СП·АВОЧНИК
епло·
изолировщика

Ленинг•а•

Стройиздат
Ленинградское
отделение
1980

МИНИСТЕРСТВО МОНТАЖНЫХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ
СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ СССР
ГЛАВТЕПЛОМОНТАЖ

Грушман Р. П.

СПРАВОЧНИК
теплоизолировщика

Издание второе, переработанное и дополненное



Ленинград, Стройиздат
Ленинградское отделение, 1980

ББК 38.637
Г 91
УДК 699.86(031)

Р. П. Грушман

Г91 Справочник теплоизолировщика. — 2-е изд., перераб. и доп.— Л.: Стройиздат, Ленингр. отд.-ние, 1980. — 184 с., ил.

Справочник содержит необходимые сведения при монтаже тепловой изоляции на горячих и холодных поверхностях.

Приведены техно-монтажные характеристики теплоизоляционных и конструкционных материалов, применяемых в теплоизоляционных работах; основы расчета тепловой изоляции; методы монтажа различных теплоизоляционных конструкций; организация теплоизоляционных работ; применяемые механизмы, инструмент, инвентарь и приспособления; оплата труда, охрана труда и техника безопасности.

Справочник предназначен для мастеров, бригадиров, а также рабочих высокой квалификации, занятых теплоизоляционными работами в строительстве и на промышленных предприятиях.

Г $\frac{30207—200}{047(01)—80}$ 136—80. 3204000000

ББК 38.637
6С6.7

Роман Петрович Грушман

СПРАВОЧНИК ТЕПЛОИЗОЛИРОВЩИКА

Издание второе, переработанное и дополненное

Редактор Н. Н. Днепрова
Оформление О. В. Сперанской
Технический редактор Г. С. Слаущтайс
Корректор И. И. Кудревич

ИБ № 2074

Сдано в набор 29.08.79. Подписано в печать 15.04.80. М-33721. Формат 84×108¹/₃₂. Бум. тип. № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 9,66. Уч-изд. л. 11,97. Изд № 2023А. Тираж 60 000 экз. Цена 60 коп.

Стройиздат, Ленинградское отделение, 191011, Ленинград, пл. Островского, 6

Ордена Трудового Красного Знамени Ленинградская типография № 2 имени Евгении Соколовой «Союзполиграфпрома» при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 198052, Ленинград, Л-52, Измайловский проспект, 29

© Стройиздат. Ленинградское отделение, 1980.

Введение

В связи с широким внедрением в современную технику теплоносителей высоких температур и давлений, а также глубокого холода, тепловая изоляция из сопутствующего элемента в строительстве обрела первостепенную и самостоятельную роль. Это особенно заметно в энергетических установках, атомной и ракетной технике, при обеспечении различных технологических процессов, а также нормальной жизнедеятельности человека в помещении, транспорте как на земле, так и в космосе.

Задачи, поставленные XXV съездом КПСС перед строителями, обязывают изолировщиков работать под девизом повышения эффективности и качества теплоизоляционных работ.

Совершенно новые требования предъявляются к современным теплонзоляционным конструкциям. Это обусловило внедрение новых высокоэффективных теплоизоляционных материалов и теплоизоляционных конструкций с повышенной эксплуатационной надежностью. Нормальная работа энергетических агрегатов большой мощности со сверхвысокими параметрами, компрессорных установок, различных агрегатов, подвергающихся вибрации, нефтехимических установок, смонтированных под открытым небом, находящихся под атмосферным воздействием и подверженных ветровым нагрузкам, всецело зависит от качества и надежности смонтированной тепловой изоляции.

В ряде случаев к теплонзоляцнонным конструкциям предъявляются специальные требования, в которых сочетаются требования как к свойствам материалов, так и к конструктивности их применения (изоляция трубопроводов подземных прокладок, высокотемпературных реакторов, изотермических хранилнщ и др.)

Современная тепловая изоляцня обеспечивает минимальные тепло- и хладопотери, что дает возможность экономить топливо, сокращать расход холода и электроэнергию. Эффективная теплоизоляция с 1 м² изолированной горячей поверхности позволяет экономить порядка 2 т условного топлнва в год.

Промышленность выпускает большой ассортимент теплонзоляционных, пароизоляционных и покровных матерналов, что делает возможным выполнение теплоизоляционных работ любой технической сложности. Теплоизоляционные работы занимают обособленное положение среди других видов строительно-монтажных работ, так как ими завершается строительство. В отдельных случаях сроки на монтаж изоляции приходится сокращать в 2—3 раза, что ставит монтажников тепловой изоляции

в сложные условия и требует от них проведения ряда организационно-технических мероприятий по сокращению сроков работ. Это может обеспечиваться одновременностью ведения различных видов работ, осуществляемых на строительстве. Сам монтаж изоляции должен вестись преимущественно домонтажным способом.

В рабочее положение и на проектные отметки аппараты и трубопроводы при этом прогрессивном способе устанавливаются со смонтированной на них тепловой изоляцией; на месте остается лишь выполнить заделку изоляционным слоем сварных стыков (после испытаний). При этом способе ведения работ не требуется возведения лесов, подачи материалов к рабочим местам, повышается качество монтажа и безопасность производства работ. При монтаже тепловой изоляции за последнее время доведены до минимума трудоемкие операции, основанные на мокрых процессах, применении мелкоштучных изделий, мастичных и набивных материалов. Покровный слой изоляции из асбестоцементной и асбозуритовой и других штукатурок заменен на сборные покрытия из прогрессивных материалов. Наружные покрытия изоляции выполняются из металлических кожухов, синтетических пленок, стеклопластика, дублированных материалов.

Повышение производительности труда изолировщика — увеличение его физической выработки — должно идти преимущественно за счет широкого внедрения прогрессивных теплоизоляционных конструкций. Такие конструкции полной заводской готовности состоят из теплоизоляционного изделия, скрепленного с покровной оболочкой, оснащенной деталями крепления.

Существенным фактором в процессе производства теплоизоляционных работ служит повышение уровня механизации и вытеснение ручного труда. Транспортировка материалов к рабочим местам должна осуществляться контейнерами, на высоту — самоходными кранами. Особое место должна занять малая механизация, призванная исключить ряд ручных операций из монтажа теплоизоляционных конструкций, таких, как сверловка отверстий, установка винтов и заклепок, затяжка основного и наружного слоев изоляции. Комплексная механизация и индустриализация теплоизоляционных работ должна сочетаться с обеспечением безопасности изолировщика и усилением борьбы с травматизмом. Учитывая, что тепловая изоляция является завершающим этапом любого строительства, изолированные поверхности должны отвечать архитектурно-эстетическим требованиям. Это обязывает монтировать изоляцию не только с высокой теплоизоляционной эффективностью, но и с отличным внешним видом.

Общая культура и технический уровень теплоизоляционных работ зависит в первую очередь от мастеров и бригадиров-изолировщиков. Непосредственным руководителям теплоизоляционных работ необходимы широкие специальные знания по технологии монтажа тепловой изоляции, свойствам применяемых материалов, а также знания по эксплуатации применяемых механизмов, инструмента, лесов и другого инвентаря. Мастер должен умело осуществлять организацию монтажа тепловой изоляции на различных объектах и хорошо знать правила производства и приемки работ.

Глава I

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ

Материалы с малыми теплопроводностью и объемной массой относятся к теплоизоляционным материалам.

Согласно ГОСТ 16881—70 теплоизоляционные материалы классифицируются по различным признакам.

1. По структуре строения:

пористо-волокнистые (минераловатные, стекловолокнистые и другие материалы);

пористо-зернистые (перлитовые, вермикулитовые, совелитовые, известково-кремнеземистые и другие материалы);

ячеистые (изделия из ячеистых бетонов, пеностекло, пенопласты).

2. По форме:

штучные (плиты, блоки, кирпич, цилиндры, полуцилиндры, сегменты) (рис. 1);

рулонные (маты, полосы, матрацы);

шнуровые (шнуры, жгуты);

сыпучие.

3. По виду основного сырья:

неорганические (асбестовые, минераловатные, стекловатные, кремнеземистые, перлитовые, вермикулитовые и др.);

органические (торфяные, древесноволокнистые, пробковые, пенопласты и др.).

4. По объемной массе:

особо легкие — от 15 до 100 кг/м³;

легкие — от 125 до 300 кг/м³;

тяжелые — от 400 до 600 кг/м³.

5. По сжимаемости (под удельной нагрузкой 0,02 кгс/см²):

мягкие (М) — сжимаемость свыше 30%;

полужесткие (ПЖ) — сжимаемость от 6 до 30%;

жесткие (Ж) — » до 6%.

6. По теплопроводности — коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С), не более, при $t_{ср}$ (см. прил. 2):

	25 °С	125 °С	300 °С
Малотеплопроводные	0,05	0,07	0,11
Среднетеплопроводные	0,10	0,12	0,16
Повышенной теплопроводности . . .	0,15	0,18	0,23

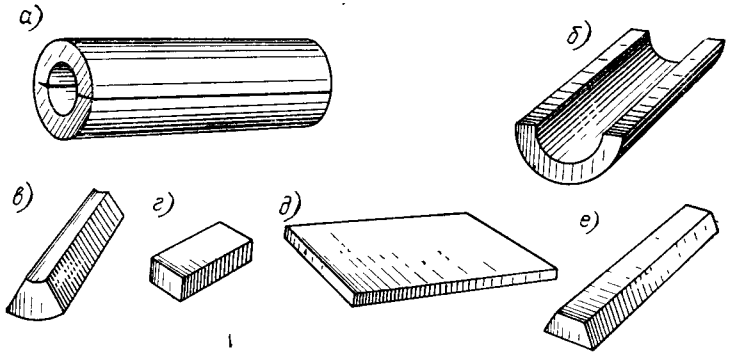


Рис. 1. Штучные теплоизоляционные изделия
а — цилиндр; *б* — полуцилиндр (скорлупа); *в* — сегмент; *г* — кирпич; *д* — плита; *е* — сегмент, выпиленный из плиты

Теплоизоляционные материалы для поверхностей, имеющих отрицательную температуру или положительную до 100 °С, должны выбираться по величине коэффициента теплопроводности при 25 °С, для поверхностей с температурой от 100 до 600 °С — по величине коэффициента теплопроводности при 125 °С, свыше 600 °С — по величине коэффициента теплопроводности при 300 °С.

НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

1. Минеральная вата и изделия из нее

Минеральная вата (ГОСТ 4640—76). Получают из расплавов металлургических шлаков и горных пород. Состоит из тончайших хаотически расположенных волокон с вкраплениями расплава в виде застывших жестких капель (корольков), не перешедших в волокно. Корольки повышают объемную массу ваты и тем самым ухудшают ее качество.

Техническая характеристика минеральной ваты (по маркам):

Объемная масса под действием удельной нагрузки в 0,02 кгс/см², кг/м³, не более	75	100	125	150
Содержание корольков размером свыше 0,25 мм, %, не более	12	20	25	35
Коэффициент теплопроводности, ккал/(м · ч · °С), не более, при $t_{ср}$, °С:				
25	0,036	0,038	0,04	0,042
100	0,05	0,05	0,052	0,054
300	0,092	0,088	0,09	0,094
Средний диаметр волокон, мкм, не более		8	8	8

Поставляется в рулонах в жесткой и мягкой таре массой до 50 кг. Служит в основном сырьем для теплозвукоизоляционных изделий.

Материал применим для высоких и низких температур, но неиндустриален, требует специальных опорных устройств. Конструкции из рыхлой ваты подвержены усадке. Применяется в специально обоснованных проектом случаях (набивка блоков с низкотемпературным оборудованием).

Промышленностью выпускается минеральная вата с более высокими техническими характеристиками, приведенными ниже. Эти виды ваты используются для изготовления высокоэффективных теплозвукоизоляционных изделий.

Минеральная вата фильерная ВФ рулонированная (ТУ 21-24-50—73). Получается методом вытяжки расплавленной шихты через фильеры (мелкие отверстия). Поставляется в рулонах шириной 1 м при массе 8 кг. Материал выпускается со следующей технической характеристикой:

объемная масса под удельной нагрузкой 0,02 кгс/см², кг/м³, не более	75
содержание корольков размером свыше 0,25 мм, %, не более	12
коэффициент теплопроводности, ккал/(м · ч · °С), не более, при плотности набивки 75 кг/м³, при $t_{ср} = 50 \pm 5$ °С	0,044

Применение материала в строительстве и промышленности допускается при температуре изолируемых поверхностей до +700 °С.

Маты прошивные из минераловатной ваты ВФ-75 (ТУ 21-24-51—73). Изготовляют из фильерной минеральной ваты марки ВФ-75 с прошивкой хлопчатобумажной нитью, с обкладкой с одной стороны металлической сеткой. Применяют для теплоизоляции строительных конструкций, промышленного оборудования и трубопроводов с температурой изолируемой поверхности до 600 °С.

Выпускаются одной марки 100.

Техническая характеристика матов прошивных из минеральной ваты ВФ-75:

объемная масса, кг/м³, не более	100
коэффициент теплопроводности, ккал/(м · ч · °С), при $t_{ср}$, °С:	
0	0,032
100	0,049
200	0,066
содержание синтетической связки, %, не более	1
влажность, %, не более	1

Размеры, мм: длина 3000 и 5000, ширина 500 и 1000, толщина (под нагрузкой, 0,017 кгс/см²) 50—100 с интервалом 10 мм.

Вата каолинового состава (МРТУ 6-11-102—69). Высокотемпературный теплоизоляционный материал. Состоит из тонких беспорядочно расположенных волокон, получаемых распылением жидкого расплава минерального каолинового состава. Материал

не конструктивен, уплотняется в 2 раза. Требует внешней оболочки или зашивки. Может использоваться как заполнитель теплозвукоизоляционных матрацев в оболочке из асбестовой или кремнеземистой ткани.

Техническая характеристика ваты каолиновой:

объемная масса, кг/м³:	
материала	80
» в матраце	250—260
коэффициент теплопроводности (в матраце), ккал/(м·ч·°С), при $t_{ср}$, °С:	
100	0,045
400	0,1
предельная температура применения, °С	от —60 до +1100
температура плавления, °С	1750
средний диаметр волокон, мкм, до	4
содержание включений (корольков) размерами 0,5 мкм и выше, %, до	3

На основе ваты каолинового состава выпускаются опытные партии изделий в виде матов (ТУ 611-245—77). Поставляется в деревянной фанерной или картонной таре.

Вата и маты из базальтового штапельного супертонкого волокна (ТУ 21-РСФСР-669—75). Базальтовая вата — волокнистый материал, состоящий из хаотически расположенных волокон. Маты представляют собой слой волокон, скрепленных между собой силами естественного сцепления. Размеры матов (длина, ширина, толщина) соответствуют спецификации заказчика. Вата и маты предназначены для теплоизоляции и звукопоглощения при температуре от —60 до +700 °С.

Технология получения базальтового супертонкого волокна основана на принципе вертикального раздува первичных волокон потоком горячих газов (изделия из базальтового волокна см. с. 9—12).

Базальтовая вата и маты выпускаются следующих марок: ББ-3 — вата из базальтового волокна с диаметром волокон до 3 мкм, МББ-3 — маты из базальтового волокна с диаметром волокон до 3 мкм.

Техническая характеристика ваты и матов из базальтового штапельного супертонкого волокна:

	ББ-3	МББ-3
Средний диаметр волокна, мкм, не более	3	3
Содержание неволокнистых включений размером свыше 0,1 мм, %, не более	10	10
Объемная масса при нагрузке 1 кгс/см², кг/м³, не более	30	30
Влажность, %, не более	2	2
Коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С), не более, при $t_{ср} = 25$ °С	0,03	0,03

Вату упаковывают в решетчатую тару с предварительной обкладкой внутри ящика бумагой. Маты всех типоразмеров перекладываются полосами бумаги, сворачиваются в рулоны и упаковываются в бумагу или полиэтиленовую пленку с последующей обвязкой шпагатом. Масса одного упаковочного места до 20 кг.

Таблица 1

Технические показатели шнура базальтового

Марки шнура	Масса 1 м, г	Объемная масса, кг/м³
БТШ-6	15±2	530±40
БТШ-10	23±2	290±30
БТШ-20	60±5	200±20
БТШ-30	100±10	140±20
БТШ-40	170±15	135±20

Материалы должны транспортироваться и храниться в условиях, исключающих их увлажнение и загрязнение.

Теплоизоляционные материалы на основе базальтового волокна (БТШ, АТМ-10, БЗМ). Базальтовая вата получается при ваграночной плавке из шихт, содержащих в основном базальт или диабаз. Отличается от других видов минеральной ваты малым диаметром волокон и их эластичностью, а также сравнительно высокой температуростойкостью. Материал инертен к воздействию воды и слабых кислот, что обусловливает его долговечность.

Шнуры теплоизоляционные базальтовые (ТУ 21-УССР-154—78). Предназначаются для тепловой изоляции поверхностей трубопроводов с температурой от —260 до +700 °С. Состоят из сердцевины, изготовленной из супертонкого базальтового волокна, и оплетки сердцевины — базальтового жгута. Оплетка шнура диаметром 6 и 10 мм производится жгутом толщиной 400—600 текс, а шнуров диаметром 20, 30 и 40 мм — жгутом толщиной 700—800 текс *.

Шнуры в зависимости от диаметра маркируются от БТШ-6 до БТШ-40, где цифры обозначают диаметр шнура в мм (табл. 1). Коэффициент теплопроводности при средней температуре 25 ± 5 °С не более 0,047 ккал/(м·ч·°С).

Поставляются в бухтах массой до 30 кг, упакованных в полиэтиленовую пленку или упаковочную бумагу и уложенных в фанерные ящики. Шнуры хранятся в закрытых сухих помещениях и предохраняются от увлажнения и загрязнения. Материал нетоксичен и негорюч. Предельно допустимая концентрация пыли базальтового волокна в воздухе рабочих помещений 4 мг/м³.

Маты теплоизоляционные АТМ-10 (РСТ УССР-5012—76). Изготовляются из штапельного супертонкого базальтового волокна (холст БСТВ), покрытого с двух сторон стеклянной сеткой, стеклянной или кремнеземной тканью и простеганные соответствующими нитками. Используется в качестве теплозвукоизоляции, работающей в интервале температур от —200 до +900 °С.

* Текс — единица линейной плотности (г/км), применяемая для характеристики толщин волокон и нитей.

Таблица 2

Технические показатели матов АТМ-10 (из штапельного супертонкого базальтового волокна)

Марки	Толщина, мм	Масса холста в мате, г	Масса 1 м² мата, г	Объемиая масса, кг/м³	Предельная температура применения, °С
АТМ-10с-5	5	120	330	55	450
АТМ-10с-10	10	210	450	40	450
АТМ-10с-15	15	330	650	40	450
АТМ-10с-20	20	440	820	40	450
АТМ-10к-5	5	120	680	80	700
АТМ-10к-10	10	210	790	65	700
АТМ-10к-15	15	330	1000	60	700
АТМ-10к-20	20	440	1200	60	700
АТМ-10т-5	5	120	680	80	900
АТМ-10т-10	10	210	790	65	900
АТМ-10т-25	15	330	1000	60	900
АТМ-10т-20	20	440	1200	60	900
АТМ-10т-60	60	1320	3000	50	900

Таблица 3

Технические показатели изделнй марки БЗМ (базальтовые звукопоглощающие маты)

Марка	Размеры, мм			Объемная масса холста в изделии, кг/м³, не более	Масса холста в изделии, кг, не более	Масса изделия, кг, не более, при использовании оболочки из стеклотканн марок		
	длина	ширина	толщина			Э-0,1; А; АП; АС; ТСТ-4	Т-23	КТ-11
БЗМ-1-30	1000	1000	30	25	0,75	1,10	1,55	1,68
БЗМ-1-50	1000	1000	50	25	1,25	1,61	2,09	2,23
БЗМ-1-100	1000	1000	100	25	2,50	2,90	3,40	3,55
БЗМ-1-200	1000	1000	200	25	5,00	5,45	6,06	6,23
БЗМ-2-30	1000	500	30	25	0,58	0,77	1,01	1,08
БЗМ-2-50	1000	500	50	25	0,63	0,83	1,09	1,17
БЗМ-2-100	1000	500	100	25	1,25	1,47	1,77	1,85
БЗМ-2-200	1000	500	200	25	2,50	2,77	3,13	3,27
БЗМ-2-200	1000	500	200	25	2,50	2,77	3,13	3,27
БЗМ-3-30	500	500	30	25	0,19	0,30	0,44	0,48

Продолжение табл. 3

Марка	Размеры, мм			Объемная масса холста в изделии, кг/м³, не более	Масса холста в изделии, кг, не более	Масса изделия, кг, не более, при использовании оболочки из стеклоткани марок		
	длина	ширина	толщина			Э-0,1; А; АП; АС; ТСТ-4	Т-23	КТ-11
БЗМ-3-50	500	500	50	25	0,32	0,44	0,58	0,63
БЗМ-3-100	500	500	100	25	0,63	0,76	0,94	0,99
БЗМ-4-30	1000	1000	30	20	0,60	0,95	1,40	1,53
БЗМ-4-50	1000	1000	50	20	1,00	1,36	1,84	1,98
БЗМ-4-100	1000	1000	100	20	2,00	2,40	2,90	3,05
БЗМ-4-200	1000	1000	200	20	4,00	4,45	5,06	5,23
БЗМ-5-30	1000	500	30	20	0,30	0,50	0,73	0,80
БЗМ-5-50	1000	500	50	20	0,50	0,70	0,96	1,04
БЗМ-5-100	1000	500	100	20	1,00	1,12	1,52	1,60
БЗМ-5-200	1000	500	200	20	2,00	2,27	2,63	2,73
БЗМ-6-30	500	500	30	20	0,16	0,27	0,40	0,45
БЗМ-6-50	500	500	50	20	0,25	0,37	0,51	0,50
БЗМ-6-100	500	500	100	20	0,50	0,63	0,81	0,86
БЗМ-7-30	600	600	30	20	0,22	0,36	0,55	0,60
БЗМ-7-50	600	600	50	20	0,36	0,51	0,71	0,76
БЗМ-8-30	1000	600	30	20	0,36	0,49	0,56	0,70
БЗМ-8-50	1000	600	50	20	0,60	0,74	0,92	0,96
БЗМ-9-30	1000	1000	30	17	0,51	0,86	1,31	1,44
БЗМ-9-50	1000	1000	50	17	0,85	1,21	1,69	1,83
БЗМ-9-100	1000	1000	100	17	1,70	2,10	2,60	2,75
БЗМ-9-200	1000	1000	200	17	3,40	3,85	4,46	4,63
БЗМ-10-50	1000	500	30	17	0,26	0,45	0,69	0,76
БЗМ-10-50	1000	500	50	17	0,43	0,63	0,89	0,97
БЗМ-10-100	1000	500	100	17	0,85	1,07	1,37	1,45
БЗМ-10-200	1000	500	200	17	1,70	1,97	2,33	2,43
БЗМ-11-30	500	500	30	17	0,14	0,25	0,39	0,43
БЗМ-11-50	500	500	50	17	0,22	0,34	0,48	0,53
БЗМ-11-100	500	500	100	17	0,43	0,56	0,74	0,79
БЗМ-12-30	600	600	30	17	0,18	0,32	0,51	0,56
БЗМ-12-50	600	600	50	17	0,31	0,46	0,66	0,71
БЗМ-13-30	1000	600	30	17	0,31	0,44	0,51	0,65
БЗМ-13-50	1000	600	50	17	0,51	0,65	0,83	0,87

В зависимости от облицовки с двух сторон тканями маты имеют марки: АТМ-10с (стеклянная ткань); АТМ-10к (кремнеземная ткань); АТМ-10т (кремнеземистая термостойкая ткань).

Маты поставляются длиной 1100 ± 50 мм, шириной 600 ± 50 мм с простежкой между продольными строчками 40—50 мм. Физико-технические показатели матов АТМ-10 по маркам приведены в табл. 2.

Коэффициент теплопроводности матов при нормальной температуре не более 0,032 ккал/(м·ч·°С). Материал поставляется упакованным в фанерных ящиках и хранится в закрытых сухих помещениях.

БЗМ — базальтовые звукопоглощающие маты (РСТ УССР-5011—76). Представляют собой маты, изготовленные из рыхлого слоя штапельных длинноволокнистых супертонких базальтовых волокон диаметром 3 мкм, облицованных акустически прозрачной оболочкой — стеклотканью.

Оболочка и наполнитель изделия простеганы до заданной толщины насквозь стеклянной нитью с закрепленной с обеих сторон шайбой из стеклоленты. Шаг простежки 150—200 мм.

Изделия БЗМ предназначены в основном в качестве звукопоглощающего наполнителя в шумопоглощающих устройствах и используются в интервале температур от —40 до +450°С.

Размеры матов, мм: длина и ширина 1000, 600 и 500; толщина 30, 50, 100 и 200 мм; объемная масса 17—25 кг/м³.

По размерам и физико-техническим показателям изделия БЗМ делятся на марки, качество которых должно соответствовать установленным нормативам (табл. 3).

Плиты и маты теплоизоляционные из минеральной ваты на синтетическом связующем (ГОСТ 9573—72). Изготовляются из волокон минеральной ваты, скрепленных синтетическим связующим — фенолформальдегидной смолой (3—5%). Предназначены для тепловой изоляции строительных конструкций, оборудования и трубопроводов. Температура применения от —60 до +400 °С. Материал не горит (может выгорать смола), эластичен и режется ножом. Волокна в изделиях расположены преимущественно горизонтально.

В зависимости от сжимаемости под удельной нагрузкой 0,02 кгс/см² изделия подразделяют на плиты мягкие, полужесткие и жесткие, маты в рулоне.

По объемной массе изделия разделяются на марки 50, 75, 100, 125 и 150 (табл. 4).

Размеры изделий, мм: длина плиты 1000, мата — 2000, 3000, 4000, ширина — 500, 1000, толщина — 40—100 (с интервалом 10 мм).

Плиты поставляют упакованные до 0,25 м³ в щитках из деревянных реек с подпрессовкой до 30% по высоте (для плит) и другой таре (из рулонных материалов), а также в разборных контейнерах (возвратная тара).

Плиты из минеральной ваты ВФ-75 на синтетическом связующем (ТУ 21-24-52—73). Изготовляются из фильерной минеральной ваты марки ВФ-75 и синтетического связующего. Применяются для звукоизоляции строительных конструкций и теплоизоляции промышленного оборудования и трубопроводов при температуре изолируемой поверхности от —40 до +300 °С.

В зависимости от степени сжимаемости под удельной нагрузкой 0,02 кгс/см² изделия делятся на мягкие и полужесткие. В зависимости от объемной массы и качества подразделяются на пять марок: 30, 40, 50, 80 и 100 и две категории качества (табл. 5).

Маты теплоизоляционные минераловатные вертикально-слоистые (ТУ 36-1674—73). Изготовляются из полос, нарезанных из минераловатных плит, мягких и полужестких на синтетическом

Таблица 4

Техническая характеристика плит и матов из минеральной ваты на синтетическом связующем

Показатели	Мягкие плиты и маты в рулонах марок		Полужесткие плиты марок		Жесткие плиты марки
	50	75	100	125	150
Объемная масса, кг/м³, не более	50	75	100	125	150
Коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С), не более, при $t_{ср}$, °С:					
25±5	0,04		0,042		0,044
125±5	0,066		0,062		0,06
Содержание связующего вещества, %	3±1		4±1		5±1
Сжимаемость под удельной нагрузкой 0,02 кгс/см², %, не более	—		20	15	6

связующем, соответствующих ГОСТ 9573—72* и наклеенных при вертикальном положении волокон на покровные материалы (рис. 2).

Предназначаются для изоляции трубопроводов диаметром свыше 108 мм и аппаратов при температуре изолируемых поверхностей до 300 °С. В зависимости от вида покровного слоя делятся на маты с обкладкой из фольги алюминиевой (ТУ 36-1177—77), дублированной тканью стеклянной марки Т; фольги алюминиевой, дублированной сеткой стеклянной марки СЭ; стеклопластика РСТ (ТУ 6-11-145—78); фольгонзола (ГОСТ 20429—75); фольгокартона (ТУ 48-08-276—70); фольгорубероида (ТУ 21-ЭССР-69—75).

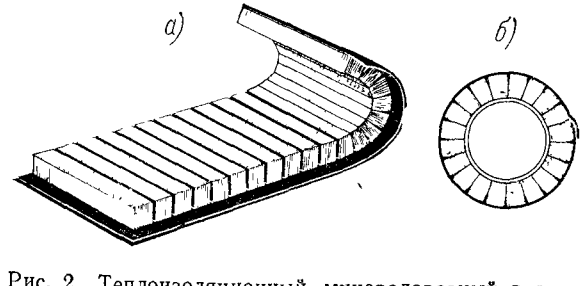


Рис. 2. Теплоизоляционный минераловатный вертикально-слоистый мат

а — общий вид; *б* — изделие установлено на трубопроводе

Таблица 5

Техническая характеристика плит из минеральной ваты ВФ-75 на синтетическом связующем

Вид плит	Категория качества	Объемная масса, кг/м³	Сжимаемость под удельной нагрузкой 0,02 кгс/см², %, не более	Содержание связующего вещества, %, не более	Коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С), не более, при $t_{ср}$=20 °С
Мягкие	Высшая	Не более 30	20	3,0	0,036
		Не более 45	20	3,0	0,036
		Не более 50	20	3,0	0,036
	Первая	30±5	30	3,0	0,038
		40±5	30	3,0	0,038
		50±5	30	3,0	0,038
Полужесткие	Высшая	Не более 80	10	6,0	0,038
		Не более 100	10	6,0	0,038
	Первая	80±10	15	6,0	0,040
		100±10	15	6,0	0,040

Примечание. Влажность для всех марок не более 1% по массе.

Изделия выпускаются с толщинами теплоизоляционного слоя, мм: 40, 50, 60, 70, 80, 90 и 100.

Полуцилиндры и цилиндры теплоизоляционные из минеральной ваты на синтетическом связующем (ГОСТ 23208—78). Изготовляются методом прокатки. Предназначены для теплоизоляции трубопроводов с температурой теплоносителей от —180 до +300 °С (в помещении) и до +400 °С (вне помещения). Выпускаются трех марок: полуцилиндры — 100, 150, 200 кг/м³ и цилиндры — 150, 200, 250 кг/м³. Коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С), при средней температуре 125 °С для полуцилиндров — 0,07—0,62, для цилиндров — 0,065—0,66.

Размеры, мм: длина 500, 750, 1000, 1500, толщина 40—80, внутренний диаметр 25—219.

Маты прошивные из эластичного минераловатного войлока (ТУ 362112—78). Маты состоят из эластичного минераловатного войлока на синтетическом связующем с обкладками с одной или двух сторон. Предназначены для тепловой изоляции. Температура применения от —180 до +600 °С. Размеры: длина 1000, 2000, 3000, 4000 мм, ширина 1000 мм, толщина 50—100 мм. В зависимости от величины плотности (объемной массы) подразделяются на марки 75 и 100.

Техническая характеристика матов прошивных из эластичного минераловатного войлока (по маркам):

	75	100
Плотность без учета обкладок, кг/м³, для матов:		
высшей категории качества	60—75	85—100
первой категории качества	50—75	76—100
Теплопроводность без учета обкладок, ккал/(м·ч·°С), не более:		
при $t_{ср}$ = 25±5 °С для матов:		
высшей категории качества	0,038	0,038
первой категории качества	0,040	0,040
при $t_{ср}$ = 125±5 °С для матов:		
высшей категории качества	0,058	0,058
первой категории качества	0,060	0,060
при $t_{ср}$ = 300±5 °С для матов:		
высшей категории качества	0,090	0,090
первой категории качества	0,095	0,095
Влажность, % по массе, не более	1	1
Содержание органических веществ, % по массе, не более	1,5	1,5

Плиты минераловатные на крахмальной связке (ТУ 400-1-81—74). Изготовляются из минеральной ваты с пропиткой крахмальной связки (3%). Применяются при изоляции горячих поверхностей с температурой до 400 °С и для строительных конструкций (с защитой от увлажнения). В зависимости от величины объемной массы выпускаются трех марок: 125, 150 и 200. Размеры, мм: длина 1000, ширина 450, 600, 900, толщина 50, 60.

Техническая характеристика плит минераловатных на крахмальной связке (по маркам):

	125	150	200
Объемная масса, кг/м³	100—125	126—150	151—200
Коэффициент теплопроводности в сухом состоянии, ккал/(м·ч·°С), не более, при $t_{ср}$ = 20 °С	0,04	0,045	0,05
Уплотнение плит при удельной нагрузке 0,017 кгс/см², %, не более	15	10	4

Плиты жесткие из минеральной ваты на битумном связующем (ГОСТ 10140—71). Применяются для теплоизоляции строительных конструкций, оборудования и трубопроводов промышленных холодильников при температуре изолируемых поверхностей от —100 до +70 °С Размеры, мм длина 1000, ширина 500, толщина 40—70 Содержат 20% битумной эмульсии (по массе). Техническая характеристика плит (по маркам)

	200	250	300	350
Объемная масса, кг/м³	200	250	300	350
Коэффициент теплопроводности, ккал/(м · ч · °С), при $t_{ср} = 25$ °С, не более	0,058	0,064	0,07	0,076

Плиты поставляются по 0,25 м³ упакованные в деревянном обрешетнике или в пакетах из водонепроницаемой бумаги

Маты минераловатные прошивные (ГОСТ 21880—76). Изготовляют из минераловатного ковра с последующей прошивкой и обкладкой различными материалами с одной и двух сторон, а также без обкладок Предназначаются для тепловой изоляции оборудования, трубопроводов и строительных конструкций Предельная температура применения изделий зависит от температуроустойчивости обкладочных материалов, °С:

без обкладок	600
с обкладками из металлической сетки	600
из стеклоткани	400
из асбестовой ткани.	
АТ-7	до 450
АТ-1	до 250
из картона	150
из упаковочной битумной бумаги, драночной плетенки	60

В зависимости от величины объемной массы выпускаются трех марок· 100, 150 и 200

Техническая характеристика матов минераловатных прошивных (по маркам).

	100	150	200
Объемная масса, кг/м³	75—125	126—175	176—225
Коэффициеит теплопроводности, ккал/(м · ч · °С), не более, при $t_{ср}$, °С.			
25	0,038	0,042	0,046
100	0,054	0,056	0,058

Размеры, мм· длина 1000—2500, ширина 500—2000, толщина 40—100 с интервалом 10 мм

Маты поставляются в обкладке свернутыми в рулоны с обвязкой шпагатом или упаковочной лентой либо без обкладки обернутыми дополнительно бумагой При складировании изделия должны предохраняться от увлажнения и уплотнения

Теплоизоляционные конструкции для трубопроводов. Выпускаются двух типов — ТК и СТК

ТК — полносборная теплоизоляционная конструкция, в которой теплоизоляционный слой скреплен с покровным слоем скобами из тонколистового металла или шплинтами из алюминиевой

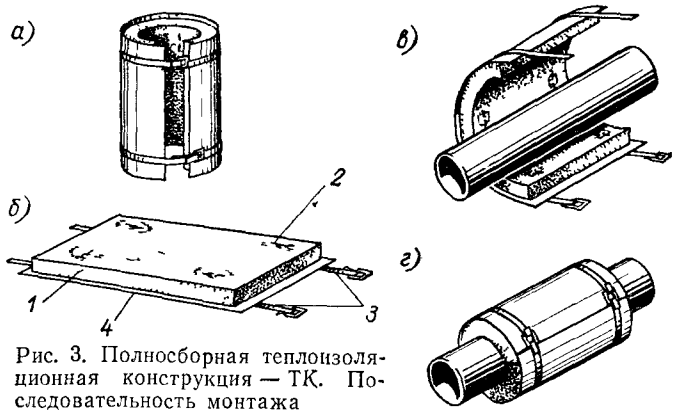


Рис. 3. Полносборная теплоизоляционная конструкция — ТК. Последовательность монтажа

а — конструкция в собранном виде, *б* — в разобранном виде, *1* — изоляционный слои *2* — шплинт соединяющий изоляционный и покровный слои, *3* — бандажи, *4* — покровный слой, *в* — монтаж на трубопроводе *г* — смонтированная конструкция

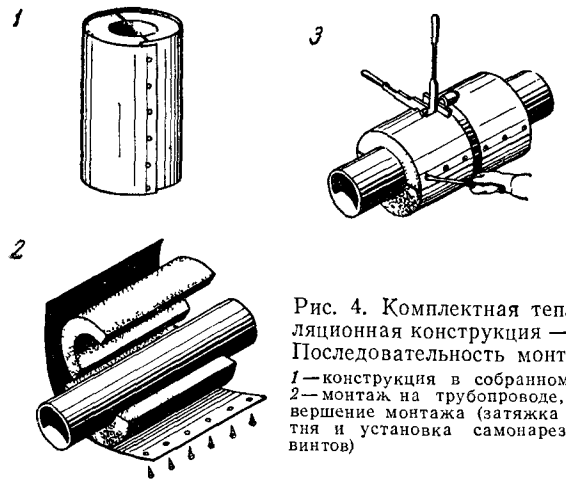


Рис. 4. Комплектная теплоизоляционная конструкция — СТК. Последовательность монтажа

1 — конструкция в собранном виде, *2* — монтаж на трубопроводе, *3* — завершение монтажа (затяжка покрытия и установка самонарезающих винтов)

проволоки Скобы с покровным слоем скрепляются заклепками, а бандажи — заклепками или шплинтами (рис 3)

СТК — сборные (комплектные) теплоизоляционные конструкции состоят из тех же элементов, что и полносборные, но не скрепленных между собой крепежными деталями (рис 4)

Теплоизоляционные конструкции разделяются по характеру основного слоя и по виду покрытия (табл 6)

Конструкции полносборные теплоизоляционные минераловатные для трубопроводов (ТУ 36-1180—78). Изготовляются про-

Таблица 6

Полносборные и сборные (комплектные) теплоизоляционные конструкции для трубопроводов

Вид покрытия	Материал теплоизоляционного слоя	Покровный слой		
		Материал	Толщина слоя, мм	Длина развертки, м
Металлическое	Минераловатные маты прошивные и рулонированные; плиты мягкие, минераловатные и стекловатные, цилиндры и полуцилиндры минераловатные на синтетическом связующем	Листы из алюминия и алюминиевых сплавов	0,5	До 1,0
		Сталь тонколистовая оцинкованная	0,4—0,63	Более 1,0
		Лента из алюминия и алюминиевых сплавов (гофрированная)	0,2—0,3; 0,3—0,5	До 1,0 Более 1,0
			При длине развертки до 1,5 м применяется с гофрировкой; при длине более 1,5 м — с зигами, расположенными через 150 мм	
Неметаллическое	Цилиндры и полуцилиндры минераловатные на синтетическом связующем	Фольготекстолит	0,5—0,75; 0,75—0,8	До 1,0 Более 1,0
		Фольга алюминиевая дублированная (фольгокартон, фольгостеклоткань, фольгоизол и др). Стеклопластик РСТ. Упругие оболочки, дублированная стеклоткань	По ТУ	До 1,0
	Маты прошивные и рулонированные, плиты мягкие, минераловатные и стекловатные	Вниипластовая каландрированная пленка и другие полимерные пленки	То же	До 1,0
		Стеклопластик листовой и слоистый типа КАСТ-В, ФСП и др.	0,5—0,75; 0,75—0,8	До 1,0 Более 1,0
		Стеклоцемент	По ТУ	1,0—2,0

мышленностью и на производственных базах монтажных участков. Состоят из теплоизоляционного слоя (минераловатных изделий), наружного покрытия и крепежных деталей. Составные элементы конструкции скреплены между собою. В качестве теплоизоляционного слоя применяются следующие минераловатные материалы: мягкие плиты, прошивные и рулонированные маты, полые цилиндры и полуцилиндры. Для защитного покрытия применяются тонколистовой металл, синтетические и дублированные материалы, в том числе тонколистовой алюминий и сплавы из него толщиной 0,3—1,0 мм в гладком и гофрированном виде, сталь тонколистовая кровельная и оцинкованная; рулонированный стеклопластик РСТ, полимерные пленки, стеклопластики, стеклоцемент; фольгоруберонд, фольгостеклопластик, фольгокартон и др.

Конструкции предназначены для теплоизоляции прямых участков трубопроводов воздушных прокладок с положительной температурой теплоносителя. Предельные температуры применения зависят от технических условий теплоизоляционного материала, заложенного в конструкцию. Длина конструкций 540—1040 мм, толщина 40, 50 и 60 мм при внутреннем диаметре (соответствующем диаметру изолируемого трубопровода) 33, 45, 76, 89, 108, 133 159 мм и толщина 70, 80, 90 мм при внутреннем диаметре 219 и 273 мм. Предельная масса теплоизоляционной конструкции 30 кг. Упаковка — жесткая тара или контейнер. Масса одного упакованного места до 100 кг. Конструкции хранятся в вертикальном положении и ограждаются от механических воздействий и увлажнения.

Шнуры теплоизоляционные (ТУ 36-1695—73). Минераловатные изделия из сетчатого чулка с набивкой минеральной ватой. Сетчатый чулок может быть изготовлен из хлопчатобумажных, стеклянных или синтетических нитей, а также из металлической проволоки. В качестве набивки могут применяться стеклянное, каолиновое и базальтовое волокно, а также отходы производства минераловатных изделий.

Максимальная температура применения шнура зависит от температуроустойчивости набивочного материала и материала

Таблица 7

Максимальная температура применения минераловатных шнуров

Материал		Температура, °С
чулка	набивки	
Хлопчатобумажная нить	Все виды	150
Стеклянная нить	То же	400
То же	Отходы изделий	300
Капроновая нить	Все виды	200
Проволока металлическая	Минеральная вата	600
	Стеклянная вата	400
	Отходы изделий	300

чулка (табл. 7). Шнур выпускается в зависимости от объемной массы четырех марок: 200, 250, 300 и 350 и диаметром от 30 до 90 мм. Поставляется в бухтах с массой не более 40 кг.

Изделия маркируются по следующему принципу: Ш-300-200-60, где Ш — первая буква наименования изделия; 300 — объемная масса (марка шнура), кг/м³; 200 — допустимая температура применения шнуров, °С; 60 — диаметр шнура, мм.

Техническая характеристика шнура:

1. Коэффициент теплопроводности шнура, ккал/(м·ч·°С), при $t_{ср}$ = 25 °С:

из минеральной ваты	0,06
из стеклянной и каолиновой ваты	0,055
из отходов производства изделий из минеральной и стеклянной ваты	0,065

2. Масса теплоизоляционного материала в 1 м шнура, кг:

Марка шнура	Диаметр шнура, мм						
	30	40	50	60	70	80	90
200	0,14	0,25	0,39	0,57	0,77	1,0	1,27
250	0,18	0,31	0,49	0,71	0,96	1,25	1,59
300	0,21	0,38	0,59	0,85	1,15	1,5	1,91
350	0,25	0,44	0,69	0,99	1,35	1,76	2,22

Шнур хранят в штабелях высотой до 2 м в условиях, исключающих механические воздействия и увлажнение.

Теплоизоляционные материалы из стеклянного волокна. Стеклянные волокна получают из расплава стеклянной шихты. Они разделяются на два вида: штапельное (длиной от нескольких миллиметров до 1—2 м) и непрерывное (без ограничения длины).

Таблица 8

Характеристика основных видов изделий из стеклянного штапельного волокна

Изделия	Объемная масса, кг/м³	Размеры, мм		
		длина	ширина	толщина
Мат в рулоне строительный:				
МРС-50	50	7000—1300	500	—
МРС-35	35			
Плита полужесткая строительная ПС-75	75	1000	500	30—90

Штапельное стеклянное волокно в зависимости от назначения выпускается трех видов со следующими диаметрами волокна: супертонкое (СТВ) 1—3 мкм, тонкое — 4—12 мкм и утолщенное 13—25 мкм. Непрерывное стеклянное волокно выпускается с диаметром волокон 10—30 мкм.

Вата стеклянная (ТУ 21-23—73—75). Изготовляется двух видов: раздувом или центрифугированием жидкого расплава стекломассы или из волокон, полученных способом вытягивания из расплавленного стекла. Основное назначение стеклянной ваты — полуфабрикат для приготовления теплоизоляционных изделий. В отдельных случаях применяется в качестве набивочного материала. Материал рыхлый и в теплоизоляции уплотняется по толщине в 1,8—2 раза.

Техническая характеристика стеклянной ваты:

объемная масса (при нагрузке 0,02 кгс/см², кг/м³,) не более	130
диаметр волокна, мкм, не более	21
коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С), не более	0,034+0,0003 $t_{ср}$
температура применения, °С, не более	450

Упаковка — в бумажных и хлопчатобумажных мешках. Масса одной упаковки до 60 кг.

Изделия теплоизоляционные из стеклянного штапельного волокна (ГОСТ 10499—67). Изготовляются из стекловолокна (длина волокон 100—300 мм, диаметр 10 мкм) методом раздува на связующем из синтетических смол в виде матов в рулонах и плит.

Применяются для изоляции строительных конструкций, трубопроводов и оборудования, а также для теплоизоляции корпусов судов, железнодорожных вагонов, самолетов и других транспортных средств. Температура применения от —60 до +180 °С. Коэффициент теплопроводности 0,04 ккал/(м·ч·°С) при 25 °С (табл. 8).

Изоляция из изделий требует жесткого покрытия. Материал в монтаже уплотняется (см. с. 128), обладает упругостью (коэффициент возвратимости 90%). Маты в рулонах транспортируют в обертке из бумаги, плиты — в водонепроницаемой бумаге или в клетях из деревянных реек.

Материал теплозвукоизоляционный марки АТИМСС (ТУ 17-РСФСР-3919—75). Выпускается в виде пологов из рыхлого штапельного стекловолокна диаметром 5—7 мкм с проклейкой бакелитовым лаком. Изготовляется пяти марок в зависимости от толщины полога.

Техническая характеристика материала теплозвукоизоляционного марки АТИМСС:

объемная масса, кг/м³:	
материала	25
» в изоляции	50
коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С)	0,03+0,00034 $t_{ср}$
предельная температура применения, °С	от —60 до +150

Размеры половов, мм: длина 1300, ширина 1000, толщина 15, 20, 25, 30 и 50. Применяется для тепловой и звуковой изоляции различных конструкций. Материал требует уплотнения и жесткого покрытия. Поставляется в фанерных ящиках с массой (брутто) не более 60 кг. Хранение в проветриваемых помещениях.

Материал теплозвукоизоляционный марки АТМ-3 (ТУ 35-ШП-1—62). Выпускается в виде матов из рыхлого слоя штапельных ультрасупертонких стекловолокон диаметром до 2 мкм, облицованных с обеих сторон стеклосеткой и простеганных стеклонитью четырех марок в зависимости от толщины изделия: АТМ-3-5, АТМ-3-10, АТМ-3-15 и АТМ-3-20 (последняя цифра обозначает толщину изделия в мм). Применяется для изоляции трубопроводов, вентиляционных каналов, а также как наполнитель теплоизоляционных матрацев.

Техническая характеристика материала теплозвукоизоляционного марки АТМ-3:

Объемная масса, кг/м³:	
материала	40
» в изоляции	100
Коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С)	0,034+0,00034 $t_{ср}$
Предельная температура применения, °С	от —60 до +450

Маты и полосы из стеклянного волокна (ТУ 21-23-72—75). Изделия из непрерывного стеклянного волокна, скрепленного прошивкой стеклонитью. Объемная масса изделий до 170 кг/м³, коэффициент теплопроводности $\lambda = 0{,}034 + 0{,}0003\ t_{ср}$.

Маты — широкие пластины, полосы — узкие.

Размер матов, мм: длина 1000—3000, ширина 200—750, толщина 10—50. Размер полос, мм: длина 500—5000, ширина 30—250, толщина 10—30.

Применяются для изоляции горячих и холодных поверхностей от —200 до +450 °С: полосы для трубопроводов диаметром до 108 мм, маты для трубопроводов диаметром более 108 мм и для аппаратов.

2. Изделия из асбеста и асбестосодержащие теплоизоляционные материалы

Асбест хризотиловый (ГОСТ 5.1180—71). Горная порода волокнистого строения с объемной массой 2,4—2,6 т/м³. После добычи подвергается очистке (обогащению) от примесей и распушке (расщеплению на тонкие эластичные волокна). Асбест делится на группы по состоянию (текстуре) волокон и по сортности (длине волокон). Асбест жесткой текстуры состоит из нераспушенных игл, полужесткой текстуры — из равных количеств распушенных волокон и нераспушенных игл, мягкой текстуры — полностью из распушенных волокон. Для тепловой изоляции и теплоизоляционных материалов используется асбест мягкой текстуры.

В зависимости от длины волокон асбест делится на девять сортов. Три первых сорта характеризуются наибольшей длиной волокон и допускают текстильную обработку (прочность на разрыв 300 кгс/мм²). Эти сорта асбеста используются для изготовления асбестовых тканей, асбест 4-го и 5-го сортов — для изготовления теплонзоляционных материалов (совелитовые, известково-кремнеземистые и вулканитовые изделия, ньювель и др.).

Асбест 6-го и 7-го сортов — составная часть порошкообразного теплоизоляционного материала — асбозурита. Он употребляется и в качестве компонента теплоизоляционных штукатурок, шпаклевок, специальных клеев и других составов.

Асбест обладает рядом ценных свойств: высокой температуростойкостью и прочностью, способностью впитывать большое количество воды, а затем отдавать ее при нагреве. С температуры 200 °С материал начинает терять прочность, при 600 °С разрушается и при 1500 °С плавится.

Асбестовые волокна легко отделяются одно от другого (скользят), поэтому во многие изделия из асбеста вводятся связующие добавки — хлопковое волокно (в шнуры и ткани) и крахмал (в картон и бумагу).

Марки асбеста обозначаются четырьмя знаками. Первый знак — буква — обозначает текстуру: Ж — жесткую, М — мягкую и т. д. Первая однозначная цифра обозначает сорт асбеста: 5-, 6-, 7-й, двузначная цифра (25, 38, 70 и т. д.) — остаток асбеста в процентах при его просеве на специальном сите. Для асбеста 7-го сорта трехзначные цифры соответствуют объемной массе материала (табл. 9).

