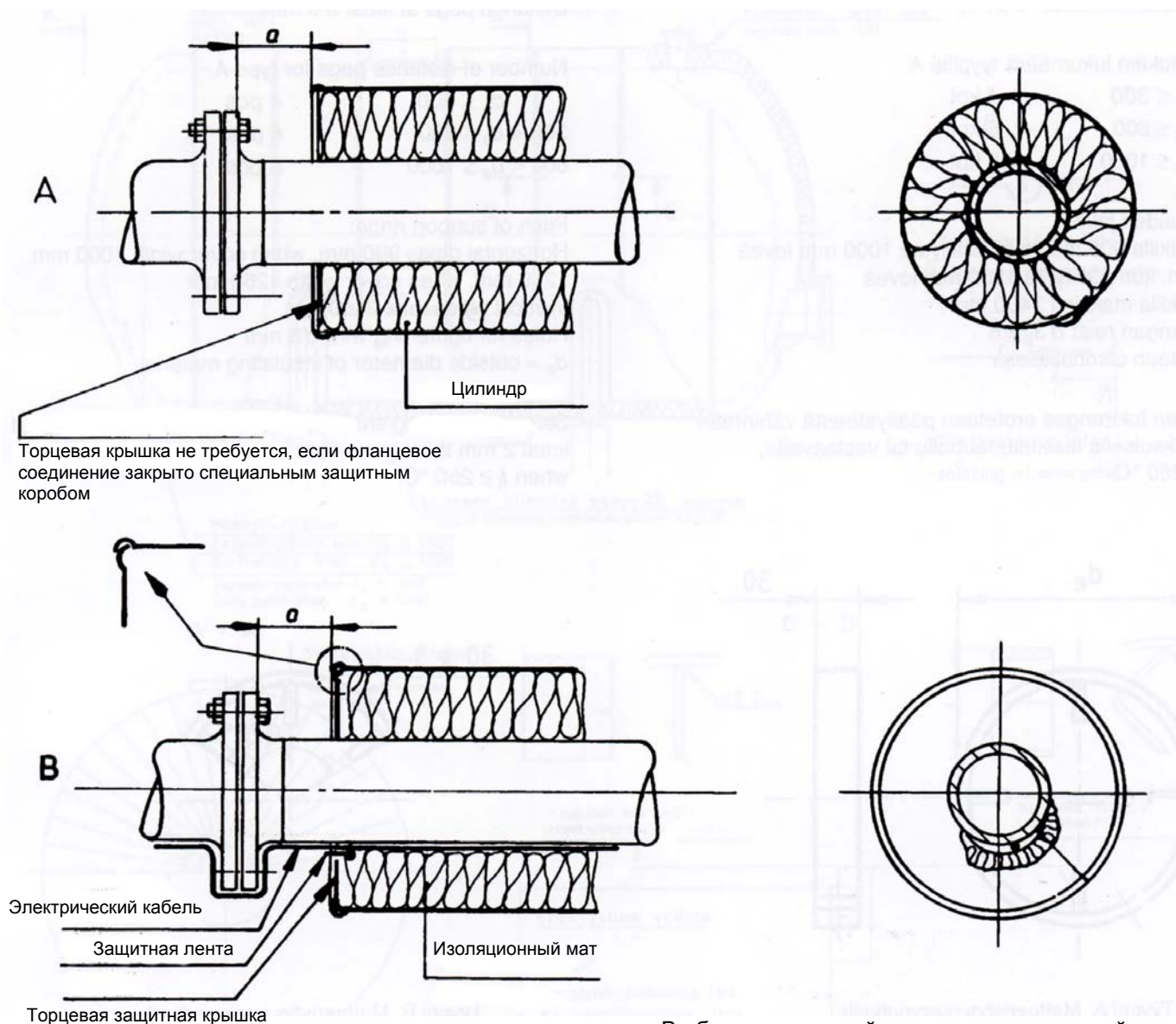


Рис. 7. Изоляция трубопроводов в области примыкания к фланцевым соединениям.

7. Если для изоляции трубопроводов используются маты, то, во избежание провиса матов, покровный слой должен крепиться на каркасные кольца, как показано на рисунке 8. При температуре трубопровода $\geq 250^{\circ}\text{C}$ стальные каркасные кольца должны быть изолированы от покровного слоя с помощью стекловолоконного материала (ленты) или другого подобного материала, препятствующего тепловой конвекции (т.е. образованию тепловых мостиков между трубой и поверхностным слоем). (См. также рис 11б в нормах SFS 5744).

Каркасное кольцо изготавливается из плоской пластины 30×3 мм.
Дистанционные стержни-фиксаторы - не менее $\varnothing 6$ мм

Число дистанционных стержней-фиксаторов (дистанционных пластин) для типа А

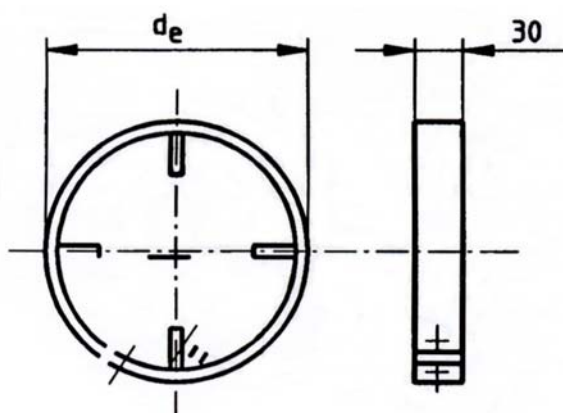
Внешний диаметр изоляции $d_e \leq 300$	4 шт
$300 < d_e \leq 600$	6 шт
$600 < d_e \leq 1000$	8 шт

Расстояние между каркасными кольцами:

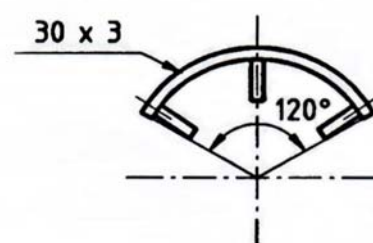
- а) Для горизонтальных труб – 900 мм, если ширина покровного слоя 1000 мм;
- 1200 мм, если ширина покровного слоя 1250 мм.
- б) Для вертикальных труб расстояние между каркасными кольцами – не более 2400 мм.

Отверстия для стягивающей конструкцию проволоки - $\varnothing 3$ мм.

Если температура трубопровода $\geq 250^{\circ}\text{C}$ каркасное кольцо должно быть изолировано от покровного слоя с помощью стекловолоконного материала (лентой) толщиной не менее 2 мм, или другим подобным материалом, предотвращающим тепловую конвекцию.



Тип А: Каркасное кольцо для матов при изоляции вертикальной трубы

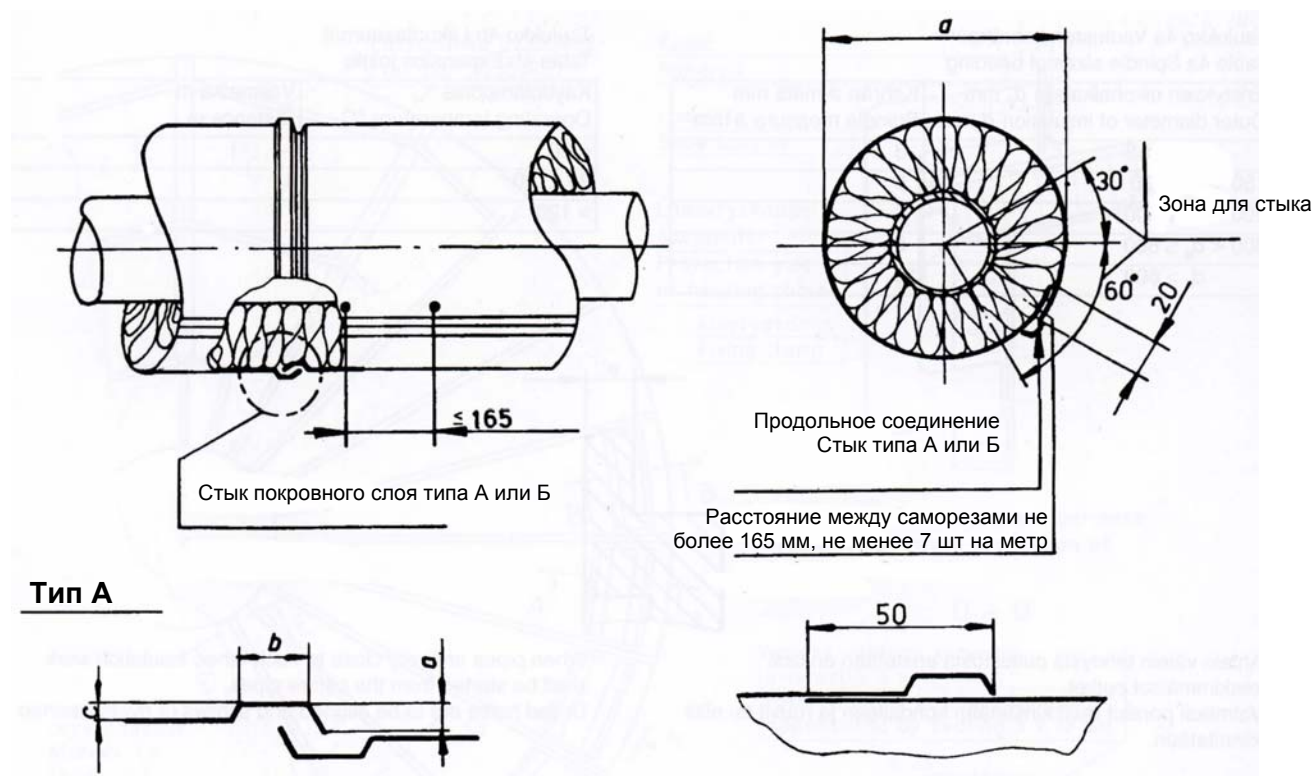


Тип Б: Каркасный элемент для матов при изоляции горизонтальной трубы



Рис. 8. Каркасное кольцо для покровного слоя трубопровода

8. Продольные и поперечные соединения покровного слоя должны быть выполнены, как показано на рисунке 9. Такой монтаж исключит появление зазоров между слоем изоляции и покровным слоем и, тем самым, предотвратит проникновение влаги и жидкости в изоляционный материал.



Стык не должен быть слишком плотным, и должен обеспечивать некоторую свободу движения стыкуемых концов.

Скользящий стык используется при температурах рабочей среды $\geq 300\text{ }^{\circ}\text{C}$

Таблица 3 Размеры для стыка типа А (мм)

Внешний диаметр изоляции d_e								
$150 \leq d_e < 300$			$300 \leq d_e \leq 600$			$d_e > 600$		
a	b	c	a	b	c	a	b	c
3,5	8	2	5,5	10	3	7,5	12	4

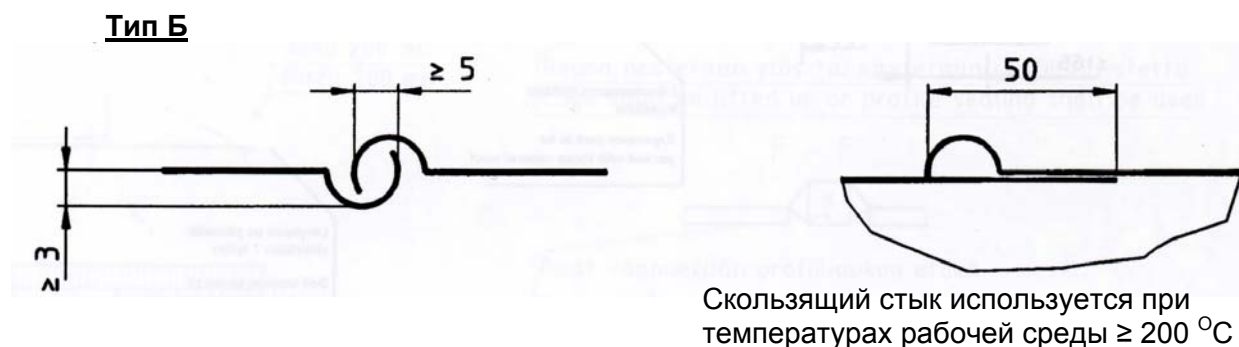


Рис. 9. Монтаж стыков покровного слоя

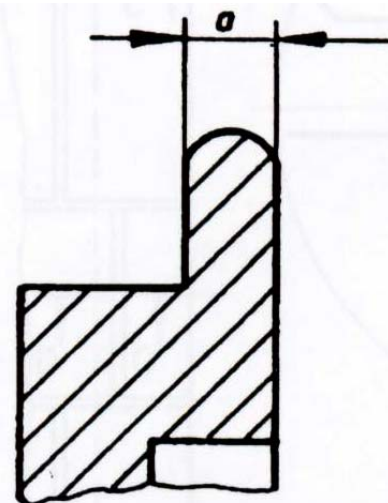
9. Металлический покровный слой устанавливается, как показано на рисунке 10.

Таблица 4а Ширина зига соединения (стыка)

Внешний диаметр изоляции d_e мм	Ширина a , мм
$d_e \leq 150$	3
$150 < d_e < 200$	5
$200 \leq d_e \leq 300$	6
$300 < d_e \leq 600$	8
$d_e > 600$	10

Таблица 4б Компенсационное соединение

Температура рабочей среды $^{\circ}\text{C}$	Расстояние, метр
< 80	-
80 - 120	12
> 120	6



Если трубы расположены близко друг к другу, установку изоляции следует начинать от середины труб.

Отверстия высверливаются по линейке, затем вкручиваются шурупы или устанавливаются заклепки.