Таблица 9

Классификация хризотилового асбеста (5—7-го сортов)

Текстура	Сорт	Марка
Жесткая	5	Ж-5-55
	6	Ж-6-38
	6	Ж-6-25
Полужесткая	5	П-5-65
	5	П-5-50
	6	П-6-45
	6	П-6-30
Мягкая	5	М-5-70
	5	М-5-60
	6	М-6-40
	6	М-6-30
Негарантированная	6	К-6-30
	6	К-6-20
	7	К-7-15
	7	К-7-10
	7	7-370
	7	7-450
	7	7-520

Таблица 10

Техническая характеристика асбестовых шнуров

Обозначение и наименование марок	Способ изготовления	Масса 1 м шнура, г, диаметром, мм												Предельные температуры применения, °С
		10	12	15	18	20	22	25	28	30	32	35	55	
ШАОН — шнур асбестовый общего назначения	Кручение асбестовой пряжи в несколько сложений и обвивание сердечника (чесальной ленты, жгута из ровницы) асбестовой пряжей	90	115	160	230	260	290	380	—	—	—	—	—	400
ШАИ-1 — шнур асбестовый теплоизоляционный	Оплетение асбестовых волокон с примесью хлопка стеклянными нитями (ГОСТ 8325—70) или металлической проволокой (ГОСТ 1066—58)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	440	660	400
ШАИ-2 — шнур асбестовый теплоизоляционный	Оплетение асбестовых волокон с примесью хлопка стеклянными нитями (ГОСТ 8325—70) или металлической проволокой (ГОСТ 1066—58)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	470	710	425
ШАМ — шнур асбестовый магнезиальный	Оплетение асбестовыми нитями асбестового сердечника с наполнением углекислой магнезией	—	90	120	180	200	215	290	420	—	440	—	—	425
ШАГ — шнур асбестовый газогенераторный	Оплетение в виде сетки асбестового шнура типа ШАОН латунной проволокой (ГОСТ 1066—58) или асбестовой пряжей, скрученной со стеклянной нитью	120	—	180	—	—	—	—	—	—	—	—	—	400
ШАТ — шнур асбестовый теплостойкий	Кручение асбестовой пряжи в несколько сложений или обвивание сердечника (чесальной ленты, жгута из ровницы) асбестовой пряжей	80	100	140	200	240	270	320	—	360	—	—	—	250
ШАП-1, ШАП-2 — шнур асбестовый пуховый	Обвивание асбестовыми стеклянными нитями (ГОСТ 8325—70) или хлопчатобумажной пряжей (ГОСТ 1119—70) асбестовой чесальной ленты, упрочненной асбестовыми хлопчатобумажными или стеклянными нитями	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	150 250	— —	— —	— —	250 400
ШАПТ — шнур асбестовый повышенной теплостойкости	Кручение асбестовой пряжи в несколько сложений или обвивание сердечника (чесальной ленты, жгута из ровницы) асбестовой пряжей	80	100	140	200	240	270	320	—	360	—	—	—	350
ШАВТ — шнур асбестовый высокой теплостойкости	Кручение асбестовой пряжи в несколько сложений или обвивание сердечника (чесальной ленты, жгута из ровницы) асбестовой пряжей	80	100	140	200	240	270	320	—	360	—	—	—	425

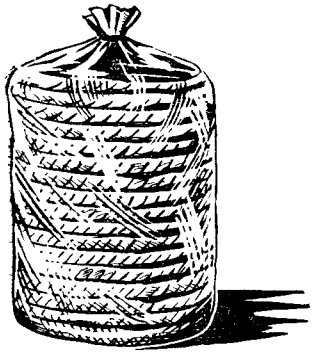


Рис. 5. Бухта асбестового шнура (упаковка — полиэтиленовая пленка)

Коэффициент теплопроводности асбеста в зависимости от объемной массы находится в пределах от 0,01 до 0,23 ккал/(м·ч·°С). Объемная масса для 1—4-го сортов — от 220 до 250 кг/м³, 5—6-го сортов — от 400 до 500 кг/м³, 7-го сорта — от 370 до 520 кг/м³.

Асбест транспортируется в бумажных мешках по 20—50 кг. При транспортировке и хранении материал следует предохранять от увлажнения.

Шнуры асбестовые (ГОСТ 1779—72). Выпускаются трех типов (асбестовый, асбестовый магнезиальный, асбестовый пуховый) и девяти марок (табл. 10). Применяются для изоляции горячих трубопроводов малых диаметров, а также фасонных частей (компенсаторов, отводов и др.) и вибрирующих участков различных систем. Изоляция из шнуров легко демонтируется. Это дает возможность использовать ее повторно и приносит определенный экономический эффект.

Шнур асбестовый пуховый не имеет наружной сплошной оплетки и поэтому при укладке на изолируемые трубопроводы вытягивается. Это вытягивание вызывает уменьшение диаметра до 30%.

Усадки этого шнура в зависимости от его диаметра достигают 15—20% при диаметре 20 и 30 мм и 25—30% при диаметре 25 мм. Если трубопровод изолируется шнуром диаметром 25 мм в два слоя, то выполненный изоляционный слой будет равен не 50, а 35 мм.

Шнуры выпускают намотанными в бобины, клубки или бухты (рис. 5). Масса бобины не должна превышать 5 кг, масса бухты асбестового шнура общего назначения составляет 60 кг, асбестового магнезиального—40 кг и асбестового пухового—30 кг.

Техническая характеристика шнуров — коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С):

	Расчетный	При $t_{ср} = +100$°С
Асбестовых	$0{,}11+0{,}00022\,t_{ср}$	0,14
Магнезиальных	$0{,}096+0{,}00025\,t_{ср}$	0,12
Пуховых	$0{,}08+0{,}00017\,t_{ср}$	0,1

Асбестовая ткань (ГОСТ 6102—78). Изготовляется из асбестовых нитей на ткацких станках. Используется в зависимости от температуроустойчивости в качестве наружной оболочки теплоизоляционных матрацев, заполненных волокнистыми и сыпучими теплоизоляционными материалами (съемная изоляция), и обшивки горячих трубопроводов (см. рис. 78) малых диаметров в один или несколько слоев для предохранения от ожогов.

Таблица 11

Техническая характеристика основных видов асбестовых тканей

Марка	Толщина, мм	Масса 1 м², кг	Предельная температура применения, °С
АТ-1	1,4—1,7	0,9—1,1	250
АТ-3	2,0—2,9	1,2—1,5	250
АТ-4	2,6—3,5	1,4—1,85	250
АТ-7	2,2—2,5	1,45—1,6	450
АТ-8	3,0—3,5	2,0—2,2	450
АТ-9	1,9—2,0	1,05—1,2	450
АСТ-1 (со стеклонитью)	1,4—2,1	0,9—1,2	500

Ткань изготовляют девяти марок (АТ-1 ÷ АТ-9), отличающихся различной плотностью, т. е. количеством долевых и поперечных нитей, приходящихся на единицу длины ткани. Плотность обусловливает массу 1 м² ткани и ее прочность.

Теплостойкость асбестовой ткани зависит от ее плотности, сорта примененного асбеста и количества содержащегося в ткани хлопка (табл. 11).

Для всех марок асбестовых тканей средней объемной массы порядка 600 кг/м³ расчетный коэффициент теплопроводности определяется по формуле $0{,}106 + 0{,}00016\,t_{ср}$ и при средней температуре 50 °С составляет 0,11 ккал/(м·ч·°С).

Асбестовая ткань поставляется в рулонах шириной 1040—1500 мм и длиной до 25 м, обернутых плотной бумагой и снаружи обшитых тарной тканью. Масса одного места составляет около 80 кг.

Теплоизоляционные асбестовые матрацы. Изделия непромышленного изготовления имеют вид тюфяка, сшитого из асбестовой ткани (преимущественно марки АТ-7) с наполнителем из сыпучего или волокнистого теплоизоляционного материала (порошок совелита или ньювеля, минеральная или стеклянная вата, обожженный вермикулит, волокнистый асбест 4—5-го сортов и другие матерналы).

Техническая характеристика асбестовых матрацев (наполнитель — совелитовый порошок, ТУ 36-131—77):

толщина, мм	30	40	50
масса 1 м², кг	10,8	12,5	14,7
объемная масса, кг/м³	300—400		
коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С):			
расчетный	$0{,}072+0{,}002\,t_{ср}$		
при $t_{ср} = 100$ °С	0,09		
предельная температура применения, °С . .	500		

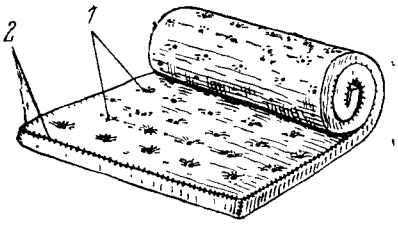


Рис. 6. Асбестовый матрац
1—сквозная простежка; *2*—прошивка по периметру (асбестовой нитью)

Матрацы шьют на объектах (производственных базах) толщиной 30—50 мм, длиной 8—10 м и требуемой ширины. Готовые матрацы свертывают в рулоны. Матрацы простегивают насквозь и прошивают по периметру асбестовой нитью (рис. 6). Расстояние между простежками зависит от вида наполнителя. При порошкообразных наполнителях расстояние между простежками 80—100 мм, а при волокнистых материалах — 160 ÷ 200 мм (рис. 7).

Применяются как съемная изоляция фланцевых соединений арматуры, механизмов и т. д. Матрацы используются требуемых размеров, выкроенные соответственно конфигурации изолируемой поверхности. На кромках изделия имеют пашитые латунные крючки, которые используются для крепежа матрацев к изолируемой поверхности (рис. 8).

Предельная температура применения матрацев зависит от температуроустойчивости асбестовой ткани и наполнителя.

Картон асбестовый (ГОСТ 2850—75). Огнестойкий листовой материал из хризотилового асбеста. Выпускается в виде листов размером 900 × 900, 900 × 1000 и 1000 × 1000 мм и толщиной 2, 2,5, 3, 3,5, 4, 5, 6, 8 и 10 мм.

Применяется в качестве температуростойкой прокладки, когда температура изолируемой поверхности превышает температуру применения изоляционного материала. Листы картона в отдельных случаях укладывают под металлические наружные покрытия изоляции.

Картон в сухом состоянии ломкий. Перед укладкой на поверхности с малой кривизной (трубопроводы) картон увлажняют. В увлажненном состоянии материал эластичен и, высохнув, сохраняет приданную ему форму. Техническая характеристика картона асбестового:

объемная масса, кг/м³	1000—1300
масса 1 м², кг, при толщине:	
2 мм	2,2—2,6
10 мм	10,0—13,0
коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С):	
расчетный	$0{,}135+0{,}00016\ t_{ср}$
при $t_{ср} = 100$ °С	0,15
предельная температура применения, °С	600

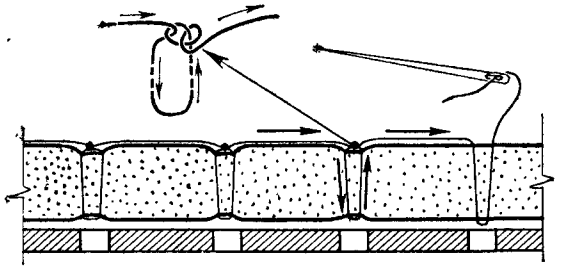


Рис. 7. Последовательность простежки асбестовых матрацев.

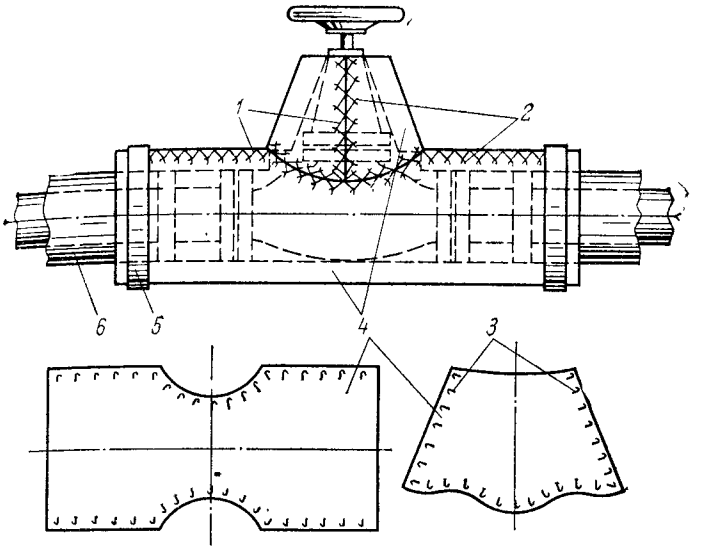


Рис. 8. Установка теплоизоляционного матраца на прямом клапане
1—проволока латунная; *2, 3*—крючки; *4*—матрацы; *5*—бандаж; *6*—теплоизоляция трубопроводов

Поставляется в упакованном виде в деревянных решетчатых ящиках массой не более 80 кг.

Бумага асбестовая теплоизоляционная (ГОСТ 2630—69). Температуростойкий прокладочный материал, аналогичен картону асбестовому. Выпускается в виде листов и в рулонах следующих размеров, мм: листы длиной 1000, шириной 950, толщиной 0,5, 1, 1,5 и рулоны шириной 670, 950 и 1150, толщиной 0,3, 0,4, 0,5, 0,65, 1.

Техническая характеристика бумаги асбестовой теплоизоляционной:

объемная масса, кг/м³, до	1250
масса 1 м², кг, при толщине:	
0,5 мм	0,85
1,5 мм	1,85
коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С):	
расчетный	$0{,}135+0{,}00016\ t_{ср}$
при $t_{ср} = 100$ °С	0,15
предельная температура применения, °С	500

Материал поставляется в рулонах, обернутых в целлофа или бумагу, массой не более 70 кг или в кипах в деревянном обрешетнике массой не более 100 кг.

Совелит. Эффективный теплоизоляционный материал — изготовляется из смеси углекислых солей магния и кальция (80%) и распушенного асбеста (20%). Поставляется в виде жестких изделий (ГОСТ 6788—74) и порошка (ТУ 36-131—77).

Совелитовые изделия — плиты и полуцилиндры имеют следующие размеры, мм: длина 250, 500, толщина 40, 50, 60, 75, ширина плит 170, 250, 500, внутренний диаметр полуцилиндров 57, 76, 89, 108, 133, 159. Основной вид изделий — плиты размером 500 × 170 × 50 мм, из которых при необходимости нарезают сегменты.

Совелит в порошке изготовляется путем размола боя совелитовых изделий. Изделия из совелита применяются для изоляции поверхностей промышленного оборудования, механизмов, трубопроводов. Порошок совелита используется как наполнитель теплоизоляционных матрацев, а также для штукатурки (табл. 12). Предельная температура применения для всех видов совелита 500 °С.

Совелитовые изделия поставляются в деревянных решетчатых ящиках, картонных коробках и в пакетах из водонепроницаемой бумаги. Масса одного места (брутто) не более 50 кг. Совелитовый порошок транспортируется в бумажных крафт-мешках с массой не более 30 кг. Материал при транспортировке и хранении должен предохраняться от увлажнения.

Таблица 12

Техническая характеристика совелита

Вид материала	Объемная масса, кг/м³	Коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С)	Предел прочности при изгибе, кгс/см²
Плиты марок:			
350	350	$0{,}065 + 0{,}00013\ t_{ср}$	1,7
400	400	$0{,}067 + 0{,}00013\ t_{ср}$	2,0
Порошок	250	0,075 при $t_{ср} = 200$ °С	—
Штукатурка	440	$0{,}0775 + 0{,}00075\ t_{ср}$	—

Магнезия «ньювель» (ТУ 6-22-20—74). Сыпучий теплоизоляционный материал — смесь углекислой магнезии (85%) и распушенного асбеста не ниже 3-го сорта (15%). Применяется как заполнитель теплоизоляционных матрацев и в виде мастики для оштукатуривания теплоизоляции горячих поверхностей. При затворении на 1 т магнезии «ньювель» расходуется 3—3,5 м³ воды. Материал можно применять повторно после размельчения и затворения водой. Поставляется в бумажных мешках массой до 30 кг.

Техническая характеристика магнезии «ньювель»:

объемная масса, кг/м³:	
порошка	200
штукатурки	400
коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С):	
расчетный	$0{,}069+0{,}000083\ t_{ср}$
при $t = 200$ °С	0,08
предельная температура применения, °С	330

Асбестоцементная, асбестоперлитовая и асбестовая напыляемая изоляции. Смесь тщательно распушенного асбеста марки П-3-50 или П-4-20 и портландцемента марки 500 (табл. 13) напыляется на поверхность с помощью воды. Применяется в качестве противопожарной изоляции строительных конструкций. Приготовление и напыление изоляции допускается при температуре воздуха не ниже +5° С на поверхности, имеющие армирующее устройство (см. с. 120).

Таблица 13

Техническая характеристика теплоизоляции, наносимой методом напыления

Показатели	Теплоизоляционные смеси		
	асбестоцементная	асбестоперлитовая	асбестовая
Объемная масса материала в изоляции, кг/м³	300—400	200	250
Коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С)	0,09	$0{,}061 + 0{,}00011\ t_{ср}$	$0{,}074 + 0{,}001\ t_{ср}$
Предельная температура применения, °С	950	600	450

По аналогичной технологии выполняется:

1. Напыляемая теплоизоляция из асбестоперлита. В состав асбестоперлитовой изоляции входят следующие компоненты:

асбест хризотиловый П-350 распушенный;

песок перлитовый обожженный, фракции 1,2—5 мм (ГОСТ 10832—74);

калийное жидкое стекло (ТУ 6-18-65—69).

2. Напыляемая асбестовая изоляция. В состав асбестовой изоляции входят следующие компоненты:

асбест хризотиловый П-350 распушеиный;

калийное жидкое стекло (ТУ 6-18-65—69).

Изделия теплоизоляционные известково-кремнеземистые (ТУ 34-48-4601—77). Жесткие изделия применяются для изоляции горячих поверхностей с температурой до 600 °С.

Изготовляются из смеси извести, кремнеземнстого материала (кварцевый песок, диатомит, трепел) и асбеста при автоклавной обработке. Выпускаются в виде плит размером, мм: длина 1000, ширина 500, толщина 50 и 105, полуцилиндров длиной 1000 и толщиной 50—120 с внутренним диаметром 57—325 и сегментов длиной 1000 и толщиной 90—150 с внутренним диаметром 245—465. Обладают повышенной прочностью по сравнению с другими теплоизоляционными материалами.

Техническая характеристика известково-кремнеземистых изделий:

объемная масса, кг/м³, не более	225
коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С):	
расчетный	$0{,}059+0{,}00013\ t_{ср}$
при $t_{ср}=100$ °С	0,062
предел прочиости при изгибе, кгс/см², не менее	3

Полуцилиндры на изолируемые трубопроводы укладываются по 2 шт. на окружность, а сегменты — по 4 шт. Изделия хранятся в сухих помещениях.

Изделия теплоизоляционные вулканитовые (ГОСТ 10179—74). Материал близок по качеству к известково-кремнеземистым изделиям; изготовляется из диатомита, извести и асбеста формованием тонкодисперсной массы и автоклавной обработкой и сушкой. Применяется для изоляции горячих поверхностей с температурой до 600 °С. Выпускается в зависимости от объемной массы трех марок 300, 350 и 400.

Техническая характеристика изделий теплоизоляционных вулканитовых (по маркам):

объемная масса, кг/м³	300	350	400
коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С) при $t_{ср}$, °С:			
25	0,066	0,070	0,075
125	0,076	0,080	0,085
предел прочности при изгибе при влажности изделий до 30%, кгс/см²	3	3,5	4

Размер изделий, мм: плиты — длиии 250, 500, ширина 170, 250, 500, толщина 40, 50, 60; полуцилиндры — толщина 30, 40, 50, 60, внутренний диаметр 57, 76, 89, 108, 133, 159; сегменты — внутренний диаметр 219, 373, 377, 426.

При хранении все виды вулканитовых изделий предохраняют от увлажнения и складируют по маркам в штабелях высотой до 2 м.

Асбозурит (ТУ 36-130—77). Порошкообразная смесь из диатомита и асбеста 6-го и 7-го сортов (не менее 15%). Применяется в затворенном виде (мастика) как температуростойкая подмазка при тепловой изоляции жесткими изделиями, а также для оштукатуривания сложной поверхности теплоизоляции, где необходима повышенная прочность наружного покрытия. Материал в порядке исключения может быть использован в качестве основного изоляционного слоя в мастичной и засыпиой конструкциях. Асбозурит применяется на изолируемых поверхностях с температурой до 900 °С. Объемная масса асбозурита в порошке порядка 500 кг/м³. В зависимости от объемной массы отформованных образцов асбозурит разделяется на трн марки 600, 700 и 800.

Техническая характернстика асбозурита:

объемная масса, кг/м³	600	700	800
коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С), при $t_{ср}$, °С:			
25	0,15	0,17	0,19
125	0,163	0,183	0,23
предел прочности при изгибе, кгс/см²	6	6	6

Асбозурит перевозится навалом. Хранится материал в условиях, исключающих загрязнение, увлажнение (промерзание).

3. Диатомитовые теплоизоляционные материалы

Диатомит комовый (ТУ 36-132—77). Осадочная порнстая порода серого, белого или желтого цветов служит сырьем для обжиговых изделнй (диатомитовых и пенодиатомитовых), асбестодиатомитовых материалов (асбозурита, вулканита и др.) Объемная масса диатомита в куске не более 800 кг/м³.

Диатомит в измельченном состоянии (размер зерен до 5 мм) может применяться в засыпных конструкцнях для изоляции поверхностей с температурами до 1000 °С (промышленные печи).

Трепел. Материал, близкий по свойствам к диатомиту. Имеет бо́льшую плотность н бо́льшую объемную массу (900 кг/м³), чем диатомит. Используется как днатомнт и относится к сырью более низкого качества.

Крошка диатомитовая (трепельная) обожженная (ТУ 36-888—77). Используется для засыпок поверхностей промышленных печей и отдельных аппаратов с температурой до 900 °С. Выпускается крошка следующих гранулометрических фракций с размерами зерен, мм: Ф-1 — до 1, Ф-2 — 1 ÷ 3, Ф-3 — 3 ÷ 8, Ф-4 — 8 ÷ 20, ФР — до 12 мм.

В зависимости от объемной массы выпускается двух марок — 500 и 600.

Техническая характеристика крошки диатомитовой:

объемная масса, кг/м³	500	600
коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С), не более, при $t_{ср}$, °С:		
30	0,095	0,1
100	0,105	0,12
300	0,14	0,16
влажность, %, не более	5	6

Транспортируют и хранят крошку без упаковки, предохраняя от загрязнения и увлажнения.

Пенодиатомитовые, диатомитовые и трепельные теплоизоляционные изделия (ГОСТ 2694—78). Изготовляют из смеси диатомита (трепела) и порообразующих (пена) или выгорающих (древесные опилки) добавок путем смешения, формования, сушки и обжига.

Выпускаются в виде кирпичей, сегментов, полуцилиндров и блоков. Применяются для теплоизоляции трубопроводов и оборудования, а также в печестроении с температурой поверхности до 900 °С.

В зависимости от величины объемной массы изделия разделяются на марки: пенодиатомитовые ПД-350 и ПД-400; диатомитовые Д-500 и Д-600, трепельные Т-600 и Т-700 (табл. 14). Размеры изделий даны в табл. 15.

Таблица 14

Техническая характеристика изделий теплоизоляционных — пенодиатомитовых, диатомитовых и трепельных

Показатели	Марка изделия				
	ПД-350	ПД-400	Д-500	Д-600 и Т-600	Т-700
Объемная масса, кг/м³	До 365	365—420	421—525	526—630	631—735
Коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С), не более, при $t_{ср}$, °С:					
50	0,075	0,085	0,1	0,12	0,15
350	0,11	0,12	0,16	0,18	0,23
Предел прочности при сжатии, кгс/см², не менее	6	8	6	8	10

Таблица 15

Кирпич

Обозначение типоразмеров	Длина мм	Ширина, мм	Толщина, мм
К-1	250	123	65
К-2	230	113	65

Сегменты и полуцилиндры

Обозначение типоразмеров	Толщина, мм	Диаметр изолируемого трубопровода, мм	Количество штук, устанавливаемых по окружности
Сегменты:			
С-1	65	108	6
С-2	65	133	6
С-3	70	159	7
С-4	80	219	8
Полуцилиндры:			
П-1	50	32	2
П-2	50	48	2
П-3	55	57	2
П-4	60	76	2
П-5	65	89	2

Примечание. Длина сегментов и полуцилиндров 330 мм.

Изделия с объемной массой до 500 кг/м³ должны транспортироваться в упаковке, изделия других марок — без упаковки с укладкой в штабеля. Погрузка и разгрузка изделий сбрасыванием запрещается.

4. Вермикулит и вермикулитовые изделия

Вермикулит — разновидность слюды (гидратированной). Гранулы этого материала при обжиге в 800 °С увеличиваются в объеме от 20 до 40 раз (рис. 9).

Обожженный (вспученный) вермикулит применяется самостоятельно, а также в различных композициях при изготовлении теплоизоляционных изделий и как легкий заполнитель бетона (вермикулитобетона).

Вермикулит вспученный (ГОСТ 12865—67). Сыпучий материал чешуйчатого строения, получаемый при обжиге горной породы — гидратированной слюды.

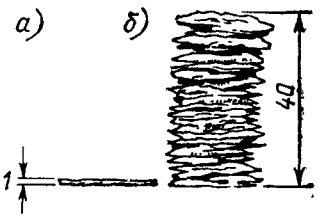


Рис. 9. Гранулы вермикулита
а — до обжига; *б* — после обжига

Поставляется трех фракций с размерами гранул, мм:

крупный	5—10
средний	0,6—5
мелкий	до 0,6

Материал не конструктивен и применяется в засыпных теплоизоляционных конструкциях, как наполнитель теплоизоляционных матрацев и компонент теплонзоляционных изделий.

В зависимости от объемной массы делится на три марки: 100, 150 и 200.

Техническая характеристика вермикулита вспученного:

объемная насыпная масса, кг/м³:			
материала	100	150	200
» в конструкции	110	170	230
расчетный коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С)	0,049+ +0,00025 $t_{ср}$	0,054+ +0,00025 $t_{ср}$	0,059+ +0,00025 $t_{ср}$

Температура применения от —260 до +1100 °С. На вибрирующих поверхностях предельная температура применения ограничивается 900 °С. Материал уплотняется и дает усадку.

Вермикулит поставляется в бумажных мешках. Хранится и транспортируется в условиях, исключающих увлажнение, загрязнение и уплотнение. Высота штабеля до 1,5 м.

Изделия асбестовермикулитовые теплонзоляционные (ГОСТ 13450—68). Выпускаются в виде плит, сегментов и полуцилиндров; изготовляются из смеси обожженного вермикулита, асбеста и связующего (бентонитовая глина).

Предназначаются для тепловой изоляции трубопроводов, аппаратов с температурой поверхности до 600 °С, а также в противопожарных конструкциях.

В зависимости от объемной массы выпускаются трех марок: 250, 300 и 350.

Техническая характеристика изделий асбестовермикулитовых теплоизоляционных: (по маркам):

объемная масса, кг/м³	250	300	350
коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С), при $t_{ср}$, °С:			
25	0,075	0,08	0,085
300	0,135	0,14	0,145
предел прочности при изгибе, кгс/см²	1,5	1,5	1,5

Основные размеры изделий, мм: плиты — длина 1000 и 500, ширина 500, толщина 40, 50, 80, 100; полуцилиндры — длина 500, внутренний диаметр 52, 67, 77, 95, 116, 161, 117, толщина 40, 50; сегменты — длина 500, внутренний диаметр 222, 282, 388, толщина 40, 50.

Асбестовермикулитовые изделия монтируют аналогично другим формованным изделиям, только в мастику, используемую для промазки швов, и в штукатурный раствор добавляется жидкое стекло.

Изделия поставляются в решетчатых ящиках и картонных коробках. Полуцилиндры и сегменты укладываются в таре на торец, а плиты — на ребро. Масса упакованного места до 50 кг. Транспортировка и хранение должны исключать увлажнение и механические повреждения изделий.

5. Перлит и перлитовые изделия

Перлит — порода вулканического происхождения стекловидного характера (вулканическое стекло). При обжиге (1000 °С) в специальных печах вспучивается, увеличиваясь в объеме до 20 раз. Вспученный перлит — пористый легковесный, высокотемпературостойкий материал.

Находит самостоятельное применение (песок, щебень) и в композициях с другими материалами (связующими).

Песок и щебень перлитовые вспученные (ГОСТ 10832—74). Перлитовый песок выпускается размером зерен до 5 мм, перлитовый щебень — до 20 мм (табл. 16).

Песок используется для изготовления теплоизоляционных изделий и огнезащитных штукатурок. Высокие теплоизоляционные качества позволяют использовать этот материал в виде засыпок не только на поверхностях с высокими температурами (до +850 °С), но и в холодильной технике (от —200 °С).

Таблица 16

Техническая характеристика песка и щебня перлитового вспученного

Показатели	Марка песка				
	75	100	150	200	250
Объемная масса, кг/м³	75	100	150	200	250
Коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С), при t = 25 °С	0,040	0,042	0,045	0,055	0,06

Показатели	Марка щебня			
	300	400	500	600
Объемная масса, кг/м³	300	400	500	600
Коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С), при t = 25 °С	0,065	0,070	0,08	0,08

Перлитовый щебень используется в основном в качестве заполнителя в теплоизоляционных бетонах.

В зависимости от объемной массы (насыпной) перлитовый песок делится на пять марок: 75, 100, 150, 200 и 250, а перлитовый щебень на четыре марки — 300, 400, 500 и 600.

Перлитовый песок в изоляции уплотняется, как, например, марки 100 до объемной массы 120 кг/м³, марки 150 — до 180 кг/м³.

Песок и щебень упаковывают в полиэтиленовые и бумажные мешки, транспортируют и хранят в условиях, исключающих распыление, увлажнение и загрязнение.

Изделия перлитокерамические теплоизоляционные (ГОСТ 21521—76). Изготовляются путем обжига отформованных изделий из вспученного перлитового песка с добавкой огнеупорной глины (8—12%). Жесткий высокотемпературоустойчивый материал подразделяется в зависимости от объемной массы на четыре марки — 250, 300, 350 и 400.

Техническая характеристика перлитокерамических теплоизоляционных изделий (по маркам):

объемная масса, кг/м³	250	300	350	400
коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С), при $t_{ср}$, °С:				
25	0,05	0,07	0,08	0,09
325	0,11	0,12	0,13	0,14
предел прочности при сжатии, кг/см²	3	5	7	10

Расчетный коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С), для изделий марки 250 — 0,056 + 0,00015 $t_{ср}$, для изделий марки 300—0,066 + 0,00015 $t_{ср}$.

Применяется для изоляции трубопроводов и промышленного оборудования с температурой поверхности до 900 °С.

Материал выпускается в виде плит, сегментов и полуцилиндров толщиной 40, 50, 60 мм и длиной 500 мм. Поставляется и хранится в жесткой таре в условиях, исключающих увлажнение и разрушение. Изделия хранятся вертикально, в штабелях высотой до 2 м.

Изделия теплоизоляционные перлитоцементные (ГОСТ 18109—72). Изготовляются из смеси вспученного перлитового песка, асбеста и цемента. Изделия в виде плит, полуцилиндров и сегментов применяются в промышленности для изоляции поверхностей с температурой до 600 °С. Выпускаются в зависимости от величины объемной массы трех марок: 250, 300, 350.

Техническая характеристика изделий теплоизоляционных перлитоцементных (по маркам):

объемная масса, кг/м³	250	300	350
коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С), при $t_{ср}$, °С:			
25	0,060	0,065	0,07
125	0,075	0,08	0,085
предел прочности при изгибе, кгс/см²	2,2	2,4	2,6

Размеры изделий даны в табл. 17.

Материал хрупок и требует осторожного обращения при погрузочно-разгрузочных работах. Упаковывается в жесткую тару.

Таблица 17

Размеры перлитоцементных изделий

Наименование изделий	Внутренний диаметр, мм	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм
Плиты	—	500	500	50; 75
	57	—	—	50; 80
	76	—	—	50; 75
Полуцилиндры (скорлупы)	89	500	—	50; 65
	108, 159	1000		
	133	—	—	55; 80
	219	—	—	40; 70
Сегменты	273, 325, 377, 426	500, 1000	—	50; 80 50; 75

Примечание. Количество изделий, укладываемых на изолируемый трубопровод (по окружности): 2 шт. для полуцилиндров и 4—6 шт. для сегментов.

Плиты укладываются на ребро, а полуцилиндры и сегменты — на торец и жестко фиксируются. Изделия без тары хранятся в вертикальном положении с высотой штабеля до 2 м.

Изделия теплоизоляционные из вспученного перлита на битумном связующем (ГОСТ 16136—70). Перлитобитумные изделия изготовляются путем смешения, формовки и сушки вспученного перлитового песка и нагретого битума. Материал применяется и в монолитном виде. Преимущественно используется для тепловой изоляции строительных конструкций (совмещенные кровли, ограждения холодильников) и для теплоизоляции трубопроводов подземных прокладок.

По сравнению с другими теплоизоляционными материалами обладает низким водопоглощением и высокими защитными свойствами от коррозии. В подземных прокладках применяется до температур 160—170 °С, на наружных объектах — от —60 до +50 °С. В зависимости от объемной массы изделия подразделяются на пять марок: 250, 300, 350, 400 и 450.

Техническая характеристика изделий теплоизоляционных из вспученного перлита на битумном связующем (по маркам):

объемная масса, кг/м³	250	300	350	400	450
коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С), при $t_{ср}$=25°С	0,065	0,075	0,085	0,085	0,105
предел прочности при изгибе, кг/см²	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0

Техническая характеристика изделий соответствует показателям и для материала в монолитном виде.

Изделия имеют размеры, мм: плиты — длина и ширина 500; полуцилиндры — длина 500, толщина 40, 50, 60, внутренний диаметр от 57 до 159; сегменты — длина 500, толщина 50, 60, внутренний диаметр от 219 до 426.

6. Теплоизоляционные ячеистые бетоны и изделия из них

Представляют собой искусственные камневидные материалы пористой структуры с объемной массой до 500 кг/м³, изготовляемые в виде блоков и изделий автоклавного и безавтоклавного твердения. Основным сырьем служат вяжущие вещества: портландцемент, шлакопортландцемент, известь, кварцевый песок и др.

Материал может изготовляться в промышленных и построечных условиях. Теплоизоляционные ячеистые бетоны выпускаются двух видов. При введении в сырьевую смесь взбитой клееканифольной мыльной пены получают пенобетон, а при введении газообразующих веществ в виде алюминиевой пудры и перекиси водорода — газобетон.

Лучшие качественные показатели имеют материалы, прошедшие автоклавную обработку в период твердения. При такой технологии сокращается срок схватывания и расход сырья (цемента). Для повышения прочности (для подземных прокладок тепловых сетей) в пенобетон в период изготовления закладывают арматуру в виде проволочных каркасов. Такой материал называется армопенобетон. Пенобетон сохраняет качественные показатели после неоднократных увлажнений и замораживаний, поэтому считается надежным материалом в подземных сооружениях.

Материал следует содержать с предохранением от атмосферных осадков и от воздействия солнечных лучей.

Изделия из ячеистых бетонов упаковывают в деревянные решетчатые ящики, транспортируют и хранят в вертикальном положении.

Изделия из ячеистых бетонов теплоизоляционные (ГОСТ 5742—76) выпускаются в зависимости от объемной массы двух марок: А — с объемной массой до 400 кг/м³ и Б — с объемной массой до 500 кг/м³.

Техническая характеристика изделий из ячеистых бетонов теплоизоляционных:

Марки	А	Б
Объемная масса, кг/м³	До 400	До 500
Коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С), при $t_{ср} = 25$ °С:		
в высушенном состоянии	0,095	0,11
при влажности 15% по массе	0,13	0,16
Предел прочности при сжатии, кгс/см²	8	12

Основные размеры выпускаемых плит, мм: длина 1000, ширина 500, толщина от 80 до 200. Применяются для теплоизоляции строительных конструкций в огнезащитных поясах тепловой изоляции промышленных объектов с температурой поверхности до +400 °С. Изделия в конструкциях и при хранении должны быть защищены от воздействия влаги. При необходимости их распиливают (абразивными кругами или циркульными пилами) по требуемым размерам.

Плиты из ячеистых бетонов транспортируют и хранят без тары с укладкой их на ребро с деревянными прокладками между рядами. Высота штабеля не более двух-трех рядов (1,5 м).

7. Блоки из пеностекла для строительства (РСТ БССР 1665—75)

Легкий ячеистый жесткий материал, получаемый преимущественно спеканием смеси из порошкообразного стекла и газообразователя (древесный уголь, кокс). Спекается тонкоизмельченная смесь в формах при температуре в печи 700—850 °С. Газы, образующиеся при сгорании угля, вспенивают размягченное стекло.

Материал после затвердевания и отжига обладает высокой прочностью, устойчив к кислотам и их парам. Не пропускает практически влаги, морозоустойчив и легко обрабатывается.

Изготовляется в виде блоков (плит) с размерами, мм: длина 200—1000, ширина 200—500, толщина 100, 120, 140.

Пеностекло выпускается двух видов: изоляционно-строительное с объемной массой до 250 кг/м³ и изоляционно-монтажное — с объемной массой до 160 кг/м³.

Изоляционно-строительное стекло применяется для утепления стен и перекрытий жилых, общественных и промышленных зданий, изоляционно-монтажное — для утепления установок глубокого и умеренного холода, промышленного оборудования, теплопроводов. Предельная температура применения 400 °С.

Техническая характеристика блоков из пеностекла:

	Изоляционно-строительное	Изоляционно-монтажное
Объемная масса, кг/м³	160—250	130—160
Коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С), при t=20 °С	0,06÷0,075	0,05÷0,06
Предел прочности, кгс/см²:		
при сжатии	8,2—2,0	5—8
при изгибе	5—10	3,2—4

8. Фольга алюминиевая для технических целей (ГОСТ 618—73)

Прокатный мягкий (отжигаемый) листовой алюминий марок А00, А0 и А1, толщиной от 5 до 40 мкм в рулонах шириной 460 мм применяется в тепловой изоляции в специальных строительных конструкциях и установках (судостроение). При воздействии влаги корродирует. Требует защиты от механических воздействий. Применяется преимущественно в гофрированном виде для теплоизоляции вертикальных поверхностей, а также в сочетании с теплоизоляционными

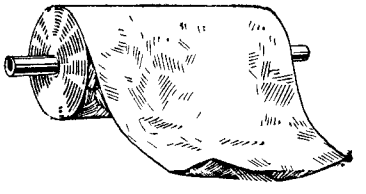


Рис. 10. Алюминиевая фольга (в рулоне)

матрацами для заполнения полостей у фланцевых соединений (рис. 10). Материал в многослойных изоляционных конструкциях обусловливает сокращение тепловых потерь за счет большой отражательной способности тепловых лучей. Не рекомендуется применять в помещениях с высокой влажностью воздуха и на поверхностях с большим насыщением (мостиках холода).

Техническая характеристика фольги алюминиевой:

объемная масса, кг/м³:	
материала	2700
» в изоляции	6—9
коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С), при $t = 20$ °С:	
материала	150
» в изоляции	0,05
предельная температура применения, °С	500

Алюминиевая фольга упаковывается в деревянные ящики. Рулоны хранятся в вертикальном положении при ширине до 200 мм и в горизонтальном положении в один ряд — при большей ширине.

ОРГАНИЧЕСКИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Этот вид теплоизоляционных материалов изготовляется из органического сырья — растительного или синтетического.

1. Теплоизоляционные материалы на основе растительного и животного сырья

Плиты торфяные теплоизоляционные (ГОСТ 4861—74). Изготовляются из слаборазложившегося торфа с добавками, повышающими водо- и биостойкость и понижающими горючесть. Материал при увлажнении подвергается гниению, а также возгоранию. Температура применения ограничена +100 °С. Основное назначение торфоплит — тепловая изоляция строительных конструкций, холодильников, холодильного оборудования и трубопроводов с температурой до —60 °С.

Плиты изготовляются мокрым и сухим способом и формуются размером 1000 × 500 × 30 мм.

Торфоплиты в виде блоков поставляются толщиной 60 и 90 мм или приготовляются на строительной площадке. Блоки состоят из двух или трех слоев плит, склеенных на битуме. Выпускаются плиты обыкновенные и специальные (повышенной водостойкости, трудносгораемые и биостойкие).

Техническая характеристика плит торфяных теплоизоляционных:

	Обыкновенные	Специальные
Объемная масса при влажности 15%, кг/м³	170	220
Коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С)	0,05	0,055
Предел прочности при изгибе, кгс/см²	3	3

Материал хранится и транспортируется в жесткой таре в условиях, исключающих его увлажнение, повреждение и возможность возгорания.

Плиты древесноволокнистые (ГОСТ 4598—74). Листовой материал, изготовляемый из древесного волокна с добавлением веществ, повышающих водостойкость, биостойкость и огнестойкость.

В зависимости от плотности древесноволокнистые плиты подразделяются на мягкие, полутвердые, твердые и сверхтвердые.

Мягкие плиты имеют большую пористость и используются для изоляционных целей, так как обладают малой тепло- и звукопроводностью. Мягкие плиты выпускаются трех марок: М-4, М-12 и М-20.

Техническая характеристика плит древесноволокнистых мягких (изоляционных):

	М-4	М-12	М-20
Объемная масса, кг/м³	150	350	350
Коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С)	0,047	0,06	0,08
Предел прочности при изгибе, кгс/см²	4	12	20

Древесноволокнистые плиты применяются для тепло- и звукоизоляции строительных ограждений при защите их от увлажнения и возгорания. Размеры выпускаемых плит (мягких марок) мм: длина 3000, 2700, 2500, 1800; ширина 1700, 1200; толщина 12, 16, 25.

Плиты фибролитовые на портландцементе (ГОСТ 8928—70). Жесткий плитный утеплитель, применяемый в строительстве в условиях, исключающих увлажнение. Изготовляется из смеси древесной стружки (шерсти) и портландцемента путем прессования и твердения.

Техническая характеристика плит фибролитовых на портландцементе:

	300—350	350—400	Более 400
объемная масса, кг/м³			
предел прочности при изгибе, кгс/см²	4	6	10
коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С):			
материала	0,09	0,105	0,13
конструкции	0,11	0,14	0,16

Транспортируют и хранят с укладкой плашмя с предохранением от увлажнения.

Теплоизоляционные изделия из пробки.

Натуральная пробка — кора пробкового дуба (или бархатного дерева). В теплоизоляции применяется в виде плит, спрессованных из дробленой пробки (крупы) с органическим клеящим водоустойчивым веществом (каменноугольный пек, смола, столярный клей и пр.) или плит из пробковой крупы без добавления связующих, но путем термической обработки спрессованных изделий при температуре 300 °С. Выделяемые при термической

обработке смолистые вещества, содержащиеся в кусках пробки, склеивают их между собой.

Материал, получаемый по первому способу, называется пробка в плитах (СТУ 275—60), по второму способу — плиты экспанзитовые (ТУ 13-225—75).

Изделия из пробки из-за высокой стоимости и качественных показателей (гниет, горит) имеют ограниченное применение. Используются в специальных установках (судостроение) и строительных конструкциях. Плиты экспанзита долговечнее и имеют лучшие показатели, чем пробка в плитах.

Техническая характеристика пробки в плитах и плит экспанзитовых:

	Пробка в плитах	Плиты экспанзитовые
Объемная масса, кг/м³	240	180 и 220
Коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С), при t=20 °С	0,05	0,05
Предел прочности при изгибе, кгс/см²	2,5	1,5
Предельная температура применения, °С	—50÷ +100	—50÷ +100

Из плит нарезаются сегменты для изоляции трубопроводов холодильных установок. Плиты поставляются различных размеров преимущественно площадью 1000 × 500 мм и толщиной от 25 до 120 мм.

Крупа пробковая техническая (ТУ 21-29—69) — измельченная кора пробкового дуба или дробленые отходы пробковых изделий. Размер зерен 0,5—8 мм. Применяется с шпаклевочной мастикой для изоляции небольших поверхностей (мостиков холода) от запотевания в виде обсыпки, а также как наполнитель теплоизоляционных матрацев (холодильных установок). Пробковая крупа может быть использована в засыпных конструкциях с учетом усадки материала.

Техническая характеристика крупы пробковой технической:

объемная масса, кг/м³:	
материала	125
» в засыпке	135
мастики	600—900
коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С), при t = 20 °С:	
материала	0,035
» в засыпке	0,04
мастики	0,15—0,2

Крупа пробковая поставляется и хранится в мешках в условиях, исключающих увлажнение.

Войлок технический грубошерстный (для теплоизоляции) (ГОСТ 6418—67). Изготовляется из смеси коровьей, овечьей и другой шерсти. Выпускается в пластинах площадью 3000 × × 1400 мм и толщиной 6—10 мм.

Техническая характеристика войлока технического грубошерстного (для теплоизоляции):

объемная масса, кг/м³	
материала	160
» в изоляции	170
коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С), при t = 20 °С	0,045
предельная температура применения, °С	от —60 до +100

Применяется для тепловой изоляции холодных трубопроводов, вентиляционных каналов, а также в качестве прокладок (для ослабления тепловых мостиков). Перед применением должен пропитываться антисептиком (от моли) и антипиреном (от возгорания).

Поставляется свернутым в рулоны, перевязанные в двух местах шпагатом. Должен храниться в сухом проветриваемом помещении. Высота штабеля до 2 м. Для доступа воздуха основание штабеля должно быть выше уровня пола помещения не менее чем на 0,2 м. При длительном хранении должен обрабатываться противомольным препаратом.

2. Теплоизоляционные материалы на основе синтетического сырья

Теплоизоляционные пластмассы (пенопласты). Представляют собой вспененные полимерные материалы, обладающие высокими теплоизоляционными свойствами и хорошими эксплуатационными показателями. Имеют широкое применение для теплоизоляции поверхностей с положительными и отрицательными температурами.

Пенопласты выпускаются с различной степенью упругости — эластичные и твердые. Теплоизоляционные качества материала зависят от его строения. Легкость и высокая пористость (до 90%) достигается введением в жидкую полимерную композицию воздуха или газообразного вещества. Материал, в котором поры не замкнуты и сообщаются между собой, обладает худшими теплоизоляционными качествами, а с закрытыми порами имеет более низкую теплопроводность.

Пенополистирол широко используется для теплоизоляции. Полимерный материал состоит из изолированных ячеистых частиц, плотно склеенных друг с другом. Изготовляется из бисерного полистирола прессовым и беспрессовым способами с добавкой или без добавки антипирена (ПСБС и ПСБ).

Для тепловой изоляции преимущественно выпускается материал беспрессовым способом марки ПСБС (с антипиреном).

Плиты теплоизоляционные из пенопласта полистирольного марки ПСБС (ГОСТ 15588—70). Изготовляются из суспензионного вспенивающегося самозатухающего полистирола. Выпускается в виде плит белого цвета площадью 1000 × 500 мм и толщиной 50—100 мм.

Техническая характеристика плит теплоизоляционных из пенопласта полистирольного марки ПСБС:

объемная масса, кг/м³	25—40
коэффициент теплопроводности расчетный в конструкции, ккал/(м·ч·°С)	0,045
предел прочности при изгибе, кгс/см²	0,7—1,8
температура применения, °С	от —180 до +70

Стоек к воде, кислотам, щелочам, растворим в нитросоединениях (бензин, минеральные масла, эфир). Материал сгораемый (самозатухающий).

Применяется как эффективный утеплитель в строительных ограждениях и в холодильных установках для теплоизоляции оборудования.

Плиты транспортируют в крытых вагонах-контейнерах, хранят в закрытых проветриваемых помещениях (под навесом) в противопожарных условиях.

Пенопласт плиточный марки ПХВ (ТУ 6-05-1179—75). Жесткая, замкнуто-пористая по своей структуре пластмасса коричневого цвета, изготовляется на основе поливинилхлорида. Выпускается четырех марок в зависимости от объемной массы.

Техническая характеристика пенопласта плиточного марки ПХВ:

	ПХВ-1-85	ПВХ-1-115	ПХВ-2-150	ПХВ-2-195
Объемная масса, кг/м³	85	115	150	195
Коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С)	0,05	0,05	0,05	0,05
Предел прочности при изгибе, кгс/см²	4	7	8	15

Размер поставляемых плит, мм: длина 520—750, ширина 520—750, толщина 35—70.

Применяют плиты для изоляции строительных конструкций и в холодильных установках (оборудование, трубопроводы). Материал самозатухающий (при выносе из пламени не горит). Температура применения от —180 до +70 °С.

Плиты теплоизоляционные марки ФС-7-2 (МРТУ 6-05-958—73). Жесткий пенопласт, изготавливаемый на основе фенолформальдегидной и фурфуролацетоновой смол и порообразующих веществ, с наполнителями из стекловолокна и вспученного перлита. Плиты жесткие, хрупкие, химически стойкие. Относятся к трудно воспламеняемым материалам. Применяются в строительстве в легких строительных конструкциях (кровли, стены), а также в судостроении в пределах температур от —55 до +100 °С.

Техническая характеристика плит теплоизоляционных марки ФС-7-2:

объемная масса, кг/м³	100	70
предел прочности при изгибе, кгс/см²	3	2
коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С)	0,045	0,045

Поставляется в плитах площадью 1000 × 500 мм и толщиной 35, 40, 50 и 60 мм, оклеенных бумагой (для повышения прочности).

Изделия теплоизоляционные из пенопласта марки ФРП-1 (ГОСТ 22546—77). Жесткий газонаполненный пластик, изготовленный на основе феиолформальдегидной смолы, светло-коричневого цвета с мелкопористой однородной структурой. Применяется для тепловой изоляции строительных конструкций, тепловых сетей подземных прокладок, в холодильной технике (с защитой от увлажнения) и в судостроении.

Материал изготовляется путем смешения двух жидких, взрывобезопасных и трудно воспламеняемых компонентов в следующих соотношениях (мас. ч.):

резольная смола ФРВ-1	4—6
продукт ВАГ-3 (отвердитель)	1

Полученная композиция заливается в полости, образуемые между формой, устанавливаемой на плети изолируемых трубопроводов, или между опалубкой и изолируемой поверхностью строительного ограждения или оборудования. Температура применения от —180 до +150 °С.

Для предотвращения сцепления пенопласта с формующей оснасткой последнюю покрывают машинным маслом или обкладывают бумагой или пленкой. В результате возникающей химической реакции при нормальной температуре (15—20 °С) и атмосферном давлении смесь вспенивается и отверждается в течение 6—8 мин, после чего освобождается от формы или опалубки.

Техническая характеристика изделий из пенопласта марки ФРП-1:

объемная масса, кг/м³	40—60
предел прочности при сжатии, кгс/см²	0,5
коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С), при $t = 20$ °С	0,04

Пенопласт ФРП-1 изготовляют в виде изделий для изоляции трубопроводов со следующими внутренними диаметрами:

$d = 45 \div 273$ мм — в виде полуцилиндра;

$d = 325 \div 920$ мм — в виде трети цилиндра;

$d = 920 \div 1020$ мм в виде четверти цилиндра.

Длина изделий 1500 мм.

Пенопласт ФРП-1 относится к трудносгораемым материалам.

Изделия транспортируются в деревянной обрешетке. При хранении предохраняются от увлажнения.

Пенопласт пенополиуретановый марки ППУ-3Н (ТУ ВНИИСС-56—70). Жесткая газонаполненная мелкопористая пластмасса, получаемая в результате реакций между несколькими химикатами, входящими в составляемые из них две смеси.

Таблица 18

Защитные покрытия для тепловой изоляции

Материалы	ГОСТ, ТУ	Применяемая толщина, мм	Масса 1 м², кг	Предел прочности, кгс/см²		Степень возгораемости	Расчетный срок службы		Область применения
				при разрыве	при изгибе		вне помещения	в помещении	
			а) металлические						
1. Листы из алюминия и алюминиевых сплавов	ГОСТ 21631–76 ТУ 15-06-228–76 ТУ 1-3-125–76	0,5–1,0 0,3 0,5–1,0	1,42–2,85 0,85 1,42–2,85	1500 1500 1500	— — —	Несгораемые То же »	10–12 10–12 10–12	12–14 12–14 12–14	При наличии соответствующих обоснований на плоских поверхностях, оборудовании, на объектах с большим количеством выступающих частей. На трубопроводах применяется в особо ответственных случаях при требовании повышенной эстетики и на пожаро-взрывоопасных объектах с учетом агрессивности окружающей среды
2. Ленты из алюминия и алюминиевых сплавов	ГОСТ 13725–68 ОСТ 1-92006–71	0,25–0,5 0,3–1	0,7–1,4 0,85–2,85	1500 1500	— —	» »	8–10 8–10	10–12 10–12	На трубопроводах диаметром до 600 мм в особо ответственных случаях при требовании повышенной эстетики и на пожаро-взрывоопасных объектах с учетом агрессивности окружающей среды
3. Гофрированные листы из алюминиевых сплавов	ТУ ПК-0790-1	0,5	1,35	1500	—	»	8–10	10–12	См. п. 1
4. Сталь тонколистовая кровельная оцинкованная	ГОСТ 8075–56	0,5–1,0	4,0–7,9	3500	—	Несгораемая	9–10	10–12	См. п. 1
5. Сталь тонколистовая кровельная	ГОСТ 17715–72	0,5–0,8	5,0–6,3	2500	—	То же	7–8 с окраской	8–10 с окраской	То же
6. Сталь листовая холоднокатаная	ГОСТ 19904–74	0,5–1	3,9–7,9	2500	—	»	То же	То же	»
7. Сталь рулонная холоднокатаная с полимерным покрытием (металлопласт)	ТУ 14-1-1114–74	0,8–1,3	6,0–8,0	2500	—	Трудносгораемая	6–7	8–10	В отдельных случаях на оборудовании и трубопроводах, не подверженных прямому воздействию солнечных лучей
			б) на основе синтетических полимеров						
8. Стеклотекстолит конструкционный марки КАСТ-В	ГОСТ 10292–74	0,5–1,2	0,5–1,2	2800 2950	—	Трудновоспламеняемый	6–8	8–10	На плоских поверхностях и оборудовании диаметром 4 м и более. Не допускается применение на пожаро-взрывоопасных объектах
9. Пленка винипластовая каландрированная марки КПО	ГОСТ 16398–70	0,4–1,0	0,5–1,0	400	—	То же	3–4	5–6	На прямолинейных участках трубопроводов всех видов прокладки, кроме бесканальной, не подверженных воздействию солнечных лучей и высокой температуры. Не применяется на пожаро-взрывоопасных объектах
10. Пластики слоистые для теплоизоляционных конструкций (на основе картона)	ТУ 36-1726–76	1,3; 2,5	1,1; 1,6	20–40	—	Трудносгораемые	4–5	6–7	На прямолинейных участках трубопроводов всех видов прокладки, кроме бесканальной. Не применяются на пожаро-взрывоопасных объектах

Продолжение табл. 18

Материалы	ГОСТ, ТУ	Применяемая толщина, мм	Масса 1 м², кг	Предел прочности, кгс/см²		Степень возгораемости	Расчетный срок службы		Область применения
				при разрыве	при изгибе		вне помещения	в помещении	
11. Стеклопластик рулонный для теплоизоляции РСТ (лакостеклоткань) марок; РСТ-Ф, РСТ-Х, РСТ-А, РСТ-Б	ТУ 6-11-145—74	0,25—0,5	0,2—0.37	250—300	—	Несгораемый,	6—8	8—9	На прямолинейных участках трубопроводов всех видов прокладки, кроме бесканальной, по выравнивающему слою из упругих материалов (типа рубероида), при прокладке в каналах, тоннелях и в технических подпольях — без выравнивающего слоя
12. Стеклопластик марки ФСП (стеклопластик фенольный покровный)	ТУ 6-11-150—76	0,3—0,6	0,5—0,7	1000—1200	—	То же	6—8	8—9	На цилиндрических поверхностях оборудования диаметром до 4 м при небольшом количестве выступающих частей; на трубопроводах всех видов прокладки, кроме бесканальной, при расположении на открытом воздухе и в помещении. Применение на пожаро- взрывоопасных объектах не допускается
13. Стеклотекстолит покровный листовой СТПЛ	ТУ 36-1583—72	0,3—0,5	0,6—0,9	1800—2000	—	Трудносгораемый	6—8	8—9	То же
14. Стеклотекстолит для теплоизоляционных конструкций	ТУ 6-11-270—73	0,3—0,5	0,35—0,7	1300	—	То же	6—7	7—8	»
				в) на основе п		родных полимеров			
15. Рубероид марок: РКК-500А, РКК-400А, РКК-400Б, РКК-400В	ГОСТ 10923—76	1,5—2,0	3,2—3,9	Средняя разрывная нагрузка 28—32	—	То же	2—3	4—6	На прямолинейных участках трубопроводов, расположенных не ближе 25 м от пожаро-взрывоопасных объектов и прокладываемых в непроходных каналах, тоннелях, технических подпольях, подвалах, а также на открытом воздухе при отсутствии повышенных требований к эстетике
16. Стеклорубероид	ГОСТ 15879—70	2,5	2,3—2,9	30—40	—	»	3—4	5—6	На прямолинейных участках трубопроводов, прокладываемых в непроходных каналах, тоннелях, а также на открытом воздухе при отсутствии повышенных требований к эстетике
17. Толь кровельный и гидроизоляционный марки ТКК-350, ТКК-400	ГОСТ 10999—76	1,0—1,5	0,35—0,40	Средняя разрывная нагрузка 28—30	—	Сгораемый	2—3	4—6	См. п. 15
18. Изол	ГОСТ 10296—71	2,0	0,7	5,5	—	Трудновоспламеняемый	2—3	4—6	То же
19. Пергамин кровельный марки П-350	ГОСТ 2697—75	1,0—1,5	0,3—0,35	Средняя разрывная нагрузка 22—27	—	То же	2—3	4—6	»

Продолжение табл 18

Материалы	ГОСТ, ТУ	Применяемая толщина мм	Масса 1 м², кг	Предел прочности, кгс/см²		Степень возгораемости	Расчетный срок службы		Область применения
				при разрыве	при изгибе		вне помещения	в помещении	
				г) м		ральные			
20. Стеклоцемент текстолитовый для теплоизоляционных конструкций	ТУ 36-940—77	1,5—2,0	1,8—2,2	—	15	Несгораемый	5—6	6—7	На прямолинейных участках трубопроводов всех видов прокладки, кроме бесканальной, и в непроходиых каналах
21. Листы асбестоцементные плоские	ГОСТ 18124—75	6,0—10	8,5—10	—	160—	То же	6—8	8—10	На плоских поверхностях и оборудовании диаметром 4 м и более при отсутствии большого количества выступающих частей
22. Листы асбестоцементные волнистые унифицированного профиля и детали к ним	ГОСТ 16233—77	5,0—8,0	8,0—9,0	—	180—200	»	6—8	8—10	То же
23. Штукатурка асбестоцементная		10—20	20—25		40	»	4—5	8—10	На оборудовании диаметром до 4 м, небольших размеров и сложной конфигурации, а также на трубопроводах при небольшом объеме работ, при особых требованиях в части пожаробезопасности, как разделительные противопожарные пояса при использовании горючих видов материалов, для защитного покрытия на трубопроводах всех диаметров при всех видах прокладок
				д) д		рованные			
24. Фольгоизол	ГОСТ 20429—75	2,0—2,5	0,7—0,8	35	—	Трудносгораемый	4—5	6—7	На трубопроводах при надземной прокладке, в помещении и на открытом воздухе и при прокладке в тоннелях при повышенных требованиях к эстетике
25. Фольга алюминиевая дублированная для теплоизоляционных конструкций марок: Ф150т-К, Ф150м К, Ф150т-С, Ф150м-С, Ф150т-П, Ф150м П, Ф200т-Б, Ф200м-Б	ТУ 36-1177—70	0,5—1,5	0,8—1,5	1000—1200	—	То же	4—5	6—7	То же Фольга, дублированная картоном, применяется на трубопроводах, расположеиных в помещении с отиосительной влажностью не более 70%
26. Фольгорубероид для защитиой гидроизоляцни утеплителя трубопроводов	ТУ 21-ЭССР-69—75	1,7—20	2,1	900—1000	—	»	5—6	6—8	См. п. 25
27. Рубероид, дублированный стеклотканью	ТУ 21-УССР-830—74	2,0—2,5	2,1—2,5	—	—	»	3—4	5—6	См. п. 16
28. Рубероид, покрытый стеклотканью	ТУ 2Г-ЭССР 48—75	2,0—2,5	2,8—3,0	—	—	»	3—4	5—6	То же

Таблица 19

Основные материалы для пароизоляции и герметизации швов

Наименование, ГОСТ или ТУ	Марка	Краткая характеристика	Область применения	Примечания
1. Битумы нефтяные строительные, ГОСТ 6617--76	БН-70/30 (БН-IV)	Температура размягчения не ниже 70 °С. Потери в массе при 160 °С за 8 ч не более 1%. Температура вспышки не ниже 230 °С	Обмазочная пароизоляция и проклейка швов пароизоляционного слоя из рубероида, фольги, изола	Применяется в смеси с битумом марки БН 90/10, ГОСТ 6617—76
2. Пленка полиэтиленовая, ГОСТ 10354—73	С	Толщина 0,2 и 0,3 мм, ширина полотна 600 мм, длина 25 м	Рулонная пароизоляция	Применяется с проклейкой швов липкой лентой
3. Лента полиэтиленовая с липким слоем, ГОСТ 20477—75	А, Б	Толщина 0,11—0,18 мм, ширина 30—150 мм, длина 70 м. Клей на основе полиизобутилена	Для проклейки швов покровного и пароизоляционного слоев теплоизоляционных конструкций	Применяется при температуре от —40 до +50 °С
4. Лента поливинилхлоридная электроизоляционная, ГОСТ 16214—70	ПХВ	толщина, мм: 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,45 ширина, мм: 15, 20, 30, 40 | 20, 30, 40 | 30 | 50	То же	То же
5. Рубероид, ГОСТ 10923—76	РПП-300А, РПМ-300А	Рубероид с мелкой минеральной посыпкой с двух сторон. Размеры рулонов: ширина 750, 1000 и 1025 мм, длина 10000 и 20 000 мм	Рулонная пароизоляция при температуре изоляционного слоя не ниже —70 °С	Применяется с проклейкой швов битумом
6. Изол, ГОСТ 10296—71		Толщина 2 мм, ширина 300—1000 мм	То же	То же
7. Фольга алюминиевая рулонная для технических целей, ГОСТ 618—73		Применяется толщиной не менее 0,04 мм из алюминия марок: АД1, АД, А5, А6, А7. По виду поставки — мягкая (отожженная)	Пароизоляционный слой теплоизоляционных конструкций	Применяется с проклейкой швов битумом БН-70/30, клеями БФ-2, БФ-4 (ГОСТ 12172—74), нитроклеем АК-20 (ТУ 6-10-1293—72), мастикой «бутэпрол» (ТУ 21-29-45—76)

Эти две смеси в специальной установке («Пена-1») вспениваются и посредством пистолета наплываются на изолируемые поверхности до требуемой толщины. Материал относится к самозатухающим. Он быстро отвердевает: для отверждения 1 м² толщиной 40—60 мм требуется 1 мин (с. 66).

Техническая характеристика пенопласта пенополиуретанового марки ППУ-3Н:

объемная масса, кг/м³	50—60
коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С)	0,028÷0,035
предел прочности, кгс/см²:	
при сжатии	2
при изгибе	5
температура применения, °С	от —180 до +70

Составляющие для пенополиуретановой изоляции: полиэфир П 3 (МРТУ 6-05-1119—68), продукт ДУДЭГ-2 (ТУ 871—66), триэтиламин (МРТУ 6-09-2473—65), эмульгатор ОП-10 (ГОСТ 8433—57), силиконовое масло (ГОСТ 6990—75), трихлорэтилфосфат (МРТУ 6-08-47—67), вода дистиллированная (ГОСТ 6709—72).

Изоляция пенополиуретаном может выполняться методом напыления и заливки. Кроме того, из пенополиуретана изготовляют изделия, применяемые для теплозвукоизоляции:

из полужесткого пенополиуретана, облицованные пленкой типа АБС — ПВК (ТУ 6-05-1685—75);

панели кровельные с несущим профилированным стальным настилом, утеплителем из жесткого пенополиуретана и покровным слоем (ТУ 67-86—75);

пенопласт плиточный полиуретановый марки ПУ-101 (ТУ 6-05-1768—76); плиты теплоизоляционные из пенополиуретана марки ППУ-3С (ТУ 67-9-52—76) и др.

ПОКРОВНЫЕ ПАРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ И АРМИРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

(табл. 18, 19, 20, рис. 11)

Для обшивки и оклейки поверхности изоляции, а также для оболочек теплоизоляционных матрацев при тепловой изоляции холодных поверхностей используются:

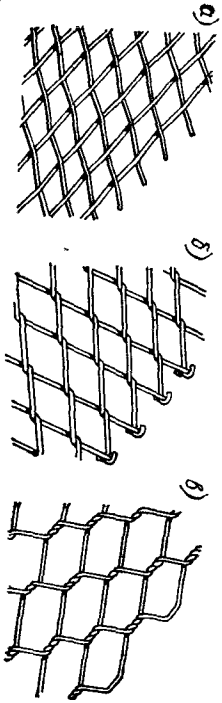


Рис. 11. Сетки проволочные
а — тканая; *б* — плетеная; *в* — крученая

Таблица 20

Армирующие и крепежные материалы теплоизоляции

Материал, ГОСТ	Характеристика	Назначение
1. Проволока стальная низкоуглеродистая общего назначения, ГОСТ 3282—74	Диаметр 0,8—8 мм. Прочность при растяжении соответственно 120—75 кгс/см² (термически не обработанная) и 30—50 кгс/мм² (термически обработанная). Масса 1000 м: *d*, мм . . | 0,8 | 1,2 | 2 | 3 | 5 | 8 *M*, кг . . | 3,95 | 8,88 | 24,65 | 55,55 | 154,2 | 394,6	Для устройства внутреннего каркаса, стяжек, штырей, крепежных колец, применяемых при изоляции оборудования и трубопроводов с температурой теплоносителя от —70 до +500 °С
2. Проволока стальная оцинкованная для сердечников проводов, ГОСТ 9850—72	Диаметр 1,2—4,5 мм. Временное сопротивление разрыву 120—130 кгс/мм². Масса 1000 м — см. п. 1	То же
3. Проволока из высоколегированной коррозионностойкой и жаростойкой стали, ГОСТ 18143—72	Диаметр 0,8—5 мм. Изготовляется из стали марки Х18Н10Т по ГОСТ 5632—61. Масса 1000 м — см. п. 1	Для изготовления крепежных деталей, прилегающих к изолируемой поверхности, оборудования и трубопроводов с температурой теплоносителя не ниже —70 и не выше +500 °С
4. Проволока стальная оцинкованная общего назначения, СТУ 49-646—63, ЧМТУ 4-46—67	Диаметр 0,8, 1,2, 2, 3, 5 и 8 мм. Прочность при растяжении для диаметров 0,8—8 мм соответственно 130—70 кгс/мм². Масса 1000 м — см. п. 1	См. п. 1
5. Проволока стальная оцинкованная перевязочная для воздушных линий связи, ГОСТ 15892—70	Диаметр, мм: 1,2, 1,4, 2, 2,5. Временное сопротивление разрыву 30—50 кгс/мм². Масса 1000 м, кг: *d*, мм . . | 1,2 | 2 | 3 *M*, кг . . | 8,88 | 24,65 | 55,55	Для устройства внутреннего каркаса, стяжек, штырей, крепежных колец, изоляции оборудования и трубопроводов при температуре теплоносителя от —70 до +500 °С
6. Проволока алюминиевая круглая электротехническая марки АМ, ГОСТ 6132—71	Диаметр, мм: 0,8, 1,2, 2, 3, 5, 8. Масса 1000 м, кг: *d*, мм . . | 0,8 | 1,2 | 2 | 3 | 5 | 8 *M*, кг . . | 1,38 | 3,1 | 8,6 | 19,3 | 53 | 136	То же
7. Нить полистирольная, ГОСТ 12851—67	Диаметр 1,1 мм, прочность при растяжении 710 кгс/см²	Для сшивки обкладок и изготовления крепежных колец
8. Нити стеклянные крученые комплексные, ГОСТ 8325—78	Разрывная нагрузка нити 28 кгс. Масса 1000 м — 0,68 кг	Для сшивки обкладок матов в стеклянной ткани
9. Винты самонарезающие для металла и пластмассы, ГОСТ 10621—63	С полукруглой головкой. Диаметр 4 мм, длина 12 мм. Стальные с противокоррозионным покрытием, закаленные и оцинкованные или кадмированные или из алюминиевых сплавов. Масса 1000 шт. стальных винтов 1,193 кг. Масса винтов из алюминиевых сплавов исчисляется с применением понижающего коэффициента 0,356	Для крепления покрытий из металла и пластмасс

Продолжение табл. 20

Материал, ГОСТ	Характеристика	Назначение
10. Сетки стальные плетеные одинарные № 12 — 1,2 с квадратными и ромбическими ячейками, ГОСТ 5336—67 (рис. 11)	Изготовляют из стальной низкоуглеродистой термически не обработанной проволоки диаметром 1,2 мм. Размер ячейки в свету 12 мм. Масса 1 м² — 1,82 кг. Поставляется в рулонах шириной 1000 и 1500 мм, длиной 30 м	В качестве основания мастичной штукатурки
11. Сетки проволочные крученые с шестиугольными и трапециевидными ячейками марки КШО № 20 — 0,5, ГОСТ 13603—68	Изготовляют из низкоуглеродистой термически обработанной оцинкованной проволоки диаметром 0,5 мм. Размер ячейки в свету 20 мм. Масса 1 м² — 0,214 кг. Поставляется в рулонах шириной 500, 1000, 1500, 2000 мм и длиной 50 м	Для крепления основного слоя из волокнистых теплоизоляционных материалов и для съемной изоляции арматуры и фланцевых соединений
12. Сетки стальные крученые с шестигранными ячейками № 10—0,5 и № 25—1,3, МРТУ 14-65—66	Изготовляют из низкоуглеродистой термически обработанной оцинкованной проволоки: № сетки . . . . . 10 | 25 диаметр проволоки, мм . . . 0,5 | 1,3 размер ячейки, мм . . . . . 10 | 25 масса 1 м², кг . . . . . 0,55 | 1,2 Поставляется в рулонах шириной 800 и 900 мм	См. п. 11
13. Сетка стальная крученая с шестигранными ячейками № 20—0,5 и № 25—0,6, ЧМТУ 3609—53	Изготовляют из низкоуглеродистой светлоотожженной проволоки: № сетки . . . . . 20 | 25 диаметр проволоки, мм . . . 0,5 | 0,6 размер ячейки, мм . . . . . 20 | 25 масса 1 м², кг . . . . . 0,214 | 0,314 Поставляется в рулонах шириной 1400 и 1750 мм, длиной 150 и 200 м	См. п. 11
14. Лента изоляционная хлопчатобумажная (киперная), ГОСТ 4514—78	Выпускается шириной 10—60 мм и толщиной 0,43 мм. Масса 100 м — от 0,187 до 1,098 кг	Для крепления основного слоя изоляции и пароизоляции на трубопроводах (вместо проволочных колец)
15. Лента алюминиевая, ТУ 48-08-371—70	Из отходов алюминиевых листов. Полосы шириной 10—30 мм, толщиной 0,6 и 0,8 мм из отожженного алюминия. Масса 1 м при ширине 30 мм и толщине 0,6 мм — 0,8 кг	В качестве бандажей для крепления основного и покровного слоев изоляции
16. Лента стальная упаковочная, ГОСТ 3560—73	Полосы шириной 20 и толщиной 0,7 мм. Масса 1 м — 0,11 кг	Применяется с противокоррозионным покрытием в качестве бандажей для крепления основного и покровного слоев

ткани хлопчатобумажные технические, миткали (ГОС
9858—75) шириной 600—1100 мм, масса 1 м² — 68 — 106 г
парусина специальная морская № 1 вареная (ГО
15530—76) шириной 75 см, масса 1 м² — 0,450 кг, ткань сте
лянная (ГОСТ 8481—75 и ГОСТ 19170—73) шириной 600—
1150 мм (применяется с окраской и без окраски)

Глава II

МОНТАЖ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ

ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ ПОД ИЗОЛЯЦИЮ

Тепловая изоляция может выполняться двумя способами
домонтажным, т е на трубопроводах и оборудовании до их мо
тажа — установки в рабочее положение, и «по месту», т е
поверхностях смонтированных трубопроводов и оборудован
установленных на проектные отметки

По ряду причин тепловая изоляция монтируется преимущ
ственно «по месту».

Приступать к выполнению тепловой изоляции разрешае
при условии полной технической готовности изолируемой
верхности Это значит, что все слесарно сварочные рабо
должны быть завершены установлены опоры, кронштейны, п
ески, крепления для приборов, соединительные муфты и т
что предусмотрено проектом, должно быть присоединено и п
варено к изолируемой поверхности

Трубопроводы, аппараты и оборудование, предназначенные
для эксплуатации под избыточным давлением, должны до изо
ляционных работ пройти испытания на плотность (гидравличе-
ское или пневматическое).

В отдельных случаях необходимо монтировать теплоизоля-
цию на трубопроводах до их опрессовки с оставлением сварных
стыковочных швов без изоляции, которая выполняется после
испытания на плотность Такой порядок работ резко повышает
трудоемкость, так как требует возврата изолировщиков к боль
шому числу мест для выполнения малых объемов работ, а в
ряде случаев влечет повторное возведение лесов

Этот способ не применим при частом расположении стыков,
а также на нецельнотянутых трубах, имеющих продольный или
навивной швы

Необходимо добиваться поузловой сдачи под изоляцию пол-
ностью готовых (опрессованных) установок, магистральных тру-
бопроводов участками длиной по 200—300 м, а на эстакадах,
каналах и других прокладках — полным их сечением (одновре-
менно всех трубопроводов)

При приемке поверхностей под изоляцию следует проверять
выполнение крепежных устройств для изоляционного слоя
личие и качество крепежных крючков, штырей, скоб, разгру
ных поясов, каркасов и др Изолируемая поверхность дол
иметь антикоррозионное покрытие в соответствии с проек

Рис 12. Выполнение домонтажной изоляции на плетях трубопроводов до укладки их в траншею

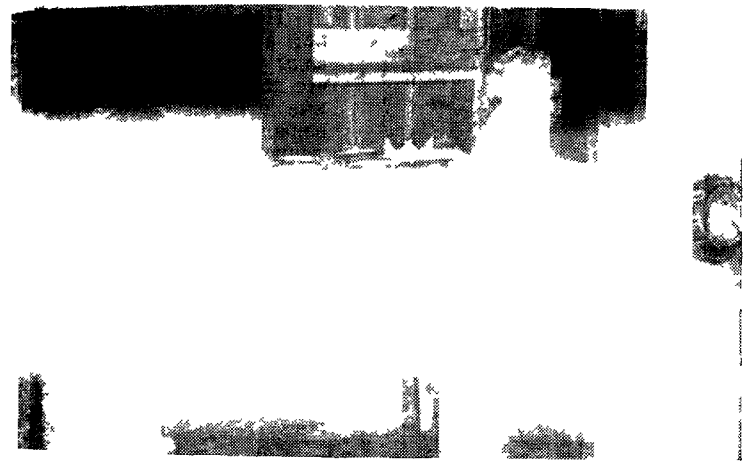


Рис. 13. Выполнение домонтажной изоляции на воздуховодах

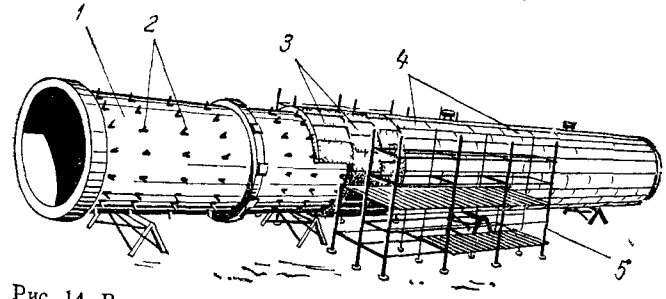


Рис 14. Выполнение домонтажной изоляции на ректификационной колонне
1 — изолируемая поверхность; *2* — крепежные штыри; *3* — теплоизоляция; *4* — покровный слой; *5* — блок стоечных лесов

Рис. 15. Установка колон (с домонтажной теплоизоляцией) в рабочее положение

ДОМОНТАЖНАЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ

При выполнении изоляции домонтажным способом изолируемые аппараты и плети трубопроводов должны быть установлены на подкладках высотой, обусловливающей удобство изоляционных работ (не менее 0,5 м от земли).

При этом способе работ аппараты и трубопроводы устанавлнвают в рабочее положение и на проектные отметки со смонтированной на них тепловой изоляцией (рис. 12—15).

Грузоподъемность механизмов, применяемых для установки оборудования и аппаратов, нет необходимости увеличивать из-за незначительной массы тепловой изоляции

Домонтажная тепловая изоляция особенно эффективна при монтаже крупного технологического оборудования, магистраль-

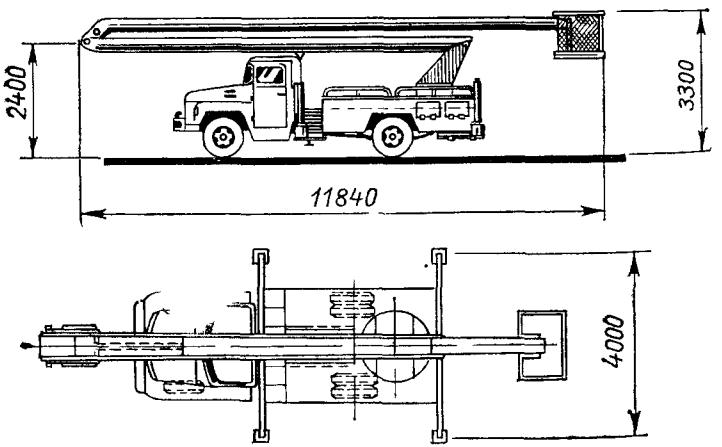


Рис. 16. Гидравлический подъёмник АГП-22 (для ведения теплоизоляционных работ двумя рабочими на высоте до 22 м)

Таблица 21

Эффективность метода «надвига»

Наименование видов работ	Основание *	Норма времени, чел.-ч	
		на 1 м² теплоизоляции	на 1 м³ теплоизоляции
Монтаж изоляции «по месту» (с лесов)			
Изоляция трубопроводов комплектными минераловатными теплоизоляционными конструкциями	ТНиР Т-18-8-4	0,31	4,65
То же, с учетом трудоемкости выполнения работ на лесах	К-1,1	0,341	5,10
Устройство и разборка:			
трубчатых безболтовых лесов	ЕНиР 6-1-28, п. 1-2б	0,375	
подвесных струнных лесов	ЕНиР 6-1-28, п. 1-2г	0,6	
Монтаж изоляции методом «надвига»			
Изоляция трубопроводов комплектными минераловатными и теплоизоляционными конструкциями с учетом трудоемкости надвига конструкций	Т-18-8-4, К-1,2	0,372	5,6

* Типовые нормы и расценки на теплоизоляционные работы.

Примечание. Расчет ведется для трубопровода диаметром 273 мм и толщиной изоляции 80 мм. На объекте, где целесообразно применение метода «надвига», требуется проч обычном способе работ возводить леса не менее 20 м² на 1 м³ изоляции (50% стоечных и 50% подвесных)

Грудозатраты на монтаж 1 м³ изоляции $5{,}1+(0{,}375\times10)+(0{,}6\times10)=14{,}85$ чел.-ч, трудозатраты на монтаж 1 м³ изоляции методом «надвига» — 5,6 чел.-ч, сокращенне трудозатрат на 1 м³ изоляции — $14{,}85-5{,}6=9{,}25$ чел.-ч $=1{,}15$ чел.-дн.

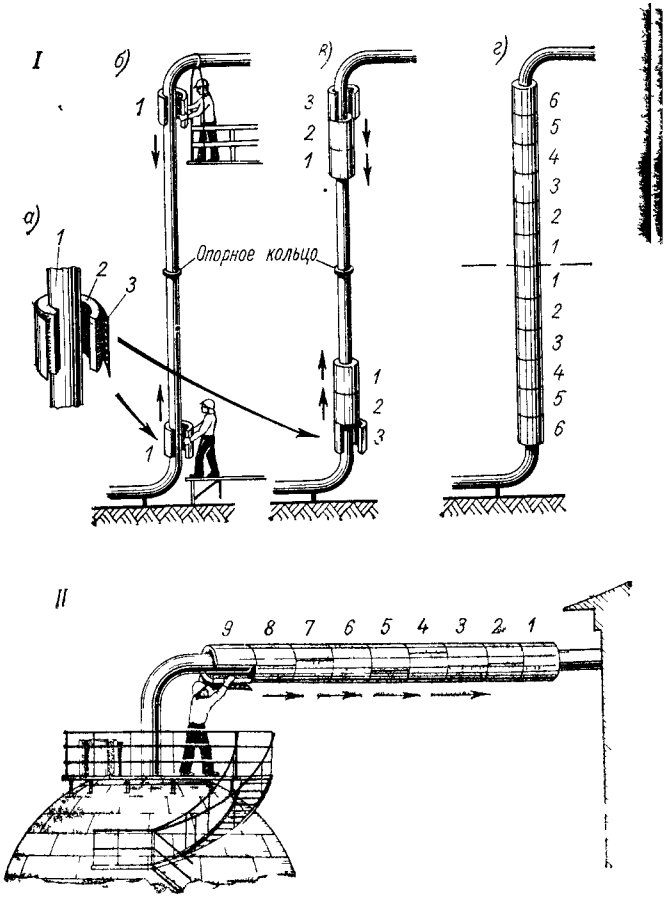
ных трубопроводов больших диаметров, газоходов и пр. При этом способе ведения работ не требуется возведения лесов, подачи материалов на высоту к рабочим местам, повышается качество монтажа и безопасность производства работ.

По данным ВНИПИ Теплопроект, экономня трудозатрат от внедрения домонтажной изоляции на 1 м³ изоляции составляет 0,7 чел.-дн на аппаратах колонного типа и 2,13 чел.-дн. — на трубопроводах.

МОНТАЖ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ НА ВЫСОТЕ ЛЕСОВ — МЕТОДОМ «НАДВИГА»

В общей трудоемкости монтажа тепловой изоляции, вы няемой на высоте, примерно 30% падает на возведение ле

Для выполнения теплоизоляционных работ на отдельных участках трубопроводов, проложенных на высоте (перекидки над дорогами, стоякн к контрольно-измерительным приборам и др), нецелесообразно возводить спецнальные леса, так как тру ю. затраты для них порой более чем в два раза превышают трудозатраты на сам монтаж изоляции Пример таких трудозатрат приведен в табл 21 В этих случаях работы выполняются с авто. гидроподъемников (рис 16) или методом «надвига».



Изоляция трубопроводов этим методом выполняется из теплоизоляционных конструкций ТК (на основе минераловатных изделий с металлопокрытием) по следующей схеме (рис 17).

Рабочее место изолировщиков (2 человека), выполняющих изоляцию, находится с одного конца изолируемого трубопровода Установленная ими первая теплоизоляциончая конструкция проталкивается вдоль трубопровода, после чего ставится вторая и последующие конструкции, которые постепенно также проталкиваются (сдвигаются) по изолируемой трубе Изоляционный и покровный слои каждой конструкции соединяются в торцах между собой соответственно техническим требованиям (минераловатные изделия — плотное сопряженне, металлнческие кожухн — соединение зигом н тремя-четырьмя самонарезающими винтамн). Соединенные между собой н продвинутые по трубопроводу теплоизоляционные конструкции в результате покрывают всю поверхность

При изоляции вертикальных участков трубопроводов работы ведутся сверху вниз и снизу вверх на длину, ограниченную разгружающими устройствами (опорами) Этим способом изолируются участки трубопроводов длиной 10—12 м.

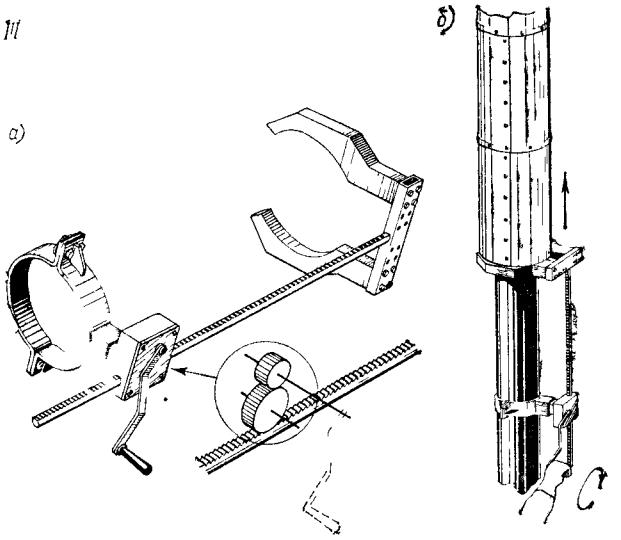


Рис 17. Монтаж теплоизоляции на трубопроводах методом «надвига»

I — на вертикальных трубопроводах *а* — теплоизоляционная конструкция (ТК), *1* — трубопровод *2* — изоляционный слой, *3* — металлопокрытие, *б* — начало монтажа *в* — последовательность монтажа *г* — законченный вид изоляции *II* — на горизонтальных трубопроводах *III* — приспособление для монтажа изоляции методом «надвига». *а* — общий вид, *б* — применение приспособления

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЕМКОСТЕЙ МЕТОДОМ НАПЫЛЕНИЯ ПЕНОПОЛИУРЕТАНА

Перед началом изоляционных работ — нанесением пенополиуретана марки ППУ-3Н приготовляются две рабочие смеси (рис. 18, *а*) по следующей рецептуре *:

	Расход, кг/м³
Смесь № 1 (вес. ч.):	
полиэфир П-3 — 100	20
трихлорэтилфосфат — 40	8
триэтиламин (катализатор) — 2÷4	0,8
эмульгатор ОП-10 — 0,5÷3	0,25
вода — 0,5÷5	
Смесь № 2 (вес. ч.):	
продукт ДУДЭГ-2 — 180	36

Полиэфир П-3 нагревается в водяной бане до 50—60 °С, затем отвешивается нужное количество и сливается в емкость для перемешивания, после чего к полиэфиру добавляется отвешенное количество трихлорэтилфосфата. Затем в воде растворяется эмульгатор и вводится в смесь полиэфир П-3 с трихлорэтилфосфатом. Полученная смесь перемешивается механической или ручной деревянной мешалкой в течение 10—15 мин. Затем к этой смеси добавляется триэтиламин и повторно перемешивается в течение 10—15 мин. Смесь должна быть тщательно перемешана, так как от однородности ее зависит качество пенополиуретана.

Смесь № 2 (ДУДЭГ-2) из заводской тары заливается в отдельную емкость для напыления. Продукт ДУДЭГ-2 кристаллизуется, в этом случае его следует разогреть в водяной бане (70—80 °С) до расплавления кристаллов. Продукт ДУДЭГ-2 разлагается от влаги, поэтому его хранят в герметичной таре.

При приготовлении смесей рабочие должны быть в спецодежде, резиновых сапогах, защитных очках и респираторах. Смеси должны быть защищены от попадания атмосферных осадков. Смесь № 1 целесообразно готовить на полный рабочий день.

Качество приготовленных компонентов проверяется перемешиванием смесей в стакане (№ 1 — 50 г и № 2 — 60 ÷ 70 г). Образовавшуюся массу выливают на горизонтальную поверхность. Полученная проба пенополиуретана должна иметь мелкопористую структуру.

После подготовки двух емкостей со смесями № 1 и № 2 можно приступать к напылению пенополиуретана на изолируемую поверхность, предварительно очищенную от грязи и ржавчины. Это осуществляется с помощью специальной передвижной установки «Пена-1» конструкции ВНИИС (рис. 18, *б*). В каждую емкость устанавливаются всасывающие шланги. Подсоединяются нагнетательные шланги к пистолету-распылителю для подачи смесей № 1 и 2. Пистолет с компрессором (марки ГОРО) соединяются воздушным шлангом (5—6 атм).

Напыление на емкостях производится сверху вниз по горизонтали (рис. 18, *в*). Расстояние от пистолета до изолируемой

* Технологическая карта Мособлоргтехстроя, 1974.

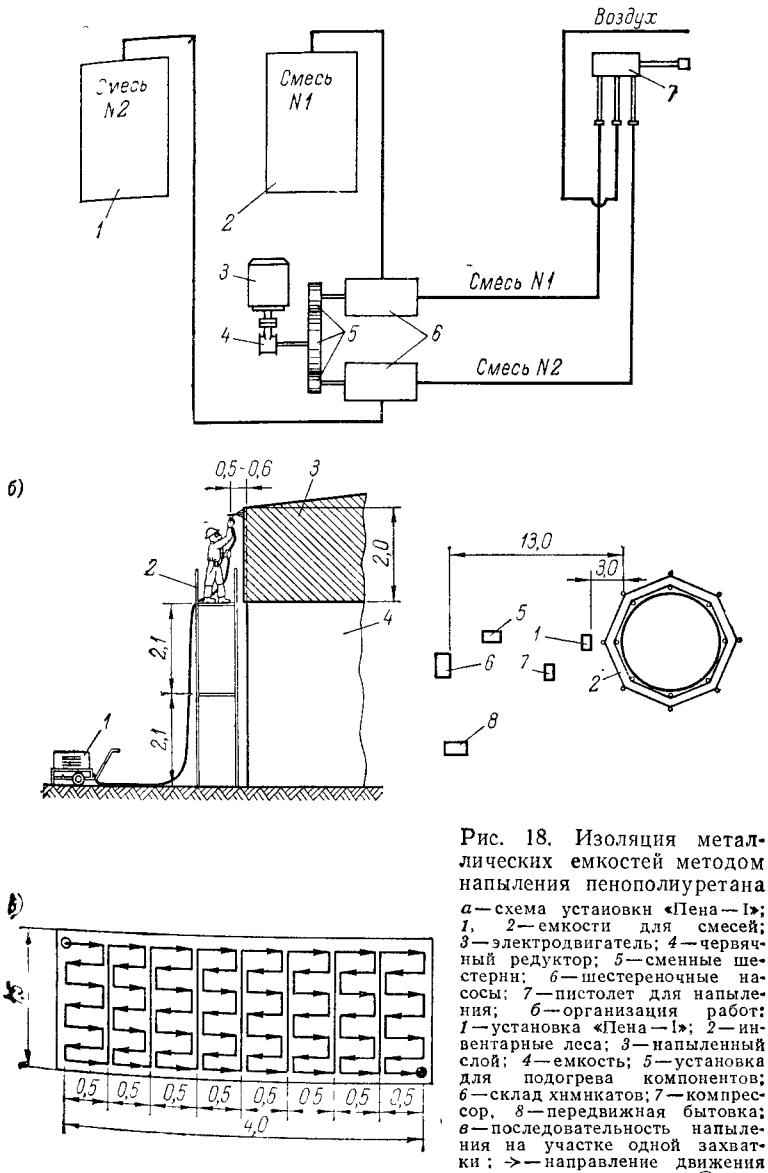


Рис. 18. Изоляция металлических емкостей методом напыления пенополиуретана

а — схема установки «Пена — 1»; *1*, *2* — емкости для смесей; *3* — электродвигатель; *4* — червячный редуктор; *5* — сменные шестерни; *6* — шестереночные насосы; *7* — пистолет для напыления; *б* — организация работ: *1* — установка «Пена — 1»; *2* — инвентарные леса; *3* — напыленный слой; *4* — емкость; *5* — установка для подогрева компонентов; *6* — склад химкатов; *7* — компрессор, *8* — передвижная бытовка; *в* — последовательность напыления на участке одной захватки; → — направление движения пистолета-распылителя; ○ — начало напыления ППУ; ● — окончание напыления

поверхности 50—60 см. Напыление ведется послойно по 8—1
Для получения толщины 40—60 мм необходимо пройти пис
том-распылителем по одному месту 6—7 раз. Установка
на-1» подает смесь со скоростью 3—4 кг/мин, и если учест
для указанной толщины изоляционного слоя требуется 2,5-
смеси, то для напыления 1 м² поверхности требуется 1
При неполадках следует отключать насосы установки, а т
воздуха не останавливать. Напыление допускается при т
ратуре не менее +10 °С.

Аппаратчикн при напылении должны быть обеспечены спе
одеждой, резиновыми перчатками и противогазом марки А.

ИЗОЛЯЦИЯ ТРУБОПРОВОДОВ

Наиболее производительным способом монтажа изоляции трубопроводов служит монтаж полносборными и сборными теплоизоляционными конструкциями.

Монтаж изоляции трубопроводов полносборными теплоизоляционными конструкциями (ТК). Он состоит из следующих операций:

снятие транспортного крепления;

развертывание и укладка конструкций на трубопровод с подгонкой по месту;

крепление конструкций (см рис. 3)

Монтаж изоляции трубопроводов сборными теплоизоляционными конструкциями (СТК). В состав работ входят следующие операции:

снятие транспортного крепления и покровного слоя (металлопокрытия);

установка изоляционных изделий на трубопровод;

установка металлопокрытий со стягиванием монтажным ремнем;

крепление покрытий самонарезающими винтами;

снятие монтажных ремней (см рис. 4)

Монтаж изоляции трубопроводов теплоизоляционными конструкциями с неметаллическим покрытием. Поставляемая конструкция состоит из минераловатного цилиндра, оклеенного снаружи рулонированным стеклопластиком (лакостеклотканью) на лаке ХСЛ Конструкции поставляются на монтаж в комп
с рулоном лакостеклоткани для проклейки поперечных сты
швов и отделки торцов и
ции Количество лакос
ткани определяется из р
1,6 м² на 1 м³ изоляции
укладкой цилиндры разр
ножом вдоль (по всей
не), раскрывают на ши
равную диаметру изо
мого трубопровода, и

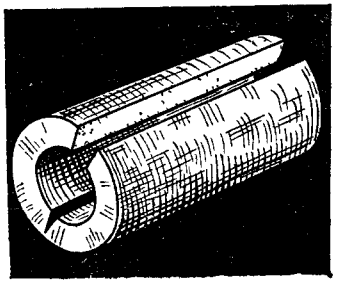


Рис. 19. Минераловатны
линдр перед укладкой на изо
лируемый трубопровод

вают на него (рис. 19), после чего имеющийся на поверхности цилиндра напуск лакостеклоткани по продольному шву проклеивают лаком ХСЛ. Поперечные швы заклеивают полосками лакостеклоткани шириной 40—50 мм На трубах наружных прокладок в целях усиления прочности конструкции рекомендуется по полоскам лакостеклоткани устанавливать бандажи из металлической ленты с закреплением самонарезающими винтами При применении бандажей из стальной полосы, они должны иметь антикоррозионную окраску Трубопроводы с диаметром более 273 мм могут изолироваться теплоизоляционными полносборными конструкциями, состоящими из различных минераловатных и стекловатных изделий с покровным слоем из гибких дублированных материалов и гибких стеклопластиков

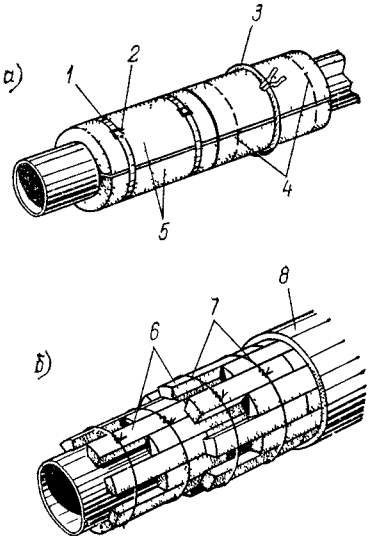


Рис. 20. Монтаж теплоизоляции на трубопроводах жесткими формованными изделиями

а — из полуцилиндров, *б* — из сегментов; *1* — бандаж из стальной ленты; *2* — пряжка; *3* — монтажный бандаж (резиновый); *4* — места установки металлических бандажей, *5* — полуцилиндры; *6* — сегменты; *7* — проволочные кольца, *8* — покровный слой

Тепловая изоляция трубопроводов изделиями из волокнистых материалов. Изделия из минеральной ваты на синтетическом связующем (цилиндры и полуцилиндры) крепят к трубопроводам бандажами из стальной ленты сечением 0,7 × 20 мм или из проволоки диаметром 2 мм. Бандажи устанавливают из расчета 2 шт. на изделие с промежутком не более 500 мм. Теплоизоляционный слой должен быть защищен покрытием

Тепловая изоляция трубопроводов полуцилиндрами из жестких материалов (совелитовыми, вулканитовыми, асбестовермикулитовыми, известково-кремнеземистыми, перлитовыми на цементной и керамической связке, пенодиатомитовыми, диатомитовыми, теплостойкими пенопластами марки ФРП и из резопена). Изделия устанавливают насухо или на мастике со смещением поперечных швов с креплением бандажными кольцами (два на длину полуцилиндра) Изделия из пенопласта крепятся бандажами из стальной или киперной лент. Теплоизоляционный слой должен быть защищен покровным слоем (рис 20, *а*).

Тепловая изоляция трубопроводов сегментами из жестких материалов (известково-кремнеземистыми, перлитоцементными, перлитовыми на керамической связке, пенодиатомитовыми,

Таблица 22

Размеры и количество сегментов при однослойной изоляции трубопроводов

Диаметр трубопроводов, мм	Количество сегментов, шт	Угол скоса (резания) α, град	Ширина по основанию сегмента
159	9	20	57
219	11	16	62
273	12	15	73
325	13	14	81
377	14	13	87
426	15	12	93
529	16	11	103
630	18	10	111
720	20	10	127
820	20	9	130
920	22	8	130
1020	22	8	143
1220	22	8	171
1420	22	7	173
1520	26	7	187
2020	30	6	213
2520	36	5	229

Примечание При определении размеров сегментов, укладываемых во втором и последующих слоях, следует к диаметру изолируемой трубы добавлять две толщины нижних слоев сегментов.

диатомитовыми, асбестовермикулитовыми, пенопластовыми и др). Может выполняться в один и несколько слоев Многослойная изоляция выполняется в ряде случаев на трубопроводах с высокой температурой При этом нижний слои укладывается из изделий с повышенной температуростойкостью, а верхний — из менее температуростойких изделий

Сегменты на трубопроводы устанавливают вразбежку (со смещением поперечных швов) насухо или на мастике (асбозуритовой, совелитовой, асбестоцементной). При укладке сегментов

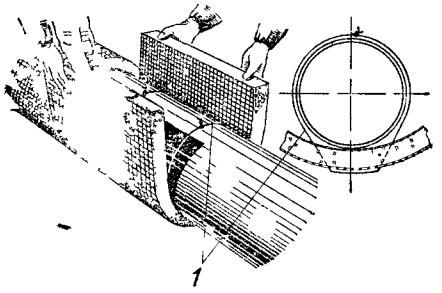


Рис. 21. Монтаж изоляции трубопроводов прошивными матами из минеральной ваты с обкладкой из металлической сетки
1 — подвеска из проволоки

насухо изделия необходимо тщательно подгонять В многослойной изоляции все швы должны перекрываться последующим слоем (рис 20, *б*).

Размеры сегментов и их количество определяются в зависимости от диаметра изолируемого трубопровода расчетом или по данным табл 22

Тепловая изоляция трубопроводов прошивными матами из минеральной и стеклянной ваты с различными обкладками (из металлической сетки, стеклоткани, асбестовой ткани и др) Маты укладывают в один и два слоя с перекрытием швов Изделия закрепляются через 500 мм на длине трубопровода проволочными подвесками (рис 21, 22) *а* на том же расстоянии снаружи бандажными кольцами из упаковочной ленты или проволоки диаметром 1,2—2 мм Продольный шов, а также поперечные швы при изоляции трубопроводов диаметром более 600 мм сшиваются мягкой проволокой диаметром 0,8 мм

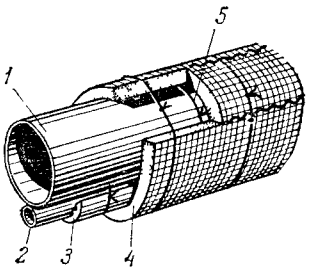


Рис. 22. Изоляция трубопровода со спутником прошивными матами из минеральной ваты
1 — продуктопровод *2* — паропровод (спутник), *3* — подкладка из тонколистовой стали *4* — минераловатный мат, *5* — проволочная подвеска

Изоляция трубопроводов прошивными безобкладочными матами (матами и полосами из стекловолокна, прошивными минераловатными матами без обкладок заводского изготовления) Полосами из стекловолокна изолируют трубопроводы диаметром 108 мм и менее (рис 23). Они закрепляются проволочными кольцами через 100—250 мм (в зависимости от ширины изделия)

Изоляция матами выполняется в один и два слоя (с перекрытием швов). Каждый слой закрепляется бандажными кольцами Расстояние между бандажами по первому слою — 500 мм, по второму 250 мм При изоляции трубопроводов больших диаметров (более 325 мм) каждый слой дополнительно должен крепиться (через 500 мм) подвесками (применяемыми для матов в обкладках)

Изоляция трубопроводов изделиями из волокнистых материалов на различных связующих (матами из стеклянного штапельного волокна, плитами мягкими минераловатными на

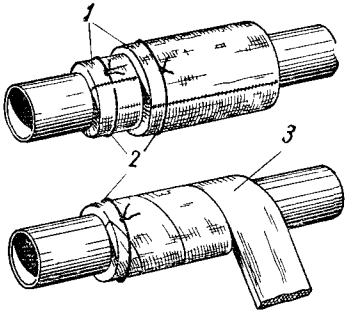


Рис 23. Теплоизоляция трубопроводов изделиями из стекловолокна
1 — маты *2* — проволочные кольца; *3* — полосы

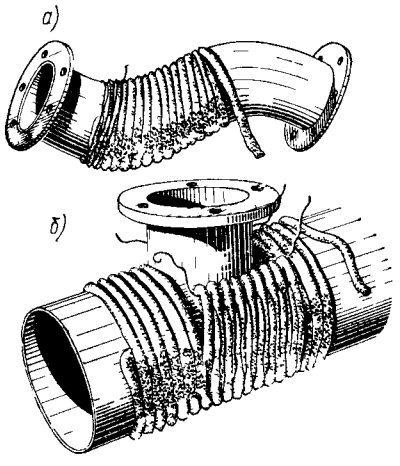


Рис. 24. Теплоизоляция асбестовыми шнурами
а — трубопровода, *б* — тройника

синтетическом связующем, плитами полужесткими из стеклянного штапельного волокна, плитами полужесткими из минеральной ваты ВФ и минераловатными на синтетических и крахмальной связках и др.). Изоляция из этих материалов выполняется преимущественно в один и два слоя с перекрытием швов. Первый слой крепится бандажными кольцами через 500 мм, а верхний слой — через 250 мм. При больших толщинах и на диаметрах трубопроводов 273 мм и более для повышения прочности конструкции (предохранение от провисания) изоляция дополнительно укрепляется подвесками. Чтобы подвески не прорывали изделия, под них подкладывают полоску стеклотканн или рубероида.