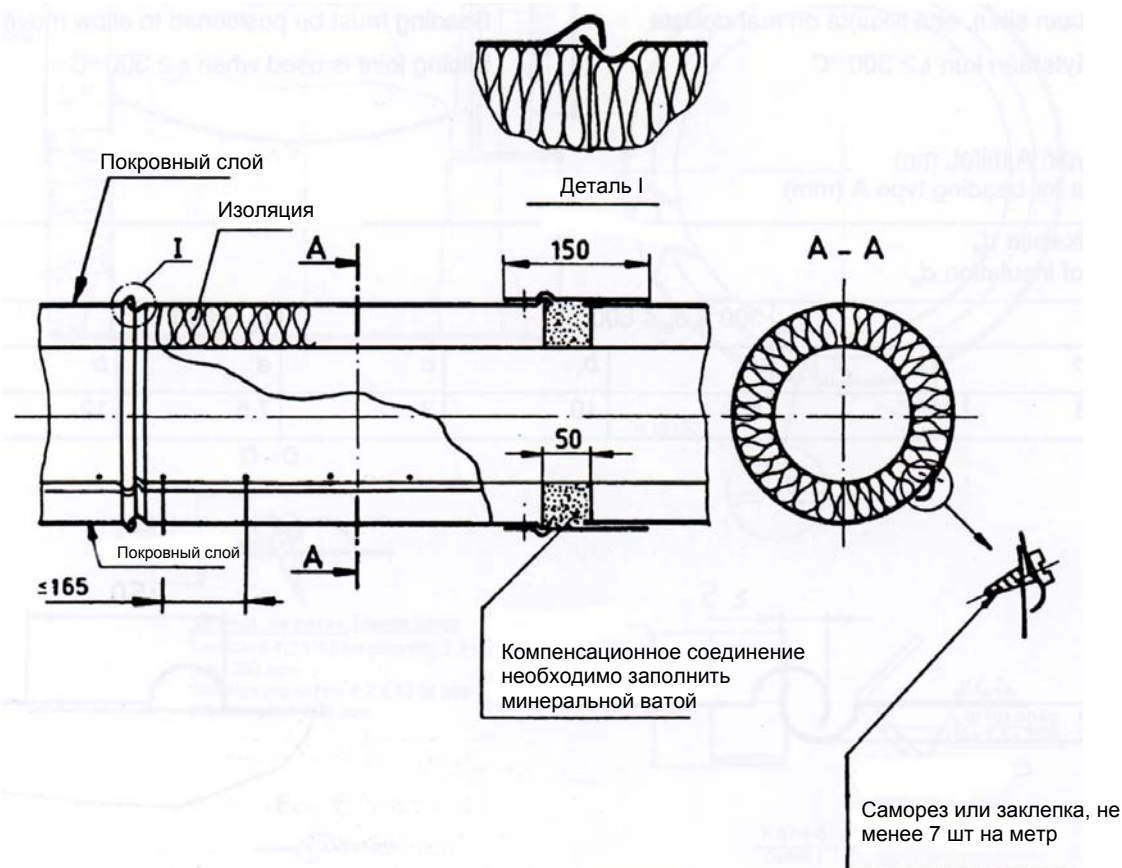


Рис. 10. Сборка участка трубопровода с металлическим покровным слоем

10. Фасонные части изолируются, как показано на рисунках 11 – 14.

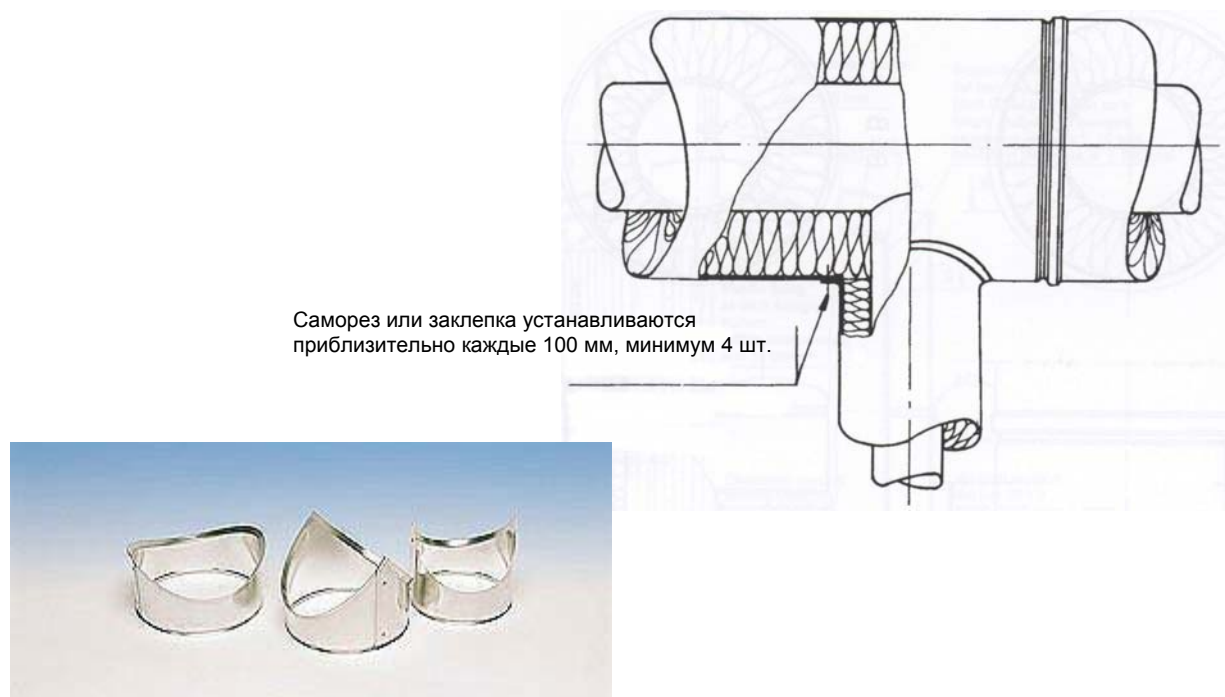
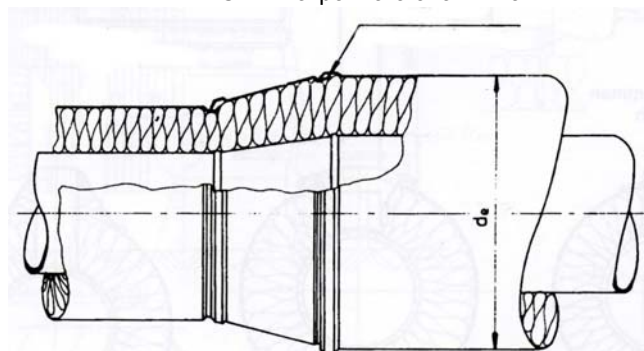


Рис. 11. Покровный слой для тройника

Центрический переходник



Стык покрывного слоя типа А или Б



Эксцентричный переходник

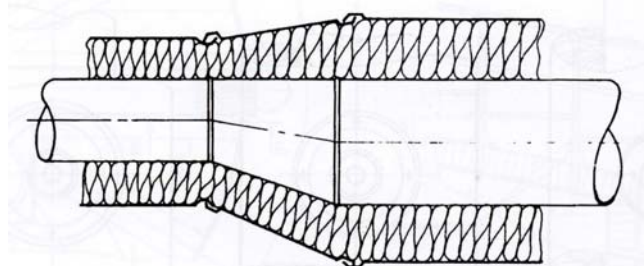


Рис. 12. Покровный слой для участков трубопровода с переходниками

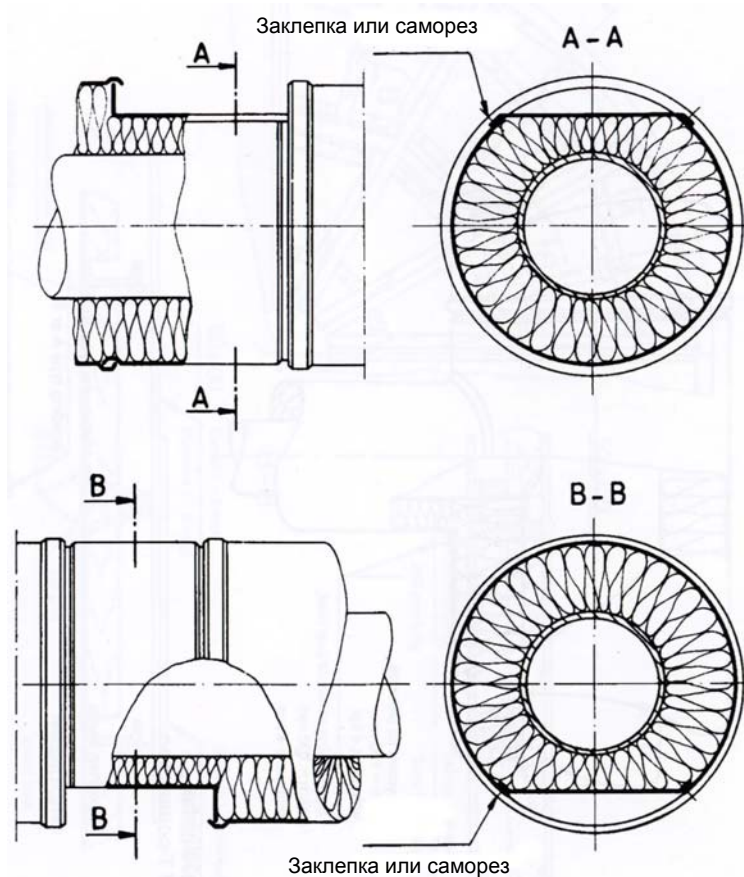


Рис. 13. Покровный слой для участка трубопровода с технологическим изменением профиля изоляции

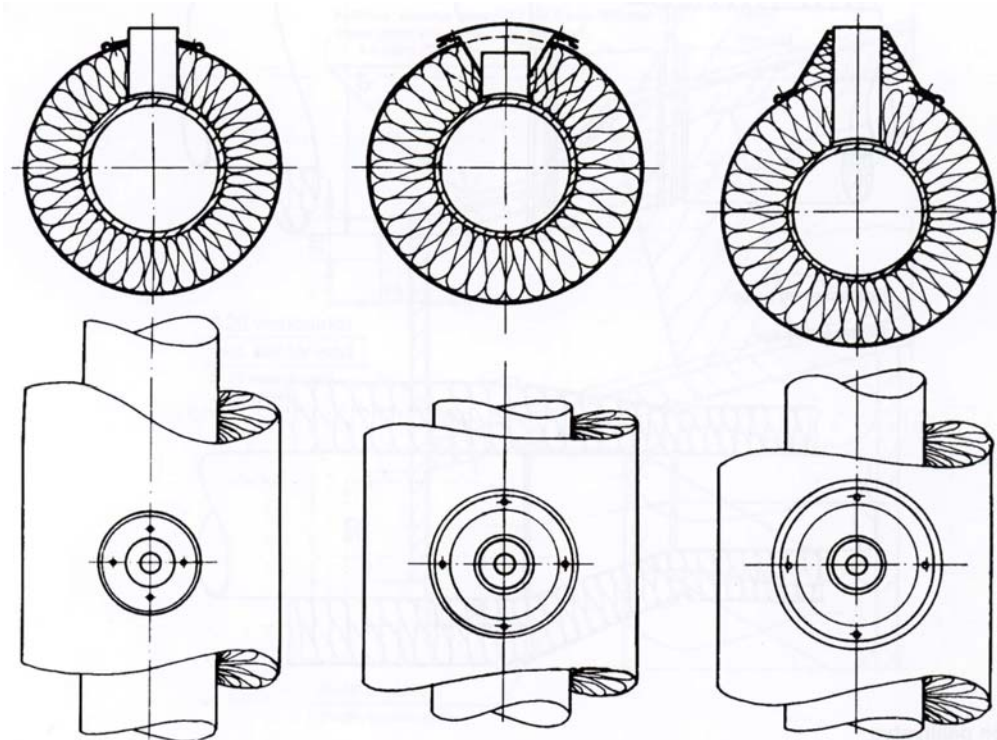


Рис. 14. Участки трубопроводов с контрольно-измерительной арматурой

11. Фиксирующие и опорные элементы трубопроводов должны быть изолированы, как показано на рисунке 15. Пространство между опорой и трубой необходимо так же заполнить изоляционным материалом.

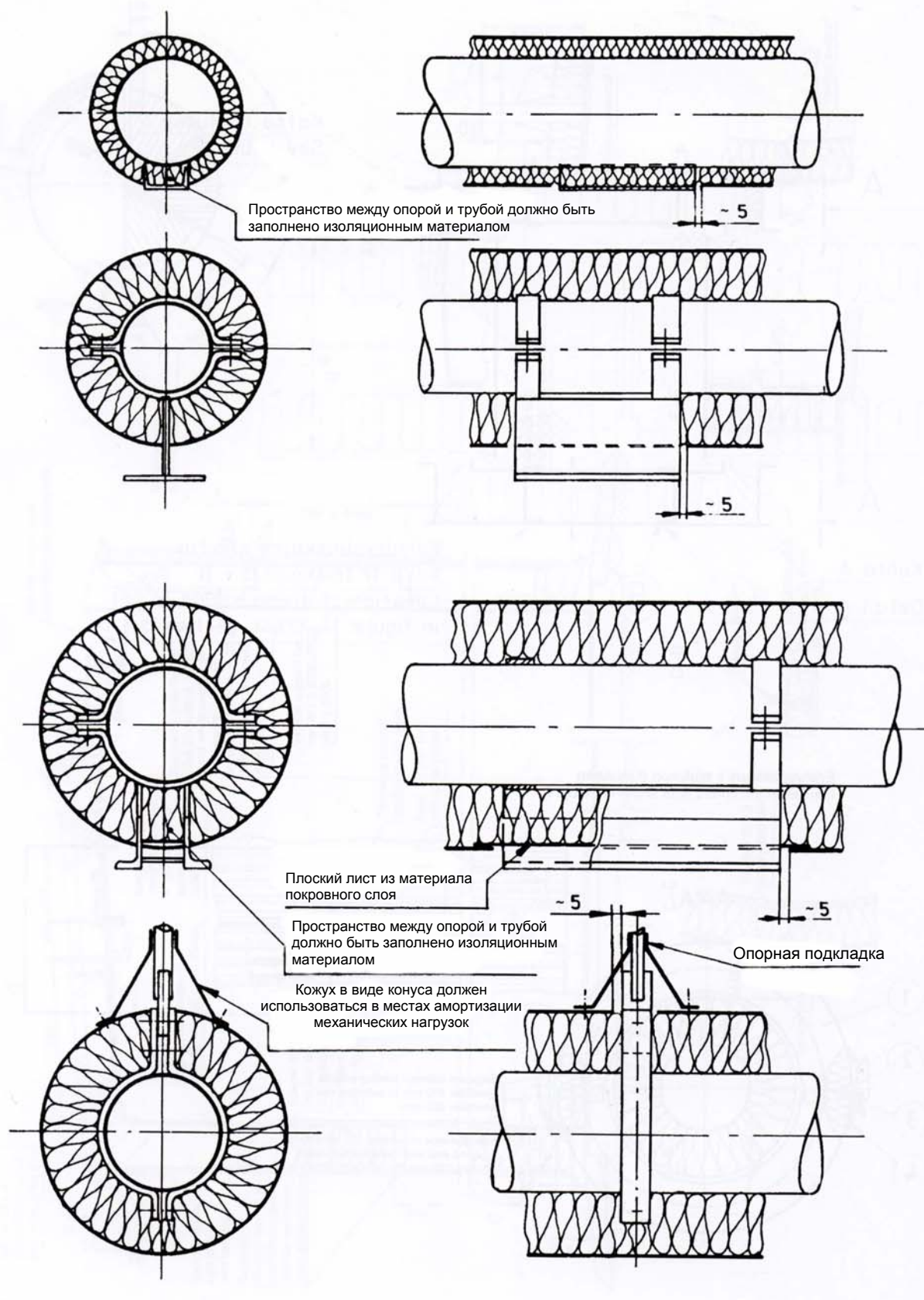
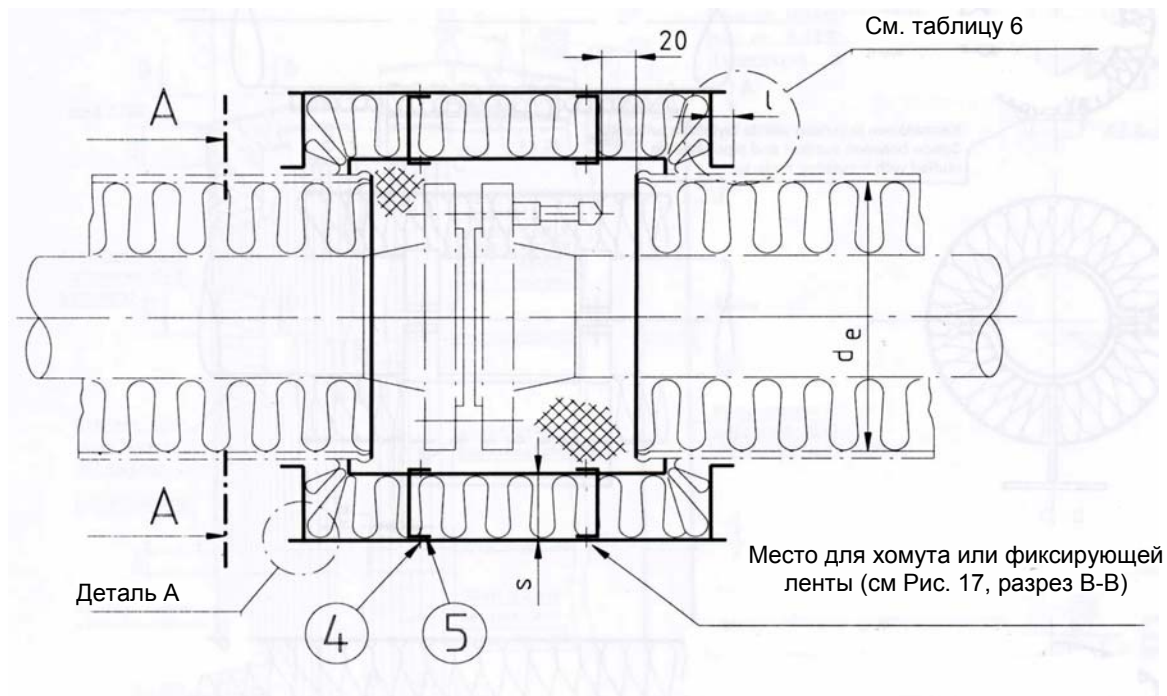


Рис. 15. Изоляция опорных элементов трубопровода

12. Фланцы и арматура изолируются, как показано на рисунках 16-18. В отдельных случаях арматура изолируется, как показано на рисунке 18б. В этом случае необходимо учитывать температуру окружающей среды.



Толщина изоляции **s** показана в таблице 8

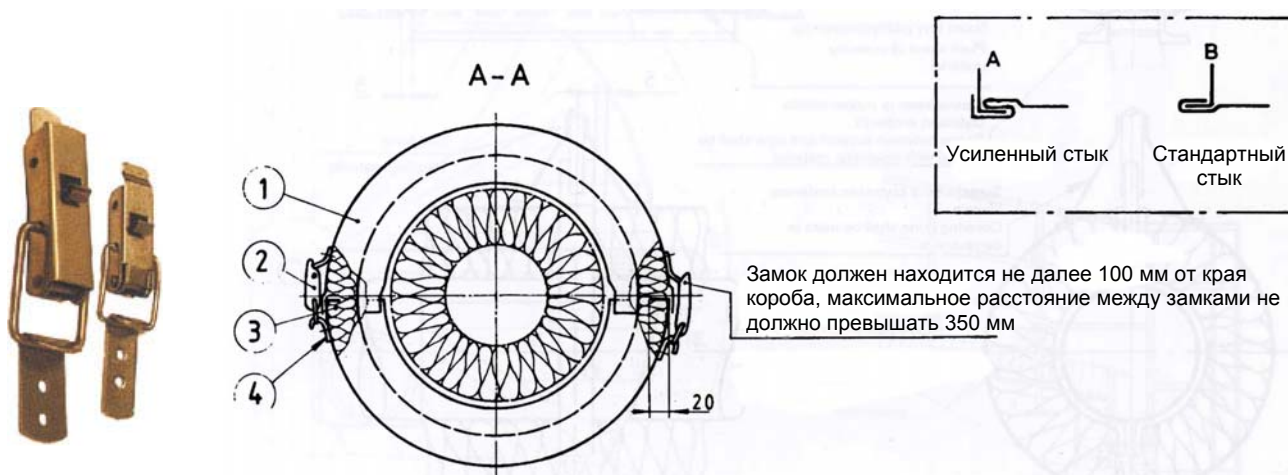


Таблица 5 Элементы короба для изоляции фланцевого соединения

№№	Наименование	Описание
1	Покровный слой	В соответствии с проектной документацией
2	Фиксирующий замок	Нержавеющая сталь, не менее 2х
3	Изоляция	Прошивной мат с алюминиевой фольгой (например, PAROC Wired Mat 100 AL1)
4	Заклепка	Ø 3,2 мм
5	Фиксирующая лента (хомут)	В соответствии с проектной документацией

Таблица 6 Определение величины l (см. рис. 18а)

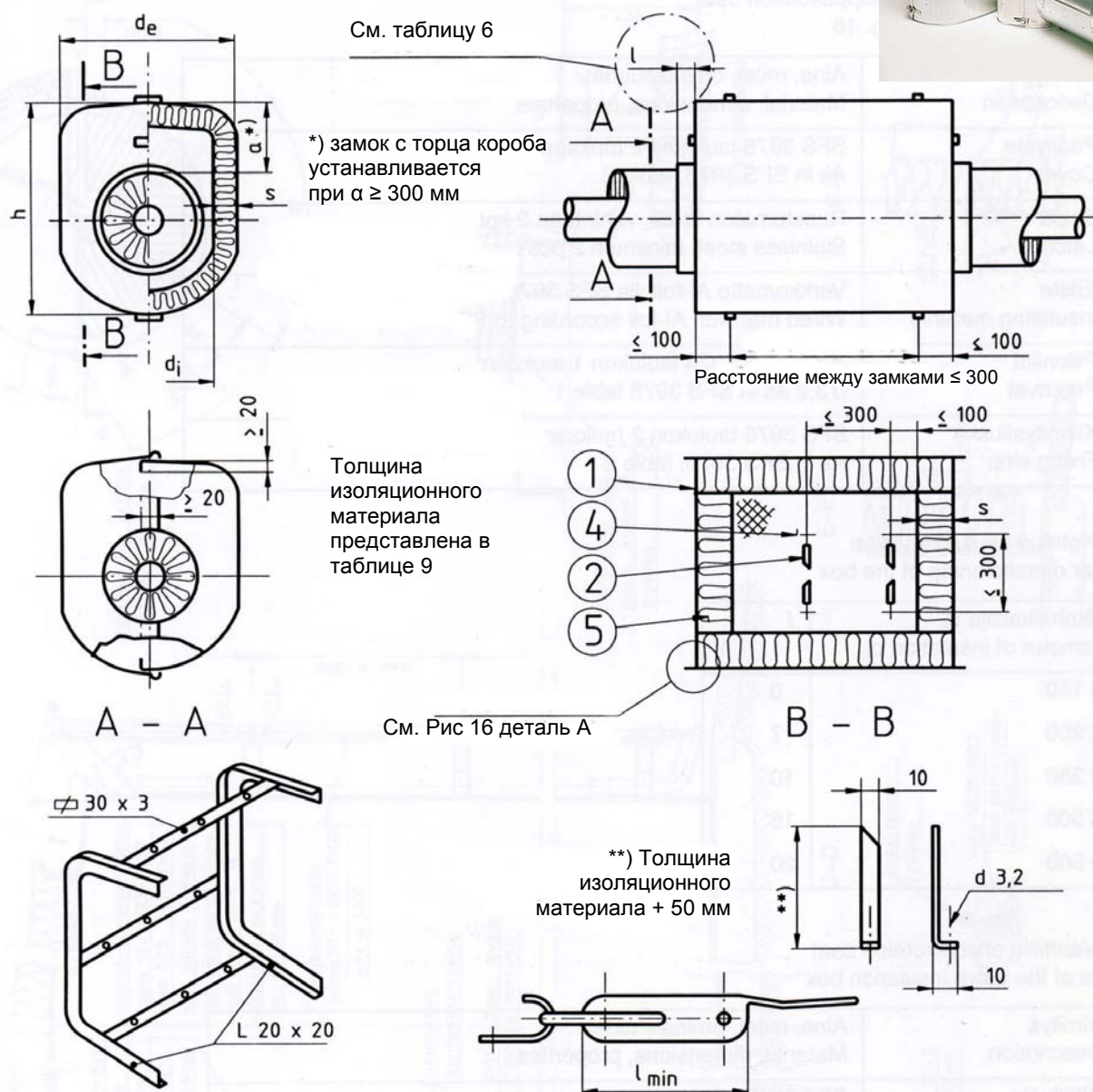
Внешний размер изоляции d_e мм	Длина l , мм
$d_e \leq 150$	0
$150 < d_e \leq 200$	7
$200 < d_e \leq 250$	10
$250 < d_e \leq 500$	15
$d_e > 500$	20

Таблица 7 Элементы короба для изоляции вентиля

№№	Наименование	Описание
1	Покровный слой	В соответствии с проектом
2	Фиксирующая лента (хомут)	Из материала покровного слоя
3	Фиксирующий замок	Нержавеющая сталь
4	Заклепка	Ø 3,2 мм
5	Изоляция	Прошивной мат с алюминиевой фольгой (например, PAROC Wired Mat 100 AL1)

Таблица 8 Минимальный размер фиксирующего замка

Внешний размер изоляции d_e мм	Длина, мм
$d_e \leq 400$	35
$400 < d_e \leq 1000$	55
$d_e > 1000$	75



Опорная конструкция используется при температурах выше 800°C или высоте ≥ 1000 мм

Рис. 17а. Короб для изоляции вентиля



Рис. 17б. Защитный конус для вертикальных участков трубопроводов

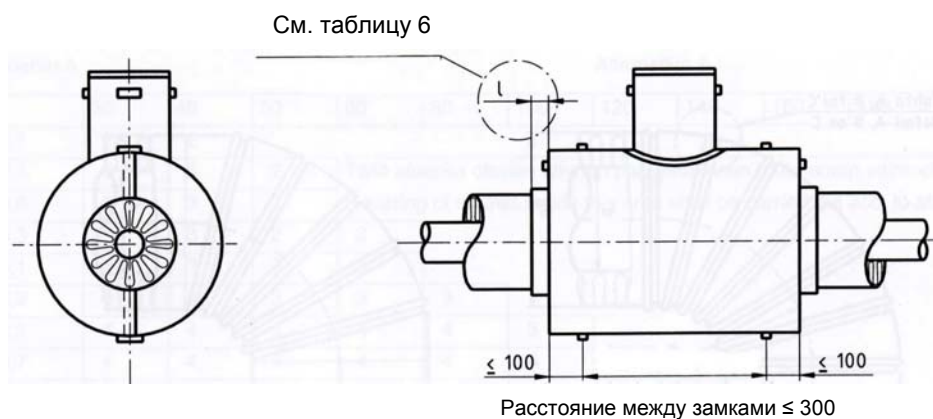


Рис. 18а. Изоляционный короб для арматуры с удлиненным штоком

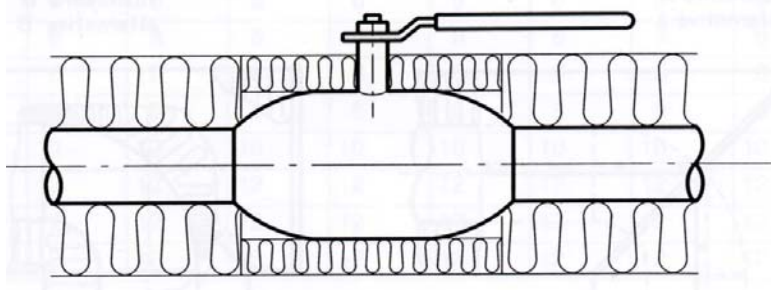


Рис. 18б. Изоляция арматуры без короба

Изоляция трубопроводной арматуры и фланцевых соединений

Трубопроводная арматура и фланцы изолируются легкосъёмными изоляционными коробами. Внутренняя поверхность короба выстлана прошивным матом со встроенной алюминиевой фольгой, которая обращена во внутрь короба. Сетка прошивного мата и фольга служат надежной механической защитой от повреждений при ремонтах и профилактическом обслуживании арматуры трубопроводов.