Изоляция трубопроводов шнурами и жгутами (асбестовыми шнурами различных марок, минераловатным пухшнуром в различных оплетках, стеклянным теплоизоляционным жгутом и др.). Изолируются преимущественно трубопроводы малых диаметров (14—89 мм). Шнуры и жгуты плотно навиваются спиралью в один, два и три слоя до получения требуемой толщины (рис. 24). В начале и конце навивки шнур закрепляется кольцами из проволоки диаметром 1,2 мм. Монтаж изоляции начинают с размотки бухты. При этом отматывают куски шнура длиной 8—10 м, которые сматывают в небольшие бухточки (вязки) и затем вязок навивают на изолируемый трубопровод. При изоляции в два и более слоев каждый вышележащий слой шнура должен перекрывать швы нижележащего слоя и быть навитым в обратном направлении. Витки должны быть плотно подтянуты один к другому и к изолируемой трубе. Изоляционная обмотка не должна провисать и проворачиваться.

Набивная и засыпная теплоизоляция. Неиндустриальные теплоизоляционные конструкции применяются в специальных случаях и для небольших объемов, где затруднено применение теплоизоляционных изделий (криволинейные участки трубопроводов, опоры и др.). Для набивки используется минеральная вата и вата из стеклянного и каолинового волокна, а для засыпки — теплоизоляционные порошки (асбозурит, вермикулит, перлит, совелит, ньювель и др.).

Набивку и засыпку теплоизоляционного материала производят в полость между изолируемой поверхностью и наружным покровным слоем.

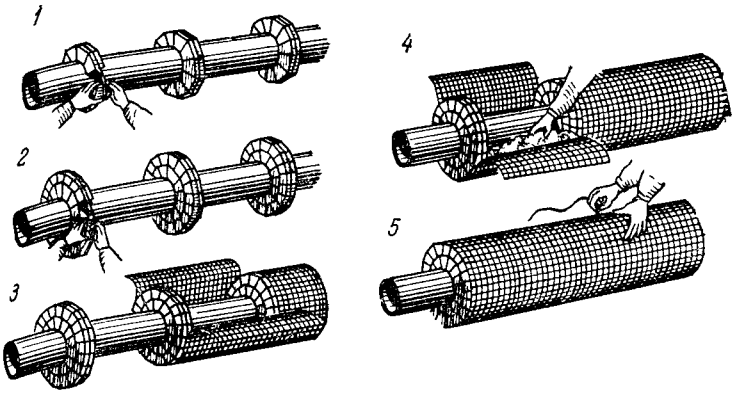


Рис. 25. Монтаж набивной теплоизоляционной конструкции из минеральной ваты
1, 2 — установка опорных колец, *3* — установка металлической сетки, *4* — набивка минеральной ваты, *5* — сшивка сетки

Последний (металлическая сетка, металлический кожух) закрепляется на опорных кольцах из теплоизоляционных жестких изделий или кольцах из полосового или круглого железа (рис. 25).

Температура применения таких теплоизоляционных конструкций зависит как от температуроустойчивости основного теплоизоляционного материала, так и от температуроустойчивости материала опорных колец. Например, если опорные кольца выполнены из совелитовых плит в минераловатной изоляции, то температура применения конструкции ограничивается 500 °С (температурой применения совелитовых плит), а если из перлита и металла, то температура применения конструкции 600 °С.

Мастичная теплоизоляция труб. Она выполняется из порошкообразных материалов (асбозурита, совелита, ньювеля), затворенных в воде. Применение весьма ограничено по причине высокой трудоемкости и необходимости просушки в процессе монтажа. Выполняется в труднодоступных местах и на поверхностях сложной конфигурации, где затруднительно применять другой вид теплоизоляции, и при срочных горячих ремонтах. Мастичная теплоизоляция дает возможность в короткий срок снизить («сбить») температуру на изолируемой поверхности. Мастичная теплоизоляция должна наноситься на очищенные поверхности с температурой, близкой к рабочей, но не ниже 50 °С. Мастичная изоляция состоит из нескольких слоев. Первый 5-мм слой набрызгивается жидким раствором асбеста 5—6 го сортов или асбозурита. После просушки этого слоя наносится основной слой. Для обеспечения прочности изоляционный слой армируется проволочными каркасами (на поверхности под штукатурку). На вибрирующих поверхностях и толщинах более 100 м устанавливают два каркаса (в середине слоя и на поверхности). На

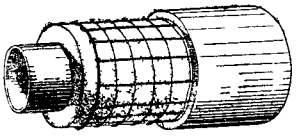


Рис. 26 Ячейковый проволочный каркас мастичной изоляции трубопровода

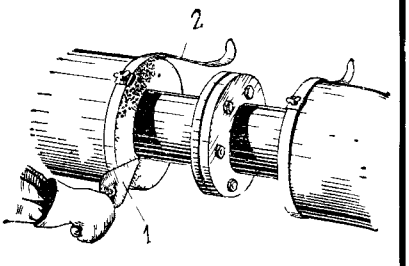


Рис. 28 Отделка торцов изоляции трубопроводов мастикой
1—отрезовка, *2*—металлическнй монтажный поясок 60×0 7

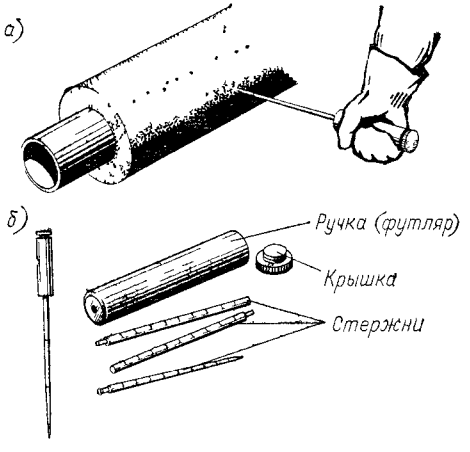


Рис 27. Проверка толщины теплоизоляционного слоя щупом
а—конструкцня сборного щупа, *б*—щуп в разобранном виде

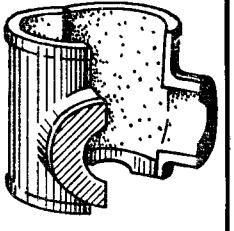


Рис 29. Металлический футляр с теплоизоляционным вкладышем (съемная изоляция тройника)

плоских и криволинейных поверхностях каркас скрепляется крепежными штырями, приваренными к изолируемой поверхности (рис 26)

Последний слой теплоизоляционной мастики выравнивается рейкой Толщина проверяется щупом (рис 27)

Тепловая изоляция арматуры и фланцевых соединений. К этому виду работ относится изоляция фасонных частей трубопроводов и оборудования (фланцевые соединения, отводы, вводы, компенсаторы и др), изоляция арматуры (вентили, задвижки, клапаны и др), а также отделка торцов изоляции трубопроводов (рис 28, 31)

Арматура и фланцевые соединения могут изолироваться несъемными и съемными конструкциями Они должны обеспечивать возможность доступа к деталям заизолированного оборудования при ревизиях и ремонтах. Несъемная конструкция однотипна

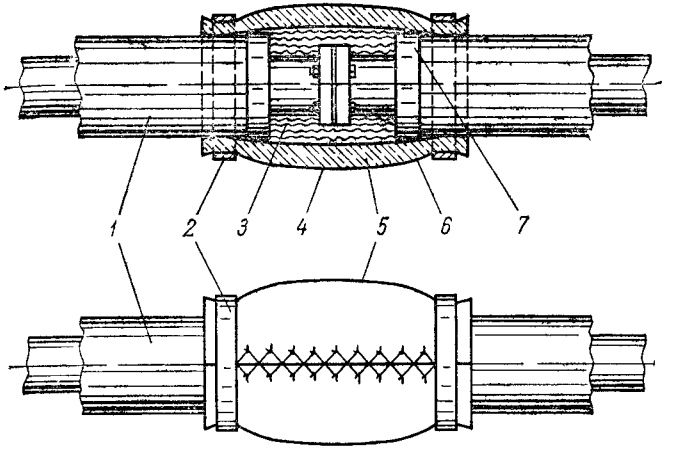


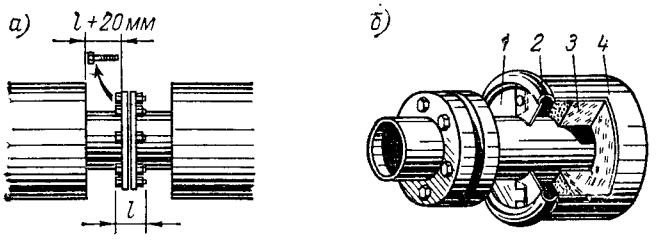
Рис 30 Изоляция фланцевого соединения теплоизоляционным матрацем
1—теплоизоляция трубопровода, *2*—бандаж, *3*—заполнитель (алюминиевая фольга), *4*—асбестовый картон, *5*—наполнитель матраца, *6*—оболочка матраца (асбестовая ткань), *7*—отделка торца

изоляции, примененной на самом трубопроводе или аппарате, но отделена от основного слоя швом Съемная теплоизоляционная конструкция арматуры и фланцев выполняется преимущественно

Таблица 23

Типы теплоизоляционных матрацев, рекомендуемых для изоляции арматуры и фланцевых соединений

Предельная температура применения °С	Оболочка матраца	Наполнитель
400	Асбестовая ткань марок АТ-2, АТ-3, АТ-4, стеклоткань, лакостеклоткань	Минеральная вата, вата из стеклянного волокна
450	Асбестовая ткань марок АТ-7, АТ-8, АТ-9	То же
500	Асбестовая ткань марки АСТ-1	Минеральная вата, совелитовый порошок
600 800 900	Стеклоткань марки КТ-11	Минеральная вата, перлитовый порошок Асбозуритовый порошок



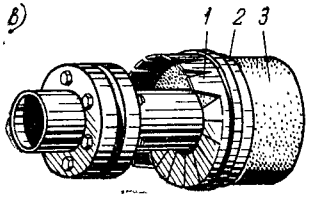


Рис. 31. Разделка изоляции у фланцевых соединений

а — норматив разделки; *б* — отделка тонколистовым металлом: *1* — диафрагма; *2* — опорное кольцо; *3* — изоляционный слой; *4* — металлопокрытие; *в* — отделка лакостеклотканью: *1* — диафрагма; *2* — баидаж; *3* — покровный слой

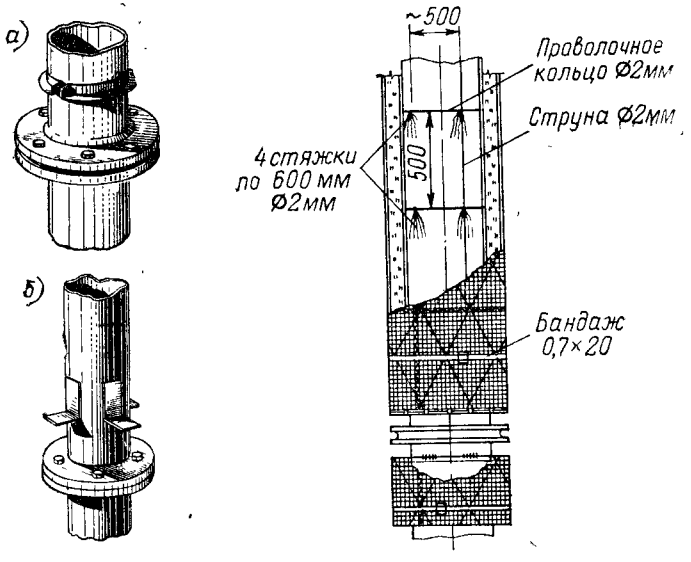


Рис. 32. Виды опор для теплоизоляционного слоя на вертикальных участках трубопроводов

а — опорные кольца; *б* — опорные уголки

Рис. 33. Изоляция вертикальных трубопроводов диаметром 820 мм и более минераловатными прошивными матами

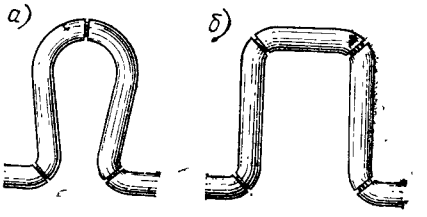


Рис. 34. Расположение температурных швов в жесткой теплоизоляции компенсаторов

а — лирообразного, *б* — П-образного

теплоизоляционными матрацами (табл. 23) и съемными полуфутлярами из металлических листов с теплоизоляционным наполнителем (рис. 29, 30). Оболочки матрацев с наружной стороны окрашиваются или покрываются тонколистовым металлом.

Отделка торцов изоляции. Теплоизоляционный слой на трубопроводе должен заканчиваться на таком расстоянии от фланца, чтобы его соединительные болты можно было при необходимости вынимать без повреждения торцов изоляции. Это расстояние в обе стороны от фланца принимается равным длине болта плюс 20 мм (рис. 31, *а*).

Отделка торцов выполняется в зависимости от характера покровного слоя по изоляции. Если покровный слой из тонколистового металла, то торцы изоляции выполняются из диафрагм или из конусов того же металла (рис. 31, *б*). Если покровный слой выполнен из мастичной штукатурки, то торцы изоляции выполняются тем же штукатурным раствором. Для придания такому торцу большей прочности применяют манжеты из оцинкованной стали (рис. 31, *в*) или лакостеклоткань, наклеенную на лаке ХСЛ. При применении в качестве покрытия изоляции материалов дублированных (фольгоизола) и синтетических (пленки) торцы изоляции и отводы выполняются из тонколистового металла.

Теплоизоляция вертикальных участков трубопроводов. На вертикальных трубопроводах предусматривается дополнительное крепление, предотвращающее возможность сползания слоя изоляции, — опорные устройства (рис. 32). На трубопроводах диаметром 820 мм и более, изолируемых мягкими оберточными изделиями, устанавливается внутренний крепежный каркас (рис. 33).

Устройство температурных швов. Для предотвращения разрушения изоляции на трубопроводах под влиянием температурных воздействий в жестких ее элементах устраивают температурные швы. Их предусматривают на объектах с температурой теплоноси-

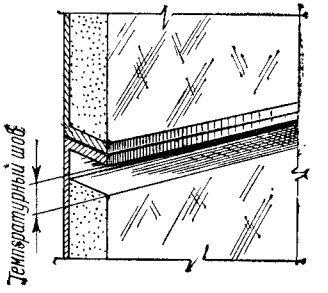


Рис. 35. Расположение температурного шва в теплоизоляции на вертикальной поверхности

теля более 100 °С в местах опор, отводах и компенсаторах, а на прямых участках — через каждые 3 м в теплоизоляции, выполняемой из жестких теплоизоляционных изделий, и в штукатурном слое всех видов изоляции. Температурный шов делается шириной 10—15 мм (рис. 34, 35) и перекрывается полоской покровного материала.

В покрытиях изоляции из различных жестких оболочек и металлических кожухов температурные расширения компенсируются отсутствием жестких соединений по поперечным швам.

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ АППАРАТОВ

Вертикальные и горизонтальные аппараты и другое оборудование изолируются теплоизоляционными изделиями из волокнистых материалов, жесткими плитами и сегментами, нарезанными из плит, а также напыляемыми материалами (пенополиуретан).

Монтировать изоляцию можно только после испытания аппарата на плотность и при наличии на его поверхности креплений для изоляционного слоя (согласно проекту). Креплением служат штыри из обожженной проволоки диаметром 5 мм или стяжки из проволоки диаметром 1,2—2 мм, а также разгружающие устройства (пояса), устанавливаемые на вертикальных аппаратах через 3—4 м по высоте (относится ко всем видам материалов). Выполняются они из листового металла шириной, равной толщине изоляционного слоя, и закрепляются точечной приваркой через каждые 750 мм.

Расстояние между крепежными штырями зависит от характера изолируемой поверхности. Штыри на вертикальных аппаратах располагаются в горизонтальном и вертикальном направлении на расстоянии 500 мм друг от друга при температуре теплоносителя до 300 °С и через 250 мм — при температуре выше 300 °С.

На горизонтальных аппаратах штыри устанавливаются в верхней их половине, расстояние между штырями в вертикальном и горизонтальном направлении равно 500 мм. В нижней

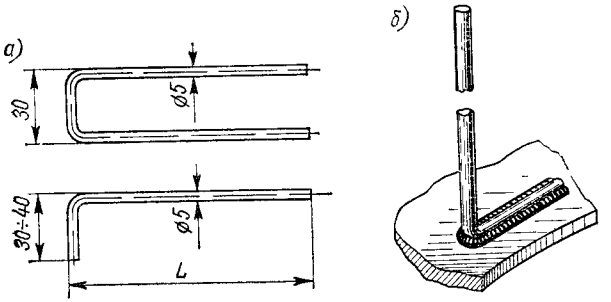


Рис. 36. Одинарные и сдвоенные штыри для крепления изоляции

а — заготовки штырей; *б* — штырь, приваренный к изолируемой поверхности

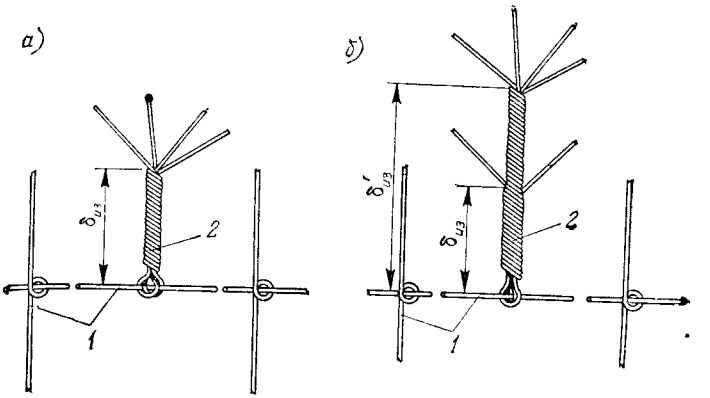


Рис. 37. Устройство для крепления изоляции проволочными стяжками

а — для однослойной изоляции одинарная стяжка; *б* — для двухслойной изоляции двойная стяжка; *1* — каркас; *2* — стяжка

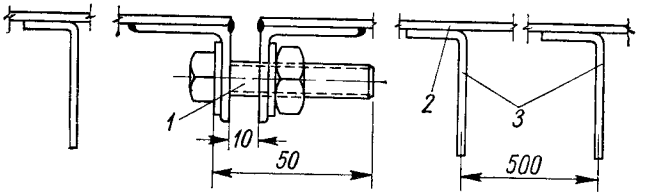
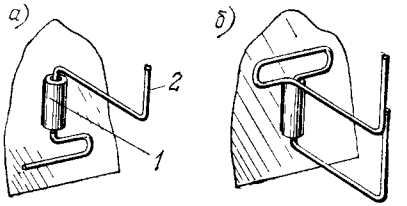


Рис. 38. Способ установки крепежных штырей на изолируемую поверхность без огневых работ

1 — стяжной болт; *2* — баидаж, *3* — штыри

Рис. 39. Детали устройства для крепления изоляции на аппаратах

а — одинарный штырь; *б* — сдвоенный штырь;
1 — втулка 12×3×25 (приварена на заводе-изготовителе);
2 — штырь из проволоки ∅ 5 мм



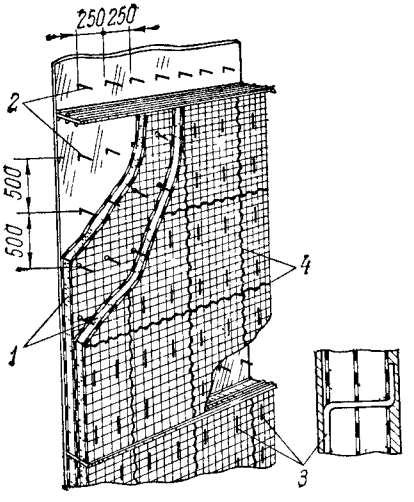


Рис. 40. Монтаж изоляции минераловатными прошивными матами (крепление штырями)

1 — минераловатные маты; *2* — штыри до укладки изоляционного слоя, *3* — штыри после закрепления изоляционного слоя, *4* — сшивка проволокои ∅ 0,8 мм

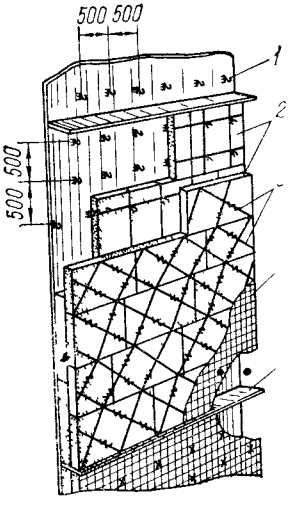


Рис. 41. Изоляция жес кими теплоизоляцион ми плитами плоских в верхностей с креплени проволочными стяжка

1 — крепежный крючок, *2* — велитовые плиты, *3* — про лочные стяжки, *4* — каркас сетки, *5* — разгрузочная по

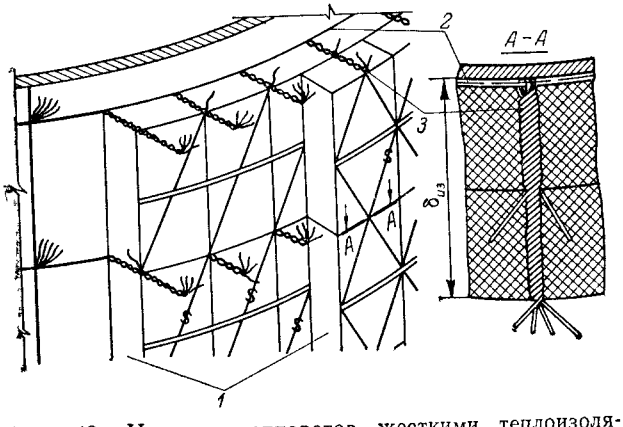


Рис. 42. Изоляция аппаратов жесткими теплоизоляционными плитами с креплением проволочными стяжками

1 — плиты, *2* — внутренний каркас, *3* — стяжка

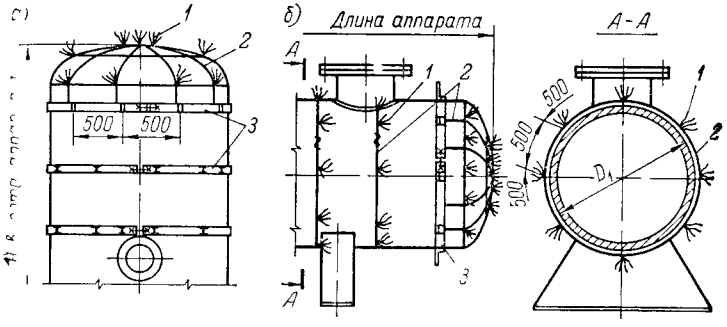


Рис. 43. Норматив крепления изоляции на аппаратах проволочными стяжками

а — на вертикальных, *б* — на горизонтальных;
1 — проволочные стяжки, *2* — проволочный каркас, *3* — опорные полки

половине аппарата привариваются по горизонтали с шагом 500 мм и по вертикали — 250 мм.

Типы применяемых крепежных штырей и проволочных стяжек для теплоизоляции аппаратов приведены на рис 36—46

Длина крепежных штырей зависит от толщины изоляционного слоя и практически больше его на величину загиба.

Толщина изоляции, мм	40	60	80	100	120	140	160	180	200
Длина штыря, мм	90	110	130	150	170	190	210	230	250

Монтаж изоляции на аппаратах волокнистыми теплоизоляционными изделиями. Изделия должны быть подобраны с учетом их коэффициента уплотнения, уложены с перекрытием швов и плотно подогнаны друг к другу, не должны провисать Это обеспечивается креплением изоляционного слоя штырями, на которые изделия накалываются (рис. 44, 45). Штыри загибают вровень с наружной поверхностью изоляции Для изоляционного слоя толщиной до 100 мм применяются штыри одинарные (рис. 36),

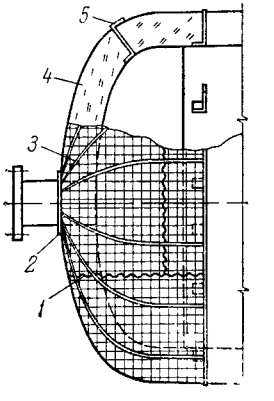


Рис. 44. Изоляция сферы аппарата минераловатными матами

1 — сшивка сетки проволокой ∅ 0 8 мм; *2* — проволочное кольцо, *3* — проволочные баидажи, *4* — минераловатные изделия, *5* — крепежный штырь

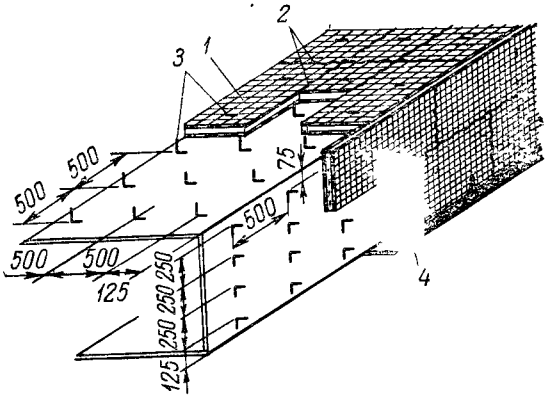


Рис. 45. Изоляция газоходов минераловатными прошивными матами или жесткими теплоизоляционными плитами

1 — теплоизоляционные изделия; *2* — сшивка проволокой ∅ 0,8 мм (для матов) или промазка швов (для плит), *3* — крепежные штыри; *4* — проволока ∅ 2 мм (крепление нижней поверхности)

а свыше 100 мм — двойные штыри (рис. 36, 39). Места неплот ного соприкосновения теплоизоляционных изделий (продольны и поперечные швы) должны быть зашпатлеваны теплоизол ционным материалом, из которого они изготовлены. У издели имеющих оболочки, швы должны быть прошиты проволоко диаметром 0,8 мм.

При креплении изоляции к изолируемой поверхности пров лочными стяжками (рис. 37) изделия закрепляются путем пр вязки проволочных концов.

Стяжки для этого пропускаются на поверхность изоляцио ного слоя в стыках изделий или прокалываются через их тол (на расстоянии 750 мм друг от друга). При однослойной изо ции каждое изделие закрепляется перевязкой четырех стяж Если изоляция двухслойная, то нижний слой закрепляется дв мя стяжками, а верхний слой — четырьмя. Независимо от ти крепления на каждом слое изоляции устанавливаются банда на расстоянии 500 мм друг от друга.

Монтаж изоляции на аппаратах жесткими теплоизоляцио ными плитами. Плиты (совелитовые, вулканитовые, перлитов

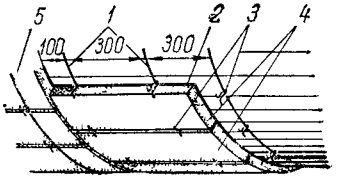


Рис. 46. Способ крепления жестк теплоизоляционных плит при и ляции горизонтальных цилиндр ческих поверхностей

1 — проволочные кольца нижнего к каса; *2* — подмазочный слой, *3* — про лочные крючки; *4* — плиты; *5* — про лочное кольцо верхнего каркаса

известково-кремнеземистые, асбестовермикулитовые и др) перед началом теплоизоляционных работ должны быть подобраны по толщинам. Если изделия плотно подгоняются друг к другу и к изолируемой поверхности, то их укладывают насухо. В противном случае плиты укладывают на теплоизоляционной мастике (асбозуритовой, совелитовой и др.) с заполнением ею всех швов. Эта операция выполняется мастерком. Для предотвращения быстрого отсоса влаги из мастики и для лучшего схватывания с изделиями поверхность плит смачивают водой.

Укладываются плиты снизу вверх, при этом нижний ряд должен опираться на разгрузочное устройство (опорное кольцо) или конструктивное основание.

При подгонке плит по месту при необходимости в них пробиваются отверстия для крепежных штырей. Плиты закрепляются загибом штырей или проволочным каркасом (рис. 45, 46).

Поперечные и продольные швы нижнего слоя изоляции должны перекрываться изделиями верхнего слоя.

ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ ХОЛОДНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ (ХОЛОДИЛЬНАЯ ИЗОЛЯЦИЯ)

К этому виду тепловой изоляции предъявляются повышенные требования в сопоставлении с изоляцией горячих поверхностей, так как холодильная изоляция не только сокращает теплоприток, но и предотвращает проникновение влаги к изолируемой поверхности. Принцип действия теплоизоляционного слоя на поверхности с низкой температурой состоит в следующем.

В окружающем воздухе находится влага в виде водяных паров. Количество этого пара (г/м³) и его давление (мм рт. ст.) зависят в основном от температуры. Чем выше температура воздуха, тем больше влагосодержание в единице его объема и тем выше давление водяных паров (парциальное давление). Разное парциальное давление водяных паров при положительных и отрицательных температурах воздуха (табл. 24) влечет к проникновению водяных паров с теплой стороны изоляции к холодной.

Таблица 24

Парциальное давление водяных паров и влагосодержание воздуха

Температура, °С	Влагосодержание, г/м³	Давление водяных паров, мм рт. ст.
+50	82,63	91,98
+30	30,21	31,54
+20	17,22	17,39
±0	4,89	4,6
−10	2.31	2,09
−20	1.05	0,92
−30	0,44	0,39

Если, например, температура наружного воздуха +30 °С, а в холодильной камере —30 °С, то при этих условиях на наружной стороне стены холодильника парциальное давление водяных паров в 80 раз больше, чем в самой камере (31,54 : 0,39 = = 80,8).

Для предотвращения увлажнения изоляции применяется пароизоляционный слой; он выполняется из материалов, не пропускающих водяные пары. Пароизоляция укладывается с теплой стороны теплоизоляционного слоя, испытывающего более высокое давление этих паров.

Пароизоляция выполняется в виде слоя из битумной мастики, изола, полиэтиленовой пленки, слоя алюминиевой фольги и других материалов.

Коэффициенты паропроницаемости для отдельных материалов (10^4 г/м·ч·мм рт. ст):

пароизоляционных:	
алюминиевая фольга	0,0072
битум	1,1500
гидроизол	1,8300
пергамин	1,6000
полиэтиленовая пленка	0,0024
изол, бризол	1,6500
рубероид	1,8000
теплоизоляционных:	
минераловатные жесткие плиты на битумном связующем	250
мипора	750
пенобетон	325
пенополистирол	10
пенополиуретан	60
пробка	55
строительных:	
бетон	40
кирпич	140
штукатурка известковая	180
» цементная	120

Пароизоляционные материалы характеризуются низким коэффициентом паропроницаемости, т. е. большей сопротивляемостью проницаемости водяных паров.

Большинство теплоизоляционных материалов обладают высокой паропроницаемостью, поэтому они могут легко насыщаться влагой из воздуха.

Материалы с замкнутым строением пор (пеностекло, пенополистирол, пенополиуретан и др.) применяются в конструкциях без пароизоляционной защиты.

Кроме предохранения изоляционного слоя от увлажнения и проникновения через его толщу влаги к изолируемой холодной поверхности, необходимо, чтобы на наружной поверхности изоляции не образовывался конденсат.

Температура воздуха, при которой происходит конденсация влаги (при данной влажности воздуха), называется точкой росы

Ниже приведены значения точки росы при средней влажности воздуха 60%.

$t_{возд.}$, °С	+10	+9	+1	—10
$t_{т.\ р.}$, °С	+2,2	+1,2	—6	—16

Монтаж холодильной изоляции. Толщина изоляционного слоя должна быть строго выдержана, т. е. не занижена против проекта. Мелкие дефекты монтажа: прорыв пароизоляции или занижение в отдельном месте толщины основного слоя приводят к увлажнению и намоканию поверхности изоляции, а затем промерзанию, образованию трещин и разрушению всей конструкции.

Качественно смонтированная холодильная изоляция не увлажняется и длительно эксплуатируется. Мостики холода — отдельные металлические крепежные детали, подвески, опоры, ребра жесткости и другие металлические конструктивные элементы, прорезающие слой изоляции, имеют высокую теплопроводность и являются сквозными проводниками холода (рис. 47). Поэтому при монтаже изоляции следует предотвращать их отрицательное влияние. Тщательная изоляция мостиков холода исключает промерзание и разрушение всего изоляционного слоя.

Для монтажа холодильной изоляции применяются мягкие и жесткие теплоизоляционные изделия. Изолируемая поверхность должна иметь антикоррозионное покрытие. В отдельных случаях оно не делается, если препятствует схватыванию с теплоизоляционным материалом (напыляемые и заливочные конструкции).

Мягкие теплоизоляционные материалы крепятся без применения клеящих составов. Изделия крепятся кольцами из

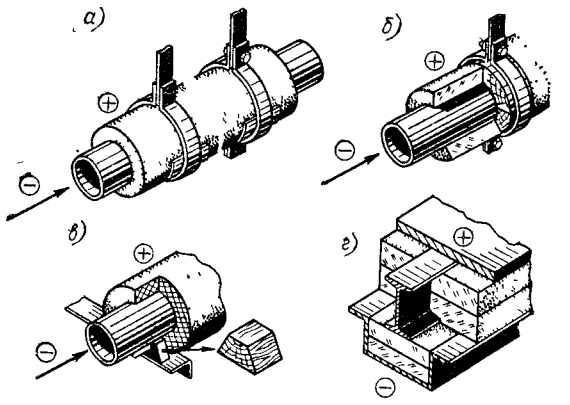


Рис. 47. Мостики холода и способы их устранения

а — установка подвесок хладопроводов на поверхности изоляции; *б*, *в* — применение деревянных прокладок в опорах и подвесках хладопроводов; *г* — разделка ребер жесткости поверхностей с низкими температурами

оцинкованной проволоки или бандажами из упаковочной ленты с антикоррозионным покрытием. В местах сопряжений изделия необходимо укладывать плотно друг к другу, чтобы не создавались сквозные швы.

При применении эластичных и жестких теплоизоляционных изделий их приклеивают на специальных клеящих составах. Для обеспечения качественной приклейки к изолируемой поверхности и между собой изделия должны временно, на период схватывания клея (изолит, идитоловый и др.), закрепляться шпагатом на трубопроводах и специальным крепежом на плоских поверхностях. При применении быстросхватывающихся клеящих составов (битумных) временные крепления не применяются.

При монтаже изоляцию следует предохранять от возможного увлажнения атмосферными осадками — временно укрывать водозащитными материалами (пленками).

Изоляция холодопроводов жесткими теплоизоляционными материалами. Для изоляции холодопроводов используют плиты, которые распилнвают на сегменты. Размеры сегментов (ширина основания, угол скоса боковых граней) принимаются в зависимости от диаметра изолируемого трубопровода и проектной толщины изоляции (табл. 22).

Монтаж изоляции ведется в определенной последовательности.

Первый слой сегментов наклеивается на изолируемую поверхность, при этом изолируемая поверхность трубопровода и поверхность изделий покрываются клеящим составом.

При применении сегментов из жестких минераловатных плит на битумном связующем (ГОСТ 10140—71) в качестве клеящего состава используется битум (БН-IV). Изделия тщательно подгоняются друг к другу. Укладка ведется со смещением поперечных швов (вразбежку). Каждый слой закрепляется кольцами из оцинкованной проволоки через 250 мм (два кольца на изделие). Поверхность установленного слоя зачищается, неровности в стыках устраняются (иожовкой), швы прошпаклевываются составом из битума с изоляционной крошкой, после чего вся поверхность прокрашивается битумом. Второй и последующие слои выполняются, как и первый, с перекрытием швов предыдущего слоя (рис. 48).

Поверхность, на которую будет укладываться пароизоляционный слой, должна быть тщательно выровнена.

Для предотвращения промерзания швов не рекомендуется применение однослойной изоляции. Однослойная изоляция на трубопроводах допускается только при температуре теплоносителя не ниже —15 °С.

На верхний слой изоляции холодопровода укладывается пароизоляционный слой. Пароизоляция выполняется из рулоиных материалов на битумной мастике или из синтетических пленок и алюминиевой фольги, устанавливаемых с проклейкой швов специальными клеями (88-Н, ВИАМ-Б3 и др.) или лентой полиэтиленовой с липким слоем (ГОСТ 20447—75). Наружный покровный слой изоляции выполняется по пароизоляционному слою из тонколистовой оцинкованной стали, листов алюминиевых сплавов, упругих оболочек, лакостеклоткани, рубероида или из мастичной штукатурки. При установке наружного покрытия не-

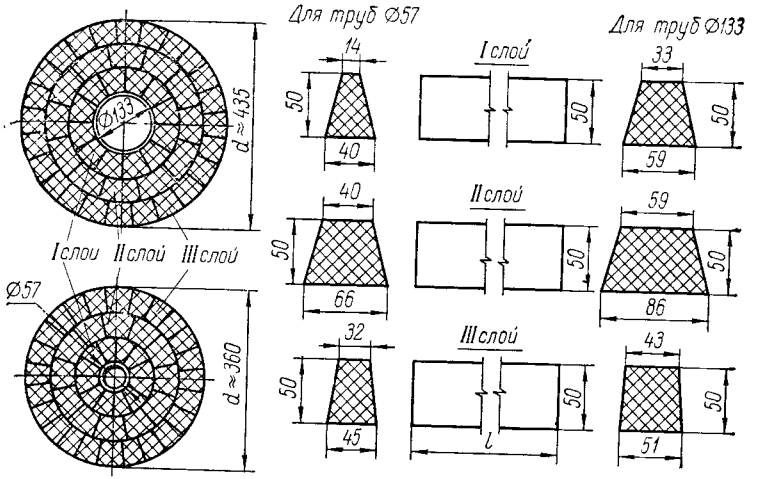


Рис. 48. Пример подбора сегментов в многослойной изоляции хладопроводов

обходимо следить, чтобы не был нарушен (проколот) пароизоляционный слой. Это может произойти при креплении покровного слоя самонарезающими винтами.

Для предохранения пароизоляции от повреждения винтами на нее до установки наружного покрытия укладывается защитный слой из стеклохолста (стеклорогожки) толщиной не менее длины винта. Защитный слой может укладываться не по всей поверхности, а в зоне установки винтов. Также следует учесть возможность прорыва пароизоляции при сверлении отверстий в металле под винты. Сверло следует выпускать из патрона сверлилки на длину, не превышающую длину крепежного винта, или на сверло надевать резиновую шайбу, ограничивающую длину проникновения сверла.

Швы в металлическом покровном слое на объектах глубокого холода рекомендуется герметизировать проклейкой лентой полиэтиленовой с липким слоем (ГОСТ 20447—75).

Изоляция строительных конструкций холодильников. Эти работы разрешается выполнять только при наличии кровли, чтобы исключить возможность увлажнения изоляции от атмосферных осадков (рис. 49).

Изолируемые поверхности должны быть очищены и не иметь наплывов строительного раствора. Поверхность кирпичной кладки должна быть оштукатурена или затерта цементно-песчаным раствором (1 : 3). В кладке стен устанавливаются антисептированные деревянные пробки или анкерные болты для крепления к ним реек (рис. 50, 51). Выпуск пробок над плоскостью стены при многослойной изоляции должен быть равен толщине первого слоя с учетом толщины штукатурки (10 мм), например, 70 мм

при толщине первого слоя 60 мм и 100 мм при толщине слоя 90 мм.

Изоляция наружных стен холодильника начинается с выполнения пароизоляционного слоя — наклейки изола на сплошном слое битума. Пароизоляционный слой не должен иметь прорывов, вздутий и должен быть плотно приклеен. В камерах с температурами выше 0 °С этот слой может выполняться в виде битумной обмазки в два слоя. Толщина слоев 1—1,5 мм. Второй слой наносится после застывания первого.

Последовательность изоляционных работ следующая: первый слой теплоизоляционных плит или блока плит (из двух-трех плит) наклеивается на пароизоляцию на сплошном слое битума. Затем устанавливаются деревянные рейки шириной 50 мм и толщиной, равной толщине второго слоя изоляции. Рейка крепится к пробкам заершенными гвоздями или анкерным болтом.

Между рейками устанавливается второй слой плит. Второй и последующие слои теплоизоляционных плит наклеиваются на слое битума. Сплошная битумная склейка между слоями препятствует возможности выхода попавшей влаги (просушки) в условиях эксплуатации. Битумную промазку по этой причине не рекомендуется делать по наружной поверхности изоляции холодильных камер.

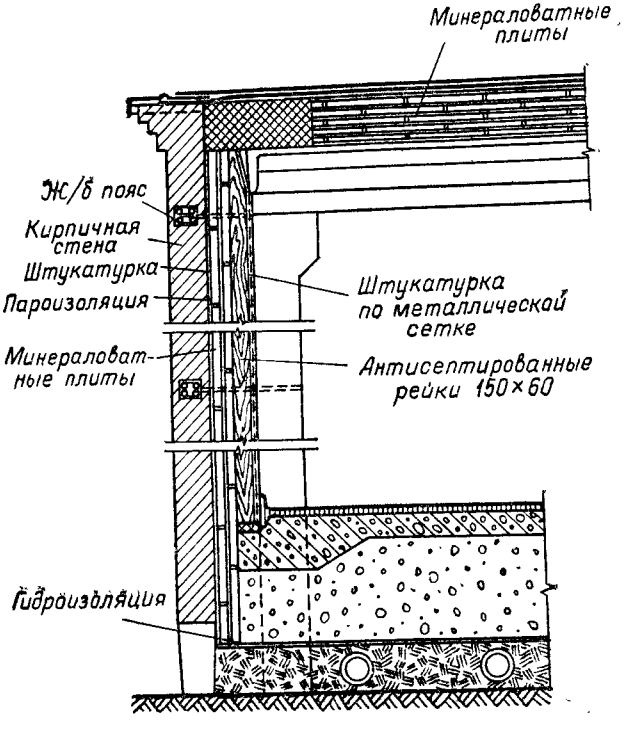


Рис. 49. Конструкция изоляции наружной стены здания холодильника

Расположение реек в толще должно быть таким, чтобы последний ряд имел вертикальное положение. По выполненной изоляции натягивают проволочную сетку с ячейкой 10 × 10 мм с закреплением по рейкам (гвоздями) и оштукатуривают поверхность. Внизу изоляции стен и перегородок на высоту 1 м ставится сетка от грызунов с ячейкой 0,5 × 0,5 см.

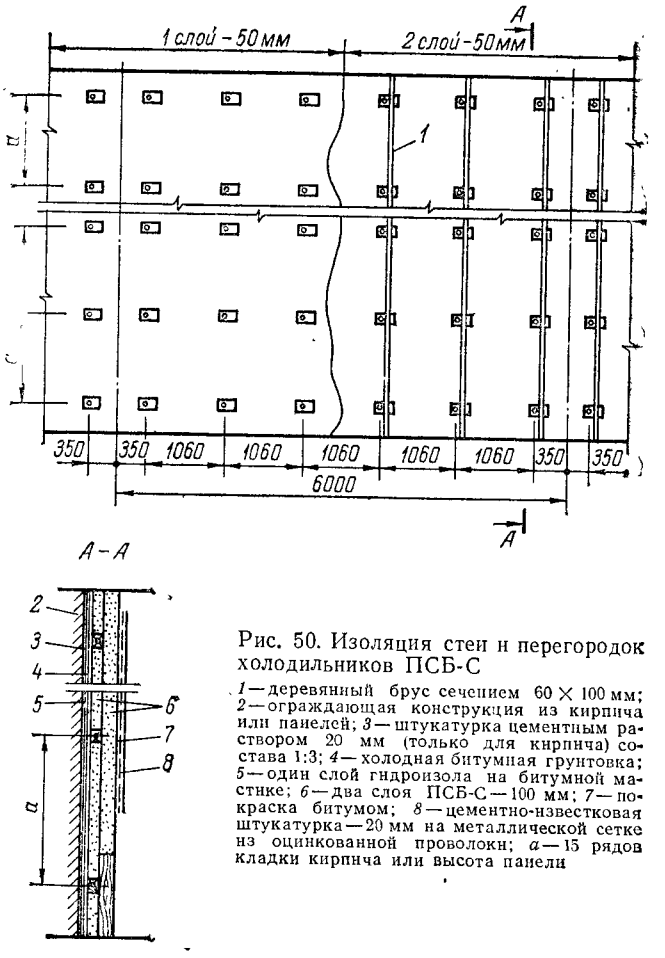


Рис. 50. Изоляция стен и перегородок холодильников ПСБ-С

1 — деревянный брус сечением 60 × 100 мм; *2* — ограждающая конструкция из кирпича или панелей; *3* — штукатурка цементным раствором 20 мм (только для кирпича) состава 1:3; *4* — холодная битумная грунтовка; *5* — один слой гидроизола на битумной мастике; *6* — два слоя ПСБ-С — 100 мм; *7* — покраска битумом; *8* — цементно-известковая штукатурка — 20 мм на металлической сетке из оцинкованной проволоки; *а* — 15 рядов кладки кирпича или высота панели

Вместо наружной штукатурки применяется индустриально покрытие из асбестоцементных листов. На горизонтальных п верхностях (кровля, перекрытие) первый слой плит ставится битуме, а последующие слои насухо.

Швы на вертикальных поверхностях проконопачивают м стикой, состоящей из отходов (крошки) изоляционных плит битума в соотношении 1 : 10 (по массе).

На горизонтальных поверхностях швы проконопачивают сухими отходами теплоизоляционного материала. Выполнен этой операции одним битумом не допускается.

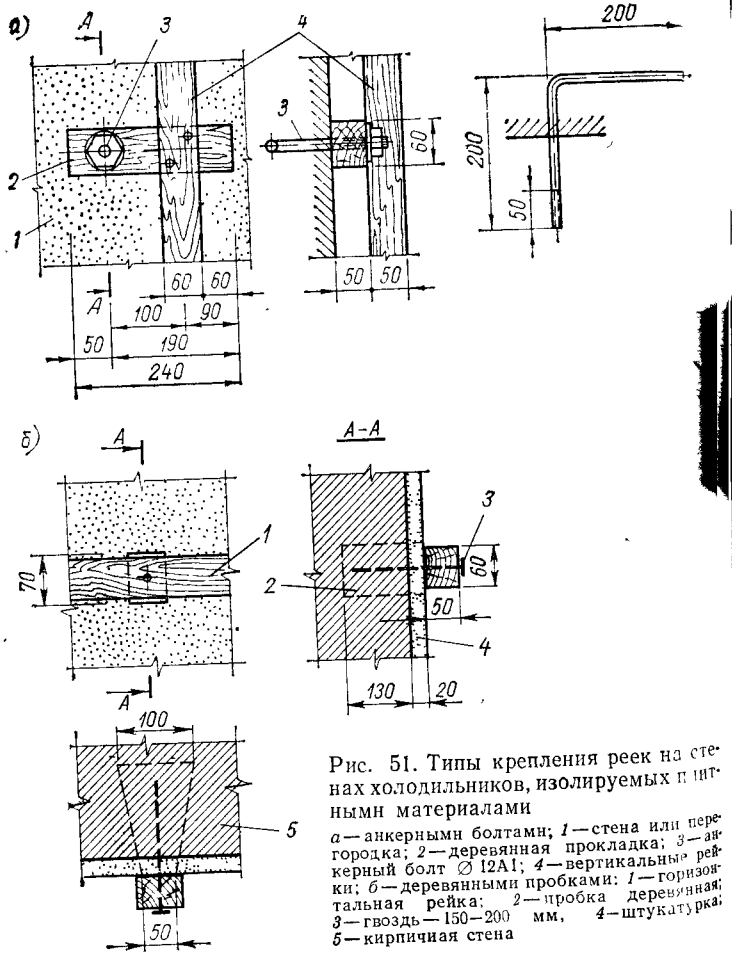


Рис. 51. Типы крепления реек на стенах холодильников, изолируемых плитными материалами

а — анкерным болтами; *1* — стена или перегородка; *2* — деревянная прокладка; *3* — анкерный болт ∅ 12А1; *4* — вертикальные рейки; *б* — деревянными пробками: *1* — горизонтальная рейка; *2* — пробка деревянная; *3* — гвоздь — 150—200 мм, *4* — штукатурка; *5* — кирпичная стена

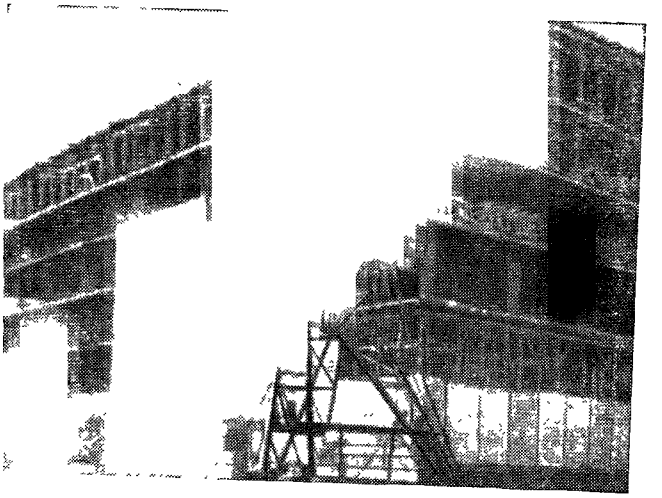


Рис. 52. Монтаж наружных стен холодильника сборными панелями

Здания холодильников с большой вместимостью строятся из готовых стеновых панелей. Они представляют собой корытообразные железобетонные панели площадью порядка 7 м² (рис. 52). Каждая панель имеет все элементы стены холодильника (пароизоляцию, утеплитель и штукатурный слой). При монтаже пространство между смежными перекрытиями заполняют панелями, которые крепятся специальными анкерными болтами, заложенными в углах панелей. После закрепления панелей швы между ними изолируются по месту.

В процессе строительства холодильников особое внимание должно уделяться противопожарным мероприятиям при изоляции строительных ограждений, так как на этих работах преимущественно используются сгораемые материалы. Площадь не защищенной в процессе производства работ теплоизоляции должна быть не более 700 м².

Теплоизоляция строительных ограждений должна разделяться противопожарными поясами шириной 500 мм из несгораемых материалов (пенобетон, пеностекло) с объемной массой не более 400 кг/м³ (см. рис. 49).

Паронзоляционные слои в противопожарных поясах должны выполняться из несгораемых материалов. Отсеки, огражденные противопожарными поясами, должны иметь площади не более:

500 м² — при применении сгораемых теплоизоляционных материалов;

1000 м² — при применении трудносгораемых теплоизоляционных материалов.

МОНТАЖ НАРУЖНЫХ ПОКРЫТИЙ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ

Покровный слой тепловой изоляции предназначен для защ
ты от внешних воздействий (атмосферных и механических)
придания законченного и эстетического вида теплоизоляцион
конструкции в целом.

Надежность изоляции и длительность ее эксплуатации
многом зависят от качества и характеристики покровного сл

Для покровного слоя тепловой изоляции в основном при
няются кожухи из тонких металлических листов, листов из же
ких стеклопластиков, оболочки из синтетических пленок и стек
цемент, а также стеклоткань со специальными пропитками (
костеклоткань), рулонные и дублированные материалы на осн
алюминиевой фольги (фольгоизол, фольгокартон, фольгорубер
и др.) и на основе стеклоткани (стеклорубероид и др.).

При невозможности выполнения покрытия из перечислен
сборных материалов и при сложности изолируемой поверхно
поверхность изоляции в порядке исключения может быть ок
катурена цементными растворами (асбестоцементным, песч
цементным) или теплоизоляционными мастиками (асбозур
вой, совелитовой, ньювелевой). Следует учесть, что наряду с
сокой трудоемкостью устройство мастичной штукатурки связан
мокрыми процессами, выполнение которых ограничивается окру
жающей температурой (не ниже +5 °С).

Покрытие изоляции тонколистовым металлом. Наиболее ин
дустриальным в монтаже, долговечным и эстетичным покры
тепловой изоляции является покрытие из металлических лис
(стальных толщиной 0,5—1 мм и из алюминиевых сплавов
щиной 0,3—1 мм).

Первоначальные повышенные затраты на металлическое по
крытие в сопоставлении с другими покрытиями изоляции
стичная штукатурка) полностью себя окупают в первый пери
эксплуатации, что обусловлено фактическим сроком службы
металлических покрытий 12 лет, мастичной штукатурки 5 лет).

Если сборные и полносборные теплоизоляционные конс
ции с металлическим покрытием (СТК, ТК) централизован
поставляются, то на месте монтажа (на производственной б
изготовляют металлические заготовки в виде цилиндров
трубопроводов), обечаек (для аппаратов колонного типа) и
тин (для плоских поверхностей).

Цилиндры и обечайки изготовляют длиной, равной д
окружности изоляции (по снятым замерам) с припуском
до 50 мм для нахлеста продольного шва.

Кромки металлических кожухов прозиговываются, что
дает им жесткость и лучший эстетический вид. Размеры зи
их расположение зависят от диаметра наружной поверх
изоляции (табл. 25).

Виды сопряжений продольных и поперечных швов ме
ческих покрытий изоляции показаны в табл. 26.

Металлические покрытия крепятся преимущественно
иарезающими винтами (ГОСТ 10621—63) диаметром 4 мм
ной 12 мм с крупным шагом резьбы. Примеры установки
лических покрытий по теплоизоляции на различных об
приведены на рис. 53.

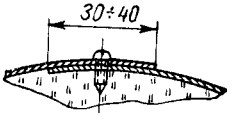
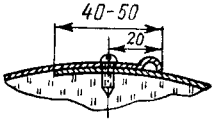
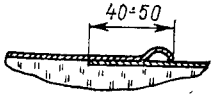
Таблица 25

Размеры зигов на металлнческих кожухах

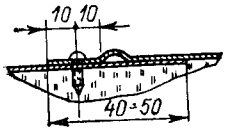
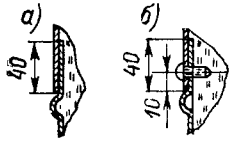
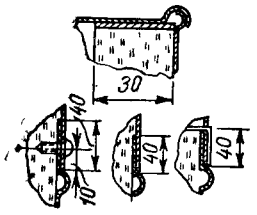
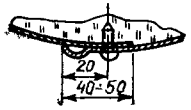
Наименование элементов зига	Наружный диаметр изоляции, мм	
	до 600	от 600 и более
Радиус зига (R), мм	3—4	5
Ширина зига (a), мм	6—8	10
Расстояние зига от края листа (n), мм	0—40	0—40

Таблица 26

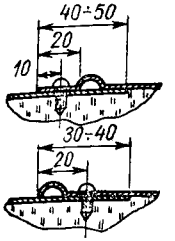
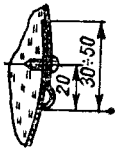
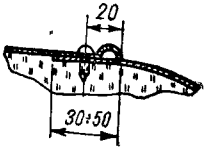
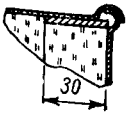
Виды сопряженнй продольных н поперечных швов металлических покрытий изоляции

Эскизы	Назначение
	В качестве соединения в продольных швах горизонтальных и вертикальных трубопроводов при диаметре изоляции менее 200 мм внутри помещенй
	В продольных швах горизонтальных и вертикальных трубопроводов и поперечных швах горизонтальных трубопроводов при диаметре изоляции более 600 мм
	В поперечных швах прямых участков горизонтальных и вертикальных трубопроводов при диаметре изоляции до 600 мм
	В поперечных швах горизонтальных трубопроводов при диаметре изоляции более 600 мм и в температурных швах при любом диаметре

Продолжение т -

Эскизы	Назначение
	В поперечных швах вертикальн... и горизонтальных трубопровод... при диаметре изоляции до 600 м... и для соединений элементов отводов
	В поперечных швах горизонтальных трубопроводов при диаметре изоляцни свыше 600 мм
	В поперечных швах вертикальных трубопроводов при диаметре изоляции более 600 мм: *а* — внутрен... прокладок; *б* — наружных
	В торцевых швах горизонтальных и вертикальных трубопроводов у флаицевых соединений
	В поперечных швах вертикальных аппаратов

Продолжение табл. 26

Эскизы	Назначение
	В поперечных швах вертикальных аппаратов
	В поперечных швах горизонтальных аппаратов
	В продольных швах горизонтальных аппаратов
	При креплении днищ горизонтальных аппаратов к их цилиндрической части В торцевых швах в горизонтальных и вертикальных аппаратах у фланцевых соединений

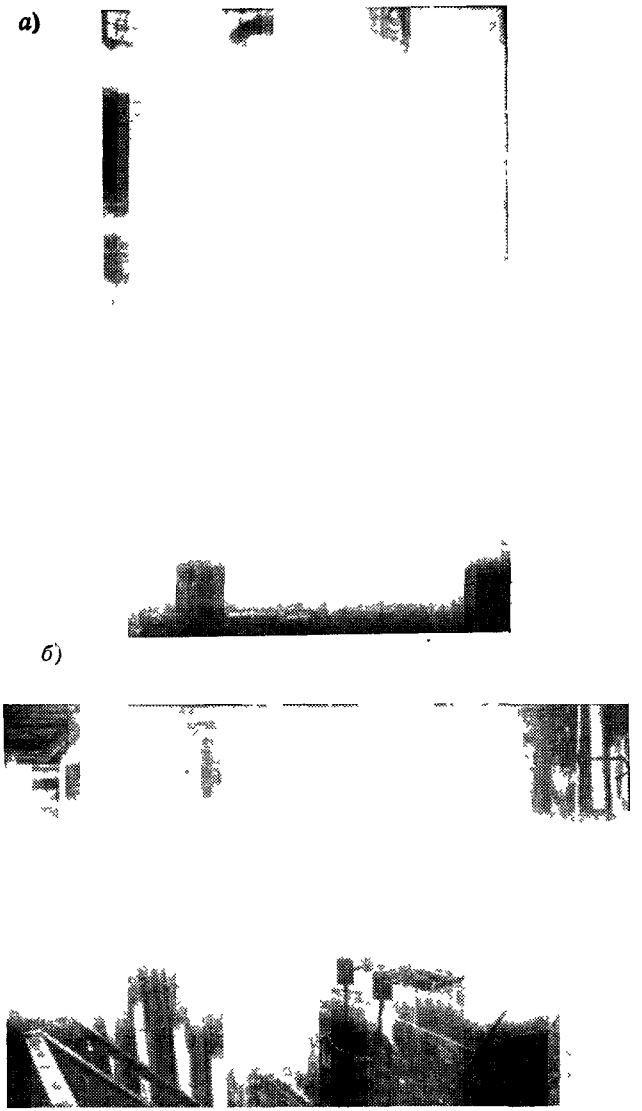


Рис. 53. Металлические покрытия тепловой изоляции
а—ректификационных колонн; *б*—котлоагрегата

Металлопокрытия теплоизоляции не должны корродировать при эксплуатации, для чего кровельную сталь окрашивают с наружной стороны краской БТ-177, эмалями с перхлорвиниловыми и другими красками. С внутренней стороны такие покрытия олифятся. Эти требования по антикоррозионной защите распространяются и на оцинкованные стали, если возможно попадание на поверхность кислых или щелочных веществ.

В условиях агрессивных сред (щелочь, кислота) металлопокрытия из алюминия и алюминиевых сплавов также применяются только с антикоррозионной защитой. Алюминиевые листы всех марок подвержены коррозии на электролитической основе. Практически это происходит в местах соприкосновения с другими металлами и в первую очередь со сталью. В связи с этим при монтаже алюминиевых покрытий следует не допускать их контактов со стальными изолируемыми поверхностями, с металлической сеткой, штырями, опорными устройствами и другими крепежными стальными деталями изоляции.

Алюминиевые листы корродируют также в местах непосредственного соприкосновения с такими теплоизоляционными материалами, как вулканит, совелит, диатомитовые и перлитоцементные изделия, и другими материалами, содержащими цемент (асбестоцементные и песчаноцементные штукатурки).

Для предохранения от электролитической коррозии, возникающей в местах соприкосновения разноименных металлов, устраивают зазоры или устанавливают прокладки из тканевых или рулонных материалов.

При алюминиевом покрытии тепловой изоляции, выполненной из прошивных минераловатных матов, последние должны иметь наружную обкладку не из металлической сетки, а из другого неметаллического материала (стеклоткань и др.).

Технология выполнения металлического покрытия тепловой изоляции слагается из определения размеров металлических заготовок, их изготовления и установки по месту. Эти операции выполняются по следующей схеме.

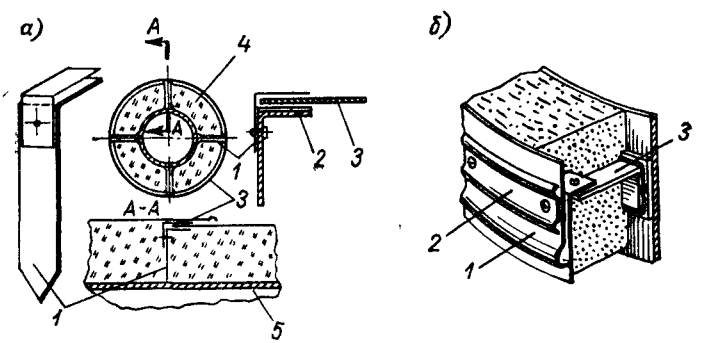


Рис. 54. Опорные устройства металлопокрытий
а—на трубопроводах: *1*—фиксатор; *2*—прокладка (асбестовый картон); *3*—покрытие; *4*—изоляционный слой; *5*—трубопровод; *б*—на вертикальных аппаратах; *1*—валик жесткости, *2*—накладка; *3*—разгружающее устройство

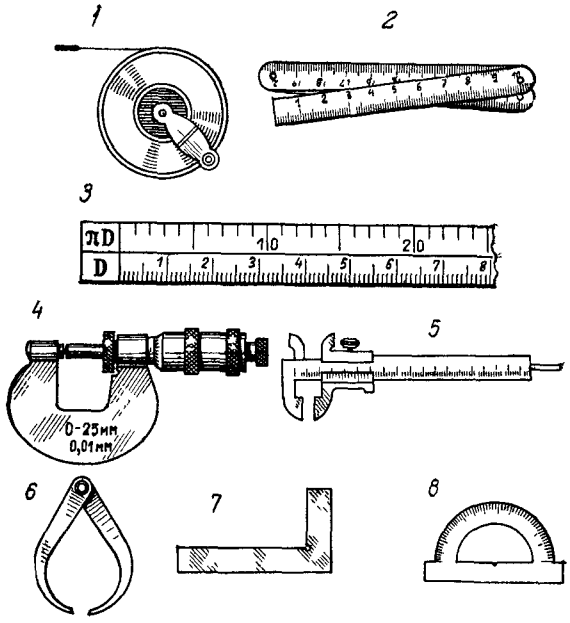


Рис. 55. Измерительный инструмент изолировщика

1—стальная рулетка; *2*—складной метр; *3*—линейка для определения длин окружностей (*D*—диаметр, *πD*—длина окружности), *4*—микрометр (измерение толщин покрытий); *5*—штангенциркуль (наружные и внутренние размеры до 150 мм), *6*—кронциркуль (диаметры до 500 мм), *7*—угольник (углы 90°); *8*—транспортир (измерение углов)

I. Производится приемка изоляционного слоя под установку металлопокрытия для обеспечения выполнения по нему качественного покрытия. Монтаж основного слоя изоляции должен быть выполнен качественно и полностью закончен. Изоляционный слой должен плотно прилегать к изолируемой поверхности, не иметь пустот, должны быть проконопачены швы и установлены предусмотренные проектом все опорные и разгрузочные устройства для металлопокрытия (рис. 54). Опорные устройства устанавливаются при применении уплотняющихся материалов на горизонтальных трубопроводах с диаметром изоляции более 350 мм.

На вертикальных участках трубопроводов и вертикальных аппаратах устанавливаются разгружающие устройства для металлопокрытий на расстоянии 3—4 м (рис. 54, *б*). Конструкция их препятствует сползанию как покровного, так и изоляционного слоя. При применении опорных и разгружающих устройств не следует допускать соприкосновение разноименных металлов.

II. Определяются размеры покрытия — снятие наружных размеров изоляции. По полученным замерам (с учетом нахле-

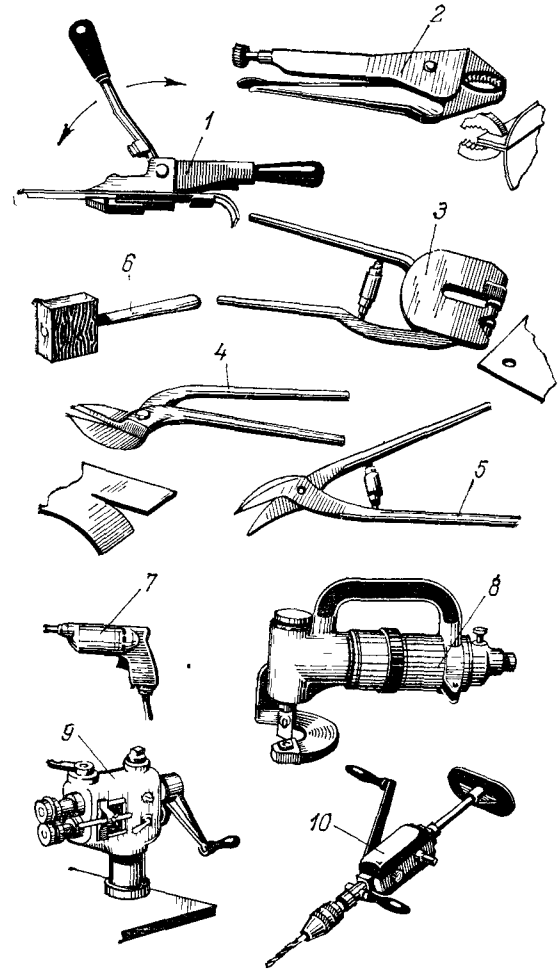


Рис. 56. Инструмент для монтажа металлопокрытий

1—натяжная машинка; *2*—зажимные клещи, *3*—перфоратор, *4*—ножницы прямые; *5*—ножницы лекальные (правые, левые); *6*—киянка деревянная, *7*—электросверлилка на 36В ИЭ-1031 (ГОСТ 821—78); *8*—электровиброножницы; *9*—портативная зиг-машина, *10*—ручная дрель

сток) составляется комплектовочная ведомость, в которой приводятся размеры и количество требуемых металлических заготовок и элементов для покрытия. Этот документ передается в мастерскую и служит заявкой. Изготовленные заготовки и элементы металлопокрытий транспортируются к месту монтажа. Замеры по изоляции и установка металлопокрытий производятся звеньями из двух изолировщиков при работах на трубопроводах и трех-четырех изолировщиков — при работах на аппаратах.

При заготовке металлопокрытий используется набор измерительных инструментов (рис. 55).

При выполнении металлопокрытий на изолированных объектах используется набор специального инструмента (рис. 56).

III. Изготовление металлических покрытий выполняется по данным натурных замеров поверхности изоляции. Для прямолинейных заготовок (цилиндры, обечайки) требуется один размер — длина заготовки. Они изготовляются на механизированных линиях, на которых раскрутка рулона листового металла,

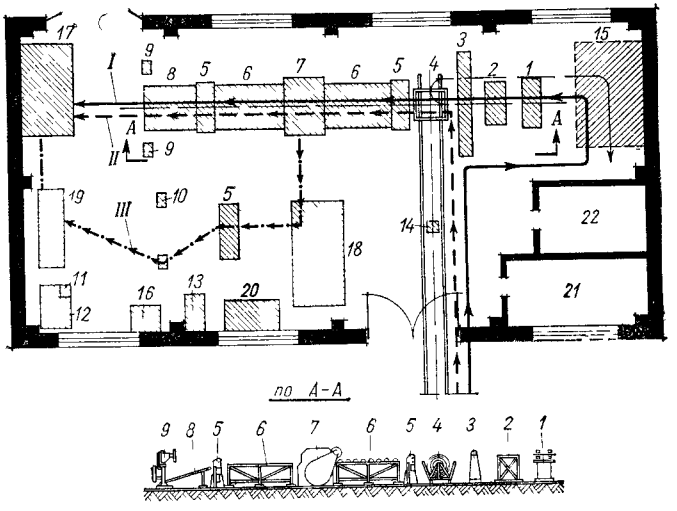


Рис. 57. Схема расстановки механизмов и оборудования мастерской металлопокрытий

I — технологическая линия по изготовлению цилиндрических заготовок из листового металла; *II* — технологическая линия по изготовлению цилиндрических заготовок из рулонного металла; *III* — технологическая линия по изготовлению заготовок фасонных частей; *1* — фальцепрокатный механизм; *2* — рольганг; *3* — фальцеосадочный механизм, *4* — тележка для рулонного металла (размоточное устройство); *5* — вальцы листогибочные; *6* — рольганг; *7* — ножницы гильотинные; *8* — скат; *9* — унифицированная знг-машина; *10* — ручная знг-машина, *11* — сверлильный станок; *12* — верстак для слесарных работ; *13* — ножницы механические; *14* — электротельфер; *15* — место хранения листового металла; *16* — точильный станок; *17* — место хранения готовой продукции; *18* — стол для раскроя металла; *19* — стол для сборки фасонных частей; *20* — место хранения заготовок; *21* — комната мастера; *22* — инструментальная

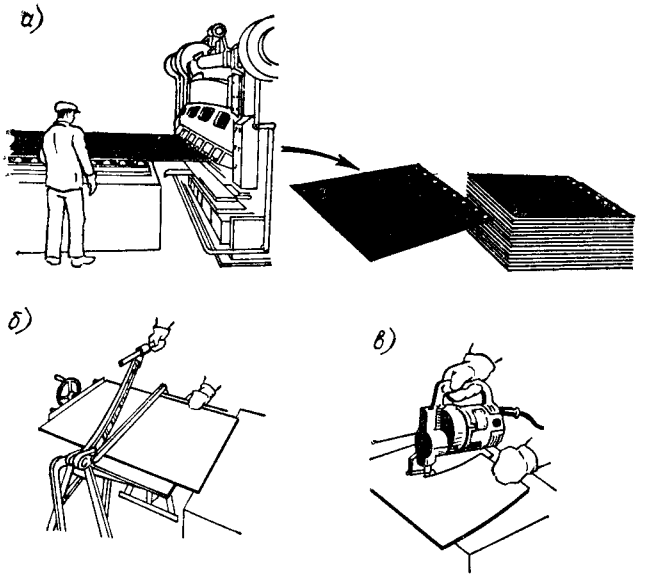


Рис. 58. Резка листового металла

а — гильотинными ножницами (с пробивкой отверстий под самонарезающие винты); *б* — маховыми ножницами; *в* — электровиброножницами

резка, вальцовка, зиговка и пробивка отверстий производятся последовательно в непрерывном потоке (рис. 57).

Резка листового металла выполняется ножницами гильотинного типа. Если резка производится не на потоке, то применяются ножницы гидравлические или рычажные маховые (рис. 58).

При заготовке отводов и элементов непрямоугольной конфигурации используются электровиброножницы типа Н-30 (рис. 58, *в*). В условиях монтажа применяются ручные ножницы — прямые и лекальные (рис. 56).

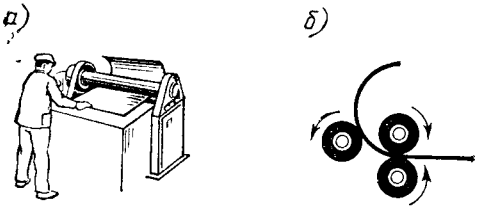


Рис. 59. Вальцовка металлических заготовок

а — на механических вальцах; *б* — схема вальцевания металла

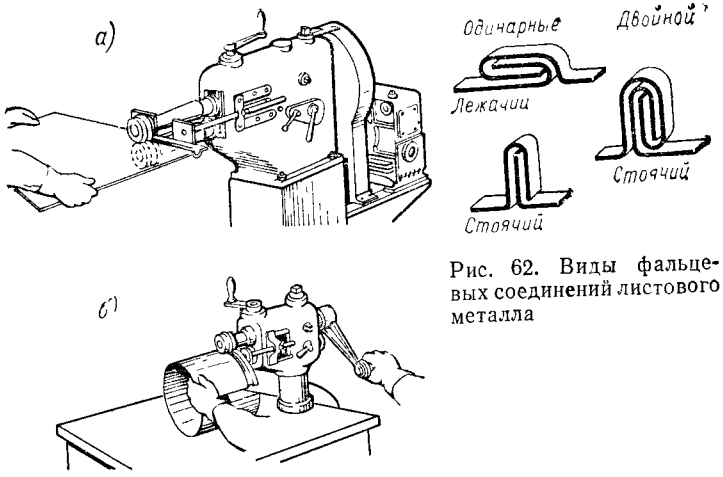


Рис. 62. Виды фальцевых соединений листового металла

Рис. 60. Работа на зиговочных машинах
а — на унифицированной зиг-машине; *б* — на ручной зиг-машине

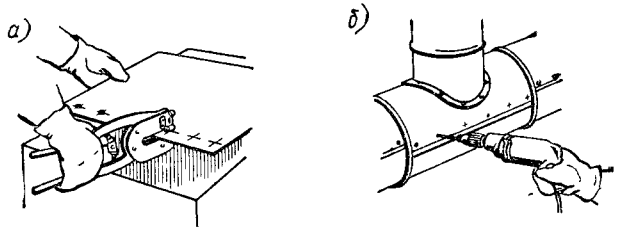


Рис. 61. Выполнение отверстий в металлических заготовках
а — пробивка ручным перфоратором; *б* — сверление электродрелью

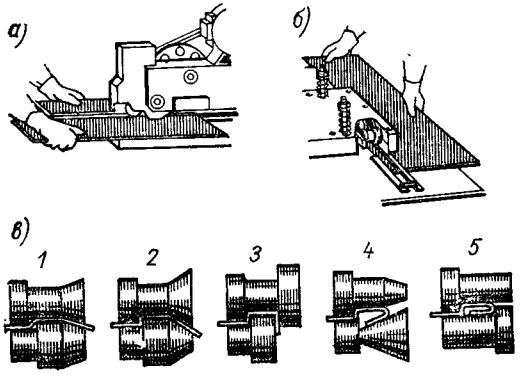
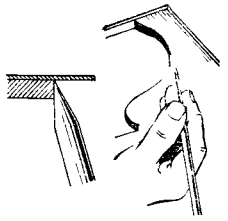


Рис. 63. Выполнение фальцевых соединений
а — прокатка фальца на фальцепрокатном станке; *б* — уплотнение фальцевого соединения на фальцеосадочном станке; *в* — схема образования фальца (лежачего) на фальцепрокатном стане

Рис. 64. Разметка элементов металлопокрытий по шаблону (стальной чертилкой)



При вальцовке металлические заготовки принимают цилиндрическую форму. Эта операция производится на механических листогибочных станках (рис. 59). При небольших объемах работ применяются ручные вальцы.

Зиговка металлических заготовок производится на зиг-машинах с механическим приводом (рис. 60) и портативных ручных, которые используются непосредственно на монтаже (рис. 56). Зиги-углубления полукруглой формы с радиусом 3—4 мм для заготовок диаметром до 300 мм и 5 мм — для больших диаметров. Радиус зига устанавливается зиговочными роликами. Зиговка металлических заготовок производится для придания жесткости в местах продольных и поперечных нахлесток.

Пробивка и сверление отверстий под самонарезающие винты в мастерских выполняется специальным пробивным прессом (рис. 58, *а*), механизированным перфоратором и электросверлильными машинами и дрелями (рис. 61).

Фальцевое соединение листового металла выполняется в покрытиях изоляции плоских поверхностей и на поверхностях небольшой кривизны (рис. 62).

При фальцевых соединениях листов на вертикальных поверхностях применяется лежачий фалец, а на горизонтальных поверхностях (кровли) — стоячий фалец (рис. 62).

Покрытия с фальцевыми соединениями листов применяются при использовании картин и обечаек.

Картина — два или более листа, скрепленных фальцевым швом; применяется для плоских поверхностей.

Обечайка — картина, прошедшая обработку на вальцах; применяется для криволинейных поверхностей — аппаратов.

Фальцевые соединения выполняются на двух типах станков (рис. 63): для заготовки кромок фальца — на фальцепрокатном станке (ВМС-25У) и для соединения листов в фалец (уплотнения) — на фальцеосадочном станке (С-241).

При необходимости выполнить фальцевые соединения вручную, желательно наиболее трудоемкую операцию производить на кромкогибочном станке, а последующее уплотнение шва — с помощью киянки.

Элементы металлических покрытий непрямоугольной формы раскраиваются по сделанным замерам с наружных поверхностей изоляции или с помощью шаблонов. Эта операция делается на специальных разметочных столах (высота 0,7—1 м). При разметке используется чертилка (рис. 64), штангенциркуль, циркуль с дугой, циркуль реечный, рейсмус раздвижной, угольник, транспортир и другой измерительный инструмент (рис. 55).

Разметка по замерам или чертежу длительна. Эта операция быстрее выполняется при использовании шаблонов. В мастерских, изготовляющих металлопокрытия, следует иметь набор заготовленных шаблонов на элементы, часто применяющиеся на данной

стройке. К этим элементам, однотипным по форме и размерам, относятся, в первую очередь, элементы отводов — «рыбки». Шаблоны изготовляются из тонколистового металла, картона и других аналогичных материалов. При разметке учитываются припуски на образование соединений.

Развертки металлических покрытий строят в натуральную величину, увеличивая основные размеры на соединительные швы элементов — на поперечный и продольный стык — зиг 10 ÷ 15 мм и нахлест 30—50 мм.

Ниже приведены примеры раскроя фасонных разверток металлопокрытий изоляции трубопроводов.

I. Раскрой дугового отвода:

1. Профиль строится на основании двух натурных замеров — длины окружности и длины шейки (рис. 65, *а*). К длине шейки прибавляется половина длины окружности отвода, это будет длина затылка. Если построение делается по проектным данным (по чертежу), то раскрой отвода выполняется в соответствии с радиусом закругления.

2. Профиль делят на определенное число сегментов (четыре-шесть) с таким расчетом, чтобы концевые сегменты были половиннымн.

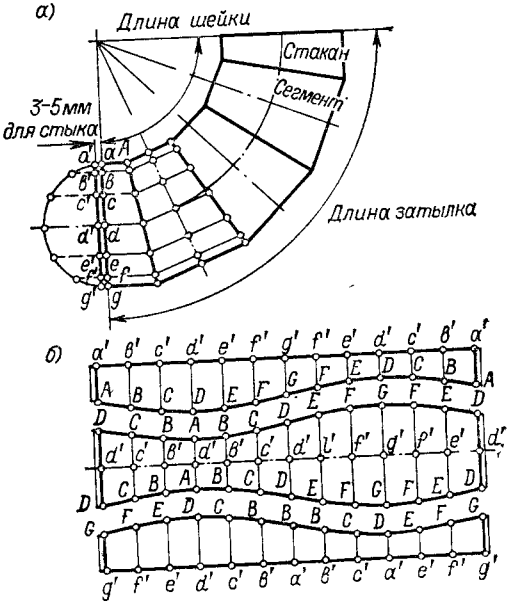


Рис. 65. Построение развертки дугового отвода

а — профиль; *б* — элементы покрытия

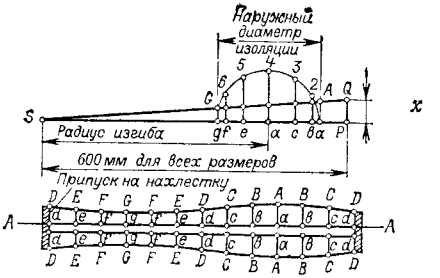


Рис. 66. Построение сегмента дугового отвода

3. Из точки *d* проводится полуокружность и делится на шесть равных частей. Из точек деления проводятся линии (образующие) 2-*B*, 3-*C* и т. д., а затем наносятся отрезки $a - A$, $b - B$, $c - C$ и т. д.

4. Смещается линия основания $a - g$ на 5—7 мм для стыка (зига) и наносится линия $a' - g'$ (с точками a', b, c и т. д.).

5. Построение разверток сегментов и стаканов дуговых отводов выполняется на прямой, равной длине окружности, разделенной на 12 равных частей (рис. 66).

Раскрой сегмента дугового отвода («рыбки»). На рис. 66 показано, как вычертить профиль половины сегмента (стакана). Для этого наносится горизонтальная линия *SP* длиной 600 мм (для всех стандартных отводов). Из точки *S* (рис. 65, *а*) откладывается величина радиуса изгиба отвода, мм, зависящая от диаметра трубопровода:

Наружный диаметр трубопровода, мм	45	57	76	89	108	133	159	194	219	273
Радиус изгиба, мм	80	100	140	160	150	190	225	265	300	375
Наружный диаметр трубопровода, мм	325	377	426	480	530	630	720	820	920	1020
Радиус изгиба, мм	450	525	600	675	500	600	700	800	900	1000

Затем из точки *d* проводится вспомогательная полуокружность, равная диаметру трубопровода с изоляцией $D_{из}$. Диаметр трубопровода с изоляцией по расчету определяется из формулы

$$D_{из} = l_р/\pi,$$

где $l_р$ — длина развертки отвода, мм; $\pi = 3{,}14$.

Нанесенную полуокружность делят на шесть равных частей. Полученные точки деления проектируются на линию *SP*. Затем

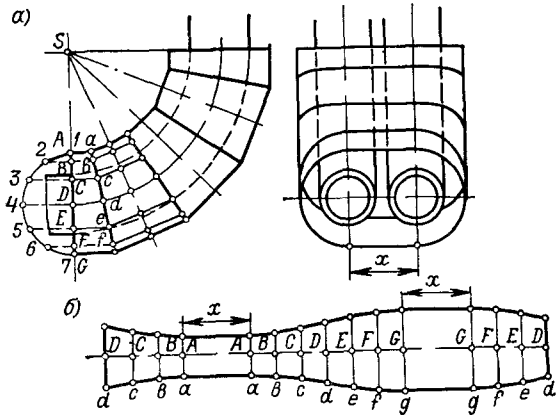
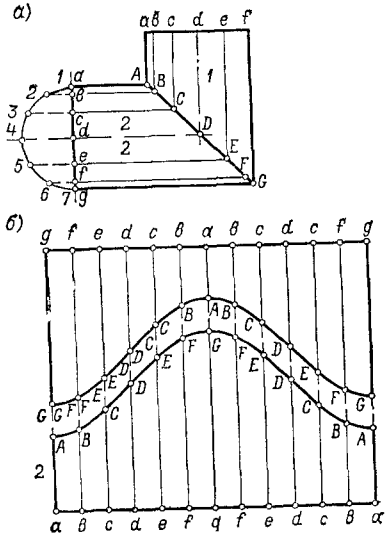


Рис. 67. Раскрой развертки сегмента дугового отвода, охватывающего две трубы
а — профиль; *б* — развертка сегмента



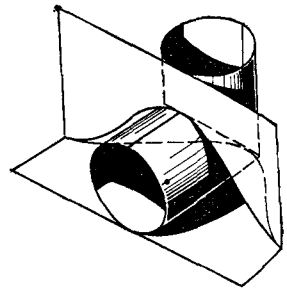
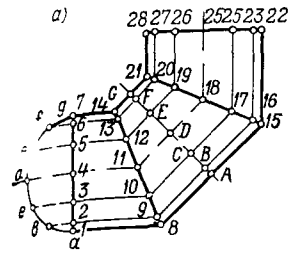
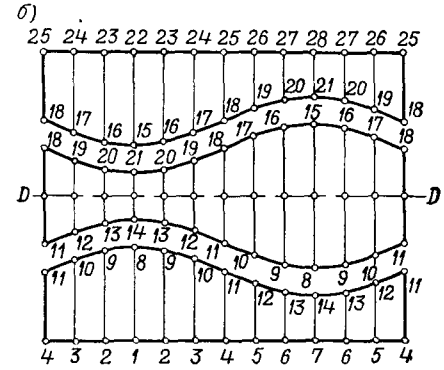


Рис. 68. Построение развертки покрытия колена
а — профиль; *б* — элементы покрытия





ис. 69. Построение раз-ертки покрытия колена вставкой
— профиль; *б* — элементы крытия

точки *P* восстанавливается перпендикуляр *x*, размер которого висит от количества сегментов в отводе:

Количество сегментов	2	3	4	5	6	7
, мм	160,8	119,3	95,0	79,0	62,0	59,0

Затем точку *Q* соединяют прямой с точкой *S*. В полученном нтуре фигуры *GgaA* отрезки *Gg*, *Ff*, *Ee*, *Dd*, *Cc*, *Bb* и *Aa* слу-т величинами для построения профиля развертки («рыбки»). я этого на металлическом листе проводят горизонтальную линию *AA* (рис. 66, *б*), которую делят на 12 равных отрезков. Полученные точки пересечений вертикальных линий с прямой *AA* обозначают в порядке, аналогичном принятому при делении вспомогательной окружности.

На вертикальных линиях откладывают отрезки из контура *GgaA*. Полученные точки *D*, *E*, *F* соединяют плавной кривой и при этом получают контур развертки сегмента.

Раскрой покрытия отвода для труб, изолируемых вместе. Развертка сегмента строится как для обычного дугового отвода (рис 67) — на основании наружной длины окружности покрытия. Но имеется одна особенность — добавляются две прямоугольные вставки, длина которых равна расстоянию между осями крайних труб

II Раскрой колена:

1 Вычерчивается профиль (рис. 68, *а*).

2 Из точки *d* проводится полуокружность и делится на сть равных частей (точки 1, 2, 3, 4, ... 7).

3 Эти точки проектируются на линию пересечения труб.

4 Построение разверток начинается с нанесения прямой, вной длине окружности покрытия и разделенной на 12 частей.

5. Полученные отрезки $A-a$, $B-b$, $C-c$, ..., как пока-но на рис. 68, *а*, используются для построения элементов по-ытия (рис. 68, *б*).

III. Раскрой колена со вставкой:

1. Вычерчивается профиль (рис. 69).

2. Из точки *4* проводится полуокружность и делится на шесть равных частей (точки *a, b, c, ...*).

3. Эти точки проектируются на линию пересечения нижней трубы со вставкой.

4. Для построения разверток наносятся прямые, равные длине окружности покрытия. Отрезки делятся на 12 равных частей (рис. 69, *б*).

5. Отрезки *1—8, 2—9, 3—10, 4—11, 5—12, 6—13* и *7—14* служат для построения нижнего сегмента.

6. Отрезки *8—15, 9—16, 10—17, 11—18, 12—19, 13—20* и *14—21* служат для построения развертки среднего сегмента.

7. Отрезки *15—22, 16—23, 17—24, 18—25, 19—26, 20—27* и *21—28* служат для построения развертки верхнего сегмента.

IV. Раскрой развертки развилки с цилиндрическими отводами:

1. Вычерчивают внешний контур покрытия развилки с нанесением осевых линий (рис. 70, *а*).

2. Наносят кривые (при равных диаметрах — прямые) сопряжения *AD*, *DA* и *DG*.

3. Построение разверток показано на рис. 70, *б* и *в*.

V. Раскрой развертки прямого конуса:

1. Вычерчивают усеченный конус *abBA* (рис. 71, *а*).

2. У нижнего основания наносят полуокружность и делят ее на шесть равных частей.

3. Продолжив стороны фигуры, получают вершину конуса.

4. Построение развертки (рис. 71, *б*) выполняется радиусом *SA*. На полученной дуге 12 раз откладывают отрезок *1—2*, взятый с полуокружности на рис. 71, *а*. Полученную на дуге последнюю точку соединяют с точкой *S*. Затем из этой точки описывается вторая дуга радиусом *Sa*.

Монтаж металлических кожухов на трубопроводах. Металлические кожухи должны плотно прилегать к поверхности изоляции и строго соответствовать ее конфигурации. Продольный шов выполняется преимущественно внахлестку с зигом. При наружных диаметрах до 200 мм (в помещении) допустим шов внахлестку без зига. Шов располагается в одну линию (по прямой), несколько ниже оси трубопровода и желательно со стороны, скрытой от обзора. Покрытие по продольному шву крепится преимущественно самонарезающими шурупами с расстоянием между ними 150 мм.

Крепление может осуществляться также бандажами или натяжными планками (рис. 72).

Поперечный шов на горизонтальных участках трубопроводов выполняется зиг на зиг при диаметре металлического покрытия до 600 мм; свыше 600 мм — внахлестку с зигом, внахлестку с односторонним валиком жесткости и креплением шурупами через 300—350 мм.

Для предотвращения попадания влаги под покрытие монтаж должен выполняться с расположением кромок зигов (листов) в сторону уклона. Монтаж покрытия на вертикальных участках ведется снизу вверх.

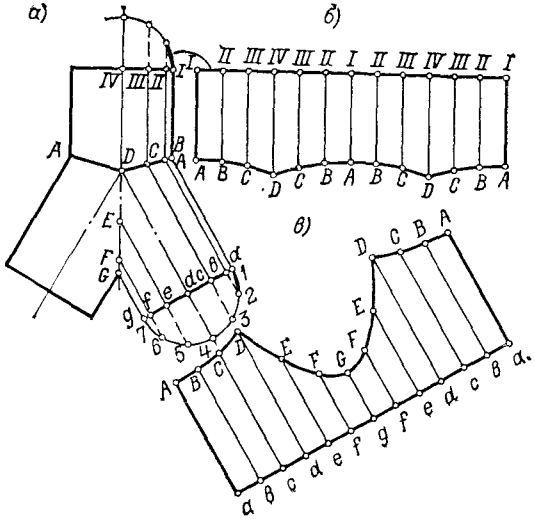


Рис. 70. Построение развертки покрытия развилки трубопроводов
а — профиль; *б*, *в* — элементы покрытия

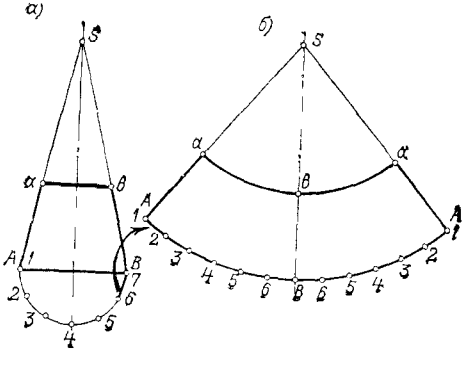


Рис. 71. Построение развертки прямого конуса
а — профиль; *б* — развертка

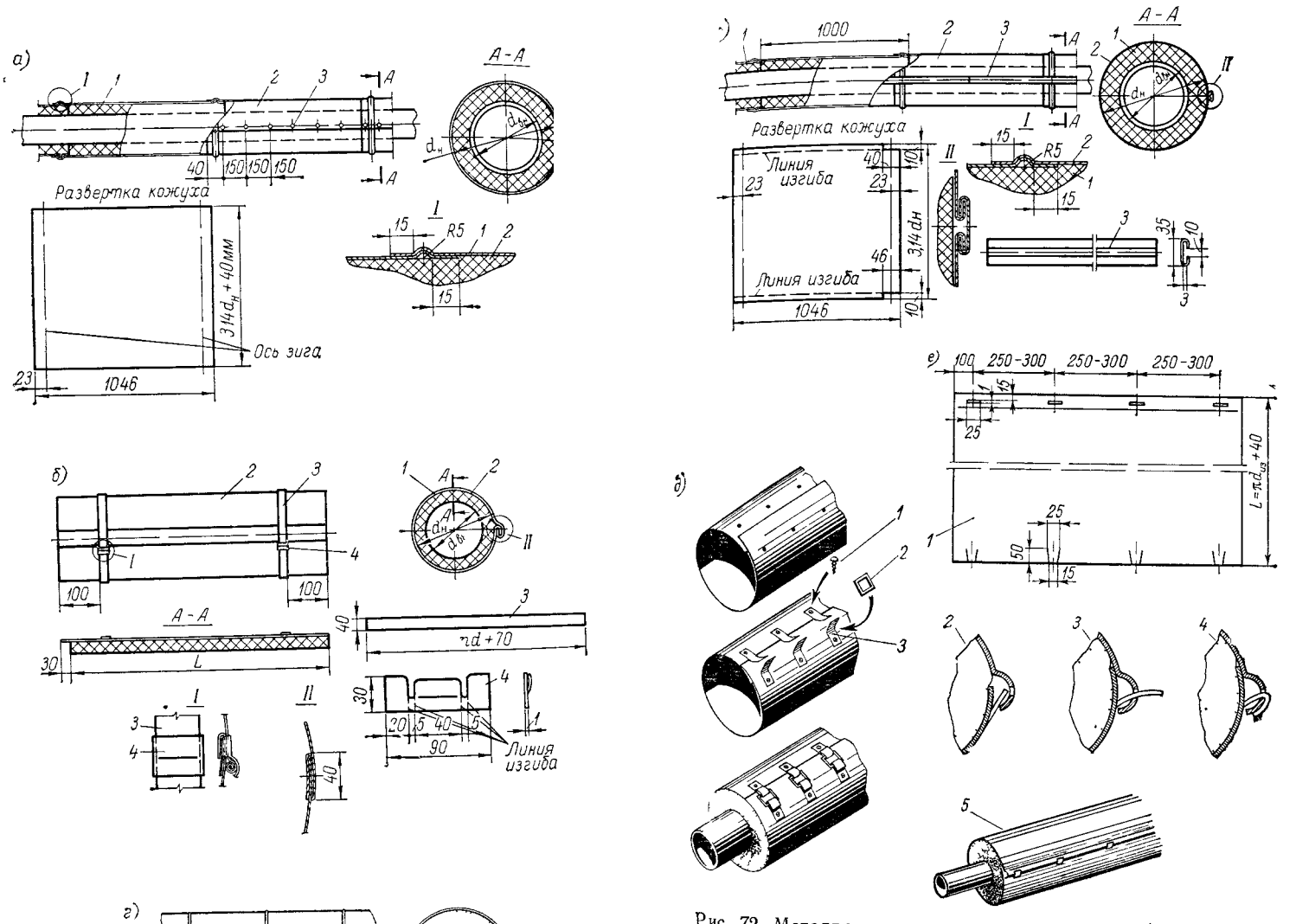


Рис. 72. Металлические покрытия изоляции трубопроводов

а — крепление самонарезающими винтами: *1* — металлическое покрытие, *2* — изоляционный слой, *3* — самонарезающий винт, *б* — крепление бандажами *1* — изоляционный слой, *2* — металлическое покрытие, *3* — бандажная лента, *4* — пряжка (узел затяжки бандажа); *в* — крепление планкой: *1* — изоляционный слой, *2* — металлическое покрытие, *3* — металлическая планка, *г* — крепление фальцем, *д* — крепление бандажными полосками *1* — винт самонарезающий, *2* — пряжка, *3* — бандажная полоска, *е* — язычковый способ крепления *1* — заготовка металлопокрытий, *2*, *3*, *4* — последовательность крепления; *5* — общий вид

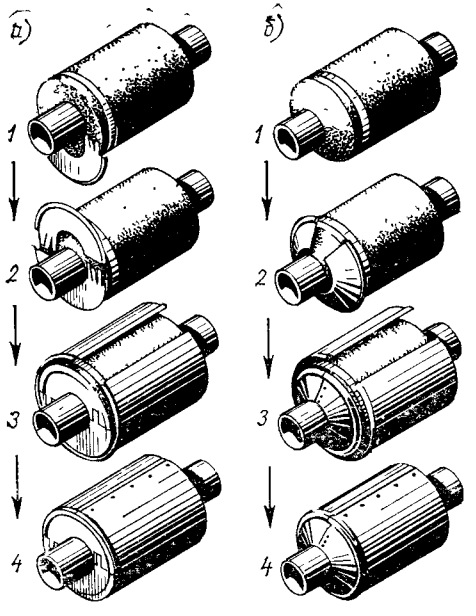


Рис. 73. Способы металлических покрытий торцов изоляции трубопроводов
а — диафрагмами; *б* — конусами

Отводы (колена) на монтаж должны поставляться в собранном виде и после разборки монтироваться на поверхности изоляции. Прямые участки, примыкающие к отводам, должны монтироваться после выполнения покрытия на криволинейных участках.

Диафрагмы, закрывающие торцы изоляции (рис. 73), изготовляют из двух половин, соединяющихся язычковым соединением шурупами, а также в виде сегментов (см. рис. 31, *в*).

Диафрагмы с основным покрытием изоляции трубопроводов соединяются зиг на зиг.

Фланцевые соединения, имеющие диаметр больше диаметра основного слоя изоляции трубопровода, покрываются съемными металлическими кожухами (см. рис. 29).

В тех случаях, когда фланец ниже основного слоя изоляции, он изолируется конструктивно аналогично трубопроводу, и при этом покрытия изоляции фланца и трубопровода стыкуются на одном уровне. Детали монтажа металлических покрытий изоляции трубопроводов приведены на рис. 72, 73.

Металлические покрытия изоляции аппаратов обечайками и картинами. Заготовка их выполняется по одному размеру, снятому с натуры и практически удобному в монтаже (длина заготовки *l*). Ниже приводятся примеры раскроя заготовок типовых элементов металлических покрытий для непрямолинейных участков аппаратов.

I. Раскрой конического днища аппарата:

1. Принимают число сегментов (4—12).

2. Вычерчивают наружный контур торца покрытия (с фактическим углом конусности).

3. Проводят вспомогательную большую полуокружность из точки S_1 с диаметром, равным диаметру кожуха (S_1A) и из точки S_2 — малую полуокружность, равную принятому диаметру наконечника (S_2B).

4. Четвертую часть каждой полуокружности делят (рис. 74, *а*) на две равные части (точки I—II, II—III).

5. Развертка сегмента получается следующим образом (рис. 74, *а*):

а) проводят две дуги с радиусом $R = SA$ и $r = SB$; на внешней дуге откладывают отрезок $I' — II'$, равный отрезку $I — II$ (при общем числе восемь сегментов).

Полученные на дуге точки I' и II' соединяют с точкой S на окружности с радиусом r, получают нижние точки сегмента $1'$ и $2'$;

б) наконечник (рис. 74, *б*) получают следующим образом: радиусом SB описывают окружность и откладывают на ней отрезок $1'$ и $2'$ 8 раз (в нашем примере) и конечные точки соединяют с точкой S. Сектор между точками 1 и 9 вырезается.

II. Раскрой сегмента кожуха шарообразного аппарата:

1. Проводится окружность с диаметром, равным диаметру кожуха шара (рис. 75, *а*).

2. Окружность делят на принятое число сегментов.

3. Точки деления 1, 2, 3, 4 и 5 соединяют между собой прямыми.

4. Из точек 2, 3 и 4 опускают на линию *ae* перпендикуляры, которые при пересечении образуют точки *b*, *c* и *d*.

5. Из этих точек проводят прямые *dd*, *cc*, *bb*, параллельные *ee*.

6. Развертка сегмента шара вычерчивается так: проводят вертикальную ось; на оси откладывают отрезок, равный восьми

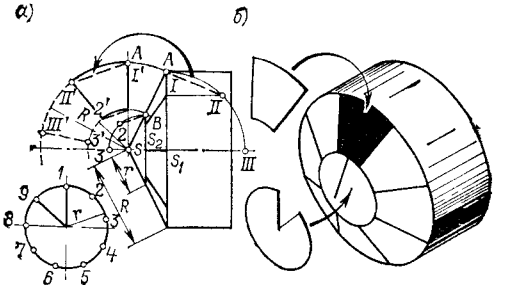


Рис. 74. Построение покрытия конического днища
а, б, в — последовательность построения

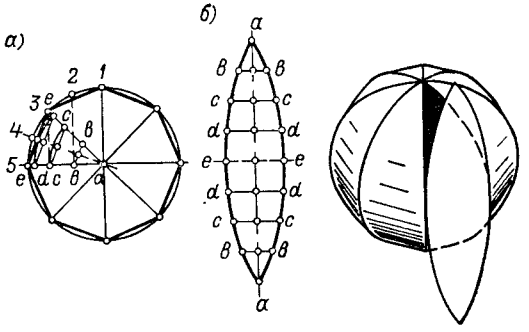


Рис. 75. Построение сегмента кожуха шара
а, б — последовательность построения

длинам отрезка 1—2 (рис. 75, *б*). Через полученные точки проводят перпендикуляры к осн, на которых симметрично откладывают отрезки *bb*, *cc* и т. д. (рис. 75, *а*); соединив плавной кривой точки *a*, *b*, *c* и т. д., получают контур сегмента.