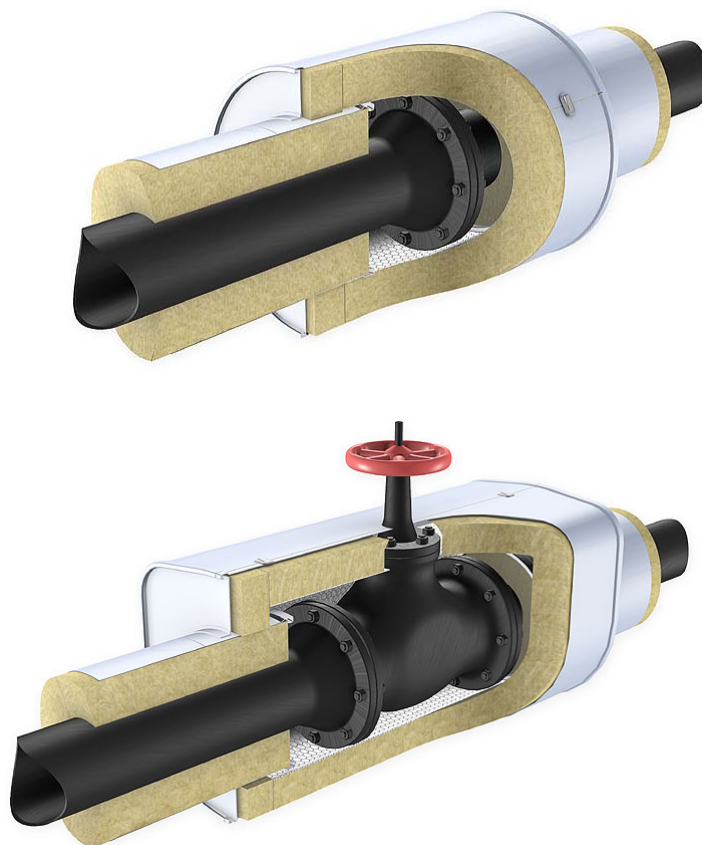


Таблица 9 Минимальная толщина изоляции коробов для фланцев и арматуры, обеспечивающая температуру на поверхности 60 °С.

Внутренний диаметр изолируемого короба d_i , mm	Рабочая температура				
	≤ 200 °C	201...300 °C	301...400 °C	401...500 °C	501...550 °C
	Толщина изоляции s , mm				
100	50	50	100	120	120
150	50	50	100	120	140
200	50	60	100	120	150
250	50	60	100	140	160
300	50	60	100	140	160
350	50	60	100	140	180
400	50	60	100	150	180
450	50	80	100	150	180
500	50	80	120	150	180
600	50	80	120	160	200
700	50	80	120	180	200
800	50	80	120	180	200
900	50	80	120	180	220
1000	50	80	120	180	220
1200	50	80	140	200	220
1400	50	80	140	200	240
1600	50	80	140	200	240
2000	50	100	140	200	250

13. Отводы необходимо изолировать в соответствии с рисунком 19, а также смотри таблицу 10а и б.

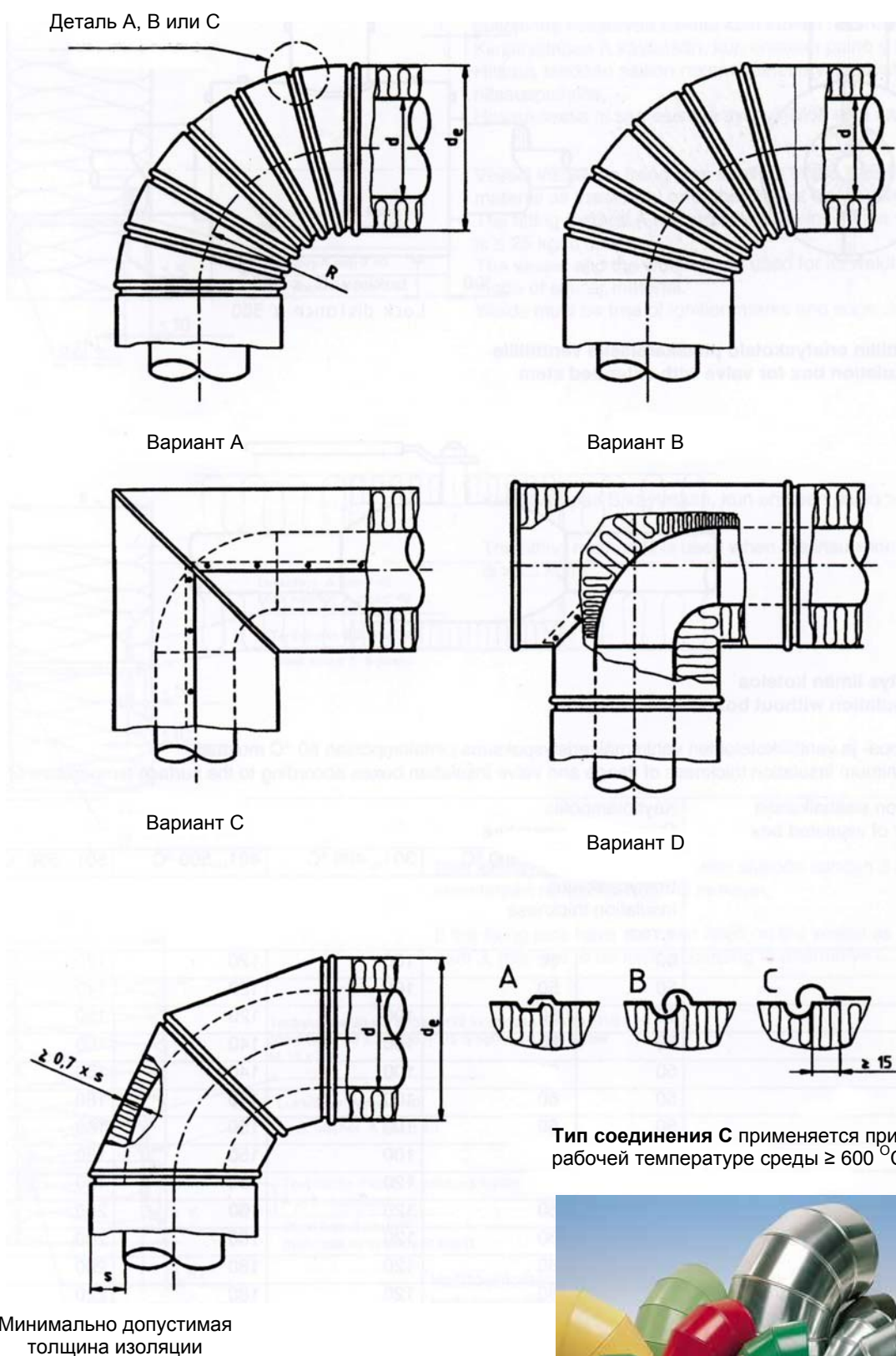


Рис. 19. Изоляция отводов

Таблица 10а Число секторов для отвода 90° при радиусе $R = 1,5 d$ (вариант А)

[illegible]

Таблица 106 Число секторов для отвода 90° при радиусе $R \leq 2,5 d$ (вариант А)

[illegible]

Изоляция резервуаров и емкостей

1. Для изоляции емкостей диаметром более 4000 мм используют маты или нежесткие гнущиеся плиты. Для меньших диаметров емкостей используют изоляционные маты или другой изоляционный материал, имеющий соответствующие характеристики.

2. Изоляционный материал должен иметь стальные крючки, как показано на рис. 20. Все соединения должны быть заполнены изоляционным материалом. Продольные и поперечные стыки матов должны быть сшиты оцинкованной проволокой.

Штыри крепления изоляции к ёмкости должны быть из того же или сходного материала.

Способ изоляции А используется для изоляции плотностью $\leq 25 \text{ кг/м}^2$.



Способ изоляции В используется для изоляции плотностью более 25 кг/м^2 .



Если фиксирующие штыри не были закреплены на резервуаре, как указано в пункте 3, то их укрепляют в соответствии с вариантом С.



В качестве альтернативного варианта, изоляционный материал может также закрепляться оцинкованной или нержавеющей стальной лентой 16 мм х 0,5 мм с шагом 300 мм.

Рис. 20а. Изоляция емкостей плитами и матами

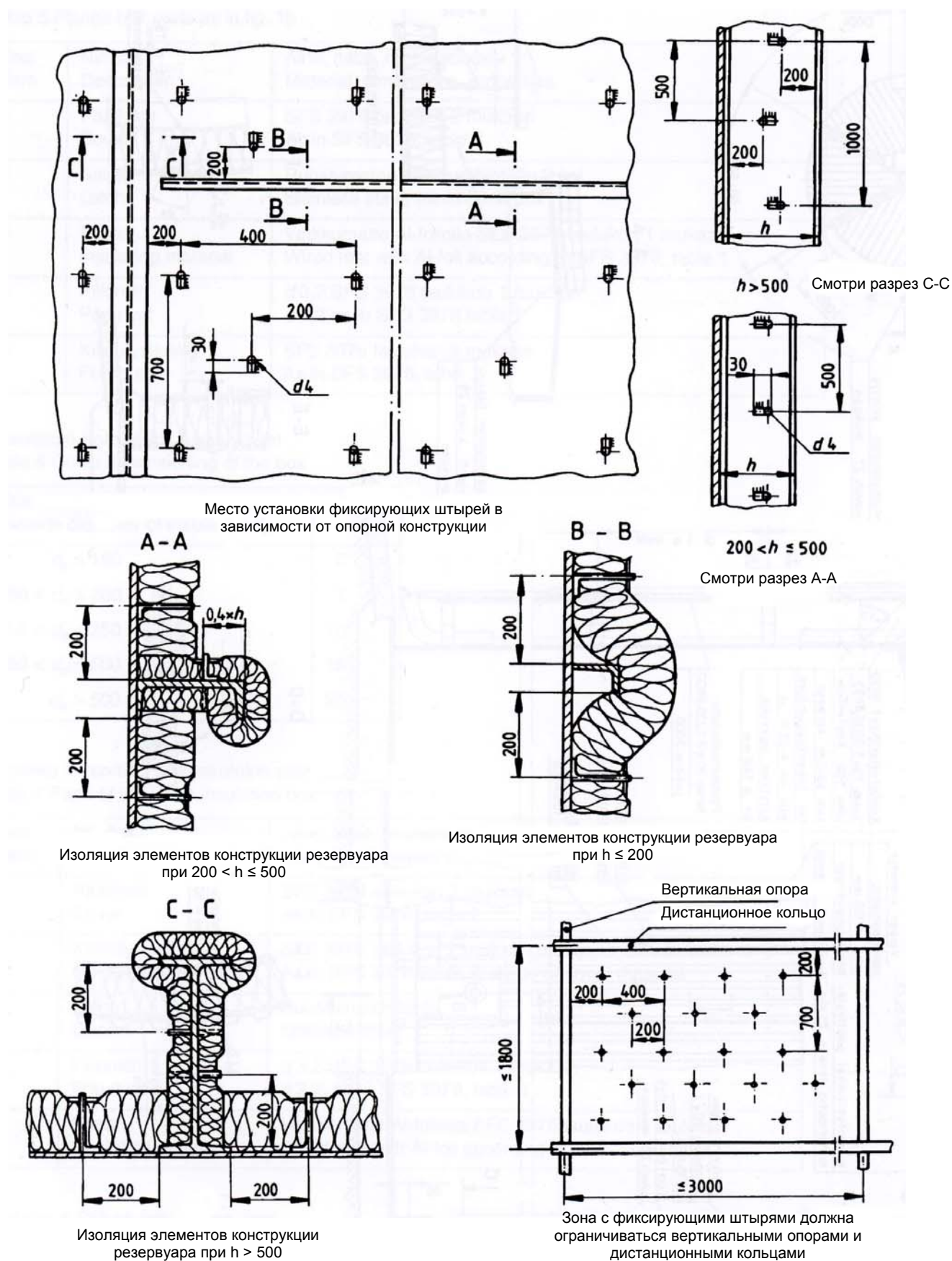


Рис. 206. Фиксирующие штыри для теплоизоляционных плит и матов

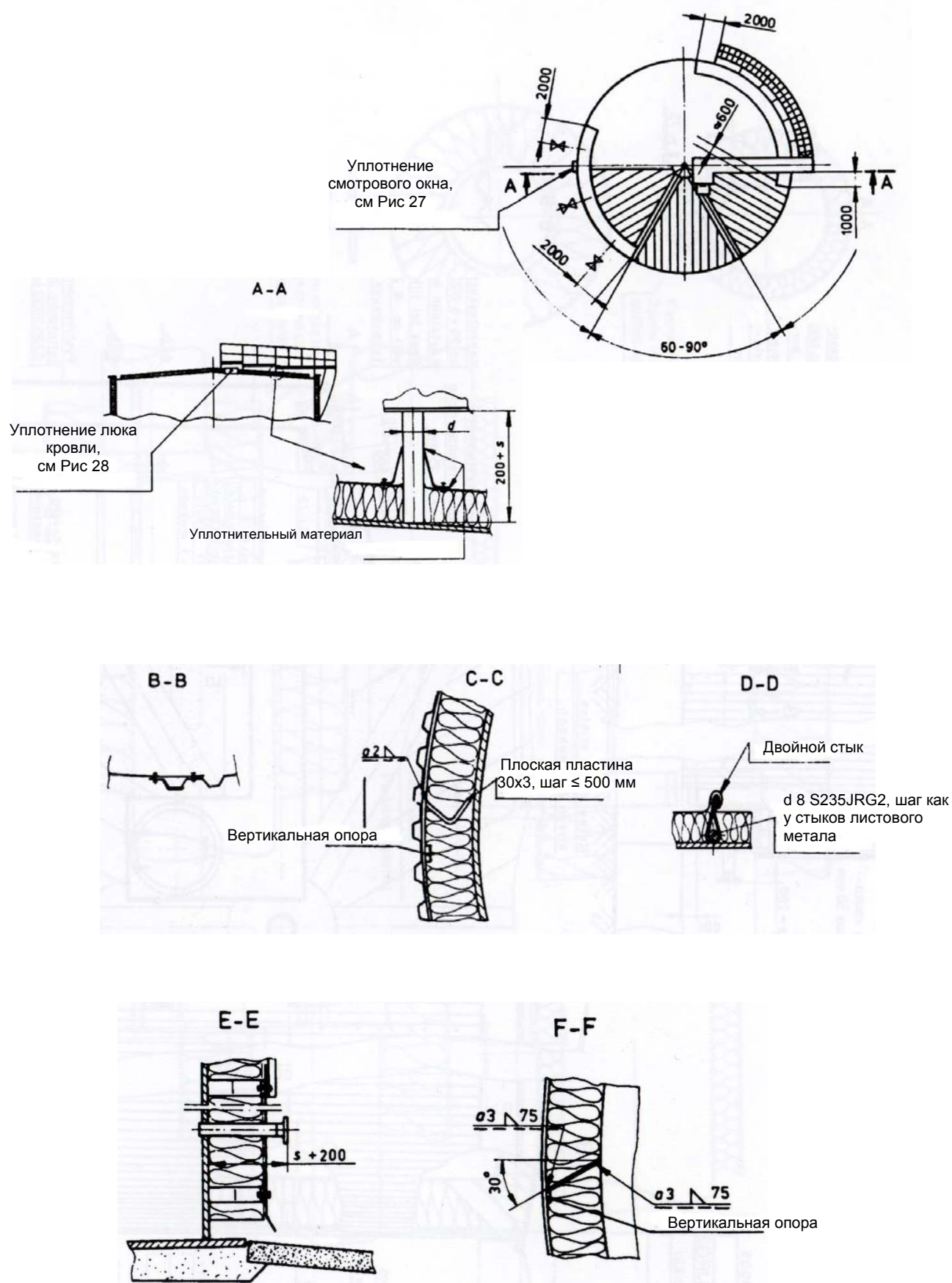
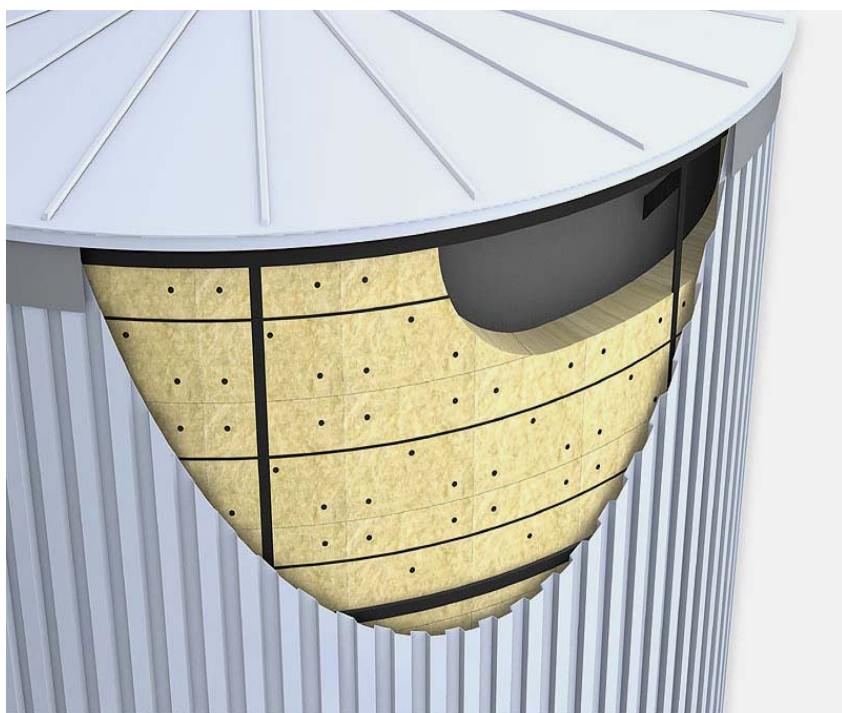
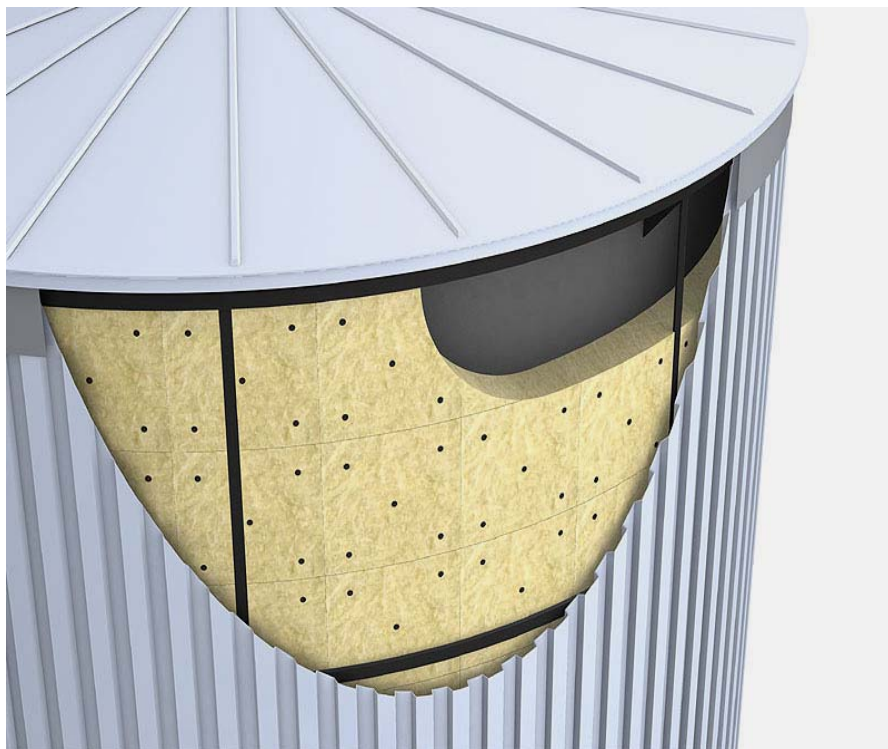


Рис. 21. Изоляция установленной на земле накопительной емкости диаметром ≥ 15000 мм (окончание)



На стенке резервуара изоляция может быть закреплена различными способами. В стандартном случае изоляция крепится с помощью приварных шпилек. Иногда дополнительно используются стягивающие хомуты из стальной ленты, закреплённые на вертикальных элементах каркаса.

6. Изоляция наземной накопительной емкости диаметром менее 15000 мм должна быть установлена, как показано на рисунке 22.

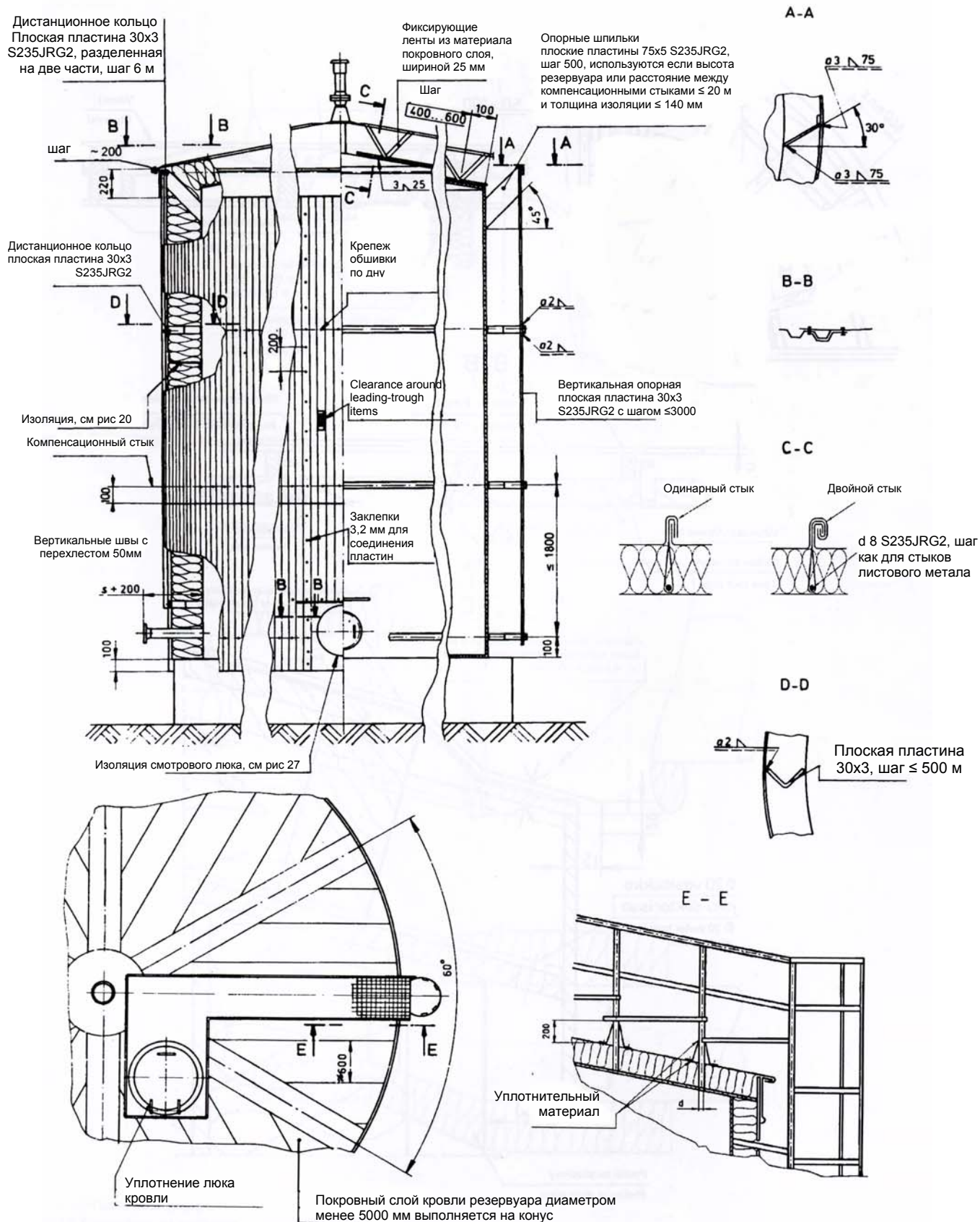


Рис. 22. Изоляция накопительной емкости $d < 15\,000$ мм

7. Кровля изолируемого резервуара должна быть выполнена в соответствии с рисунком 23, если опорная конструкция располагается наверху плиты кровли резервуара. Примеры антигололедных конструкций приведены в рисунке 23б

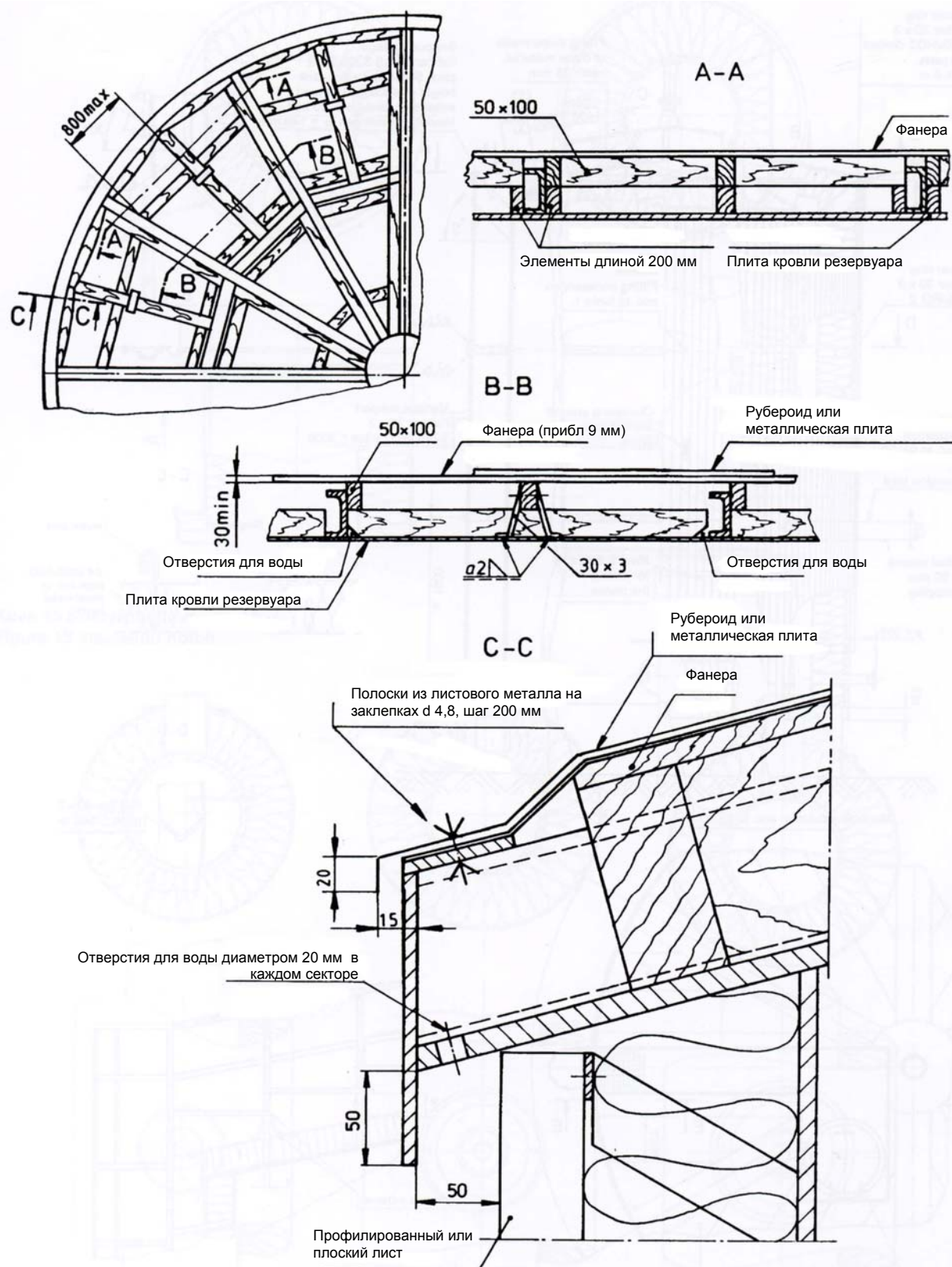


Рис. 23а. Устройство кровли изолируемого резервуара, где опорная конструкция находится сверху плиты кровли резервуара.



Кровля резервуаров изолируется жесткими плитами PAROC Tank Roof Slab 90. Изоляционные плиты закреплять не требуется, но для крепления кровельного слоя необходимо устанавливать опорные элементы, проходящие через эти плиты.