Монтаж покрытия на вертикальных аппаратах. Ведется снизу вверх. Поперечные швы соединяются самонарезающими винтами через 300 мм, а продольные — через 150 мм. Каждый лист (обечайка, картина) должен перекрывать (по вертикали) внахлест нижележащий. На горизонтальных аппаратах цилиндрическая часть покрытия монтируется после устройства покрытия днищ. Места у выступающих частей аппаратов должны отделываться накладками из листового металла. В швах, где установлены опорные лапки разгружающих устройств, листы покрытия не соединяют винтами, для того чтобы данный шов выполнял функции температурного шва (рис. 54, *б*).

Наружное покрытие теплоизоляции из рулонных материалов. Выполняется из рубероида, стеклорубероида, фольгоизола и других дублированных материалов на основе алюминиевой фольги, лакостеклоткани, стеклоткани, дублированной тонкими полимерными пленками и др.

Большинство рулонных материалов в качестве покрытия теплоизоляции ограничено в применении по причине недолговечности и горючести. Эти материалы, чтобы исключить их оплавление и возможное возгорание, не должны соприкасаться с горячими поверхностями. В случаях, когда температура теплоносителя свыше 200 °С, покрытия изоляции из органических материалов должны располагаться на расстоянии не менее 0,3 м от неизолированных частей трубопровода. Кроме того, возгораемые покрытия могут применяться на расстоянии не менее 25 м от оборудования и аппаратов с горючими и взрывоопасными материалами.

Покровный слой изоляции трубопроводов из изола, бризола выполняется из нарезанных полотнищ, соответствующих длине окружности изолированного трубопровода с учетом нахлестки.

Покрытие монтируется по выровненной поверхности изоляции внахлестку по продольным и поперечным швам в 80—100 мм. Швы проклеиваются изольной мастикой или битумом марки БН-IV. Покрытие закрепляется бандажами через 250 мм из упаковочной ленты 0,7 × 20 мм или из проволочных колец диаметром проволоки 2 мм. В последнем случае под проволоку устанавливают прокладку из того же рулонного материала шириной 40 мм.

При укладке покрытия насухо (канальные прокладки) бандажи устанавливают на расстоянии 200 мм.

Аналогично выполняется покрытие из рубероида и стеклорубероида.

Покровный слой из дублированных алюминиевой фольгой материалов. Фольгоизол устанавливают фольгой наружу с перекрытием продольных и поперечных швов на 100—150 мм. По продольному шву покрытие закрепляется самонарезающими винтами 4 × 12 мм с расстоянием 150 мм (см. рис. 72, *а*). Крепление покрытия из фольгоизола выполняется и типовыми бандажами, устанавливаемыми через 250 мм (рис. 76).

Фольгоизол в качестве покрытия применяется на изоляции, выполненной из мягких и жестких теплоизоляционных материалов с диаметром изоляции не менее 50 мм.

Покровный слой из рулонированного стеклопластика. Выполняется двумя способами — полотнищами при диаметре трубопроводов с изоляцией более 200 мм и спирально при диаметре менее 200 мм. На изоляцию трубопроводов, выполненную из волокнистых (мягких, полужестких) изделий, до укладки покровного слоя ставится жесткий выравнивающий слой из рулонного материала (рубероид, пергамин, картон и др.). Выравнивающий слой укладывается насухо с нахлесткой по продольным и поперечным швам в 50 мм. Крепится выравнивающий слой проволочными кольцами диаметром 2 мм, установленными через каждые 500 мм, или полиэтиленовой лентой с липким слоем (ГОСТ 20477—75). Продольные и поперечные швы лакостеклоткани с нахлесткой в 50 мм проклеиваются лаком ХСЛ. На наружных

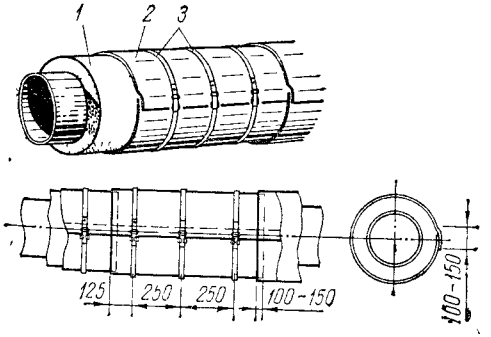


Рис. 76. Покрытие изоляции трубопроводов фольгоизолом
1 — изоляционный слой; *2* — фольгонзол; *3* — бандажи

прокладках и в проходных каналах покрытие из стеклопластика РСТ дополнительно должно закрепляться бандажами через каждые 300—350 мм.

В непроходных каналах выравнивающий слой под стеклопластик РСТ не устраивается и швы не проклеиваются (для обеспечения просушки изоляции). Покрытие крепится только бандажами.

Если теплоизоляция выполнена из жестких изделий (совелит, известково-кремнеземистые изделия и др.), то лакостеклоткань укладывается без выравнивающего слоя, но на хорошо выровненную поверхность основного слоя изоляции (под рейку

Аналогично покрытию из стеклопластика РСТ выполняется покрытие из стеклоткани. Для долговечности стеклоткань окрашивается масляными и эмалевыми красками (внутренние прокладки) или гидроизоляционными (битумными) составами (наружные прокладки). Швы стеклоткани проклеивают тем составом, каким покрывается вся поверхность Стеклоткань — неиндустриальный материал, поэтому требуются дополнительные трудозатраты на окраску. Стеклоткань повсеместно заменяется в изоляционных работах стеклопластиком РСТ.

Покровные слои из других оболочек — пленок и стеклопластика. Выполняются из нарезанных по размерам листов с припусками на продольные и поперечные нахлестки швов (30—40 мм

На изоляции с наружным диаметром до 300 мм покрытия из этих материалов крепятся бандажами, а на больших диаметрах — самонарезающими винтами, нипельными заклепками, полиэтиленовыми кнопками. Оболочки из стеклопластика и упругих пленок, устанавливаемые на изоляцию с диаметром более 1000 мм, должны в местах соединений для жесткости окаймовываться полосками металла (см. табл 18).

Покровный слой изоляции из асбестоцементных листов. Применяется для цилиндрических резервуаров диаметром более 4 м (нефте-мазутохранилищ). Волнистые и плоские асбестоцементные листы устанавливают на навесные крючки (два на лист) или клямеры из катанки или полосового железа. Конструкция крепления показана на рис. 77.

Покрытие из асбестоцементных листов выполняется с перекрытием продольных и поперечных швов. Дополнительно листы

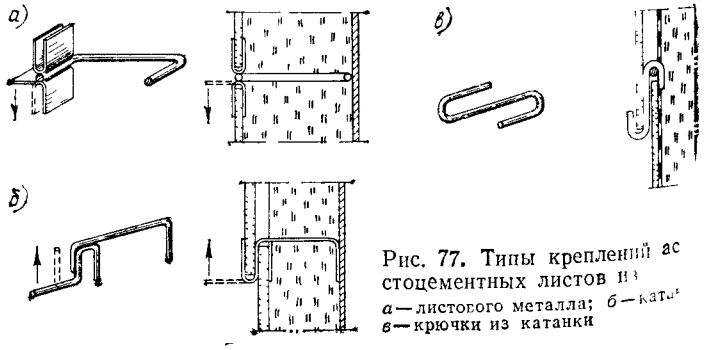


Рис. 77. Типы креплений асбестоцементных листов из

а — листового металла; *б* — катан
в — крючки из катанки

снаружи крепят стяжными бандажами либо проволочными кольцами.

В местах люков и выступающих частей разделка выполняется тонколистовым металлом.

Покровный слой из асбестовой ткани. Применяется на горячих трубопроводах малых диаметров преимущественно для предохранения от ожогов и тем самым выполняет функцию основного и покровного слоя изоляции.

Для облегчения работы асбестовая ткань предварительно увлажняется в воде и сшивается на трубопроводе в увлажненном состоянии латунной проволокой диаметром 0,8 мм.

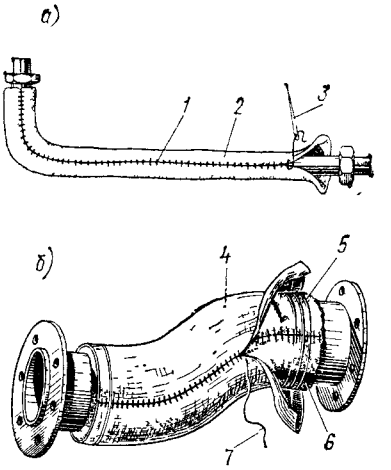


Рис. 78. Обшивка трубопроводов асбестовой тканью

а — для предохранения от ожогов; *б* — для сокращения теплопотерь; *1* — проволока, *2* — асбестовая ткань в 1 слой, *3* — игла; *4* — парусина; *5* — проволочное кольцо; *6* — асбестовая ткань в несколько слоев; *7* — нить

Технология обшивки трубопроводов асбестовой тканью приведена на рис. 78. В отдельных случаях на прокладках трубопроводов внутри помещений теплоизоляция (из асбестовых шнуров) обшивается асбестовой тканью (марки АТ-1) Продольные и поперечные швы покровного слоя из асбестовой ткани сшиваются проволокой диаметром 0,8 мм или шпагатом. Поперечные швы должны иметь нахлест 30—50 мм, а продольные швы выполняются встык (рис. 78, *а*). Поверхность асбестовой ткани окрашивают требуемыми по проекту красками.

Покровный слой из мастичной (мокрой) штукатурки. Выполняется в порядке исключения в тех случаях, когда не представляется возможным выполнить покрытие изоляции из сборных оболочек, кожухов и рулонных материалов. Мокрая штукатурка — трудоемкий вид покрытия, выполнение которой возможно при положительной температуре (не ниже +5 °С). Штукатурные растворы приготовляются в механических растворомешалках. В них сыпучие компоненты затворяются водой и тщательно перемешиваются. Сначала в смесильный барабан заливается требуемое колличество воды, а затем при вращающихся лопастях мешалки засыпают сыпучие материалы. Состав штукатурных растворов и расход материалов приведен в табл. 27. Перемешивание длится до получения однородной массы (3—5 мин).

Штукатурные растворы наносятся на подготовленные выровненные поверхности по каркасам из металлических сеток (№ 12 — 1, 2).

Толщина штукатурного слоя зависит от основания, на которое он наносится (характера теплоизоляционного слоя), и

Таблица 27

Составы штукатурных растворов для тепловой изоляции и нормы расхода компонентов

Раствор	Нормы расхода материалов с учетом влажности и потерь на 1 м³ раствора		Объемное соотношение сыпучих материалов
	Материал	Количество	
Асбестоцементный	Асбест 6 с, т	0,3	2
	Цемент, т	1 2	5
	Вода, м³	1,0	
Цементно песчаный	Цемент, т	0,4	1
	Песок, м³	1,01	3
	Вода, м³	1,0	
Асбозуритовыи	Асбозурит, т	0,915	1
	Вода, м³	0,86	
Асбозуритоцементный	Асбозурит, т	0,6	3
	Цемент, т	0,28	1
	Вода, м³	1,0	
Асбозуритоасбестовый	Асбозурит, т	0,6	4
	Асбест 6с, т	0,16	1
	Вода, м³	0,8	

принимается по волокнистым материалам 20 мм, по жестким формованным изделиям 15 мм Сама технология штукатурных работ состоит из следующих операции выравнивание «под рейку» (рис 79, *а*) и отделка полутерком На трубопроводах рейку плавно передвигают по спирали сверху вниз (в верхней половине трубы) и снизу вверх (в нижней половине) На вертикально расположенных трубопроводах рейку держат в вертикальном положении и передвигают по окружности При оштукатуривании плоских и вертикальных поверхностей штукатурный слой выравнивают, передвигая рейку сверху вниз

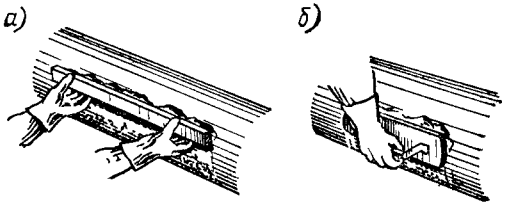


Рис 79 Оштукатуривание теплоизоляции трубопроводов
а — выравнивание рейкой, *б* — отделка полутерком

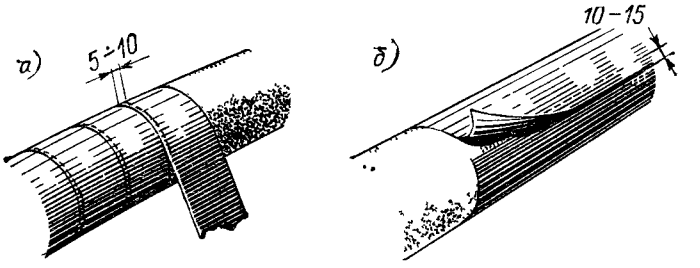


Рис 80 Оклейка поверхности изоляцин тканями
а — полосами *б* — полотнищами

После выравнивания рейкой слой штукатурки немного просушивается, а затем поверхность окончательно отделывается полутерком (рис 79, *б*)

Для предотвращения растрескивания штукатурного слоя в период эксплуатации в нем устраиваются температурные швы шириной 10 мм через 3—4 м (на минераловатных конструкциях) На теплоизоляцин из жестких теплоизоляционных изделий температурные швы выполняются на всю толщину конструкции с заполнением мягкими материалами (шнурами) Желательно температурные швы располагать в местах разгружающих устройств (аппараты) и арматуры (трубопроводы)

Поверхность штукатурки окрашивают (на наружных прокладках) или оклеивают тканями и затем окрашивают (внутри помещений)

На вибрирующих поверхностях для сохранения штукатурного слоя он оклеивается хлопчатобумажной или другими тканями (миткаль, марля, мешковина, стеклоткань) с последующей окраской Клеящими составами служат технический крахмал, декстрин, жидкое стекло, раствор огнеупорной глины, а также лаки и краски, которыми окрашивают наклеенную ткань

Штукатурный покров изоляцин на трубопроводах диаметром до 159 мм оклеивают спиралью (бинтуют), а на трубопроводе больших диаметров, а также на плоских и криволинейных поверхностях (оборудование) — полотнищами (рис 80) Ткань нарезают с учетом нахлесток (5—10 мм) Куски ткани пропитываются клеевым составом, избыток клея отжимается, затем ткань растягивается и разглаживается на поверхности штукатурки Ткань должна плотно прилегать к поверхности, не иметь складок, морщин и непроклеенных мест

Плоские криволинейные поверхности, а также вертикальные трубопроводы оклеивают снизу вверх (нахлестка шва сверху вниз) Швы нахлесток располагают на скрытых от обозрения местах

Наружная поверхность изоляцин может окрашиваться по штукатурному слою, по оклейке и обшивке тканями и другим видам покрытий

Окраска выполняется масляными, клеевыми и силикатными красками, эмалями и лаками в целях предохранения наружных

покрытий от разрушающего действия атмосферной влаги и нологических факторов (пар), а также из эстетических и знавательных требований.

Для окраски используют краскораспылители, окрасочны лики и кисти. Наиболее производительно окрашивание спос распыления красителя под давлением (электро- и пневмат ские окрасочные агрегаты). Краскораспылители особенно эф тивны при применении на больших поверхностях. При огран ных поверхностях (трубопроводы) пользуются окрасочным ва ликом.

Битумное покрытие. Выполняется из горячих и холодных бу тумных мастик. Горячая битумная мастика — расплавленная смесь битумов марок III—V с температурой порядка 180 °С. Холодная битумная мастика (изготовляется промышленностью) состоит из нефтебитумов марок IV и V в композиции с разжижителем — зеленым маслом. Применение холодной мастики рентабельней, так как при этом снижаются трудозатраты, сокращается расход битума и топлива, а также исключаются травмы (ожоги).

Горячая битумная мастика приготовляется на строительной площадке. Эта операция (варка), а также транспортировка мастики требует строгого обеспечения безопасных условий труда. Для прочного сцепления битумной обмазки с поверхностью последняя должна быть просушена, очищена от пыли и грязи. Предварительно поверхность огрунтовывается раствором битума. Этот раствор (праймер) состоит из 25—30% битума и 70—75% бензина. Грунтовка наносится в один слой, а битумные мастики (горячие и холодные) в два и более слоев (согласно проекту). Каждый последующий слой наносится после затвердевания предыдущего. Для нанесения холодных битумных мастик применяется краскораспылительная установка.

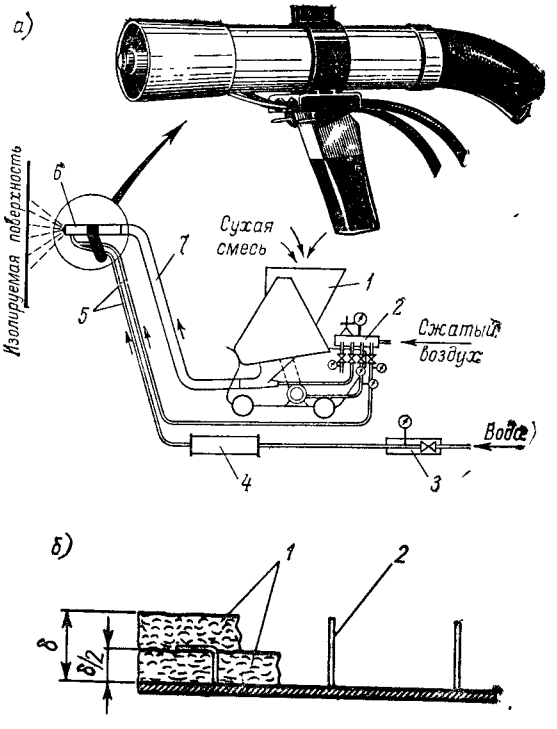
Оклеечное покрытие из рулонных гидроизоляционных материалов (гидроизол, изол, бризол и др.). Эффективно в условиях жидких сред (подземные прокладки). В строительных конструкциях такого типа покрытия выполняются из картонов, пропитанных битумом (рубероид, пергамин) или каменноугольным дегтем (толь).

Все рулонные материалы должны наклеиваться на битум внахлестку не менее чем на 10 см в продольных стыках и не менее чем на 20 см — в поперечных

Рулонные материалы с битумной пропиткой наклеиваются на битумной мастике, а материалы с каменноугольно-дегтевыми пропитками наклеиваются на каменноугольно-дегтевых с

Выполнение противопожарной изоляции. Противопо изоляция выполняется из изделий с высокой температу костью (асбестовермикулитовые, перлитовые плиты и также из тщательно распушенного асбестового волокна, шанного с быстротвердеющим портландцементом марки 500, носного методом напыления. Технология нанесения противопожарной напыляемой изоляции приводится ниже.

Сухая асбестоцементная смесь специальной машино (рис. 81, *а*) подается по шлангу в пистолет-распылитель средством которого она наносится на изолируемую повер Прн вылете из пистолета смесь смачивается водой. Для



81. Нане- противо- ной изо-

на дей- машины по ию, ер маши- — воздухо- елитель; тятор во- — водяной 5 — шлан- воды и воз- — пистолет- итель, 7 — ванный для сухой б — креплe- ивопожар- яции ый и вто- изоляции; тька

ния воды к пистолету подается сжатый воздух. Асбестоцемент- смесь подготовляется по массе из расчета: асбеста 67%, це- та 33% (что соответствует отношению А/Ц = 2) и хранятся бумажных мешках. Расход воды В равен массе сухих компо- тов смеси, тогда В/(А + Ц) = 1.

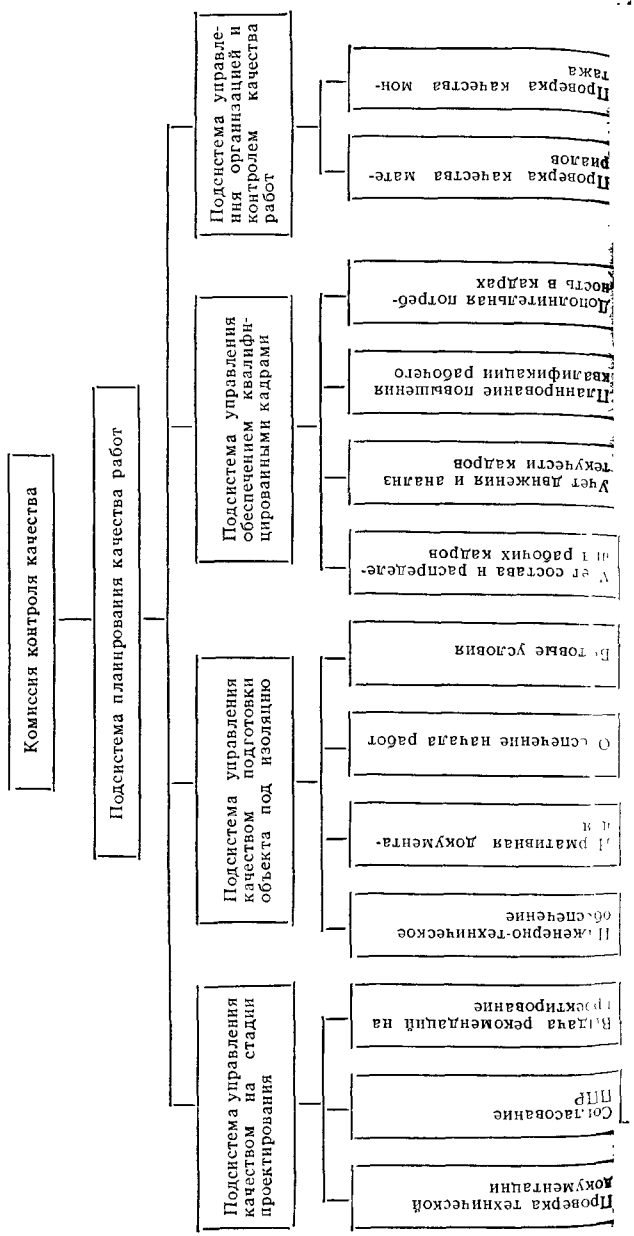
Изолируемая поверхность должна иметь крепежные шпильки аметром 3 мм, установленные на расстоянии 300 мм друг от га. Длина шпилек должна быть равна удвоенной толщине оляции.

Для получения прочной и температуроустойчивой изоляции дует первый слой толщиной 2—3 мм наносить пистолетом с стояния 200—300 мм от изолируемой поверхности, последую- й — основной слой — с расстояния 700—800 мм. Наружный тукатурный) слой толщиной 2—3 мм наносится с расстояния)—400 мм через 48 ч после нанесения основного слоя и загла- вается валиком или гладилкой. Чтобы исключить расслоение ляции, перерыв в напылении не должен быть более 8 мин. достижении половины толщины изоляции загибают крепеж- шпильки (рис. 81, *б*).

Производительность установки для нанесения изоляции при щине слоя 15 мм — 6 м²/ч, а при 30 мм — 4,5 м²/ч.

Таблица 28

Схема организации комплексной системы управления качеством теплоизоляционных работ



СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ

Высокое качество тепловой изоляции обусловливает нормативные потери тепла и холода, долговечность и надежность теплоизоляционной конструкции в период эксплуатации. На качественные показатели теплоизоляционных конструкций непосредственное влияние оказывают качество применяемых материалов, соблюдение технологии монтажа, организация работ и ряд других факторов. Практика использования отдельных разрозненных элементов контроля и анализа качества теплоизоляционных работ заменена эффективной комплексной системой управления качеством. Эта система состоит из мероприятий, прямо и косвенно действующих на качество монтажа тепловой изоляции (табл. 28).

Таблица 29

Определение оценок качества монтажа тепловой изоляции

Показатели	Допускаемые отклонения при оценке*		
	«отлично»	«хорошо»	«удовлетворительно»
Просвет между 3-метровой рейкой и поверхностью изоляции, мм	0	3	5
Отклонение теплоизоляционной конструкции от проектной, %:			
по толщине	0	От +5 до −3	От +10 до −5
по объемной массе	0	+3	+5
по коэффициенту теплопроводности	0	+10	+15
по теплопотерям	0	+10	+15
Величина нахлестки в продольных и поперечных швах металлопокрытий изоляции (40 мм), мм	0	±10	±15
Шаг между самонарезающими винтами в покровных оболочках изоляции, мм:		-	
на цилиндрических поверхностях (150 мм)	0	±10	±20
на плоских поверхностях (300 мм)	0	±10	±20
Расстояние между торцом изоляции и флайцем трубопровода (не должно превышать длину соединительного болта на 20 мм), мм	0	+10	+20

* Трест «Монтажтермоизделия».

Комплексная система управления качеством теплоизоляционных работ состоит из следующих основных подсистем:

планирования качества работ;

управления качеством на стадии проектирования;

управления качеством подготовки к теплоизоляционным работам;

управления обеспечением квалифицированными кадрами;

управления организацией и контролем качества теплоизоляционных работ.

Система контроля качества предусматривает оценку качества (отлично, хорошо, удовлетворительно) выполненных изоляционных работ по элементам конструкции (табл. 29). Фактические качественные показатели работ сопоставляются с запланированными показателями.

Высокий уровень качества теплоизоляционных работ обеспечивается за счет следующих факторов:

качества теплоизоляционных и покровных материалов, поставляемых заводами-поставщиками;

соблюдения технологии монтажа основного теплоизоляционного и покровного слоев;

применения соответствующего инструмента;

правильной приемки объектов под изоляционные работы;

высокой квалификации кадров;

правильного хранения материалов на складах и в зоне работ;

правильной транспортировки материалов с использованием контейнеров;

качества средств подмащивания.

Глава III

ЗАМЕНА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

При замене теплоизоляционного материала, предусмотренного проектом, на другой теплоизоляционный материал необходимо обеспечить сохранение термического сопротивления запроектированного изоляционного слоя

$$R = \delta/\lambda,$$

где R — термическое сопротивление изоляционного слоя, м²·ч·°С/ккал; δ — толщина слоя, м; λ — коэффициент теплопроводности изоляционного слоя, ккал/(м·ч·°С).

Пример. *Требуется заменить запроектированную теплоизоляцию из вулканитовых плит толщиной 80 мм на плиты полужесткие минераловатные на крахмальной связке. Температура изолируемой поверхности* $t = 100$ °С *(рис. 82); температура на*

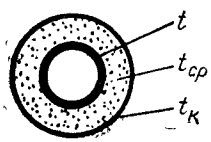


Рис. 82. Графическое изображение средней температуры изоляционного слоя

Таблица 30

Расчетные формулы коэффициентов теплопроводности теплоизоляционных слоев

Материал теплоизоляционного слоя	Объемная масса материала в изоляции, кг/м³	Максимальная температура применения, °С	Расчетная формула коэффициента теплопроводности, ккал/(м·ч·°С)
1. Минераловатные прошивные маты марки 150	150—200	600	$0{,}042+0{,}00017\ t_{ср}$
2. Минераловатные плиты на синтетическом связующем:			
мягкие марки:			
50	75	400	$0{,}034+0{,}00025\ t_{ср}$
75	115	400	$0{,}037+0{,}00019\ t_{ср}$
полужесткие марки:			
100	120	400	$0{,}038+0{,}00018\ t_{ср}$
125	150	400	$0{,}040+0{,}00017\ t_{ср}$
3. Плиты из минеральной ваты ВФ на синтетическом связующем:			
мягкие марки 50	70—85	300	$0{,}036+0{,}0003\ t_{ср}$
полужесткие марки 100	110—130	300	$0{,}04+0{,}00018\ t_{ср}$
4. Плиты полужесткие из минеральной ваты на крахмальной связке марки 200	240	400	$0{,}048+0{,}00016\ t_{ср}$
5. Цилиндры полые и полуцилиндры из минеральной ваты на синтетическом связующем	150 200	400 } вне помещений 400 }	$0{,}044+0{,}00017\ t_{ср}$ $0{,}046+0{,}00016\ t_{ср}$
6. Шнур теплоизоляционный из минеральной ваты марки:			
200	220	В оплетке из хлопчатобумажной пряжи	$0{,}048+0{,}00016\ t_{ср}$
250	275	В оплетке из металлической сетки 600	$0{,}05+0{,}00016\ t_{ср}$
7. Минеральная вата в набивку под металлическую сетку по опорам из теплоизоляционного материала марки:			
75	120	600	$0{,}038+0{,}00025\ t_{ср}$
100	150	600	$0{,}04+0{,}0002\ t_{ср}$
125	190	600	$0{,}042+0{,}00018\ t_{ср}$
150	230	600	$0{,}046+0{,}00016\ t_{ср}$
8. Маты и полосы из непрерывного стеклянного волокна	170	450	$0{,}034+0{,}00030\ t_{ср}$
9. Маты из штапельного стекловолокна на синтетическом связующем марки:			
35	55	180	$0{,}036+0{,}00030\ t_{ср}$
50	80	180	$0{,}0373+0{,}0002\ t_{ср}$
10. Стекловатные полужесткие плиты на синтетическом связующем марки:			
50	60	180	$0{,}036+0{,}0003\ t_{ср}$
75	90	180	$0{,}038+0{,}0002\ t_{ср}$

Продолжение табл. 30

Материал теплоизоляционного слоя	Объемная масса материала в изоляции, кг/м³	Максимальная температура применения, °С	Расчетная формула коэффициента теплопроводности, ккал/(м·ч·°С)
11. Стеклянная вата в набивке	170	450	$0{,}04+0{,}0002\ t_{ср}$
12. Совелитовые изделия	350	500	$0{,}065+0{,}00013\ t_{ср}$
	400	500	$0{,}067+0{,}00013\ t_{ср}$
13. Известково-кремнеземистые изделия	225	600	$0{,}059+0{,}00013\ t_{ср}$
14. Вулканитовые изделия	350	600	$0{,}067+0{,}00016\ t_{ср}$
	400	600	$0{,}07+0{,}00016\ t_{ср}$
15. Асбестовермикулитовые изделия	250	600	$0{,}07+0{,}0002\ t_{ср}$
	300	600	$0{,}076+0{,}0002\ t_{ср}$
16. Вермикулит вспученный в засыпке	230	300	$0{,}06+0{,}00023\ t_{ср}$
17. Перлит вспученный в засыпке, песок марки 150	180	900	$0{,}05+0{,}0001\ t_{ср}$
18. Перлитовые изделия на керамической связке	250	900	$0{,}06+0{,}00016\ t_{ср}$
	300	900	$0{,}065+0{,}00016\ t_{ср}$
	350	900	$0{,}075+0{,}00016\ t_{ср}$
	400	900	$0{,}085+0{,}00016\ t_{ср}$
19. Перлитовые изделия на цементной связке	250	600	$0{,}060+0{,}00016\ t_{ср}$
	300	600	$0{,}065+0{,}00016\ t_{ср}$
	350	600	$0{,}07+0{,}00016\ t_{ср}$
	400	600	$0{,}075+0{,}00016\ t_{ср}$
20. Диатомитовые обжиговые изделия	500	900	$0{,}09+0{,}0002\ t_{ср}$
	600	900	$0{,}12+0{,}0002\ t_{ср}$
21. Пенодиатомитовые изделия	350	900	$0.07+0{,}00016\ t_{ср}$
	400	900	$0{,}08+0{,}00016\ t_{ср}$
22. Шнур асбестовый общего назначения	550—750	400	$0{,}11+0{,}00022\ t_{ср}$
23. Шнур асбестовый пуховый	250	220	$0{,}08+0{,}00017\ t_{ср}$
24. Асбестовая ткань в два и более слоев	500—600	С хлопком 200	$0{,}106+0{,}00016\ t_{ср}$
		Без хлопка 450	$0{,}106+0{,}00016\ t_{ср}$
25. Асбестовый теплоизоляционный матрац с заполнителем из:			
совелита	280	450	$0{,}075+0{,}0001\ t_{ср}$
стекловолокна	200	450	$0{,}05+0{,}0002\ t_{ср}$
вермикулита	220	450	$0{,}07+0{,}0002\ t_{ср}$
26. Мастичные материалы:			
асбозурит	600	900	$0{,}14+0{,}00015\ t_{ср}$
совелит	500	500	$0{,}085+0{,}00019\ t_{ср}$
ньювель	370	350	$0{,}066+0{,}00009\ t_{ср}$
27. Пенобетонные изделия	400	400	$0{,}094+0{,}00026\ t_{ср}$
	500	400	$0{,}109+0{,}00026\ t_{ср}$
28. Альфоль в несколько слоев:			
гофрированный	20—40	350	$0{,}051+0{,}00022\ t_{ср}$
гладкий	20—40	350	$0{,}040+0{,}00019\ t_{ср}$

Продолжение табл. 30

Материал теплоизоляционного слоя	Объемная масса материала в изоляции, кг/м³	Максимальная температура применения, °С	Расчетная формула коэффициента теплопроводности, ккал/(м·ч·°С)
29. Войлок:			
органический	200	100	$0{,}038+0{,}00016\ t_{ср}$
строительный	100	100	$0{,}045+0{,}00017\ t_{ср}$
30. Торфяные теплоизоляционные изделия	275	100	$0{,}055+0{,}00023\ t_{ср}$
	350	100	$0{,}065+0{,}00013\ t_{ср}$

поверхности изоляции $t_к = 40$ °С. *Определить требуемую толщину минераловатных плит.*

Решение.

1. Определяем среднюю температуру изоляционного слоя

$$t_{ср} = \frac{100 + 40}{2} = 70°\text{С}.$$

2. Определяем коэффициенты теплопроводности изоляционных слоев (см. табл. 30, пп. 14, 4):

из вулканитовых плит

$$\lambda_В = 0{,}067 + 0{,}00016\, t_{ср} = 0{,}067 + 0{,}00016 \cdot 70 = 0{,}078 \text{ ккал/(м·ч·°С)};$$

из плит полужестких минераловатных на крахмальной связке

$$\lambda_М = 0{,}048 + 0{,}00016\, t_{ср} = 0{,}048 + 0{,}00016 \cdot 70 = 0{,}06 \text{ ккал/(м·ч·°С)}.$$

3. Определяем термическое сопротивление изоляционного слоя из вулканитовых плит

$$R = \frac{\delta_В}{\lambda_В} = \frac{0{,}08}{0{,}078} = 1{,}0 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot °\text{С/ккал}.$$

4. Определяем толщину изоляции из плит полужестких на крахмальной связке (при сохранении проектного значения термического сопротивления изоляционного слоя):

$$\delta_М = R \cdot \lambda_М = 1{,}0 \cdot 0{,}06 = 0{,}06 \text{ м}.$$

Принимаем толщину $\delta_М = 60$ *мм.*

Глава IV

РАСХОД, ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВКА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ

НОРМИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Для всех видов строительных работ, в том числе и теплоизоляционных, Госстроем СССР установлены нормы расхода материалов.

Нормой расхода материала для теплоизоляционных работ является максимально допустимое количество материала, необходимое для качественного выполнения теплоизоляции запроектированного типа в условиях действующего технологического процесса монтажа и организации работ.

Норма расхода включает в себя требуемое количество материала для выполнения теплоизоляции, т. е. чистый (полезный) расход и неизбежные технологические отходы и потери. Нормами расхода предусматривается рациональный раскрой и максимальное использование материала. Они должны отражать применение прогрессивных методов монтажа теплоизоляции и соответствовать практическим достижениям передовых рабочих. Нормами не учитываются потери от брака, от несоответствия поставок, комплектности материала, а также потери при хранении и транспортировке.

В зависимости от вида материала нормы расхода установлены в единицах площади ($м^2$), объема ($м^3$), массы (кг) и длины (м).

Для покровных, рулонных и тканевых материалов в нормах учитываются предельные припуски на раскрой, нахлестку и сшивку.

Нормы расхода для формованных изделий учитывают потери при распиловке плит на сегменты, а также потери изделий при укладке в дело.

При определении потребного расхода волокнистых теплоизоляционных материалов (минераловатных, стекловатных) учитывается изменение объема таких материалов от уплотнения при монтаже изоляции.

Коэффициент уплотнения для волокнистых материалов следующий:

плиты полужесткие минераловатные на синтетических и крахмальных связках	1,2
плиты мягкие минераловатные на синтетических связках	1,5
маты минераловатные прошивные	1,2
материал теплоизоляционный из штапельного стекловолокна в рулонах (рулонированное стекловолокно)	2
маты из стеклянного штапельного волокна на синтетических связках	1
плиты полужесткие стекловатные на синтетических связках	1
полосы и маты из непрерывного стекловолокна прошивные при применении на трубопроводах диаметром:	
менее 273 мм	1
273 мм и более	1
минеральная вата (независимо от марки)	1

Уплотнение волокнистых материалов обусловливает г пость изоляционной конструкции. Монтажное уплотнение тр применения изделий с толщинами, большими чем предусмо проектом.

Например, для монтажа изоляции толщиной 80 мм ма минераловатными прошивными должны применяться из толщиной 100 мм (80 × 1,2), а для изоляции толщиной 4 плитами мягкими минераловатными на синтетических свя щих — изделия толщиной 60 мм (40 × 1,5).

Таблица 31

Производственные нормы расхода материалов на выполнение теплоизоляционных работ *

1. Нормы расхода материалов и изделий на изоляцию трубопроводов, плоских и криволинейных поверхностей жесткими формованными изделиями (на 1 $м^3$ изоляции в деле)

Наименование материалов	На мастике		
	Сегменты	Сегменты из плит	Плиты
Изделия теплоизоляционные, $м^3$	0,945	0,92	0,92
Мастика, $м^3$	0,08	0,12	0,11
Проволока стальная диаметром 1,6 мм, кг	2,4	2,9	2,4

Примечание. В случаях, когда тепловая изоляция в соответствии с проектом выполняется насухо, расход материалов определяется следующими величинами: сегменты и плиты — 1,03 и сегменты из плит 1,04 $м^3$ на 1 $м^3$ изоляции в деле.

2. Нормы расхода минераловатных и стеклянных матов прошивных безокладочных и в различных обкладках — металлической сетке, стеклоткани, стеклохолсте, а также матрацев (на 1 $м^3$ изоляции в деле)

Наименование материалов	Для трубопроводов	Для плоских и криволинейных поверхностей
Маты прошивные минераловатные, $м^3$	1,24	1,24
Полосы и маты из непрерывного стекловолокна прошивные, $м^3$, для трубопроводов:		
∅ до 273 мм	1,3	—
∅ 273 мм и более	1,18	1,18
Проволока стальная ∅ 1,6—2,0 мм	2,9	1,9

* Государственный союзный трест «Монтажтермоизделия» Министерства монтажных и специальных строительных работ СССР.

Продолжение

3. Нормы расхода минераловатных и стекловатных материалов и изделий на синтетической связке для изоляции трубопроводов, плоских и криволинейных поверхностей (на 1 м³ изоляции в деле)

Наименование материалов	Плиты				Цилиндры и полуцилиндры	ТК и СТК	Маты вертикальнослоистые	
	мягкие		полужесткие					
	для трубопроводов	для плоских и криволинейных поверхностей	для трубопроводов	для плоских и криволинейных поверхностей			для трубопроводов	для плоских и криволинейных поверхностей
Теплоизоляционные изделия минераловатные, м³	1,54	1,51	1,24	1,24	1,02	1,015	1,23	1,23
Теплоизоляционные изделия стекловатные, м³	1,65	1,65	1,18	1 18	—	—	—	—
Теплоизоляционные изделия из штапельного стекловолокна (рулонированное стекловолокно), м³	2,06	2,06	—	—	—	—	—	—
Проволока вязальная ∅ 1,6÷2,0 мм, кг	2,1	2,0	2.1	2 0	2,1	—	2,1	2,0
Лента бандажная, м	—	—	—	—	—	4,08	—	—

4. Нормы расхода материалов на изоляцию горячих поверхностей трубопроводов, плоских и криволинейных поверхностей оберточными материалами (на 1 м³ изоляции в деле)

Наименование материалов	Для изоляции трубопроводов			Для изоляции плоских и криволинейных поверхностей асбестовым картоном марки 900
	пухшнуром	асбестовым шнуром	минераловатным шиуром	
Теплоизоляционные материалы:				
т	0,206	0,61	—	—
м³	1,0	1,0	1,01	1,03
Проволока стальная ∅ 1,6÷2,0 мм, кг	2,0	2,0	2,0	6,4

5. Нормы расхода материалов на устройство каркаса по изоляции трубопроводов и плоских поверхностей (на 100 м² поверхности)

Наименование материалов	Виды каркаса	
	из проволоки	из сетки
Проволока стальная ∅ 1,2 мм, кг	23,0	2,9
Сетка проволочная, м²	—	103

Продолжение

6. Нормы расхода раствора при оштукатуривании поверхностей изоляции (на 100 м² поверхности)

Наименование материалов	Для трубопроводов при толщине штукатурного слоя, мм			Для плоских и криволинейных поверхностей при толщине штукатурного слоя, мм		
	10	15	20	10	15	20
Раствор, м³	1,03	1,55	2,06	1,02	1,53	2,04

7. Нормы расхода материалов, т, на приготовление раствора и мастик (на 1 м³ выхода)

Наименование материала	Раствор асбоцементный	Мастики		
		асбестовая	асбозуритовая	совелитовая
Асбест 6—7 с	0,6	0,67	—	—
Портландцемент марок 400 и 500	0,9	—	—	—
Асбозурит марки 700	—	—	0,62	—
Совелит (порошок) марки 220	—	—	—	0,2

8. Нормы расхода материалов на оклеивание и обертывание поверхностей изоляции (на 100 м² поверхности)

Наименование материалов	Оклеивание				Обертывание		
	на клейстере		на битумной мастике				
	тканью хлопчатобумажной	мешковиной	рулонными материалами	мешковиной	рулонными материалами	мешковиной	лакостеклотканью на лаке ХСЛ (для проклейки швов)
Ткань хлопчатобумажная шириной, м:							
0,7	148	—	—	—	—	—	—
1,0	—	104	—	104	—	104	—
Крахмал технический, кг	7,5	9,0	—	—	—	—	—
Рубероид или пергамин, м²	—	—	107	—	115	—	—
Мастика битумная, т	—	—	0,13	0,35	—	—	—
Проволока стальная ∅ 1,6÷2,0 мм, кг	—	—	—	—	2,9	2,9	—
Лакостеклоткань, м²	—	—	—	—	—	—	110
Лак ХСЛ, кг	—	—	—	—	—	—	6,0

9. Нормы расхода оцинкованной и кровельной черной стали, кг

Наименование материалов	Расход при тол					
	для плоских и криволинейных поверхностей при толщине листа					дл
	1,0	0,9	0,8	0,7	0,63	1,0
Сталь оцинкованная и кровельная черная	832	750	666	584	524	855
Винты самонарезающие 4×12, оцинкованные	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8

10. Нормы расхода алюминиевого листа, кг, на покрытие поверхности изоляции (на 100 м² покрытия в деле)

Наименование материалов	Расход листа при толщине, мм								
	для плоских и криволинейных поверхностей			для трубопроводов с учетом отводов			для фасонных частей и арматуры		
	1,0	0,8	0,3	1,0	0,8	0,3	1,0	0,8	0,3
Алюминий листовой	294	235	88	302	241	90	331	265	99
Винты самонарезающие 4×12, оцинкованные	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	2,3	2,3	2,3

11. Нормы расхода составляющих, кг, на изоляцию пенополиуретаном ППУ-3Н (на 1 м³ изоляции в деле)

Наименование материалов	Количество
Полиэфир	27
Продукт ДУДЭГ-2	51
Триэтиламин (катализатор)	0,66
Эмульгатор ОП-10 или ОП-7	1,42
Ализариновое масло	1,1
Трихлорэтилфосфат	11,6

Продолжение

на покрытие поверхностей изоляции (на 100 м² покрытия в деле)

щине, листа, мм									
трубопроводов с учетом отводов				для фасонных частей и арматуры					
0,9	0,8	0,7	0,63	1,0	0,9	0,8	0,7	0,63
770	684	599	539	937	844	750	656	589
1,8	1,8	1,8	1,8	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3

Общая потребность материала определяется как произведение нормы расхода на заданный объем работ. Например, требуется выполнить изоляцию площадью 300 м² плитами минераловатными марки ПМ на синтетическом связующем толщиной 60 мм. Потребное количество материала составит: $300 \times 0{,}06 = 18$ м³, с учетом уплотнения $18 \times 1{,}5 = 27$ м³, с учетом потерь $27 \times 1{,}03 = 27{,}8$ м³.

Расход материалов зависит от технического и организационно-хозяйственного уровня работ. Минимальные потери материалов обычно на объектах работ, где применяют механизмы, сборные теплоизоляционные конструкции, грамотно хранят и транспортируют материалы.

Источником экономии теплоизоляционных материалов служит соблюдение проектных толщин и объемных масс монтируемой теплоизоляции. В соответствии с техническими требованиями на монтаж изоляции отклонение теплоизоляционного слоя по толщине от проекта допускается в сторону увеличения на 10%, а по объемной массе на 5%. Для того чтобы использовать этот источник экономии материалов, необходимо строго соблюдать запроектированные толщины изоляции и не завышать объемную массу изоляции (не переуплотнять волокнистые материалы).

Существенным источником экономии материалов служит также сокращение потерь материалов при монтаже.

Это достигается за счет использования отходов, образующихся при распиловке и пригонке жестких изделий (на шпаклевку швов). Также могут быть использованы и обрезки волокнистых материалов (минераловатных). Рентабельный (квалифицированный) раскрой листового металла, стеклопластика, синтетических пленок и других материалов сокращает расход дорогостоящих покрытий. Отдельные небольшие куски покровных материалов могут быть состыкованы и использованы в дальнейшем (для разделок).

Добросовестное и вдумчивое отношение к используемым материалам обусловливает возможность снижения устаиовленных в СНиПе норм расхода материалов.

Таблица 32

Нормативы хранения материалов для тепловой изоляции

Материалы	Высота укладки, м	Удельная нагрузка на 1 м² пола, т/м²	Способ хранения	Условия хранения
Минеральная вата	1,5	0,3	В пакетах	Неотапливаемый склад или навес
Маты минераловатные:				
прошивные	1,5	0,5	Без тары	То же
безобкладочные	1,5	0,3	То же	»
Плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем	1,5	0,2	В деревянной обрешетке	»
Цилиндры полые и полуцилиндры из минеральной ваты на синтетическом связующем с металлическим покрытием	1,5	0,4	То же	»
Стекляная вата	1,5	0,2	В бумажных или рогожных мешках	»
Маты — полосы из стекловолокна	1,5	0,2	В деревянных щитах	»
Изделия из стеклянного штапельного волокна	1,5	0,2	В рулонах навалом	»
Асбозурит	1,5	1,0	Навалом	»
Диатомитовые изделия	1,5	0,9	В клетках	»
Шнур минераловатный	1,5	0,6	В бухтах	Закрытый неотапливаемый склад

Продолжение табл. 32

Материалы	Высота укладки, м	Удельная нагрузка на 1 м² пола, т/м²	Способ хранения	Условия хранения
Совелитовые, перлитовые, известково-кремнеземистые изделия	2,0	0,8	В деревянных решетчатых ящиках	Закрытый неотапливаемый склад
Совелит (порошок)	2,0	0,7	В бумажных мешках	То же
Теплоизоляционные материалы в асбестовой и стеклянной ткани	1,5	0,4	В деревянных решетчатых ящиках	»
Асбест 6-го сорта	2,0	1,6	Навалом или в бумажных мешках	»
Цемент	1,5	2,7	В бумажных мешках	»
Плиты минераловатные на крахмальном связующем	1,5	0,5	В деревянной обрешетке	»
Жидкое стекло	1,0	1,2	В бочках	»
Песок перлитовый	1,5	0,3	В бумажных мешках	»
Металлические кожухи	1,5	0,3	На стеллажах без тары	»
Проволока стальная	1,5	1,2	В бухтах	»
Сетка металлическая	1,5	1,2	В рулонах	»
Асбестовая бумага и картон	1,5	1,5	В ящиках	»
Асбестовый шнур	1,5	1,5	В бухтах	»
Асбестовая ткань	1,5	1,0	В рулонах	»
Стеклянная ткань	1,5	1,0	То же	»
Винипластовая пленка	1,5	1,0	»	»

В строительно-монтажных организациях пользуются производственными нормами расхода материалов для производственного планирования и контроля за расходованием материалов на теплоизоляционных работах (табл. 31).

ХРАНЕНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Теплоизоляционные материалы при хранении необходимо предохранять от уплотнения, увлажнения и порчи. В связи с этим их хранят в складских помещениях, соблюдая рекомендованный для каждого вида материала способ складирования (табл. 32, 33).

Для волокнистых материалов (минераловатных, стекловатных) следует строго соблюдать предельную высоту штабеля, чтобы исключить возможность чрезмерного уплотнения.

Таблица 33

Нормативы загрузки железнодорожных вагонов матерналами для тепловой изоляции

Материалы	Загрузка четырехосного вагона
Плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем, м³:	
мягкие	70—80
полужесткие	60—65
жесткие	80—95
Маты минераловатные, м³:	
в обкладках	70—90
прошивные безобкладочные	80—100
Полуцилиндры из минеральной ваты на синтетическом связующем, м³	100
Цилиндры полые из минеральной ваты на синтетическом связующем, м³	14—20
То же, с металлическим покрытием (ТК), м³	20—25
Изделия из стеклянного штапельного волокна (стекломаты в рулонах), м³	80—115
Маты минераловатные вертикальнослоистые, м³	60—75
Шнур теплоизоляционный минераловатный, м³	60
Плиты жесткие из минеральной ваты на битумном связующем, м³	50
ТК из минераловатных плит с покрытием из листового алюминия, м³	95—110
Совелитовые плиты, м³	54
Диатомитовые сегменты, м³	64
Асбест в порошке, т	50—60
Шнур пуховый асбестовый, т	10
Сетка металлическая, м²	10 000

В тех случаях, когда материалы временно хранятся не в складских помещениях, их следует предохранять от воздействия осадков и грунтовых вод. Необходимо также следить, чтобы не произошло промерзания материалов (асбест) в зимний период.

Штучные изделия (сегменты, кирпич) для лучшей устойчивости укладывают в штабеля в перевязку. Высота штабелей материалов в обрешетке и ящиках определяется удобством погрузочно-разгрузочных работ. Между штабелями материалов оставляются проходы и необходимые проезды для автопогрузчика и других механизмов.

Известково-кремнеземистые, совелитовые, перлитовые и другие теплоизоляционные жесткие плиты при поставке без упаковки хранятся уложенными на ребро. Такая же укладка с плотным прилеганием изделий друг к другу должна быть при перевозке плит без тары во избежание их поломки.

Не допускается погрузка изделий навалом и выгрузка сбрасыванием.

СНЯТИЕ ОСТАТКОВ МАТЕРИАЛОВ

Фактическое наличие материалов, находящихся на хранении, устанавливается линейным измерением с последующим расчетом.

Сыпучие материалы перед обмером скучиваются в конусообразную форму. Данные замеров вносятся в следующие формулы:

при учете в единицах объема

$$V = 1/3 \cdot 3{,}14\, r^2 h;$$

при учете в единицах массы

$$P = 1/3 \cdot 3{,}14\, r^2 h\gamma.$$

где V — объем материала, м³; r — радиус конуса материала (средний из трех измерений), м; h — высота конуса, м; γ — объемная масса материала, кг/м³; P — масса материала, т.