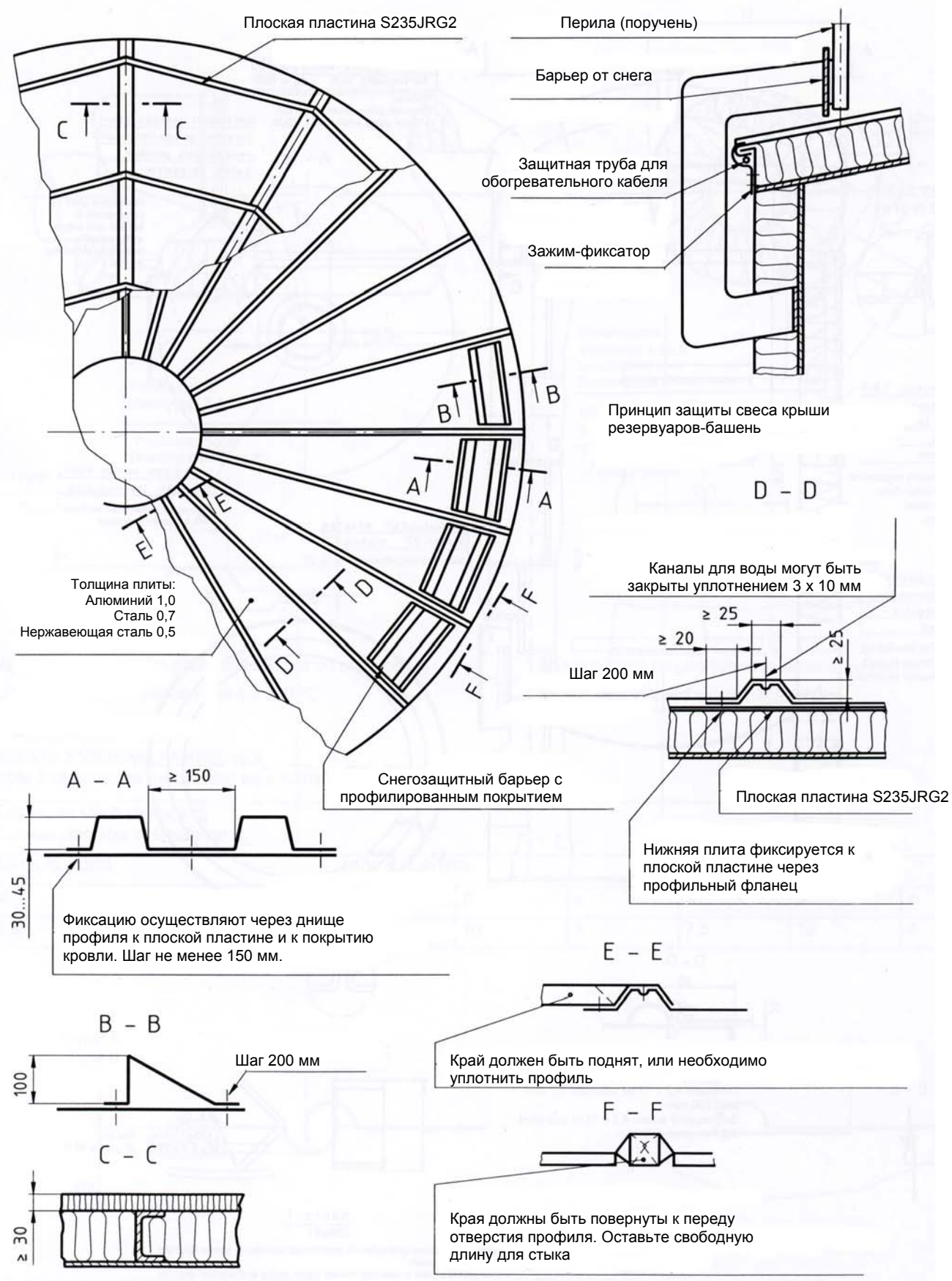


Рис. 236. Кровля, снегозащитное ограждение, перила, и кабель подогрева резервуара



Для изоляции резервуаров и емкостей под давлением используются плиты или прошивные маты в зависимости от размеров объекта. Прошивные маты используются для емкостей меньшего диаметра, а плиты - для резервуаров большего диаметра.

Методы крепления изоляции зависят от того, допускается ли сварка на поверхности резервуара. Если сварка возможна, то приварка шпилек к корпусу объекта и последующее закрепление на них изоляции является самым простым техническим решением. Если приварка шпилек невозможна, то теплоизоляция крепится при помощи стальной ленты, стягивающей изоляцию по периметру и закрепляемой на стальной каркасе.

9. Изоляция горизонтально установленных емкостей производится, как показано на рисунке 25.

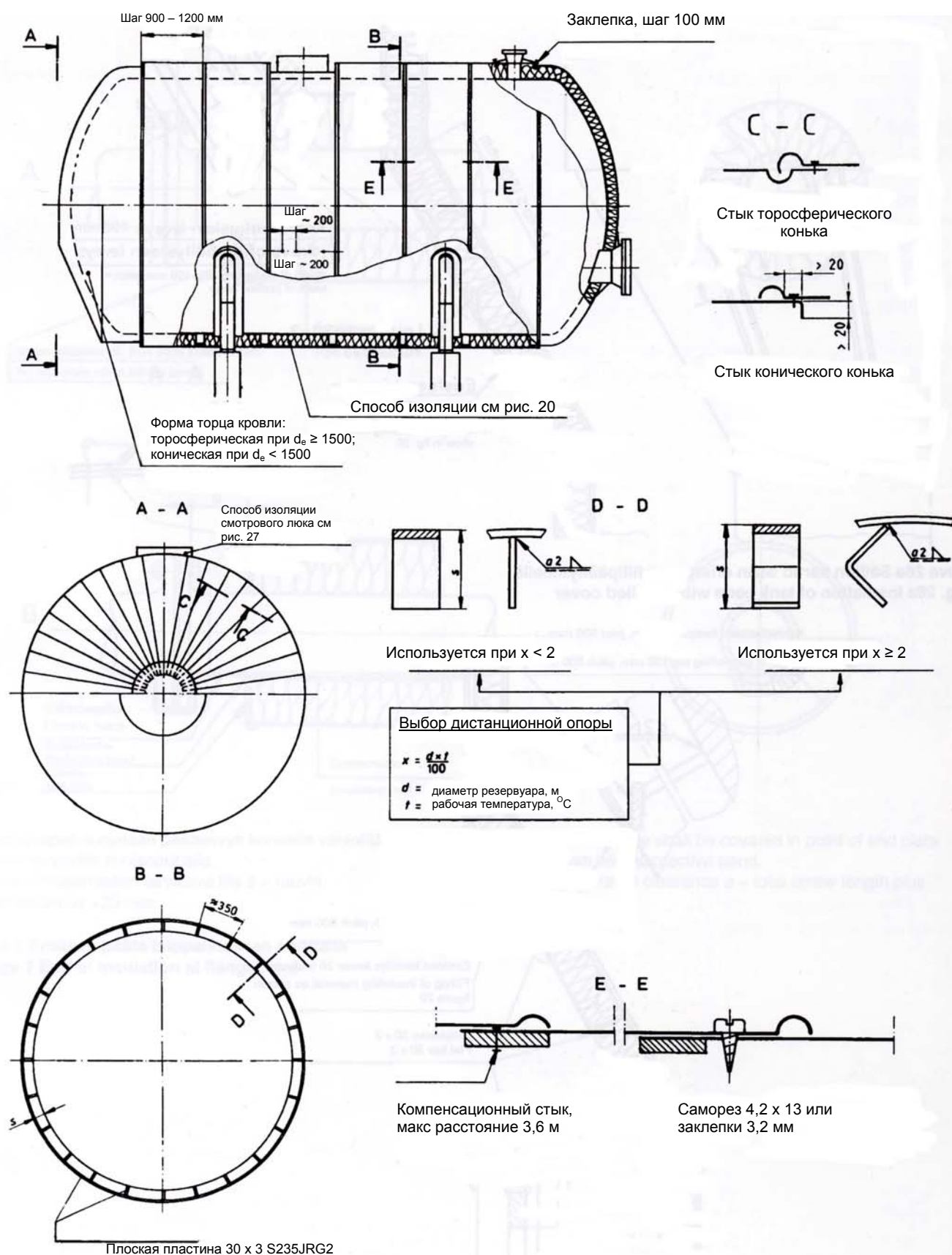


Рис. 25. Изоляция горизонтальной емкости

10. Изоляция конических элементов емкостей показана на рисунке 26.

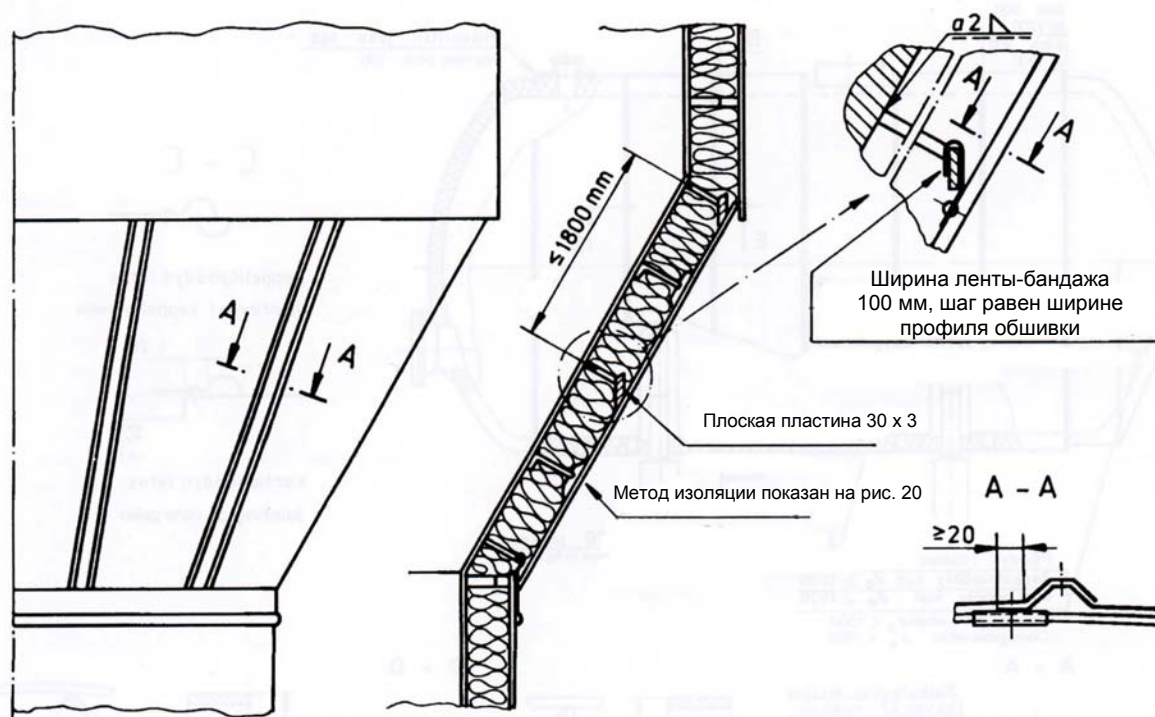


Рис. 26а. Изоляция конических емкостей с профилированным покрывным слоем

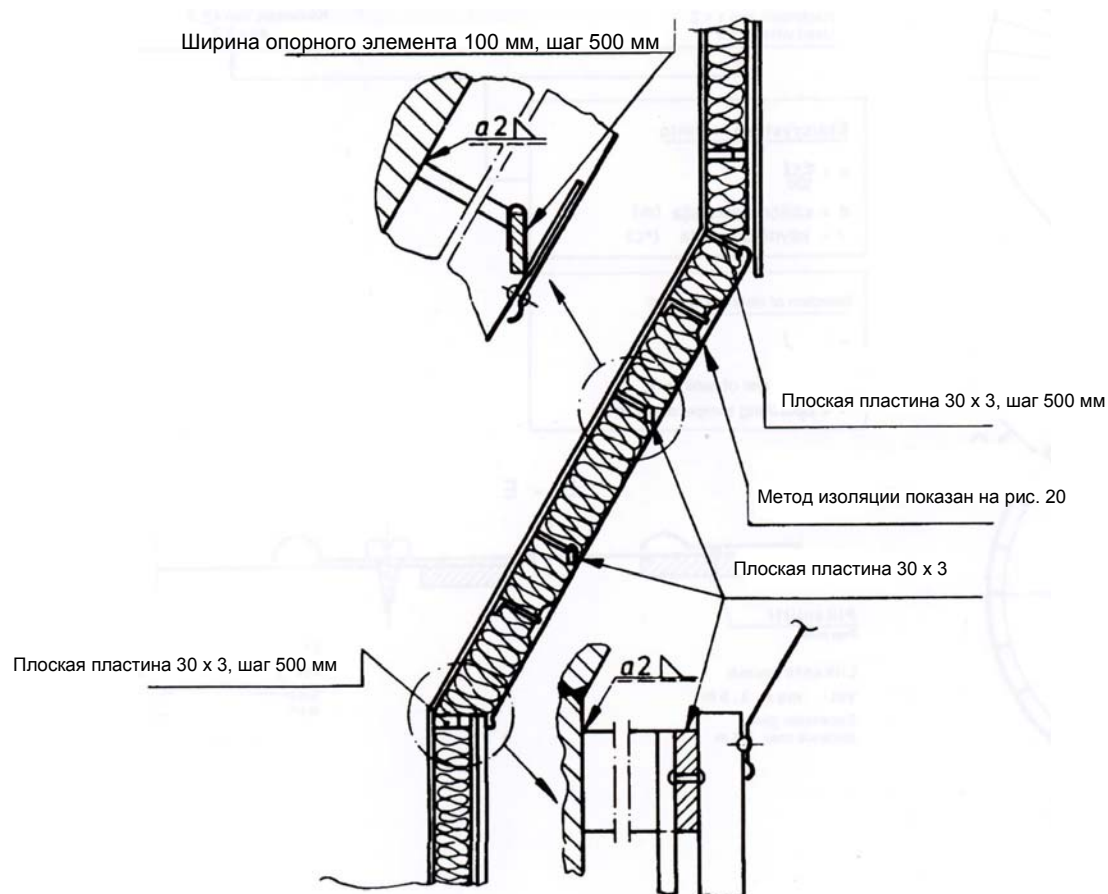


Рис. 26б. Изоляция конических емкостей, покрытых листовым металлом

11. Изоляция технологических отверстий и смотровых люков должны выполняться, как показано на рисунке 27, а уплотнение люка крыши – как показано на рисунке 28.

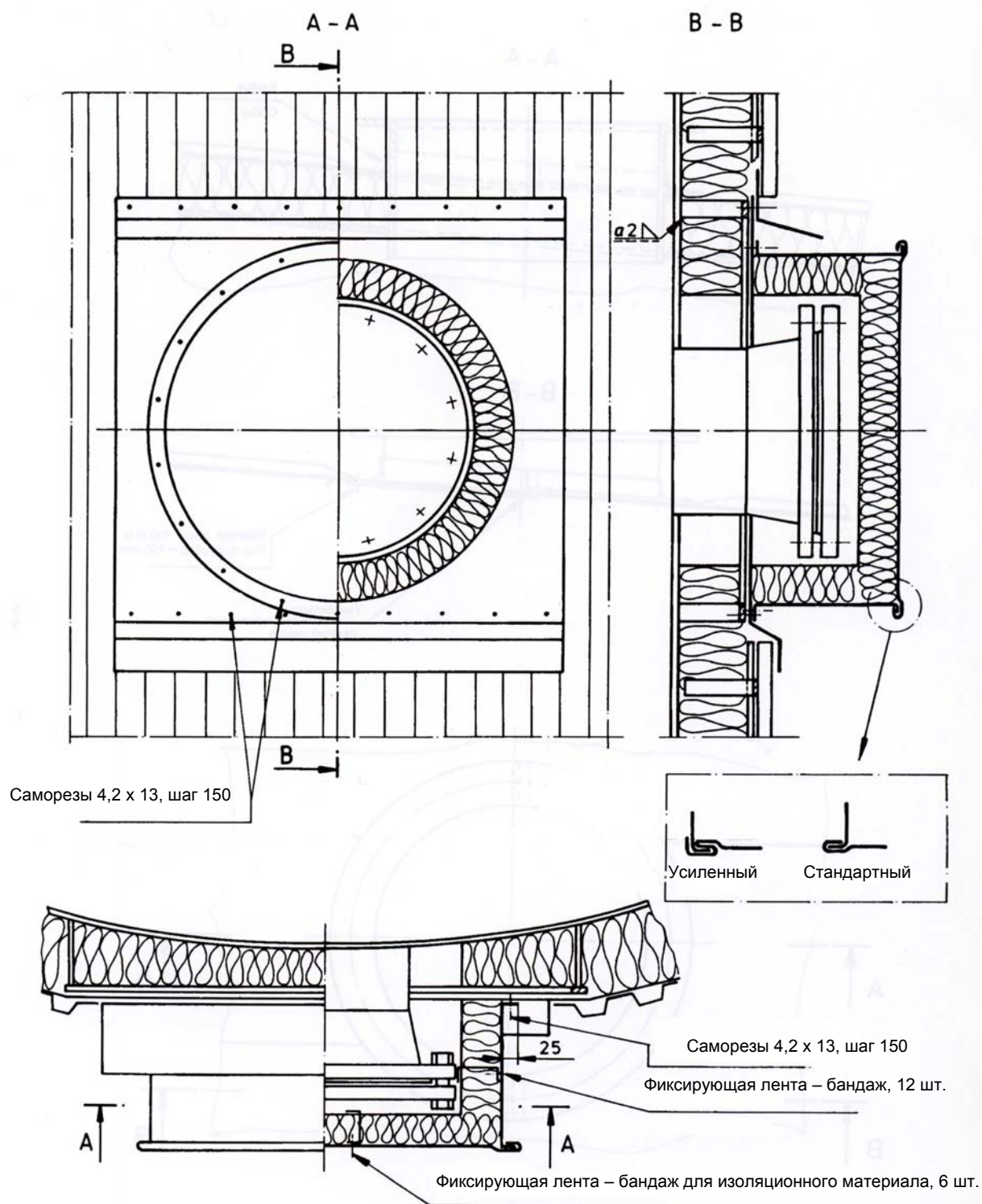


Рис. 27. Изоляция технологических отверстий и смотровых люков

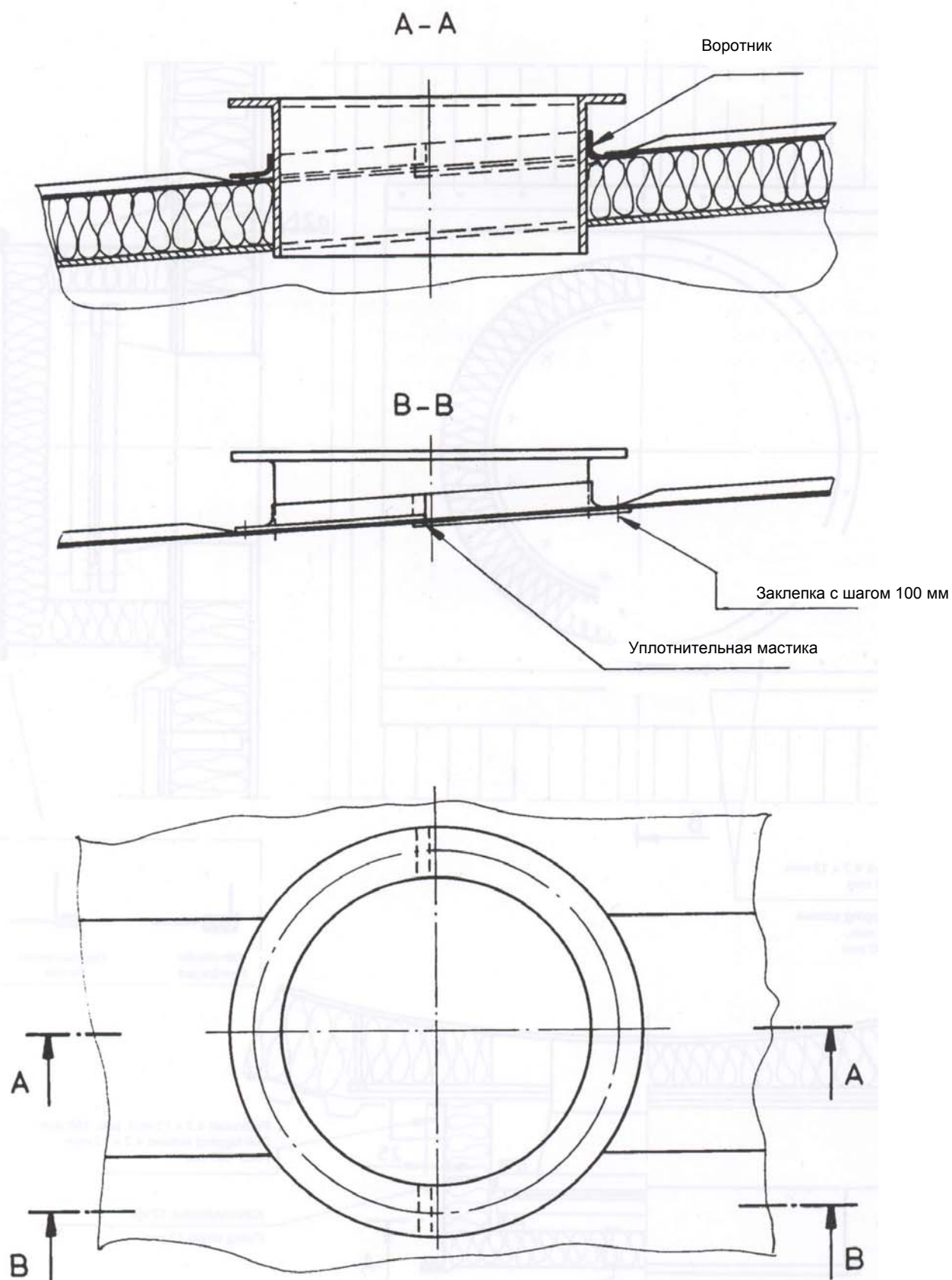


Рис. 28. Уплотнение люка на кровле

14. Изоляция труб проходящих через стены и перекрытия выполняется в соответствии с рисунками 29-32.

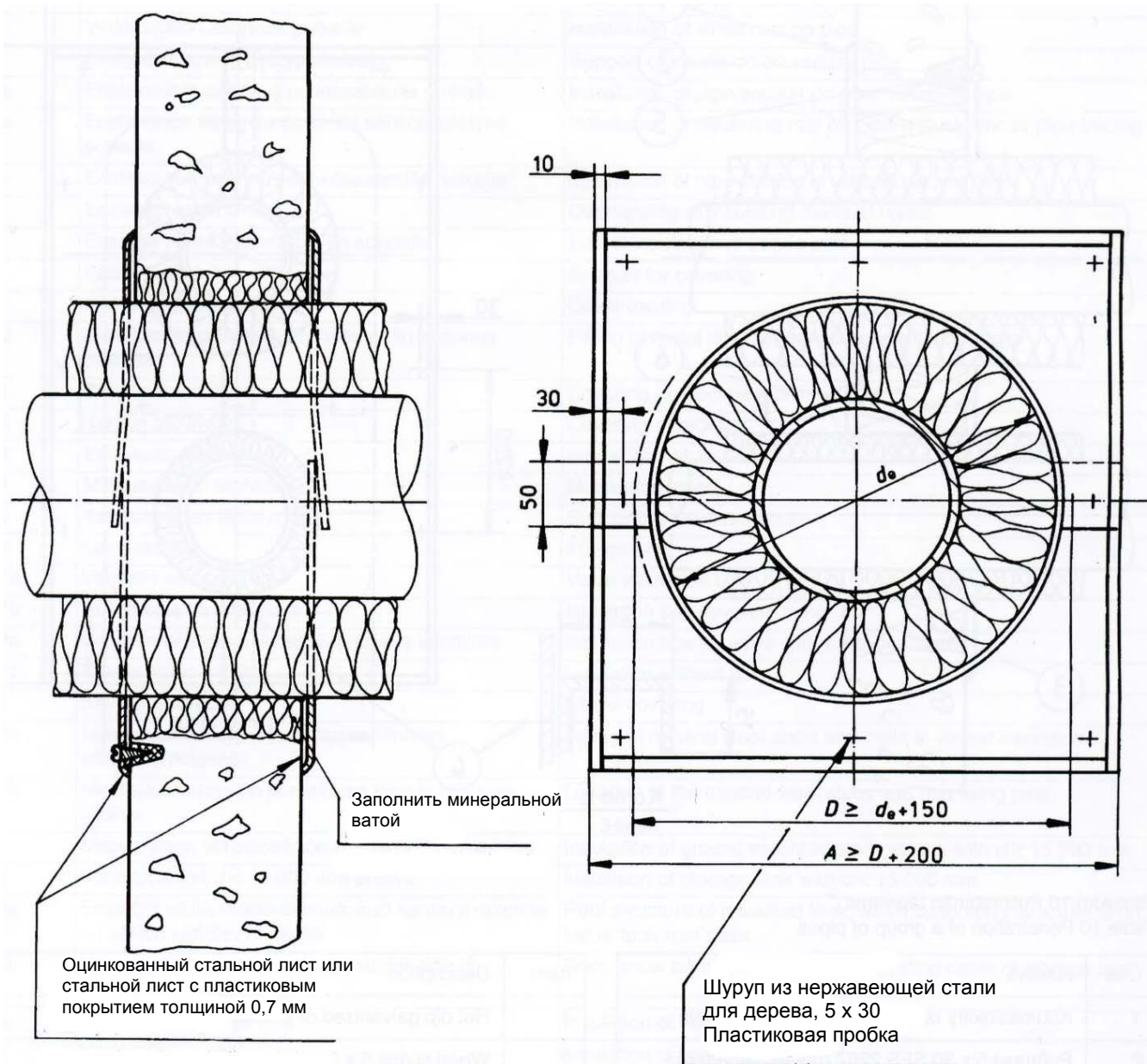


Рис. 29. Монтаж трубы с изоляцией при прохождении трубопровода через стену

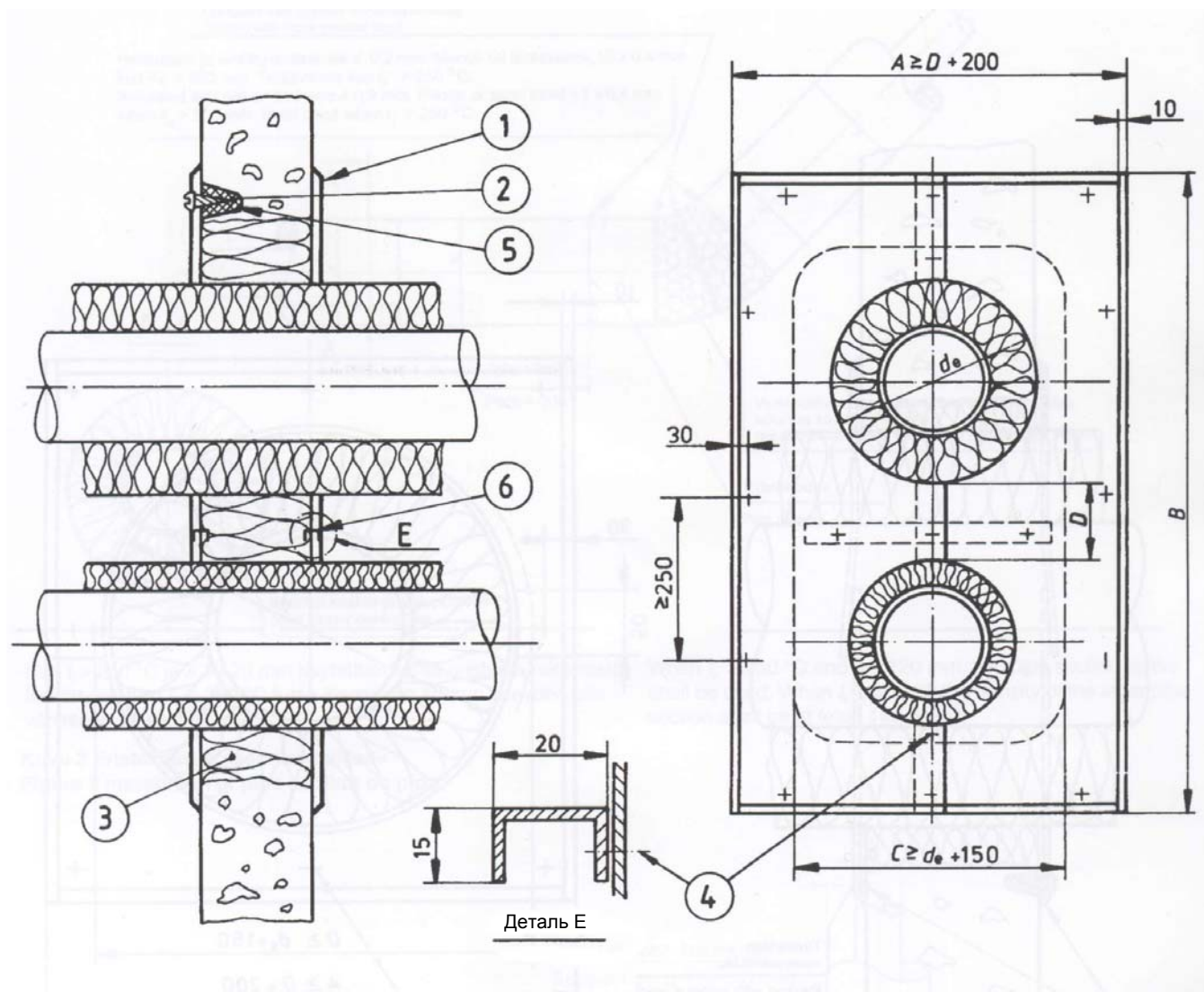


Таблица 10 Прохождение через стену нескольких труб

№№	Описание
1	Оцинкованный стальной лист, или стальной лист с пластиковым покрытием
2	Шуруп из нержавеющей стали для дерева
3	Минеральная вата
4	Заклепка из нержавеющей стали d 3,2
5	Пластиковая пробка
6	Опора: оцинкованный стальной лист 0,7 мм
7	Опору используют, если зона C x D > 750 см ²