Количество теплоизоляционных материалов, хранящихся в штабелях, определяется замером длины, ширины и высоты штабеля и последующим расчетом по формуле

$$V = lbhk,$$

где V — объем материала, м³; l — длина штабеля (средняя из трех измерений), м; b — ширина штабеля (средняя из трех измерении), м; h — высота штабеля (средняя из трех измерений), м; k — коэффициент неплотности и пустотелости, равный 0,95 (табл. 34) для плитных материалов; для цилиндров и полуцилиндров в зависимости от их типоразмеров коэффициенты неплотности и пустотелости дифференцированы и приведены в табл. 35, 36.

Количество листового металла определяется взвешиванием или расчетным путем — произведением объема металла на удельную массу (стали кровельной черной и оцинкованной—7850 кг/м³; алюминиевого листа — 2700 кг/м³), а также произведением массы одного листа на число листов, хранящихся на складе.

Количество металла в рулоне может быть определено по формуле

$$P = 3{,}14\,(a + d)\, b\gamma k,$$

Таблица 34

Объем теплоизоляционных плит.

Линейные размеры, мм			Объем единицы м³
длина	ширина	толщина	
1000	500	40	0,02
1000	500	50	0,025
1000	500	60	0,03
1000	500	70	0,035
1000	500	80	0,04
1000	500	90	0,045
1000	500	100	0,05
500	500	50	0,0125
500	500	60	0,015
500	170	50	0,0043
500	170	60	0,0051

Таблица 35

Объем теплоизоляционных цилиндров

Линейные размеры, мм			Объем единицы м³	Коэффициент неплотности и пустотелости изделий в штабеле (k)
диаметр внутренний	толщина	длина		
57	30	500	0,0041	0,6
57	40	500	0,0061	0,6
57	50	500	0,0084	0,7
76	30	500	0,005	0,5
76	40	500	0,0073	0,6
76	50	500	0,0099	0,6
89	30	500	0,0056	0,5
89	40	500	0,0081	0,6
89	50	500	0,0109	0,6
108	40	750	0,0139	0,5
108	50	750	0,0186	0,6
108	60	750	0,0238	0,6
133	40	750	0,0163	0,5
133	50	750	0,0215	0,5
133	60	750	0,0273	0,8
159	40	750	0,0187	0,4
159	50	750	0,0246	0,5
159	60	750	0,031	0,5
219	50	1000	0,0422	0,4
219	60	1000	0,0526	0,5

Продолжение табл. 35

Линейные размеры, мм			Объем единицы, м³	Коэффициент неплотности и пустотелости изделий в штабеле (k)
диаметр внутренний	толщина	длина		
219	50	1500	0,0633	0,4
219	60	1500	0,0789	0,5
273	50	1000	0,0507	0,4
273	60	1000	0,0627	0,4
273	50	1500	0,076	0,4
273	60	1500	0,094	0,4

Таблица 36

Объем теплоизоляционных полуцилиндров

Линейные размеры, мм			Объем единицы, м³	Коэффициент неплотности и пустотелости изделий в штабеле (k)
диаметр внутренний	толщина	длина		
57	40	500	0,0031	0,7
57	50	500	0,0042	0,7
57	60	500	0,0055	0,7
76	40	500	0,0037	0,6
76	50	500	0,0049	0,6
76	60	500	0,0064	0,7
89	40	500	0,0041	0,6
89	50	500	0,0055	0,6
89	60	500	0,007	0,6
108	40	1000	0,0093	0,5
108	50	1000	0,0124	0,6
108	60	1000	0,0159	0,6

где a — толщина скрутки рулона, м; d — диаметр внутреннего отверстия рулона, м; b — ширина рулона, м; γ — удельная масса металла, кг/м³; k — коэффициент неплотности скатанного рулона, равный 0,995.

Глава V

ОБОРУДОВАНИЕ, МЕХАНИЗМЫ И ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ

При производстве теплоизоляционных работ для горизонтальной транспортировки материалов и погрузочно-разгрузочных операций применяют бортовые автомобили и автосамосвалы (табл. 37), автопогрузчики (табл. 38), грузовые мотороллеры

Таблица 37

Техническая характеристика грузовых автомобилей

Показатели	Бортовые							Самосвалы						
	ГАЗ 51А	ГАЗ 52	ГАЗ 53А	ГАЗ 66	ЗИЛ 130	Урал-375	МАЗ-500	КамАЗ 5320	САЗ 3505	ГАЗ САЗ 536	АЗ 503А			
Грузоподъемность, т	2,5	2,5	4 0	2,0	5,0	7,0	7,5	8,0	2,4	3,5	8,0			
Погрузочная платформы, см	120	121	135	111	145	153	150	137	—	—	—			
Площадь кузова, м²	6,35	6,35	8,12	6,80	8,70	10,48	12,05	12 06	—	—	—			
Вместимость кузова, м³	3,87	3,87	5,52	6,05	4,95	7,54	5,06	6,03	3,2	5	5,1			
Расход горючего на 100 км пути (при скорости 40 км/ч), л	20	20	24	24	28	46	22	35	20	24	22			

Таблица 38

Техническая характеристика автопогрузчиков (рис. 83)

Рис 83 Применение автопогрузчика

а — погрузка минераловатных матов в кузов автомашины *б* — транспортировка совелитовых плит в контейнере

Показатели	4043М	4045	4045М.Л	4046	4049М	4008
Грузоподъемность, т	3,25	5,0	5,0	5,0	5,0	10,0
Вместимость грейфера, м³	0,57	0,57	0,57	0,57	—	—
Наибольшая высота подъема груза, м	4,0	4,0	4,0	4,2	7,0	7,5

Таблица 39

Техническая характеристика грузовых мотороллеров

Показатель	Марка	
	«Вятка» МГ-150-ПН	«Вятка» (самосвал) МГ-150-С
Грузоподъемность, т	0,3	0,3
Максимальная скорость, км/ч	40	40
Мощность двигателя, л. с.	5	5,5
Рабочий объем двигателя, $см^3$	148	148
Емкость топливного бака, л	12—13	12—13
Расход топлива на 100 км (по шоссе), л	7	7
Габарит, мм:		
длина	2550	1850
ширина	1300	1300
Размеры кузова, мм:		
длина	1115	—
ширина	1110	—
высота	350	—

Таблица 40

Техническая характеристика лебедок электрических (рис. 84)

Рис. 84. Однобарабанная электролебедка ЭЛ-100 грузоподъемностью 100 кг

Показатели	Номинальное значение по маркам		
	ЭЛ-100-73	ЭЛ-250-72	Т-66Д
Тяговое усилие, кгс	100	250	500
Скорость подъема, м/сек	0,3	0,24	0,5
Канатоемкость барабана, м	82	150	80
Диаметр каната, мм	4,8—5	5—5,4	7,7
Мощность электродвигателя, кВт	0,9	2,2	3,0
Габариты в плане, мм	760 × 675	875 × 745	810 × 570
Масса с канатом, кг	83	154,5	364

Таблица 41

Техническая характеристика легких переносных кранов

Показатель	Тип крана	
	КЛ-1А	«Пионер-2»
Грузоподъемность на вылете, м:		
4	0,5	—
3	0,7	0,5 (0,3)
2	1,0	—

Продолжение табл. 41

Показатель	Тип крана	
	КЛ 1А	«Пионер 2»
Вылет, м	2—4	2,9 (3)
Высота подъема при установке на земле на высоте	4,5—5,6 20	4,5 (8,5) 18
Скорость подъема, м/с	0,23	0,42
Поворот крана	Вручную	
Мощность двигателя, кВт	3	4
Масса, т конструктивная противовеса	0,76 0,875	0,43 (0,48) 0,62
Общая	1,635	1,05 (1,1)

Примечание В скобках приведены данные для крана с удлиненной стрелой

Таблица 42

Техническая характеристика легких строительных кранов

Показатели	Тип крана	
	Т 33	Т 108А
Грузоподъемность, т	0,3	0,5
Высота подъема от основания крана, м	3	4,5
Вылет стрелы от оси вращения крана, м	2,5	2,9
Скорость подъема груза, м/мин	30	15,3
Угол вращения, град	360	360
Мощность электродвигателя, кВт	2,2	3,2
Диаметр грузового каната, мм	7,7	4,8
Масса крана в рабочем состоянии, кг	640	1260
Техническая производительность, т/ч	6	8

Таблица 43

Техническая характеристика самоходного (ГМКП-320) гидравлического монтажного крана на пневмоходу для теплонзоляционных работ (рис. 85)

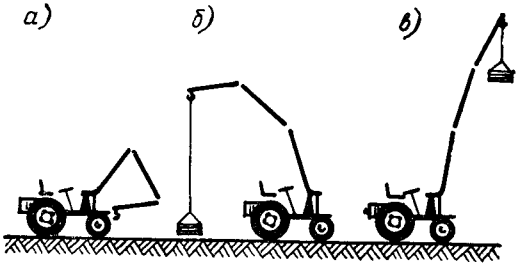


Рис 85. Кран гидравлический монтажный на пневмоходу ГМКП-320

а — в нерабочем положении *б* — подъем *в* — после разворота до 200° подача груза на высоту до 11 м

Вылет стрелы м	Грузоподъемность кг	Высота подъема, м
1,7—3,5	320	11
4	250	10
6	100	8,5
7	50	7

На базе трактора Т-16М Грузоподъемность и высота подъема зависит от вылета стрелы крана
Скорость подъема 18 м/мин. Рабочий угол поворота стрелы 200°. Транспортная скорость 20 км/ч

Таблица 44

Подбор тросов для строповки грузов (рнс. 86)

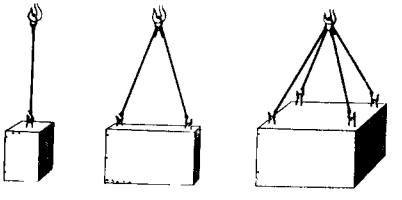


Рис 86 Схема строповки груза

Масса поднимаемого груза т	Диаметр троса мм		
	1 ветвь строп	2 ветви строп	4 ветви строп
0,8	15	11	11
1,6	21,5	15	11
2,4	25	19,5	13

Продолжение табл. 44

Масса поднимаемого груза, т	Диаметр троса, мм		
	1 ветвь строп	2 ветви строп	4 ветви строп
3,2	30	21,5	15
4,0	—	24	17,5
4,8	—	25	19,5

Таблица 45

Техническая характеристика передвижной комплексной энергетической установки КЭУ-4

Наименование показателя	Норматив
Линейное напряжение, В, для сети: высоковольтной	380
низковольтной	36
Наибольшая потребляемая мощность всех потребителей, кВт	4
Наибольшая потребляемая мощность на низковольтной сети, кВт	1,6
Топливо двигателя	Бензин А-66 или А-72
Расход топлива, кг/ч	3
Вместимость бензобака, л	20
Наибольшая скорость движения (по шоссе), км/ч:	60
Масса установки в заправленном состоянии, кг	765

Таблица 46

Техническая характеристика растворосмесителя передвижного марки РП-65 для приготовления теплоизоляционных мастик и растворов (рис. 87)

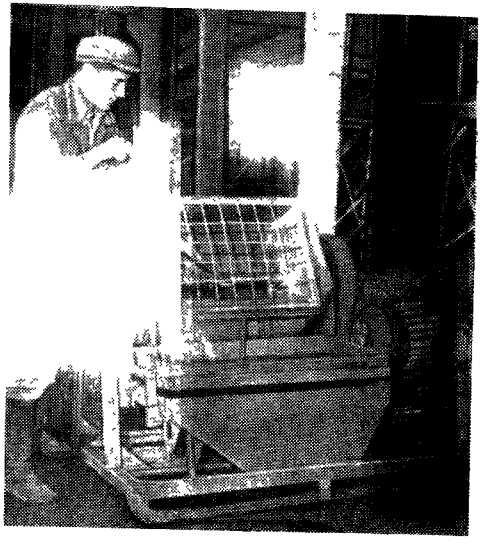


Рис. 87. Растворосмеситель СО—46 вместимостью 80 л

Показатели	Числовое значение
Объем готового замеса, л	65
Объем загружаемых материалов, л	80
Техническая производительность, $м^3/ч$	2
Мощность электродвигателя, кВт	1,5
Масса, кг	210
Габариты, мм	1174 × 582

(табл. 39), электротельферы, транспортеры и другие механизмы; для подъема материалов на высоту — электролебедки (табл. 40), бензомоторные лебедки, стоечные и переносные подъемники (табл. 41), самоходные подъемные краны грузоподъемностью до 0,5 т (табл. 42, 43), автокраны и др.

В тех условиях строительства, где нельзя подавать электроэнергию непосредственно к объектам работ, используются пере-

движные электростанции на жидком топливе. Наиболее рентабельной является КЭУ-4. Эта комплексная энергетическая установка мощностью 4 кВт может обеспечить подачу трехфазного переменного электрического тока высокого напряжения (380 В) для подъемных механизмов и низкого напряжения (36 В) для электроинструмента (табл. 45).

При подъеме материалов на высоту часто применяется строповка их тросами. В зависимости от массы поднимаемого груза и типа строповки подбирается диаметр троса, обеспечивающий нормативный запас прочности (табл. 44).

К подъему материалов с применением строповки допускаются рабочие, прошедшие специальное обучение и проверку знаний по программе стропальщика.

Бригада изолировщиков должна быть оснащена набором инструментов. Для каждого вида инструмента установлен срок эксплуатации. Новый инструмент выдается в обмен на пришедший в негодное состояние. Бригадир обязан следить за сохранностью инструмента бригады, его ремонтом и обменом. Каждый изолировщик несет ответственность за выданный ему инструмент и его исправность.

Для монтажа тепловой изоляции применяются следующий инструмент и приспособления:

механическая щетка (реверсивная угловая марки УПЩР-1) для очистки изолируемых металлических поверхностей от ржавчины; диаметр проволочной щетки 100 мм, частота вращения под нагрузкой 2500—3000 мин$^{-1}$; расход воздуха 0,8 м^3/мин; масса 3,7 кг;

щуп для проверки толщины изоляционного слоя; изготовляется из стальных стержней диаметром 3—6 мм с нанесением делений через 5 мм (длина 150—250 мм);

кусачки (острогубцы) с пластинами твердого сплава для работы с вязальной проволокой диаметром до 3 мм и проволочной сеткой (для стягивания и откусывания);

пила-ножовка для обрезки (подгонки) теплоизоляционных (жестких) изделий; длина режущего полотна 500 мм;

нож для резки и обрезки материалов; длина стального лезвия 120 мм, ширина 25 мм;

полутерок для выравнивания и затирки мастичного штукатурного слоя; длина 300 мм; ширина 75 мм; изготовляется из латуни, дюралюминия, нержавеющей стали и синтетических материалов (винипласт) толщиной 2—5 мм;

отрезовка для разравнивания (зачистки и отделки) штукатурием раствором торцов изоляции и плоских поверхностей длина стального полотна 125 мм, ширина 35 мм;

сокол резиновый для выравнивания штукатурного слоя (заменяет полутерок); размеры, мм: 220 × 180 × 5;

рейка деревянная для выравнивания поверхности изоляции (штукатурного раствора) и проверки ровности изоляции на плоскостях и трубопроводах; длина 1—3 м; сечение 50 × 30 мм;

монтажный резиновый пояс — жгут резиновый диаметром 6—8 мм для временного закрепления формованных изделий при изоляции трубопроводов;

натяжная машинка для натяжки ленточных бандажей, закрепляющих теплоизоляционный слой на трубопроводах;

Таблица 47

Механизмы для изготовления металлических покрытий тепловой изоляции

Наименование	Марка	Назначение	Техническая характеристика	
Гильотинные ножницы	ВМС-103	Прямолинейная резка листового металла	Наибольшая толщина разрезаемого листа, мм	6,3
			Наибольшая ширина листа, мм	2000
			Число ходов ножа в минуту	40
			Мощность электродвигателя, кВт	7,5
Приводные рычажные ножницы	ПРНГ-1,2 × × 1500—73	То же	Наибольшая толщина разрезаемого листа, мм:	
			из низкоуглеродистой стали	1,2
			из алюминиевых сплавов	2,0
			Наибольшая ширина листа, мм	1650
			Мощность электродвигателя, кВт	3,0
Ручные маховые ножницы	РМН-1,5 × 1000	Прямолинейная резка листового металла	Наибольшая толщина разрезаемого листа, мм:	
			из низкоуглеродистой стали	1,5
			из алюминиевых сплавов	2,5
			Наибольшая ширина листа, мм	1000
Вальцы листогибочные приводные	ВЛП-1,5 × 1000	Выкатка (вальцовка) цилиндрических деталей из листового металла	Наибольшая толщина вальцуемого листа, мм:	
			из низкоуглеродистой стали	1,5
			из алюминиевых сплавов	2,5
			Наименьший диаметр изделия, мм	25
			Наибольшая ширина листа, мм	1000
			Мощность электродвигателя, кВт	0,6

Продолжение табл. 47

Наименование	Марка	Назначение	Техническая характеристика
Вальцы листогибочные (ручные)	ВЛ-1,0 × 1000А	Выкатка (вальцовка) цилиндрических деталей из листового металла	Наибольшая толщина вальцуемого листа, мм: из низкоуглеродистой стали . . . . . 1,0 из алюминиевых сплавов . . . . . 2 Наибольшая ширина листа, мм . . . . . 1000 Наименьший диаметр вальцуемого изделия, мм 75
Унифицированная зигмашина с электроприводом	УЗМ-1,5П — 73	Прокатка зигов, резка листов и др.	Наибольшая толщина обрабатываемого листа из низкоуглеродистой стали, мм: при отбортовке . . . . . 1,5 при зиговке . . . . . 1,2 Диаметр обрабатываемых колец, мм . 100÷750 Мощность электродвигателя, кВт 0,45
Унифицированная зигмашина с ручным приводом	УЗМ-1,5Р — 73 и УЗМ-1,5РН—73 (настольная)	То же	Наибольшая толщина обрабатываемых листов из низкоуглеродистой стали, мм: при отбортовке . . . . . 1,5 при зиговке . . . . . 1,2 Наибольшее расстояние от края листа до линии обработки, мм . . . . . 240 Наибольший диаметр обрабатываемых колец, мм 750
Портативная ручная зигмашина	ПЗМ-65М	»	Наибольшая толщина обрабатываемого листа, мм: из низкоуглеродистой стали . . . . . 1,0 из алюминневых сплавов 1,5

Продолжение табл. 47

Наименование	Марка	Назначение	Техническая характеристика
Кромкогибочный станок (ручной)	КГС-1,5 × 1000	Гибка кромок листового металла под фальцы	Наибольшее расстояние от края листа до линии обработки, мм . . . . . 45 Диаметр обрабатываемых колец, мм . 80—600 Масса, кг . . . . . 5,27 Наибольшая толщина обрабатываемых листов, мм: из низкоуглеродистой стали . . . . . 1,5 из алюминиевых сплавов 2,5
Фальцепрокатный станок	ФП-16	Заготовка кромок фальцев	Наибольшая ширина листа, мм . . . . . 1000 Наибольшая толщина обрабатываемых листов, мм: из низкоуглеродистой стили . . . . . 1,0 из алюминиевых сплавов 2,0
Фальцеосадочный станок	ВМС-64	Закатка швов	Наибольшая толщина обрабатываемых листов, мм: из низкоуглеродистой стали . . . . . 1,25 из алюмииневых сплавов . . . . . 2,5 Ширина листов, мм 2100

приспособление для загиба крепежных штырей; применяется при закреплении теплоизоляционных изделий на плоских поверхностях аппаратов и оборудования.

Для монтажа наружных металлических покрытий тепловой изоляции используются следующие инструменты и приспособления (табл. 47):

электровиброножницы ИЭ-5403 для прямой, лекальной резки листового металла и прямолинейной резки металлической сетки; масса 5,0 кг; потребляемая мощность 250 Вт; наибольшая толщина разрезаемого листа 2,5 мм;

электросверлильная машина ИЭ-1008 для сверления отверстий под самонарезающие винты в элементах металлического покрытия; мощность 120 Вт; напряжение 220 В; масса 1,54 кг;

дрель двухскоростная ручная для сверловки отверстий под детали крепления в элементах металлического покрытия; максимальный диаметр сверла 6 мм; длина дрели 370 мм; масса 1,4 кг;

электровинтоверт-сверлилка КЭН-1 для сверления отверстий в металле; диаметр сверла 2,5—3,5 мм, частота вращения 250 мин$^{-1}$; при завертывании самонарезающих винтов частота вращения 50 мин$^{-1}$; инструмент в комплекте с аккумуляторным блоком; напряжение 27 В; масса электровинтоверта-сверлилки 0,76 кг, аккумуляторного блока 2,9 кг;

клещи зажимные для временной фиксации соединяемых листов и временной затяжки монтажных поясов; длина клещей 230 мм, ширина 70 мм, масса 0,65 кг;

ножницы кровельные прямые для резки металла; наибольшая толщина разрезаемого листа из низкоуглеродистой стали — 1 мм, из алюминиевых сплавов — 2 мм; длина 341 мм, ширина 60 мм, масса 0,95 кг;

ножницы фигурные (левые и правые) для криволинейной резки листового металла; наибольшая толщина разрезаемого листа: из стали 1 мм, из алюминиевых сплавов 2 мм; длина ножниц 285 мм, ширина 50 мм, масса 0,75 кг;

перфоратор-дырокол для пробивки отверстий в металлических листах под крепежные детали (самонарезающие винты, заклепки); диаметр прокола 2—4,2 мм; наибольшая толщина прокалываемого металла из низкоуглеродистой стали — 1 мм, из алюминиевых сплавов — 2 мм; длина перфоратора 360 мм, ширина 110 мм, масса 1,65 кг;

отвертка и отвертка с винтодержателем для завертывания самонарезающих винтов М4 × 16;

сверла спиральные (ГОСТ 886—77) диаметром до 3 мм для сверления отверстий в листовом металле под самонарезающие винты.

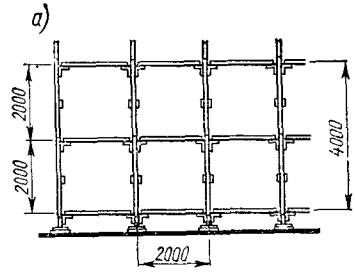
Глава VI

Леса и подмости для теплоизоляционных работ

Тепловая изоляция преимущественно монтируется на высоте, что связано с повышенной опасностью и неудобствами. Выполнение теплоизоляционных работ с лесов и подмостей должно производиться при строгом соблюдении требований СНиП

Рис. 88. Инвентарные стоечные леса Промстройпроекта

а—сетка лесов; *б*—узел среднего сопряжения; *в*—узел опорного сопряжения



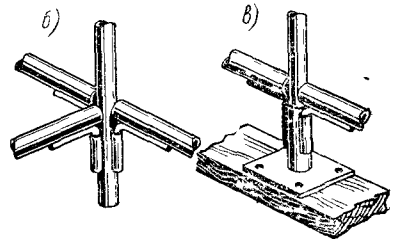
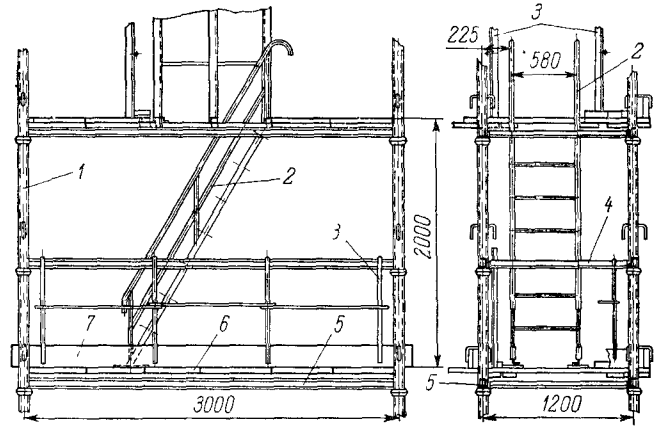


Рис 89. Инвентарные стоечные леса для теплоизоляционных работ ИСЛТ—71

1—стойка *H*=4 м; *2*—лестница; *3*—ограждение; *4*—поперечина; *5*—прогоны; *6*—щит; *7*—бортовая доска



III-А.11—70 «Техника безопасности в строительстве» п. 8.1. Леса, подмости и другие приспособления для выполнения теплоизоляционных работ на высоте более 4 м должны быть изготовлены по типовым проектам (см. гл. IX).

Сборные инвентарные стоечные леса применяются в основном двух типов: безболтовые (конструкции Севастопольстроя, Промстройпроекта, ИСЛТ-71, рис. 88—89) и на хомутовых соединениях (конструкция ВНИОМС, см. рис. 91).

Инвентарные стоечные безболтовые леса для теплоизоляционных работ предназначены для выполнения работ на оборудовании и трубопроводах, расположенных в помещении или вие помещения на высоте от 4 до 30 м (табл. 48).

Количество элементов в комплекте лесов ИСЛТ-71 (на 1440 м² вертикальной проекции):

стойки:	
H = 4 м (наружная)	121
H = 4 м (внутренняя)	103
H = 2 м (наружная)	40
H = 2 м (внутрениняя)	40
прогон	602
поперечины:	
№ 1	287
№ 2	54
башмак	88
стойки перил:	
H = 930 мм	416
H = 900 мм	96
горизонталь перил	376
растяжка	31
лестница	15
ограждение	33
наконечник молниеотвода	5
труба заземления	5
раздвижная стойка	40
полоса 4×25×2000 мм	5

Конструкция лесов — каркасная пространственная система, состоящая из стоек, прогонов и поперечин. Рабочий настил из щитов огражден бортовыми досками, на которые опираются стойки перил, связанные с горизонталями перил. Стойки опираются на башмаки. Дополнительная жесткость в продольном направлении обеспечивается растяжками.

Металлические трубчатые леса системы Севастопольстроя имеют максимальную отметку настила 29 м, ширину настила 1,7 м, высоту яруса 2 м. В лесах нет мелких крепежных деталей, прогоны и поперечины к стойкам присоединяются при помощи деталей, жестко приваренных к элементам трубчатых лесов.

Количество элементов лесов в комплекте лесов конструкции Севастопольстроя на 1000 м²:

стойки:	
H = 4 м из трубы ∅ 2″	168
H = 2 м » » ∅ 2″	24
прогон	330
поперечина	180
распорка	68
стойка перил	68
растяжки:	
четырехметровая	42
двухметровая	68
башмак	24

Основные инвентарные устройства и приспособления для подмащивания, применяемые для теплоизоляционных работ

Наименование	Назначение
Леса стоечные инвентарные ЛСИ-73	Применяются при производстве теплоизоляционных и отделочных работ на прямолинейных объектах при условии обязательного закрепления лесов к стационарным конструкциям при равномерно распределенной нагрузке на настил не более 200 кгс/м²
Леса стоечные инвентарные ЛСИ-73-1,2	То же
Леса стоечные унифицированные ЛСУ-1,2	То же и установке по вертикали не более двух рабочих и не более двух защитных настилов
Леса стоечные свободно стоящие унифицированные ЛСУ-2	Предназначены к применению для производства теплоизоляционных работ на горизонтальных трубопроводах при условии свободной установки лесов, отметка настила не более 14 м, установка по вертикали не более одного рабочего и одного защитного настила при равномерно распределенной нагрузке в рабочем ярусе не более 200 кгс/м²
Леса подвесные унифицированные ЛПУ-1,2	Предназначены к применению для производства теплоизоляционных и отделочных работ на прямолинейных объектах при условии их подвески к опорным конструкциям, закрепленным к стационарным конструкциям, при равномерно распределенной нагрузке на рабочем ярусе не более 200 кгс/м² и установке по вертикали не более пяти рабочих и пяти защитных настилов
Подмости выдвижные на тракторе С-100	Предназначены для работ на высоте до 9 м. Грузоподъемность площадки 500 кг и пять человек. Используются при условиях проходимости (не более 6° уклона)
Подъемно-подвесная люлька	Используется при выполнении работ небольшого объема в труднодоступных местах. Максимальная нагрузка на люльку 500 кгс

Продолжение

Наименование	Назначение
Гидроподъемник на автомашине ЗИЛ-164 (тип АГП-12)	Используется для подъема рабочих с инструментом на высоту 12 м для выполнения работ (максимальный вылет люлек 9 м, грузоподъемность люлек 200 кг)
Автогидроподъемник АГП-12А (на базе автомобиля ГАЗ-53А)	Предназначен для подъема рабочих с инструментом на высоту 12 м для выполнения работ (максимальный вылет люлек 9 м, грузоподъемность люлек 200 кг)
Гидравлический подъемник АГП-18 (на автомобиле ГАЗ-53А)	Предназначен для подъема двух рабочих с инструментом для выполнения работ на высоте до 19 м (наибольший вылет люльки 9,3 м, грузоподъемность люльки 350 кг)
Автогидроподъемник АГП-22 (на автомобиле ЗИЛ-130)	Предназначен для подъема двух рабочих с инструментом для выполнения работ на высоте до 22 м (наибольший вылет люльки 10,5 м, грузоподъемность люльки 300 кг)

Леса подвесные унифицированные ЛПУ-1,2 предназначены к применению для производства теплоизоляционных работ на прямолинейных объектах при условии их подвески к опорным конструкциям, закрепленным к стационарным конструкциям, при равномерно распределенной нагрузке на рабочем ярусе не более 200 кгс/м² и установке по вертикали не более пяти рабочих и пяти защитных настилов. При использовании лесов на криволинейных поверхностях (резервуары) они могут применяться совместно с дополнительными элементами, отдельно разработанными.

Техническая характеристика лесов подвесных унифицированных ЛПУ-1,2:

площадь вертикальной проекции комплекта, м² 440
расчетная равномерно распределенная нагрузка, кгс/м² 200
высота лесов, не более, м 20
количество рабочих ярусов, не более, шт 5
количество защитных ярусов, не более, шт 5
высота яруса, м 2
ширина настила, м 1,5
расстояние между стойками, м:
в продольном направлении 2
в поперечном направлении 1,2
масса металла, кг:
на весь комплект 10500
на 1 м² вертикальной проекции 23,9
объем древесины, м³:
на весь комплект 10
на 1 м² вертикальной проекции 0,023
общая масса лесов, кг 16500

Конструктивно леса представляют двухрядную систему шарнирно соединенных между собою струн (рис. 90), связанных металлическими прогонами, унифицированными с прогонами стоечных лесов. Струны должны быть подвешены к опорной раме с помощью устройств, которые разрабатываются отдельно в зависимости от конструкции опорной рамы. Размер секции лесов 2 × 1,2 м.

Металлические прогоны соединяются со струнами с помощью штырей, вставляемых в проушины струн. На прогоны укладываются щиты настила. Щиты изготовляются из досок толщиной 32 мм, соединенных брусками.

Бруски щитов располагаются по обе стороны каждого прогона, чем обеспечивается связь двух рядов струн между собой.

На щиты настила с нерабочей стороны лесов укладываются бортовые доски, вставляемые в скобы, приваренные к струнам.

Таблица 48

Техническая характеристика инвентарных стоечных лесов для теплоизоляционных работ

Наименование показателей	Размер показателя				
	ИСЛТ-71	ЛСИ-73	ЛСИ-73-1,2	ЛСУ-1,2	ЛСУ-2
Площадь вертикальной проекции комплекта, м²	1440	1400	1400	1464	1440
Расчетная равномерно распределенная нагрузка, кгс/м²	200	200	200	200	200
Наибольшая высота лесов, м	30	30	30	30	16
Расчетная высота лесов (для подсчета комплекта), м	12	12	12	12	8
Высота яруса, м	2	2	2	2	2
Ширина настила, м	2,6	2	1,65	1,5	4
Расстояние между стойками, м:					
в продольном направлении;	3	3	3	3,04 и 2,04	3,01 и 2,01
в поперечном направлении	2	2	1,2	1,2	2,01
Масса металла, кг:					
на весь комплект	27395	26650	26550	29500	29600
на 1 м² вертикальной проекции	—	18,9	18,8	20,1	—
Объем древесины, м³:					
на весь комплект;	26	17,5	12,5	10,07	19,0
на 1 м² вертикальной проекции	—	0,0125	0,009	0,007	—
Общая масса лесов, кг	43077	36850	34050	35500	41000

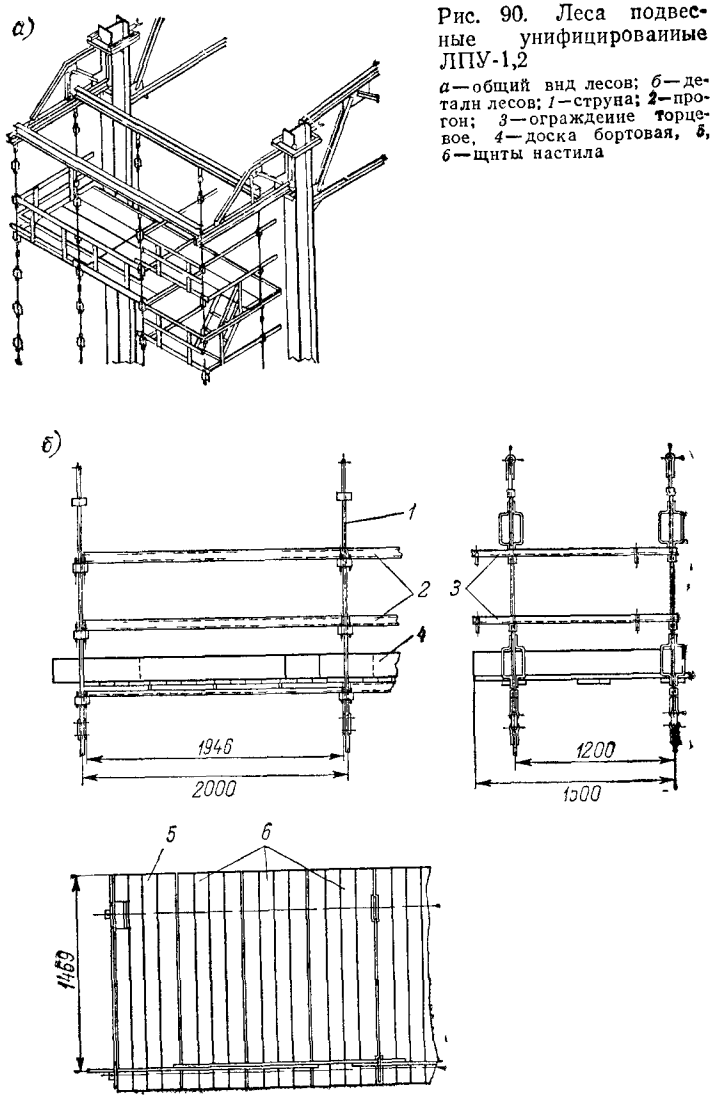


Рис. 90. Леса подвесные унифицированные ЛПУ-1,2

а — общий вид лесов; *б* — детали лесов; *1* — струна; *2* — прогон; *3* — ограждение торцевое, *4* — доска бортовая, *5*, *6* — щиты настила

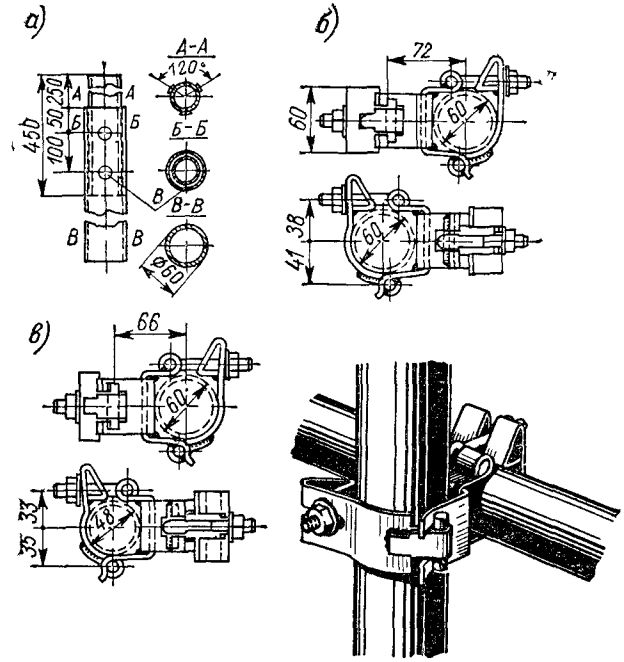


Рис 91. Металлические трубчатые леса на хомутовых соединениях конструкции ВНИОМС

а — соединение стоек; *б* — глухие хомуты для соединения стоек с поперечинами; *в* — глухие хомуты для соединения стоек с продольными связями и перилами

Продольные ограждения лесов с нерабочей стороны представляют собой прогоны, устанавливаемые в проушины струн на высоте 0,5 и 1 м над настилом.

Торцовые ограждения выполняются из уголка и устанавливаются в проушины струн на торцах ярусов, на которых установлены настилы.

В лесах предусмотрено закрепление их к стационарным конструкциям во избежание чрезмерного раскачивания. Закрепление производится скобами, вставленными в проушины струн или в отверстия торцовых ограждений лесов, с одной стороны, и в патрубки или петли, установленные на стационарной конструкции — с другой. В случаях, когда такое крепление невозможно, требуется разработка и установка специального крепления (рис. 90, *а*).

Монтаж лесов производится в следующем порядке:

1. Струны соединяются в пакеты с помощью болтовых соединений с установкой шплинтов и затем лебедкой поднимаются и подвешиваются к опорным конструкциям.

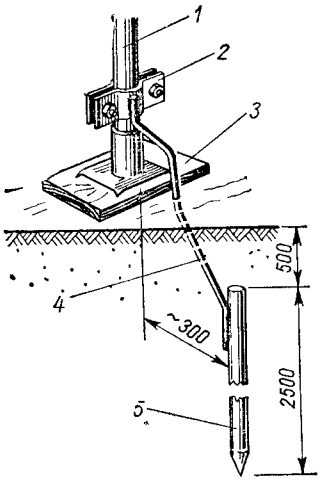


Рис. 92. Устройство заземления лесов

2. На нижние струны подвешиваются прогоны и укладываются щиты настила.

3. Устанавливаются бортовые доски и ограждения нижиего яруса.

4. Выполняется заземление лесов (рис. 92).

5 Аналогично монтажу первого яруса производится моитаж второго и последующего ярусов.

6. По мере наращивания лесов производится закреплеиие струн к стационарным конструкциям.

7. По мере наращивания лесов производится монтаж лестничной клетки.

Нормативный срок службы лесов на теплоизоляциоиных работах приведен в табл. 49.

Таблица 49

Нормативный срок службы лесов* на теплоизоляциоиных работах

Вид деталей лесов	Оборачиваемость в год	Число оборотов для полного износа	Срок службы в годах
Металлические	20	75	3,75
Деревянные	20	25	1,25

* СНиП, часть IV, том 3, выпуск 2, глава 21, § 20.

Глава VII

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ

Теплоизоляционные работы выполняются на основании технической документации — проекта на изоляцию. Чтобы обеспечить выполнение работ в установленные сроки, необходима организациоино-инженерная подготовка к ним, т. е. должен быть составлен проект производства работ (ППР).

ППР — документ, на основании которого ведутся теплоизоляциоиные работы в течение всего периода строительства. ППР состоит из ведомостей теплоизоляционных работ по конструкциям, графиков работ по цехам и отделениям, ведомостей ежедневной и общей потребности рабочей силы, материалов, строительных механизмов, лесов, транспортных средств и др.

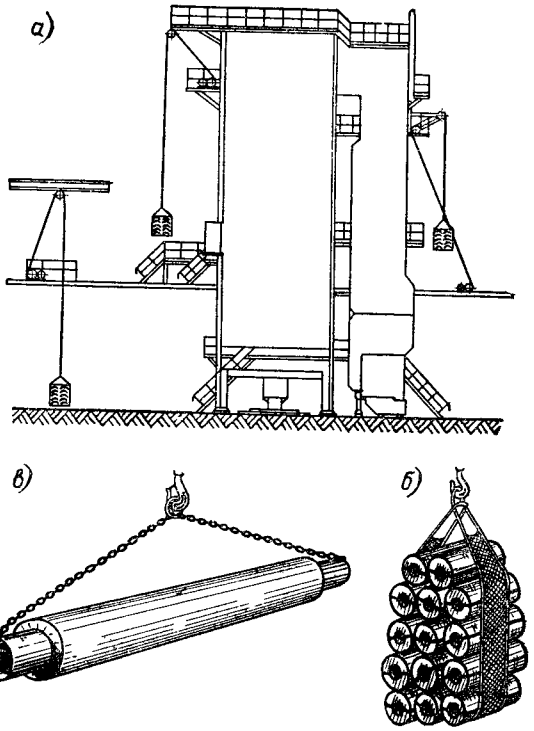


Рис. 93. Организация теплоизоляционных работ на котлоагрегате

а — схема подъема материалов на рабочие отметки; *б*, *в* — способы строповки

В графической части ППР приводится:

1. Схема изолируемых трубопроводов и расстановка (по отметкам) изолируемых аппаратов и оборудования.

2. Направленность грузопотоков, монтажные проемы в стенах и перекрытиях, места установки подъемных механизмов (лебедки, краны) и площадок для складирования материалов (рис. 93, 94).

Отдельный раздел ППР посвящен технике безопасности применительно к данному объекту работ.

ППР должен быть увязан (согласован) со смежными монтажными организациями и составлен совмещенный график с перечнем аппаратов и оборудования, предъявляемого под домонтажную теплоизоляцию (до подъема и установки на рабочие отметки).

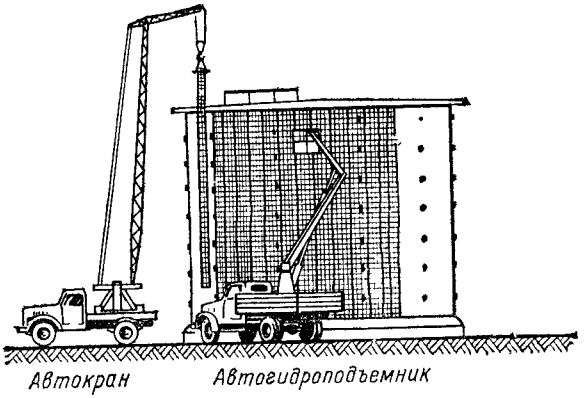


Рис. 94. Организация теплоизоляционных работ на цилиндрических резервуарах длинноразмерными минераловатными прошивными матами

Руководитель работ (мастер) должен изучить заблаговременно ППР. С общей организацией работ должны быть ознакомлены исполнители (бригада изолировщиков). Данные ППР используются при производственном инструктаже рабочих.

В практике работ линейным инженерно-техническим работникам приходится к началу работ самостоятельно составлять схему производства работ; продумывать технологию монтажа изоляции, рассчитывать потребность рабочей силы, материалов, механизмов и все, что необходимо для выполнения работ в срок. Схема производства работ составляется с учетом необходимых мер по безопасности труда. Примеры расчета рабочей силы, материалов, транспортных средств, механизмов и лесов приведены ниже.

Пример 1. *Определить потребность рабочей силы и материалов для выполнения теплоизоляционных работ на трубопроводе диаметром 426 мм, длиной 500 мм. Конструкция изоляции: минераловатные плиты марки ПМ толщиной 80 мм с покрытием из листового алюминия 0,8 мм. Расчет примера приводится табл. 50.*

Потребность в автотранспорте определяется с учетом наиболее рационального его использования (загрузка при обратном рейсе) и исчисляется в машино-часах по формуле:

$$А = МН/Г,$$

где А — количество маш.-ч; М — суточный расход материала, т; Н — нормативное время на погрузку, разгрузку и пробег автомашины, ч; Г — грузоподъемность автомашины, т (исходя из фактически возможной ее загрузки соответствующим материалом).

При определении количества требуемых автомашин ($А_м$) учитывается фактическое время работы транспорта.

Таблица 50

Расчет рабочей силы и материалов

Наименование работ	Рабочая сила			Материалы		
	Количество	Норма времени, чел.-ч	Общие трудозатраты, чел.-ч	Наименование	Норма расхода	Общий расход
Изоляция трубопроводов, $м^2$, минераловатными мягкими плитами на синтетическом связующем, $м^3$	920 63,5	0,3	276	Минераловатные плиты, $м^3$ Проволока, кг	1,54 2,1	97,7 133,3
Покрытие изоляции листовым алюминием толщиной 0,8 мм с креплением самонарезающими винтами 4×12, $м^2$	920	0,49	450	Алюминий листовой, кг Винты самонарезающие, кг	2,41 0,018	2217 0,165
Таким образом, общие трудозатраты: 276+450=726 чел.-ч (726 : 8,2)=8,8 чел.-дня.						

Пример 2. *Требуется ежесуточно транспортировать 30 т минераловатных материалов при двухсменной работе транспорта (14 ч). Продолжительность пробега 25 мин, загрузка 15 мин и разгрузка машины 10 мин (всего 50 мин). Фактическая грузоподъемность машины для перевозимых минераловатных материалов составляет 0,9 т.*

Требуемое количество автомашин составит:

$$А_м = \frac{30 \cdot 50}{60 \cdot 0{,}9 \cdot 14} = 2 \text{ машины.}$$

За основу расчета подъемных механизмов принимается время на один подъем.

Сменная производительность рассчитывается по формулам:

$$Т = \frac{2h}{v} + k;$$

$$Р = \frac{8 \cdot 60 \cdot Ma}{Т},$$

где Т — продолжительность операций по подъему и спуску, мин; h — высота подъема, м; v — скорость движения подъемника, м/мин; k — продолжительность загрузки и разгрузки, мин; Р — сменная производительность, т; a — коэффициент использования подъемника по времени; M — грузоподъемность механизма, т.

Пример 3. *На высоту 12 м следует поднять 2,5 т теплоизоляционных материалов за одну смену (8 ч). Грузоподъемность*

лебедки по минераловатным изделиям 50 кг, скорость подъема 18 м/мин продолжительность загрузки и разгрузки 6 мин.

Определяем время на подъем и спуск

$$T = \frac{2 \cdot 12}{18} + 6 = 7 \text{ мин}$$

Определяем сменную производительность подъемника с учетом 80% использования механизма во времени

$$P = \frac{8 \cdot 60 \cdot 0{,}05}{7} \cdot 0{,}8 = 2{,}75 \text{ т.}$$

Расчет показал, что один подъемник обеспечивает выполнение задания.

Потребность стоечных лесов определяется по формуле

$$F = LHB,$$

где F — площадь лесов в вертикальной проекции, м²; L — длина лесов по фронту, м; H — высота лесов, м; B — количество рядов по ширине.

Потребность подвесных лесов определяется по формуле

$$F = LHa,$$

где F — площадь лесов в горизонтальной проекции, м²; L — длина лесов по фронту, м; H — высота лесов, м; a — ширина настила, м.

Для оперативных расчетов потребности лесов для теплоизоляционных работ может приниматься норматив в 14 м² на 1 м³ монтируемой теплоизоляции (по данным ВНИПИ Теплопроект).

Глава VIII

ТРУД И ЗАРПЛАТА НА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТАХ

Тарификация теплоизоляционных работ и рабочих-изолировщиков производится на основании «Тарифно-квалификационного справочника» (ТКС) для работ и профессий рабочих, занятых в строительстве и на ремонтно-строительных работах. Этот документ утвержден Государственным комитетом Совета Министров СССР по вопросам труда и заработной платы 28 января 1969 г. На основе ТКС рабочим присваиваются тарифные разряды.

При присвоении очередного тарифного разряда рабочий-изолировщик должен исполнить не менее трех разновидностей работ, указанных в разделе «Примеры работ», и выполнить при этом нормы выработки с требуемыми качественными показателями монтажа для теплоизоляционных конструкций (см. табл. 29). Рабочий наряду с выполнением работ, предусмотренных его квалификационной характеристикой, должен совместно с другими рабочими более высокой квалификации участвовать в выполняемых ими работах.

Присвоенный разряд может быть снижен рабочему только квалификационной комиссией, если рабочий систематически и по

своей вине выполняет работу с нарушением технических условий (брак) и не выполняет нормы выработки.

Заработная плата рабочего зависит и от его квалификации — присвоенного тарифного разряда. Размер оплаты труда определенной сложности за единицу времени определяется тарифными ставками.

Рабочие-изолировщики тарифицируются шестью разрядами (с 1 по 6).

На строительно-монтажных и ремонтно-строительных работах, а также в подсобных производствах с нормальными условиями труда действуют следующие часовые тарифные ставки для рабочих, в том числе и для изолировщиков:

Тарифный разряд	1	2	3	4	5	6
Часовая тарифная ставка, коп.	43,8	49,3	55,5	62,5	70,4	79,0

При бригадном выполнении работ общий заработок бригады распределяется между членами бригады с учетом тарифных ставок рабочих. При этом расчете используется тарифный коэффициент, показывающий, во сколько раз тарифная ставка рабочего данного разряда выше тарифной ставки рабочего первого разряда:

Тарифный разряд	1	2	3	4	5	6
Тарифные коэффициенты	1,0	1,13	1,27	1,43	1,6	1,8

На строительно-монтажных работах по профилю изоляции применяется преимущественно сдельная оплата труда, соответствующая социалистическим принципам оплаты — по количеству и качеству труда. Повременная оплата труда применяется на тех работах, которые не поддаются точному учету и обмеру.

Указанные виды оплаты применяются и в прогрессивных формах, стимулирующих производительность труда. К ним относятся сдельно-премиальная, аккордная, аккордно-премиальная и повременно-премиальная оплата труда.

В основе оплаты труда изолировщиков заложены нормы времени и расценки, приведенные в «Единых нормах и расценках на изоляционные работы» (сборник № 11 «Изоляционные работы»), утвержденных Госстроем СССР, а также местные нормы, утвержденные руководителем организации и согласованные с комитетом профсоюза.

Норма выработки — это физический минимальный объем работ, который рабочий должен выполнить в течение одной смены, например 16 м² изоляции минераловатными прошивными матами, 10 м² металлопокрытия по изоляции и др.

Норма времени — это время, за которое рабочий должен выполнить единицу физического объема, например 1 м² изоляции минераловатными цилиндрами или 1 м² металлического покрытия и др. Так, если норма выработки металлопокрытия аппаратов 10 м², то норма времени составит 8 ч : 10 = 0,8 ч.