Рис. 30. Монтаж нескольких труб с изоляцией при прохождении трубопровода через стену

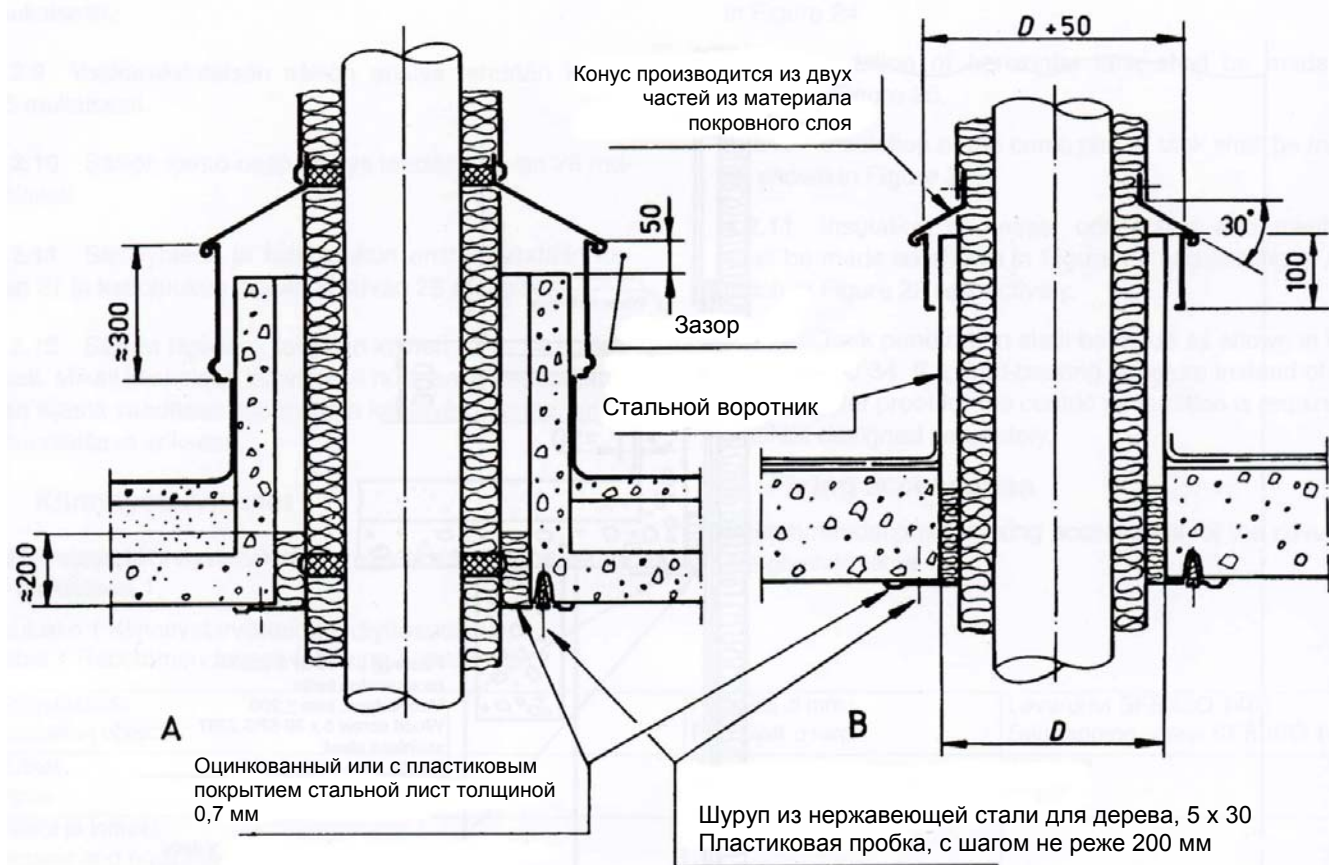


Рис. 31. Скрытый монтаж труб с изоляцией через крышу и потолок

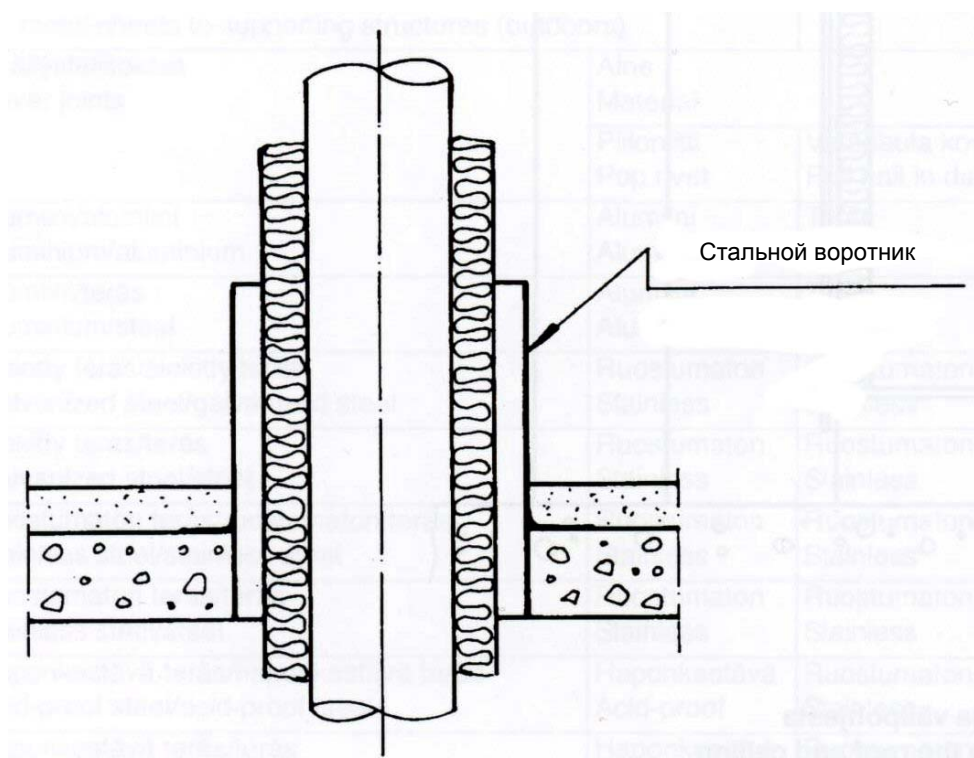


Рис. 32. Открытый монтаж труб с изоляцией через крышу и потолок

12. Технологические проходы резервуаров через кровлю и потолки изолируются, как показано на рисунках 33 и 34.

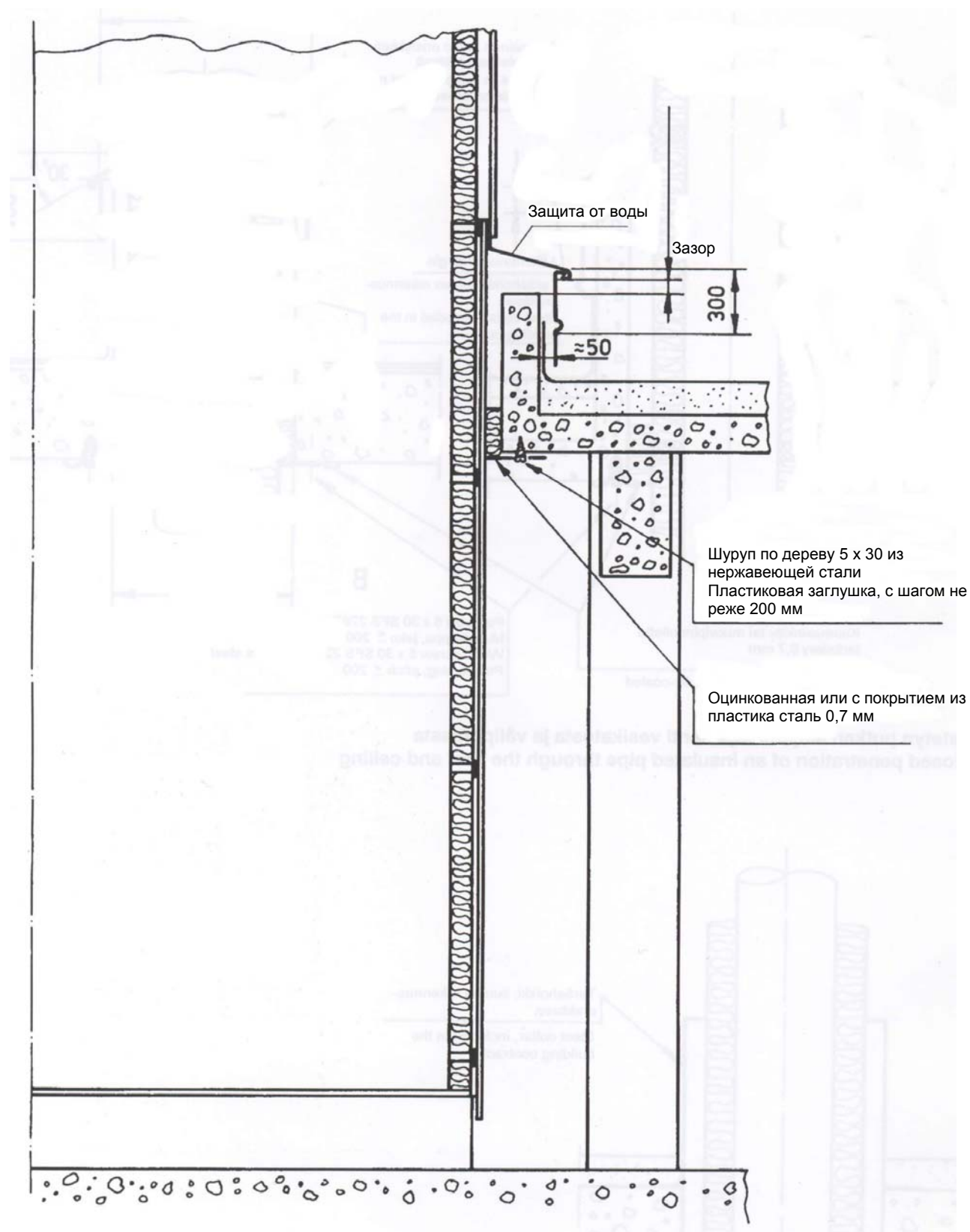


Рис. 33. Проход резервуара через кровлю и потолок

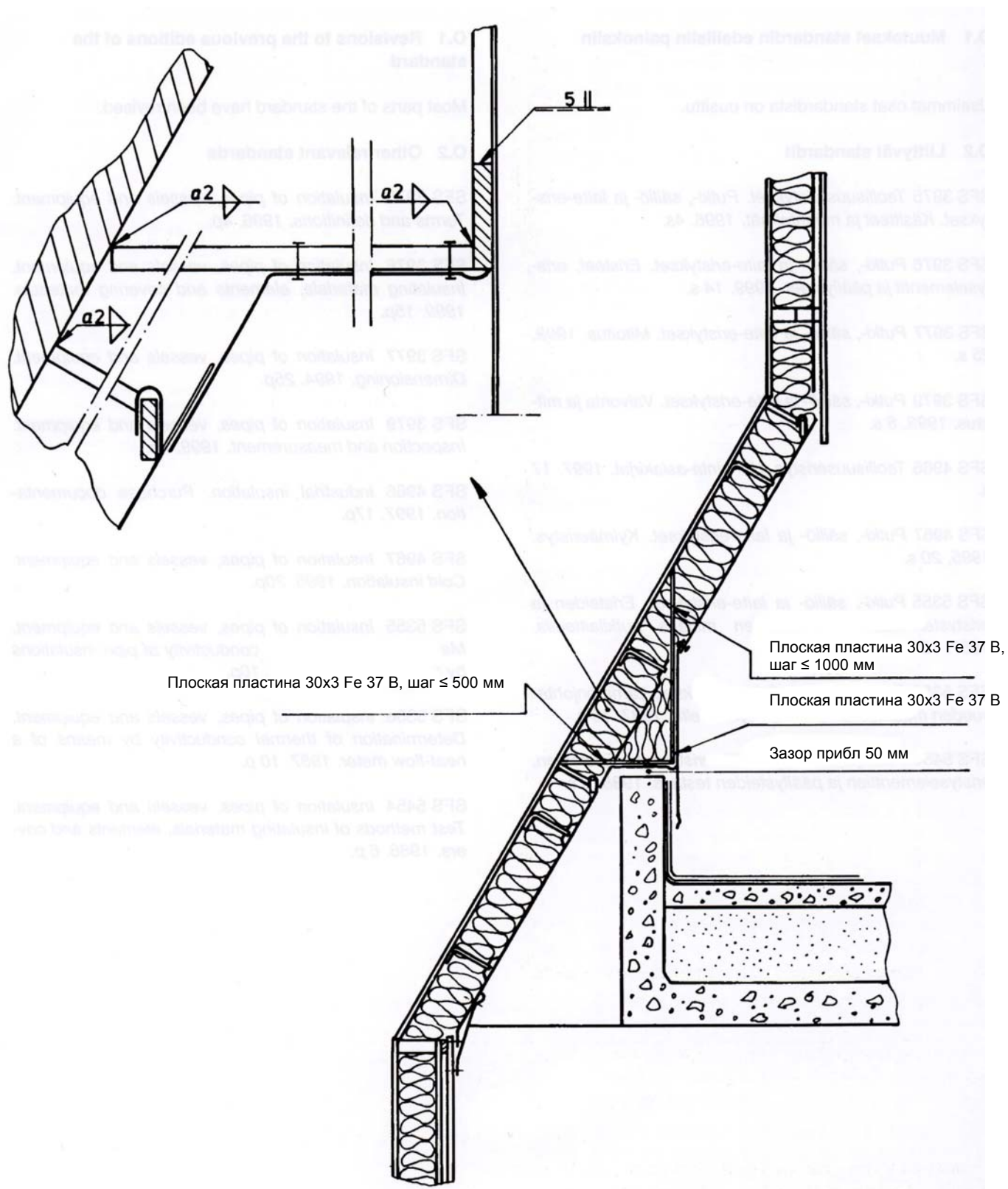


Рис. 34. Проход конусного резервуара через кровлю и потолок