Таблица 51

Примерный объем работ, выполняемый звеном изолировщиков (при 120% нормы выработки)

Вид изоляционных работ	Количество рабочих в звене	Выполняемый объем работ за рабочую смену, м²				
		на трубопроводах и цилиндрических поверхностях диаметром, мм				на плоских поверхностях
		до 108	до 273	до 820	более 820	
Матами прошивными на сетке и в мягких обкладках	2	—	51	54	—	—
То же	3	—	—	—	89	73
Прошивными безобкладочными минераловатными матами	2	—	66	73	91	73
Минераловатными плитами на связках	2	—	59	64	—	—
То же	3	—	—	—	103	93
Техническими матами из стеклянного штапельного волокна в рулонах (толщина до 60 м)	3	—	82	115	137	124
Теплоизоляционными конструкциями на основе минераловатных изделий с покрытием из фольгированных материалов	2	50	71	83	98	—
Минераловатными цилиндрами на синтетическом связующем с покрытием дублированными материалами	2	58	87	—	—	—
Минераловатными полуцилиндрами на фенольной связке	2	60	—	—	—	—
Комплектными теплоизоляционными конструкциями из минераловатных цилиндров с металлическим покрытием	2	—	44	—	—	—
Металлопокрытие (с учетом фасонных частей)	2	—	—	26	50	25
Лакостеклотканью (рулонированный стеклопластик) с креплением бандажами	2	—	—	72	112	—
Фольгорубероидом (крепление баидажами)	2	—	—	100	106	—

Продолжение табл. 51

Вид изоляционных работ	Количество рабочих в звене	Выполняемый объем работ за рабочую смену, м²				
		на трубопроводах и цилиндрических поверхностях диаметром, мм				на плоских поверхностях
		до 108	до 273	до 820	более 820	
Синтетическими пленками (крепление бандажами)	2	—	—	61	80	—
Оштукатуривание асбестоцементным раствором по основному слою из волокнистых материалов, с отделкой	2	—	—	21	32	32

Примечание. Квалификационный состав звена принят по ЕНиР-11 и ТНиР—18

Расценка — сумма в денежном выражении, устаиовленная за выполнение единицы работы (1 м² изоляции).

Рабочий наряд — документ, учитывающий объем выполненных работ и определяющий размер заработной платы и выполнение норм выработки.

Наряд должен выдаваться рабочим к началу работ. Выполнение этого правила обусловливает хорошие производственные показатели, так как лучше всего мобилизует исполнителей четкое знание своего задания.

Для расчета рабочего наряда в нем должны быть приведены описание работ, выполненный объем и определена стоимость по действующим расценкам.

При определении общей суммы заработка по наряду учитываются условия работ, влияющие иа производительность труда, т. е. применены коэффициенты, повышающие или понижающие норму времени и расценку:

при выполнении изоляционных работ с лесов, подмостей, стремянок, высотой более 2,5 м . .	1,1
при производстве работ в условиях, требующих применения предохранительных поясов	1,3
при выполнении работ:	
только сверху	0,75
» снизу	1,25
при расположении изолируемых поверхностей на расстоянии до 0,35 м от других поверхиостей (без учета толщины изоляции)	1,1
при работе в зимних условиях коэффициенты применяются в соответствии с ЕНиР (общая часть)	1,05—1,13

Выполняемые объемы теплоизоляционных работ выражаются в кубических и квадратных метрах и определяются для плоских и сложных поверхностей расчетным путем, а для трубопроводов — преимущественно с помощью таблиц (прил. 1).

Расчет теплоизоляционных работ для плоских поверхностей ведется по формулам:

объем изоляции, м³

$$V = lb\delta,$$

площадь изоляции, м²

$$F = lb,$$

где l — длина изолируемой поверхности, м; b — ширина изолируемой поверхности, м; δ — толщина изоляционного слоя, м.

Пример 1. *Ширина изолируемой плоской поверхности 20 м, высота 6 м, толщина изоляционного слоя 60 мм. Определить площадь и объем изоляции.*

Решение. Площадь изоляции

$$F = 20 \cdot 6 = 120 \text{ м}^2.$$

Объем изоляции

$$V = 120 \cdot 0{,}06 = 7{,}2 \text{ м}^3.$$

Расчет теплоизоляционных работ, выполняемых на трубопроводах, ведется по формулам:

объем изоляционного слоя, м³, приходящийся на 1 м длины трубопровода

$$V = 3{,}14\delta(\delta + d);$$

площадь наружной поверхности изоляции, м², приходящаяся на 1 м длины трубопровода

$$F = 3{,}14D,$$

где δ — толщина изоляционного слоя, м; d — наружный диаметр трубопровода, м; D — наружный диаметр изоляции, м ($D = d + 2\delta$).

Пример 2. *Диаметр изолируемого трубопровода 76 мм, длина 250 м, толщина изоляции 50 мм. Определить объем и площадь смонтированной изоляции.*

Решение. Объем изоляции

$$V = 3{,}14 \cdot 0{,}05\,(0{,}05 + 0{,}076) \cdot 250 = 5 \text{ м}^3$$

Площадь наружной поверхности изоляции

$$F = 3{,}14\,(0{,}076 + 0{,}05 \cdot 2) \cdot 250 = 138 \text{ м}^2.$$

Глава IX

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ

Основным руководящим документом по технике безопасности и охране труда в строительстве, и в том числе в производстве теплоизоляционных работ, служат строительные нормы и правила «Техника безопасности в строительстве» СНиП III-А.11—70, утвержденные Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства 31 июля 1970 г.

ИНСТРУКТАЖ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Рабочий может быть допущен к изоляционным работам после прохождения:

вводного (общего) инструктажа по технике безопасности, пожарной безопасности, производственной санитарии и оказанию доврачебной помощи;

первичного инструктажа по технике безопасности и пожарной безопасности непосредственно на рабочем месте, который должен проводиться также при каждом переходе на другую работу. Повторный инструктаж должен проводиться для всех рабочих не реже 1 раза в 3 месяца.

Кроме того, рабочий может быть допущен к изоляционным работам только после медицинского освидетельствования. Медицинский осмотр изолировщиков должен проводиться ежегодно.

ДОПУСК К РАБОТЕ НА ДЕЙСТВУЮЩИХ ОБЪЕКТАХ

Ведение теплоизоляционных работ в газо-взрыво- и огнеопасных местах действующих цехов, а также у действующего оборудования, аппаратов и трубопроводов, находящихся под давлением, разрешается только при наличии наряда-допуска — письменного разрешения, выданного администрацией предприятий и генеральным подрядчиком.

Выполнение работ вблизи электроустановок допускается только при выключенном напряжении и при наличии письменного разрешения.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ

Резиновые перчатки. Кислотощелочестойкие резиновые перчатки предназначены для защиты рук от действия кислот, щелочей и воды. Их применяют при работе с теплоизоляционными мастиками, цементными растворами, декстриновым или казеиновым клеями и т. д.

Предохранительные пояса. Применяют при работе на высоте, когда устройство ограждений невозможно или нецелесообразно. Длина пояса 1060—1440 мм, ширина 75 мм (ГОСТ 14185—69). Прочность цепи предохранительного пояса на разрыв составляет 600—640 кгс. Места закрепления карабина за прочные элементы конструкций должны быть заранее указаны мастером.

Предохранительные пояса следует испытывать на статическую нагрузку не реже одного раза в 6 месяцев. При испытании предохранительный пояс, застегнутый пряжкой, накидывают на горизонтальную укрепленную неподвижную цилиндрическую опору, а к карабину на 5 мин подвешивают груз массой 300 кг (рис. 95). После снятия груза на поясе и его деталях не должно быть следов повреждений. На поясе делается отметка о дате испытания. Соответствующая запись об испытании заносится в специальный журнал.

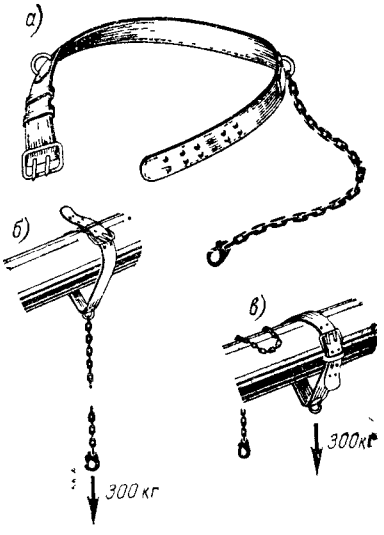


Рис. 95. Предохранительный пояс
а — общий вид; *б*, *в* — контрольная проверка на прочность

Фильтрующие респираторы. Противопылевой бесклапанный респиратор ШБ-1 «Лепесток» представляет собой легкую полумаску из фильтрующего материала ФПП (рис. 96). Он обладает низким начальным сопротивлением дыханию и медленным нарастанием его при запылении. Эффективность фильтрующего действия 99%. Респиратор рассчитан на срок от одной до пяти рабочих смен. Во время работы, а также после окончания следует периодически стряхивать осевшую пыль. При повышенной влажности и температуре воздуха ниже 0 °С респиратор применять не рекомендуется, так как эффективность его снижается (под полумаской образуется конденсат).

Противопылевой респиратор «Астра-2» представляет собой полумаску из эластичной резины с одним клапаном выдоха и двумя патронами с клапанами вдоха. В патроны закладывают сменные фильтры из высокоэффективного фильтрующего материала ФПП. Респиратор можно применять при повышенной влажности воздуха (туман, дождь и т. д.).

Защитные очки закрытого и открытого типа—ОЗЗ-10 и 02-76 (ГОСТ 12.4.013—75). Они предназначены для защиты глаз от твердых частиц (рис. 97). В изоляционных работах используются при работе с пылящими материалами (минераловатными и др.), горячими битумными мастиками, растворами, при распиловке теплоизоляционных плит, колке битума, пользовании краскопультом и т. д.

Защитные каски. Изготовляют из прочных и легких материалов (полиэтилен, винипласт, дюралюминий), применяют для защиты головы от падающих сверху предметов и от случайных ударов о металлоконструкции и оборудование. Каска также является надежной защитой головы рабочего в случае его падения. При ношении каска закрепляется подбородочным ремешком (рис. 96).



Рис. 96. Противопылевой респиратор «Лепесток»

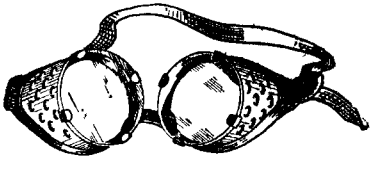


Рис. 97. Защитные очки

При работе на открытом воздухе зимой каску следует носить с теплым подшлемником. Каски из винипласта применять зимой нельзя, так как винипласт при низких температурах хрупок. Находиться на строительно-монтажных площадках без каски запрещается.

Индивидуальные средства защиты от шума — наушники ВЦНИМОТ и противошумные заглушки (антифоны) — ТУ 17-2400.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ, СВЯЗАННЫЕ С ТЕХНОЛОГИЕЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ

Изолировщик обязан знать свойства применяемых материалов и правильно с ними обращаться, так как небрежное обращение может стать причиной травмы или заболевания.

Минеральная вата и изделия из нее — волокнистый материал, колющий и пылящий. Мельчайшие волокна, попадая под одежду, на кожу или слизистые оболочки глаз и органов дыхания, могут вызывать раздражение, поэтому изолировщики должны защищать глаза, органы дыхания и кожу при работе с такого типа материалами.

Работать с растворами и мастиками, содержащими цемент, известь, асбест и другие вещества, действующие на кожу рук, следует в резиновых перчатках.

Проволока и крепежные штыри при неосторожном обращении могут травмировать. При установке проволочных колец по изоляционному слою нельзя допускать их перетяжки, так как это может привести к обрыву проволоки и травме рук или лица. Проволока, применяемая для изоляции, должна быть хорошо отожжена, иначе она не только неудобна в работе, но и пружинит, что может повлечь за собой травму. На поверхности изоляции, подготовленной под покрытие (штукатурку), не должно быть торчащих концов проволоки, их следует срезать и заглублять в слой изоляции.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО БЕЗОПАСНОМУ ВЕДЕНИЮ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ НА ВЫСОТЕ

Участок грунта, на котором устанавливают леса и подмости, не должен иметь наледи. Поверхность грунта должна быть предварительно спланирована и утрамбована; необходимо обеспечить отвод грунтовых вод (атмосферных осадков).

Настилы лесов и подмостей, начиная с высоты 1 м, должны иметь ограждения. Ограждения лесов состоят из поручня, расположенного на высоте не менее 1 м от рабочего настила, одного промежуточного горизонтального элемента (средней доски) и нижней бортовой доски шириной не менее 15 см (рис. 98). Для ограждения можно применять металлическую сетку высотой не менее 1 м с поручнем.

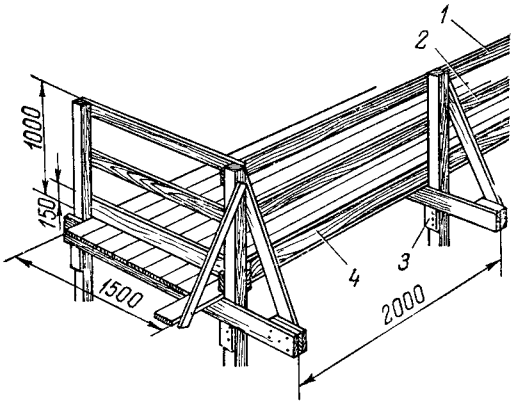


Рис. 98. Элементы коренных лесов

1—пернльная доска ограждения; *2*—средняя доска ограждения; *3*—бобышка; *4*—бортовая доска

Бортовую доску следует устанавливать вплотную на настиле, а элементы перил закреплять с внутренней стороны. Поручни деревянных перил должны быть тщательно остроганы. В местах проезда и прохода людей, а также при двухъярусной работе на лесах устанавливают второй защитный настил.

При изоляции трубопроводов ширина настила лесов (от его боковой поверхности до ограждения) должна быть не менее 1 м при симметричном расположении настила относительно оси трубопровода и 1,5 м — при несимметричном Ширина настила при изоляции оборудования должна быть не менее 1 м, а ширина зазора между изолируемой поверхностью и торцом настила — не более толщины изоляции (по проекту) плюс 50 мм. Зазор должен быть закрыт.

Настилы лесов и подмостей должны иметь ровную поверхность. Между досками допускаются зазоры до 10 мм. Соединение щитов внахлестку допускается только по их длине.

Концы стыкуемых элементов должны располагаться на опоре и перекрывать ее не менее чем на 20 см в каждую сторону (рис. 99). Верхние концы щитов, соединяемых внахлестку, скашивают. Настилы лесов и подмостей должны выдерживать равномерно распределенную нагрузку 200 кгс/м² и сосредоточениую нагрузку 130 кгс. Перила ограждения должны выдерживать сосредоточенную нагрузку 70 кгс.

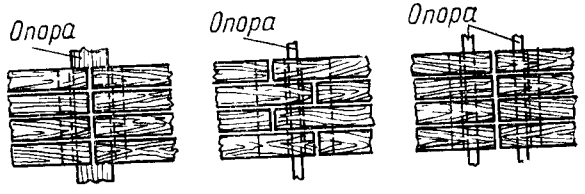


Рис. 99. Типы стыковки щитов настила лесов

Нагрузка на настилы при их эксплуатации не может превышать установленных паспортом (проектом) значений. Скопление людей и материалов на одном месте настила лесов запрещается. На 1 м² настила при ширине 1,5 м может находиться не более четырех человек и при ширине 1 м — не более трех человек. На лесах не допускаются дополнительные нагрузки от грузовых механизмов, грузоподъемных площадок и т. п.

Настилы лесов и подмостей необходимо периодически (в течение рабочего дня и после окончания работы) очищать от остатков теплоизоляционных материалов, а зимой также от снега и наледи, в случае необходимости посыпать песком.

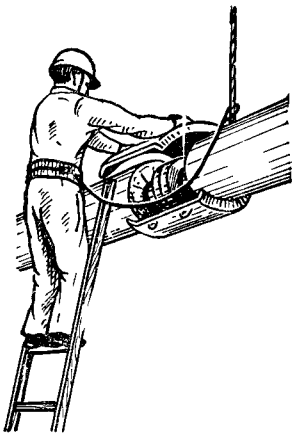


Рис. 100. Монтаж теплоизоляции с приставной лестницы и с применением предохранительного пояса

Стойки лесов следует устанавливать строго вертикально (по отвесу) и раскреплять между собой связями. Леса крепят по всей высоте. Запрещено устанавливать леса и подмости на случайные опоры. Под концы каждой пары стоек лесов в поперечном направлении следует подкладывать деревянные подкладки из цельных досок толщиной не менее 5 см (см. рис. 88). Металлические леса должны быть заземлены (см. рис. 92) и иметь молниезащиту.

Стойки, расположенные на проходах и проездах, должны быть защищены от возможных ударов и сдвигов, и в первую очередь — от проходящего транспорта. Для транспорта должен быть установлен предупредительный знак. В местах, где возможен наезд транспорта на стойки лесов, на время ведения работ у лесов ставят специального дежурного.

Подъем людей на леса и спуск с них допускается только по лестницам (стремянкам) с уклоном не более 60°. Подходы к лестницам должны быть свободными. Верхний конец лестницы следует крепить к поперечинам лесов. По всей длине стремянок через каждые 30—40 см должны быть набиты поперечные планки сечением 4 × 6 см. Ступени приставных лестниц должны быть врезаны в тетивы и скреплены стяжными болтами не реже чем через 2 м. Лестницы, сбитые гвоздями без врезки перекладин в тетивы, применять запрещается. Длина деревянной лестницы не должна превышать 5 м. Через каждые 6 месяцев лестницы необходимо испытывать на статическую нагрузку 120 кгс, приложенную к одной из ступеней середины лестницы, установленной под углом 75°.

Рабочим разрешается работать со ступени приставной лестницы в случае, если они будут находиться на расстоянии не

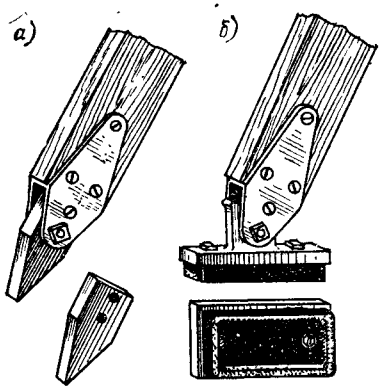


Рис. 101. Тормозящее устройство, препятствующее скольжению лестницы

а — для нежесткого основания; *б* — для жесткого основания

менее 1 м от верхнего конца лестницы. При этом рабочий должен быть прикреплен карабином предохранительного пояса к прочному элементу конструкции (рис. 100). На нижних концах приставных лестниц в зависимости от характера опорной поверхности необходимо делать упоры в виде острых металлических шипов или резиновых наконечников, а верхние концы крепить к прочным конструкциям (рис. 101).

При работе с лестниц в местах прохода и проезда внизу должен находиться дежурный или необходимо устанавливать ограждения.

Инвентарные леса, подмости и люльки должны иметь паспорта предприятия-изготовителя. В случае невозможности применения инвентарных лесов разрешается, как исключение, устройство неинвентарных лесов по проекту, разрабатываемому в установленном порядке и утвержденному главным инженером.

При приемке коренных лесов необходимо обращать особое внимание на качество плотницких работ, а также качество используемого материала. Деревянные элементы лесов и подмостей изготовляют из древесины хвойных или лиственных пород. Материал не должен иметь гнили, расщелин и косослоя, а металлические детали — глубокой ржавчины, подломов и других дефектов.

Пользоваться лесами и подмостями высотой до 4 м разрешается после приемки их производителем работ, а свыше 4 м — после технического освидетельствования их комиссией и утверждения акта главным инженером организации.

Необходимо постоянно наблюдать за состоянием лесов и подмостей; перед началом рабочей смены их обязан осматривать мастер. При каждом возобновлении работ леса и подмости, которые временно не эксплуатировали, должны проходить повторную приемку.

Подвесные леса испытывают на статическую нагрузку, превышающую расчетную на 25%, а подъемные леса и люльки — на статическую нагрузку, превышающую расчетную на 50—70%. Подвесные и подъемные леса и люльки должны быть испытаны также на динамическую нагрузку, превышающую расчетную на 10%. Крючья для подвески лесов испытывают в течение 15 мин на статическую нагрузку, превышающую рабочую в 2 раза. Стальные канаты должны иметь девятикратный запас прочности.

Монтировать и демонтировать леса должны рабочие, прошедшие медицинское освидетельствование, дающее им право работать на высоте, и специальное обучение. Рабочие должны работать в касках и быть снабжены предохранительными поясами. Запрещается находиться в зоне разборки и установки лесов, а также под передвигаемым настилом. Перед снятием настила или перемещением лесов на другой ярус следует освободить их от материала, тары и мусора. Ограждение опасной зоны делается на расстоянии одной трети высоты лесов, но не менее 2 м.

Во время грозы и при ветре 6 баллов и более работа на лесах, а также их сборка и разборка запрещены.

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТАХ

Включать в сеть электродвигатели, электроинструменты и прочие токоприемники следует только при помощи предназначенных для этой цели аппаратов и приборов. Запрещается подключать токоприемники к электросети путем скручивания проводов, соединения и разъединения их концов (рис. 102).

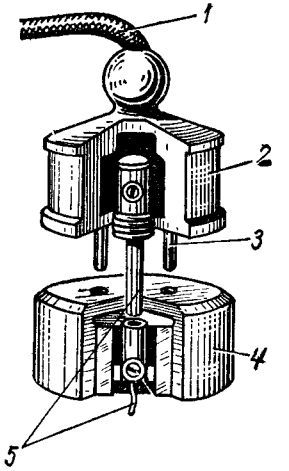


Рис. 102. Схема подключения электроинструмента (с заземлением корпуса)

1 — шнур к инструменту; *2* — штепсельная вилка; *3* — токопроводящие штырьки; *4* — штепсельная розетка; *5* — заземленное гнездо и заземляющий штырек

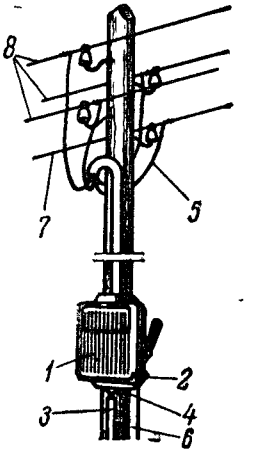


Рис. 103. Схема подключения передвижных механизмов

1 — пусковой ящик; *2* — заземляющий болт; *3* — шланговый кабель; *4* — заземляющая жила шлангового кабеля; *5* — заземляющий проводник, идущий к повторному заземлению; *6, 7* — нулевой провод линии; *8* — фазные провода

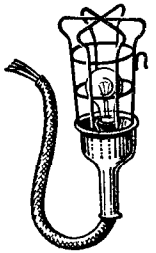


Рис. 104. Переносный низковольтный светильник

Особое внимание следует уделять качеству заземления передвижных механизмов (рис. 103). Неисправности, обнаруженные в заземляющем устройстве, необходимо устранять немедленно. При каждой передвижке на новое место включение механизма в сеть допускается после устройства заземления. Изолировщики должны применять электроинструмент с двойной изоляцией.

Выключатели для переносных электроустройств должны отключать все фазы и устанавливаться на корпусах устройств (кроме переносных электроламп). Запрещается устанавливать выключатели на переносных токоподводящих проводах.

Временную наружную открытую проводку на строительной площадке следует выполнять изолированным проводом на надежных опорах так, чтобы нижняя точка провода находилась на высоте: не менее 2,5 м над рабочим местом, 3,5 м над проходами и 6 м над проездами. На высоте менее 2,5 м от земли, пола или настила провода должны быть заключены в трубы или короба. Лампы общего освещения напряжением 127; 220 В следует подвешивать на высоте не менее 2,5 м от земли или пола. При необходимости подвесить их на высоте менее 2,5 м нужно исключить возможность случайного прикосновения к токоведущим частям; при этом напряжение должно быть не более 36 В.

В качестве переносных ламп следует применять специально предназначенные для этой цели светильники заводского изготовления. Переносная лампа должна иметь защитную металлическую сетку, устройство для ее подвески и шланговый провод с вилкой (рис. 104). Перед пользованием лампы необходимо проверить, нет ли обрыва электрошнура. Переносные лампы для теплоизоляционных работ должны иметь напряжение не более 36 В, а в особо опасных местах (сырые подвалы, траншеи, заземленное оборудование и металлоконструкции) — не более 12 В.

Пострадавшего от электричества необходимо быстро освободить от действия тока либо отключив ток, либо путем отделения электропроводников от пострадавшего токонепроводящими предметами (сухая доска, сухая одежда, веревка и т. д.). Необходимо исключить возможность получения травмы пострадавшим при освобождении его от напряжения (падение с высоты).

В отдельных случаях для снятия напряжения делают короткое замыкание или перерезают провода. При всех указанных способах следует опасаться поражения током человека, оказывающего помощь пострадавшему. Для этого спасающий должен оградить себя от контакта с землей: нельзя стоять на влажном месте, следует использовать резиновые сапоги или подложить под ноги сухие доски. Рекомендуется также надеть сухие рукавицы или резиновые перчатки.

Бригаду изолировщиков, работа которых связана с механизмами и освещением рабочих мест, должен обслуживать дежурный электромонтер, имеющий квалификацию не ниже III группы.

ОСНОВНЫЕ УСЛОВИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ И ТРАНСПОРТНЫХ РАБОТАХ

Погрузочно-разгрузочные работы необходимо выполнять под руководством ответственного работника (мастера), как правило, механизированным способом. Предельная норма переноски грузов одним человеком вручную по ровной и горизонтальной поверхности и на расстояние не более 50 м, кг:

для мужчин старше 18 лет	50
» женщин » 18 »	20
» подростков мужского пола от 16 до 18 лет	16
» » женского » » 16 » 18 »	10

Подростков допускают к погрузочно-разгрузочным работам в порядке исключения и только при условии, что эти работы составляют не более 1/3 рабочего времени и являются частью основных работ.

ТАВЛИЦЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМОВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ НА 1 М ДЛИНЫ ТРУБОПРОВОДА

Толщина изоляции, мм	Наружный диаметр трубопроводов, мм							
	10		14		17		20	
	м³	м²	м³	м²	м³	м²	м³	м²
0	—	0,031	—	0,044	—	0,053	—	0,063
10	0,0006	0,094	0,0008	0,107	0,0084	0,116	0,0009	0,126
15	0,0012	0,126	0,0014	0,138	0,0015	0,148	0,0016	0,157
20	0,0019	0,157	0,0021	0,170	0,0023	0,179	0,0025	0,188
25	0,0027	0,188	0,0031	0,201	0,0033	0,210	0,0035	0,220
30	0,0038	0,220	0,0041	0,232	0,0044	0,242	0,0047	0,251
35	0,0050	0,251	0,0054	0,263	0,0057	0,273	0,0060	0,282
40	0,0063	0,283	0,0068	0,295	0,0072	0,304	0,0075	0,313
45	0,0078	0,314	0,0083	0,327	0,0088	0,336	0,0092	0,345
50	0,0094	0,345	0,0100	0,358	0,0105	0,367	0,0110	0,376
55	0,0112	0,376	0,0119	0,389	0,0124	0,398	0,0130	0,408
60	0,0132	0,408	0,0139	0,410	0,0145	0,430	0,0151	0,439
65	0,0153	0,440	0,0161	0,443	0,0167	0,462	0,0173	0,470
70	0,0176	0,471	0,0184	0,474	0,0190	0,493	0,0198	0,502
75	0,0200	0,502	0,0210	0,515	0,0217	0,524	0,0224	0,534
80	—	—	—	—	—	—	0,0251	0,565
85	—	—	—	—	—	—	0,0280	0,597
90—175	—	—	—	—	—	—	—	—

Толщина изоляции, мм	Наружный диаметр трубопроводов, мм					
	25		32		38	
	м³	м²	м³	м²	м³	м²
0	—	0,078	—	0,100	—	0,119
10	0,0011	0,141	0,0013	0,163	0,0015	0,182
15	0,0019	0,173	0,0022	0,195	0,0025	0,212
20	0,0028	0,204	0,0033	0,226	0,0036	0,245
25	0,0039	0,235	0,0045	0,257	0,0049	0,276
30	0,0052	0,267	0,0058	0,289	0,0064	0,308
35	0,0066	0,298	0,0074	0,320	0,0080	0,339
40	0,0082	0,330	0,0090	0,352	0,0098	0,371
45	0,0099	0,360	0,0109	0,383	0,0117	0,402
50	0,0118	0,393	0,0129	0,414	0,0138	0,433
55	0,0138	0,424	0,0150	0,445	0,0161	0,465
60	0,0160	0,455	0,0173	0,477	0,0185	0,496
65	0,0184	0,486	0,0198	0,508	0,0210	0,527
70	0,0209	0,518	0,0224	0,540	0,0237	0,559
75	0,0236	0,550	0,0252	0,572	0,0266	0,590
80	0,0264	0,581	0,0281	0,603	0,0296	0,621
85	0,0294	0,612	0,0312	0,634	0,0328	0,653
90	—	—	—	—	0,0362	0,685
95	—	—	—	—	0,0397	0,716
100	—	—	—	—	0,0433	0,747
105—220	—	—	—	—	—	—

Толщина изоляции, мм	Наружный диаметр трубопроводов, мм									
	40		44		48		57		76	
	м³	м²	м³	м²	м³	м²	м³	м²	м³	м²
0	—	0,126	—	0,138	—	0,151	—	0,179	—	0,238
10	0,0016	0,188	0,0017	0,201	0,0019	0,214	0,0021	0,242	0,0027	0,301
15	0,0026	0,220	0,0028	0,232	0,0030	0,245	0,0034	0,273	0,0043	0,333
20	0,0038	0,251	0,0040	0,263	0,0043	0,276	0,0048	0,304	0,0060	0,364
25	0,0051	0,283	0,0054	0,295	0,0057	0,308	0,0064	0,336	0,0079	0,395
30	0,0066	0,314	0,0070	0,327	0,0073	0,339	0,0082	0,367	0,0100	0,427
35	0,0082	0,345	0,0087	0,359	0,0091	0,370	0,0101	0,399	0,0122	0,459
40	0,0100	0,376	0,0106	0,390	0,0111	0,401	0,0122	0,430	0,0146	0,490
45	0,0120	0,408	0,0126	0,420	0,0131	0,433	0,0144	0,463	0,0171	0,520
50	0,0141	0,439	0,0148	0,452	0,0154	0,465	0,0168	0,493	0,0198	0,553
55	0,0164	0,470	0,0171	0,484	0,0178	0,496	0,0193	0,524	0,0226	0,585
60	0,0189	0,501	0,0196	0,515	0,0203	0,527	0,0220	0,556	0,0256	0,615
65	0,0214	0,533	0,0222	0,546	0,0231	0,559	0,0249	0,586	0,0288	0,646
70	0,0242	0,564	0,0251	0,578	0,0259	0,590	0,0279	0,619	0,0321	0,678
75	0,0271	0,596	0,0280	0,609	0,0290	0,621	0,0311	0,650	0,0356	0,710
80	0,0301	0,628	0,0311	0,640	0,0322	0,653	0,0344	0,681	0,0392	0,741
85	0,0334	0,659	0,0344	0,671	0,0355	0,685	0,0379	0,714	0,0430	0,770
90	0,0367	0,691	0,0379	0,703	0,0390	0,716	0,0415	0,744	0,0469	0,804
95	0,0403	0,722	0,0415	0,734	0,0427	0,747	0,0453	0,775	0,0510	0,836
100	0,0440	0,754	0,0452	0,766	0,0465	0,779	0,0493	0,807	0,0553	0,867
105	—	—	—	—	0,0505	0,811	0,0534	0,840	0,0597	0,899
110	—	—	—	—	0,0546	0,842	0,0577	0,870	0,0642	0,929
115	—	—	—	—	0,0589	0,873	0,0621	0,900	0,0690	0,960
120	—	—	—	—	0,0633	0,904	0,0667	0,933	0,0739	0,992
125	—	—	—	—	—	—	0,0714	0,964	0,0789	1,024
130	—	—	—	—	—	—	0,0763	0,996	0,0841	1,055
135	—	—	—	—	—	—	0,0814	1,027	0,0894	1,086
140	—	—	—	—	—	—	0,0866	1,058	0,0950	1,118
145	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1006	1,149
150	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1064	1,181
155	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1122	1,212
160	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1186	1,243
165—220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Толщина изоляции, мм	Наружный диаметр трубопроводов, мм							
	89		95		108		133	
	м³	м²	м³	м²	м³	м²	м	м²
0	—	0,279	—	0,298	—	0,339	—	0,417
10	0,0031	0,342	0,0033	0,361	0,0037	0,402	0,0050	0,480
15	0,0049	0,374	0,0052	0,393	0,0058	0,433	0,0070	0,512
20	0,0068	0,405	0,0072	0,424	0,0080	0,464	0,0096	0,543
25	0,0089	0,436	0,0094	0,455	0,0104	0,496	0,0124	0,574
30	0,0112	0,469	0,0118	0,486	0,0130	0,527	0,0154	0,606
35	0,0136	0,500	0,0143	0,517	0,0157	0,560	0,0185	0,638
40	0,0162	0,532	0,0170	0,549	0,0186	0,590	0,0217	0,668
45	0,0189	0,562	0,0198	0,581	0 0216	0,623	0,0252	0,700
50	0,0218	0,593	0,0228	0,612	0,0248	0,652	0,0287	0,732
55	0,0249	0,625	0,0259	0,643	0,0282	0,685	0,0325	0,762
60	0,0281	0,656	0,0292	0,675	0,0317	0,715	0,0364	0,795
65	0,0314	0,663	0,0327	0,706	0,0353	0,746	0,0404	0,825
70	0,0350	0,720	0,0363	0,737	0,0391	0,780	0,0446	0,860
75	0,0386	0,750	0,0400	0,769	0,0431	0,810	0,0490	0,885
80	0,0425	0,782	0,0440	0,801	0,0472	0,840	0,0535	0,923

Толщина изоляции, мм	Наружный диаметр трубопроводов, мм							
	89		95		108		133	
	м³	м²	м³	м²	м³	м²	м³	м²
85	0,0465	0,810	0,0480	0,832	0,0515	0,872	0,0582	0,952
90	0,0506	0,843	0,0523	0,863	0,0560	0,905	0,0630	0,985
95	0,0549	0,875	0,0567	0,895	0,0606	0,936	0,0680	1,014
100	0,0593	0,908	0,0612	0,926	0,0653	0,967	0,0732	1,046
105	0,0640	0,940	0,0660	0,958	0,0702	0,998	0,0785	1,077
110	0,0687	0,970	0,0708	0,989	0,0753	1,030	0,0839	1,108
115	0,0737	1,002	0,0758	1,020	0,0805	1,061	0,0896	1,140
120	0,0788	1,055	0,0810	1,052	0,0859	1,093	0,0953	1,171
125	0,0840	1,064	0,0864	1,083	0,0915	1 124	0,1013	1,202
130	0,0894	1,096	0,0918	1,114	0,0972	1,155	0,1074	1,234
135	0,0950	1,127	0,0975	1,146	0,1030	1,187	0,1116	1,265
140	0,1007	1,159	0,1033	1,178	0,1090	1,218	0,1156	1,297
145	0,1065	1,190	0 1093	1,209	0,1152	1,250	0,1266	1,328
150	0,1126	1,221	0,1154	1,240	0,1215	1,281	0,1333	1,360
155	0,1188	1,252	0,1217	1,271	0,1231	1,312	0 1402	1,391
160	0,1251	1,284	0,1281	1,302	0,1346	1,343	0,1472	1,422
165	—	—	—	—	0,1414	1,375	0,1544	1,453
170	—	—	—	—	0,1484	1,407	0,1617	1,484
175	—	—	—	—	0,1555	1,438	0,1692	1,516
180	—	—	—	—	0,1628	1,470	0,1769	1,548
185—220	—	—	—	—	—	—	—	—

Толщина изоляции, мм	Наружный диаметр трубопроводов мм							
	159		180		219		273	
	м³	м²	м³	м²	м³	м²	м³	м²
0	—	0,499	—	0,565	—	0,688	—	0,857
10	0,0053	0,562	0,0060	0,628	0,0072	0,750	0,0089	0,920
15	0,0082	0,593	0,0092	0,660	0,0110	0,782	0,0136	0,952
20	0,0112	0,625	0,0126	0,691	0,0150	0,813	0,0184	0,983
25	0,0144	0,656	0,0161	0,722	0,0192	0,845	0,0234	1,014
30	0,0178	0,687	0,0198	0,753	0,0235	0,876	0,0285	1,046
35	0,0213	0,719	0,0236	0,785	0,0279	0,908	0,0338	1,077
40	0,0250	0,750	0,0276	0,816	0,0325	0,940	0,0393	1,108
45	0,0288	0,782	0,0318	0,848	0,0373	0,970	0,0449	1,140
50	0,0328	0,813	0,0361	0,879	0,0422	1,001	0,0507	1,171
55	0,0370	0,845	0,0406	0,910	0,0473	1,032	0,0566	1,203
60	0,0413	0,876	0,0452	0,942	0,0526	1,064	0,0627	1,234
65	0,0457	0,907	0,0500	0,973	0,0580	1,096	0,0690	1,265
70	0,0502	0,939	0,0550	1,005	0,0635	1,128	0,0754	1,297
75	0,0551	0,970	0,0600	1,036	0,0692	1,159	0,0820	1,328
80	0,0600	1,002	0,0653	1,068	0,0751	1,190	0,0887	1,360
85	0,0651	1,033	0,0707	1,100	0,0811	1,221	0,0956	1,391
90	0,0704	1,064	0,0763	1,131	0,0873	1,252	0,1026	1,422
95	0,0758	1,086	0,0820	1,162	0,0937	1,284	0,1098	1,454
100	0,0813	1,127	0,0879	1,194	0,1002	1,315	0,1171	1,485
105	0,0871	1,159	0,0940	1,235	0,1069	1,346	0,1247	1,517
110	0,0929	1,190	0,1002	1,267	0,1136	1,378	0,1323	1,548
115	0,0989	1,221	0,1065	1,298	0,1206	1,409	0,1401	1,579
120	0,1051	1,253	0,1130	1,320	0,1277	1,440	0,1481	1,611
125	0,1115	1,284	0,1197	1,351	0,1350	1,471	0,1562	1,642
130	0,1180	1,316	0,1265	1,382	0,1425	1,502	0,1645	1,674
135	0,1246	1,347	0,1335	1,413	0,1501	1,534	0,1730	1,705
140	0,1314	1,378	0,1407	1,445	0,1578	1,566	0,1816	1,736
145	0,1384	1 409	0,1480	1,476	0,1657	1,598	0,1903	1,768

Толщина изоляции мм	Наружный диаметр трубопроводов мм							
	15.		180		219		273	
	м³	м²	м³	м²	м³	м²	м³	м²
150	0,1455	1,441	0,1554	1,507	0,1738	1,630	0,1992	1,799
155	0,1528	1,473	0,1630	1,538	0,1820	1,662	0,2073	1,830
160	0,1603	1,504	0,1708	1,569	0,1904	1,693	0,2175	1,862
165	0,1679	1,535	0,1788	1,600	0,1990	1,725	0,2269	1,893
170	0,1703	1,567	0,1868	1,632	0,2076	1,756	0,2365	1,925
175	0,1835	1,598	0,1951	1,664	0,2165	1,778	0,2462	1,956
180	0,1916	1,630	0,2035	1,696	0,2255	1,819	0,2560	1 988
185	—	—	—	—	0,2347	1,850	0,2661	2,020
190	—	—	—	—	0,2440	1,881	0,2762	2,051
195	—	—	—	—	0,2535	1,912	0,2866	2,082
200	—	—	—	—	0,2631	1,944	0,2970	2 113
205—220	—	—	—	—	—	—	—	—

Толщина изоляции, мм	Наружный диаметр трубопроводов, мм									
	325		377		426		476		529	
	м³	м²	м³	м²	м³	м²	м³	м²	м³	м²
0	—	1,020	—	1,184	—	1,338	—	1,494	—	1,661
10	0,0105	1,083	0,0122	1,247	0,0137	1,400	0,0153	1,557	0,0169	1,724
15	0,0160	1,115	0,0185	1,278	0,0208	1,432	0,0231	1,588	0,0256	1 755
20	0,0217	1,146	0,0249	1,309	0,0280	1,463	0,0311	1,620	0,0345	1,786
25	0,0275	1,177	0,0316	1,341	0,0354	1,495	0,0393	1,651	0,0435	1,818
30	0,0334	1,209	0,0383	1,372	0,0430	1,526	0,0477	1,683	0,0527	1,850
35	0,0396	1,240	0,0453	1,404	0,0507	1,559	0,0551	1,714	0,0620	1,881
40	0,0458	1,271	0,0524	1,435	0,0585	1,591	0,0648	1,746	0,0715	1,912
45	0,0523	1,303	0,0596	1,466	0,0666	1,622	0,0736	1,777	0,0811	1,945
50	0,0589	1,334	0,0670	1,497	0,0747	1,653	0,0826	1,809	0,0909	1,976
55	0,0656	1,366	0,0746	1,529	0,0831	1,684	0,0917	1,840	0,1009	2,007
60	0,0725	1,397	0,0823	1,561	0,0916	1,715	0,1011	1,872	0,1111	2,038
65	0,0796	1,429	0,0902	1,592	0,1002	1,746	0,1104	1,903	0,1212	2,070
70	0,0868	1,461	0,0983	1,623	0,1090	1,777	0,1200	1,934	0,1317	2,101
75	0,0942	1,492	0,1064	1,654	0,1180	1,809	0,1298	1,965	0,1422	2,132
80	0,1017	1,523	0,1148	1,685	0,1271	1,840	0,1397	1,997	0,1530	2,163
85	0,1094	1,554	0,1233	1,717	0,1364	1,871	0,1497	2,028	0,1639	2,194
90	0,1173	1,586	0,1320	1,749	0,1458	1,903	0,1600	2,060	0,1749	2,225
95	0,1253	1,617	0,1408	1,780	0,1554	1,934	0,1703	2,092	0,1861	2,257
100	0,1335	1,648	0,1498	1,811	0,4652	1,966	0,1809	2,123	0,1975	2,289
105	0,1418	1,679	0 1590	1,843	0,1751	1,997	0,1916	2,155	0,2091	2,320
110	0,1502	1,711	0,1682	1,875	0,1851	2,028	0,2024	2,186	0,2207	2,352
115	0,1590	1,742	0,1777	1,906	0,1954	2,060	0,2134	2,217	0,2326	2,383
120	0,1677	1,773	0,1873	1,937	0,2057	2,091	0,2246	2,249	0,2445	2,414
125	0,1766	1,805	0,1970	1,963	0,2163	2,123	0,2359	2,280	0,2567	2,445
130	0,1857	1,837	0,2070	2,000	0,2270	2,154	0,2474	2,311	0,2690	2,477
135	0,1950	1,868	0,2170	2,032	0,2378	2,185	0,2590	2,343	0,2815	2,509
140	0,2044	1,900	0,2273	2,063	0,2488	2,217	0,2708	2,374	0,2941	2,540
145	0,2140	1,932	0,2377	2,094	0,2600	2,248	0,2827	2,406	0,3069	2,572
150	0,2237	1,963	0,2482	2,126	0,2713	2,280	0,2948	2,437	0,3198	2,603
155	0,2336	1,994	0,2589	2,157	0,2828	2,311	0,3071	2,468	0,3329	2,635
160	0,2437	2,025	0,2698	2,189	0,2944	2,342	0,3195	2,500	0,3462	2,666
165	0,2539	2,057	0,2808	2,220	0,3062	2,374	0,3321	2,531	0,3596	2,697
170	0,2642	2,089	0,2920	2,251	0,3184	2,405	0,3448	2,563	0,3731	2,728
175	0,2748	2,120	0,3033	2,282	0,3303	2,437	0,3577	2,594	0,3868	2,760
180	0,2854	2,151	0,3148	2,314	0,3425	2,468	0,3708	2,625	0,4007	2,791
185	0,2963	2,182	0,3265	2,345	0 3550	2,499	0,3840	2,656	0,4148	2,822
190	0,3072	2,214	0,3383	2,376	0,3675	2,530	0,3973	2,687	0,4290	2,853

Толщина изоляции, мм	Наружный диаметр трубопроводов, мм									
	325		377		426		476		529	
	м³	м²	м³	м²	м³	м²	м³	м²	м³	м²
195	0,3184	2,245	0,3503	2,408	0,3802	2,562	0,4109	2,719	0,4434	2,885
200	0,3297	2,277	0,3624	2,439	0,3931	2,594	0,4245	2,751	0,4578	2,917
205	—	—	0,3747	2,470	0,4062	2,625	0,4384	2,782	0,4725	2,948
210	—	—	0,3871	2,502	0,4194	2,657	0,4523	2,813	0,4873	2,980
215	—	—	0,3997	2,534	0,4327	2,688	0,4655	2,845	0,5023	3,012
220	—	—	0,4124	2,565	0,4463	2,713	0,4808	2,876	0,5174	3,043

Толщина изоляции, мм	Наружный диаметр трубопроводов, мм					
	631		720		820	
	м³	м²	м³	м²	м³	м²
0	—	1,981	—	2,261	—	2,575
10	0,0201	2,044	0,0229	2,324	0,0261	2,638
15	0,0304	2,075	0,0346	2,355	0,0393	2,669
20	0,0398	2,107	0,0465	2,386	0,0528	2,700
25	0,0515	2,138	0,0585	2,418	0,0663	2,732
30	0,0623	2,160	0,0707	2,449	0,0801	2,763
35	0,0732	2,191	0,0830	2,480	0,0940	2,795
40	0,0843	2,233	0,0955	2,512	0,1080	2,826
45	0,0948	2,264	0,1081	2,543	0,1222	2,858
50	0,1069	2,295	0,1209	2,575	0,1366	2,890
55	0,1185	2,326	0,1338	2,606	0,1511	2,921
60	0,1302	2,358	0,1470	2,637	0,1654	2,952
65	0,1421	2,389	0,1602	2,669	0,1806	2,983
70	0,1541	2,421	0,1736	2,700	0,1956	3,014
75	0,1663	2,452	0,1872	2,732	0,2108	3,045
80	0,1786	2,483	0,2010	2,763	0,2261	3,077
85	0,1911	2,515	0,2149	2,794	0,2415	3,108
90	0,2037	2,546	0,2289	2,826	0,2572	3,139
95	0,2166	2,577	0,2431	2,857	0,2730	3,170
100	0,2295	2,608	0,2575	2,888	0,2889	3,202
105	0,2427	2,639	0,2721	2,919	0,3051	3,234
110	0,2559	2,671	0,2867	2,950	0,3212	3,266
115	0,2694	2,703	0,3015	2,982	0,3376	3,297
120	0,2830	2,734	0,3165	3,014	0,3542	3,329
125	0,2967	2,765	0,3317	3,045	0,3709	3,360
130	0,3106	2,797	0,3470	3,077	0,3878	3,391
135	0,3247	2,829	0,3624	3,108	0,4048	3,422
140	0,3389	2,861	0,3781	3,139	0,4220	3,453
145	0,3533	2,892	0,3938	3,170	0,4394	3,485
150	0,3679	2,923	0,4098	3,202	0,4569	3,517
155	0,3874	2,954	0,4259	3,234	0,4745	3,548
160	0,3974	2,985	0,4421	3,266	0,4924	3,579
165	0,4124	3,017	0,4585	3,297	0,5103	3,610
170	0,4276	3,048	0,4751	3,328	0,5285	3,642
175	0,4429	3,080	0,4918	3,360	0,5468	3,673
180	0,4584	3,111	0,5087	3,391	0,5652	3,704
185	0,4741	3,143	0,5258	3,422	0,5839	3,736
190	0,4898	3,175	0,5429	3,454	0,6026	3,768
195	0,5058	3,206	0,5603	3,486	0,6215	3,800
200	0,5219	3,237	0,5778	3,517	0,6406	3,831
205	0,5382	3,268	0,5954	3,549	0,6598	3,862
210	0,5546	3,300	0,6132	3,580	0,6792	3,894
215	0,5711	3,331	0,6312	3,611	0,6987	3,925
220	0,5879	3,363	0,6494	3,642	0,7184	3,956

Толщина изоляции, мм	Наружный диаметр трубопроводов, мм					
	920		1020		1220	
	м³	м²	м³	м²	м³	м²
0	—	2,889	—	3,203	—	3,831
10	0,0292	2,952	0,0323	3,266	0,0386	3,894
15	0,0440	2,983	0,0487	3,297	0,0582	3,925
20	0,0590	3,014	0,0653	3,328	0,0779	3,956
25	0,0742	3,046	0,0820	3,359	0,0977	3,988
30	0,0895	3,077	0,0989	3,390	0,1178	4,019
35	0,1050	3,109	0,1159	3,422	0,1379	4,050
40	0,1206	3,140	0,1331	3,454	0,1583	4,082
45	0,1364	3,171	0,1505	3,485	0,1787	4,113
50	0,1523	3,203	0,1680	3,516	0,1994	4,145
55	0,1684	3,234	0,1857	3,547	0,2202	4,176
60	0,1847	3,266	0,2036	3,579	0,2412	4,208
65	0,2010	3,297	0,2214	3,611	0,2623	4,239
70	0,2176	3,328	0,2396	3,642	0,2835	4,270
75	0,2343	3,360	0,2579	3,673	0,3050	4,301
80	0,2512	3,391	0,2763	3,705	0,3266	4,333
85	0,2682	3,423	0,2949	3,736	0,3483	4,365
90	0,2854	3,454	0,3137	3,768	0,3702	4,396
95	0,3028	3,485	0,3259	3,799	0,3923	4,427
100	0,3203	3,517	0,3517	3,830	0,4145	4,458
105	0,3380	3,548	0,3710	3,862	0,4370	4,490
110	0,3558	3,580	0,3903	3,894	0,4594	4,521
115	0,3737	3,611	0,4099	3,925	0,4821	4,552
120	0,3919	3,642	0,4296	3,956	0,5049	4,584
125	0,4102	3,674	0,4494	3,988	0,5294	4,615
130	0,4294	3,705	0,4694	4,019	0,5511	4,646
135	0,4472	3,736	0,4896	4,051	0,5744	4,677
140	0,4660	3,768	0,5099	4,082	0,5979	4,709
145	0,4849	3,799	0,5304	4,113	0,6215	4,741
150	0,5040	3,830	0,5511	4,144	0,6453	4,773
155	0,5232	3,862	0,5719	4,176	0,6692	4,804
160	0,5426	3,893	0,5928	4,208	0,6933	4,836
165	0,5621	3,925	0,6139	4,239	0,7176	4,867
170	0,5818	3,956	0,6352	4,270	0,7420	4,898
175	0,6017	3,988	0,6567	4,302	0,7666	4,930
180	0,6217	4,020	0,6782	4,333	0,7913	4,961
185	0,6384	4,051	0,7000	4,365	0,8162	4,998
190	0,6562	4,082	0,7219	4,396	0,8412	5,024
195	0,6827	4,114	0,7440	4,427	0,8665	5,055
200	0,7074	4,145	0,7662	4,459	0,8918	5,087
205	0,7242	4,176	0,7886	4,490	0,9173	5,119
210	0,7451	4,208	0,8111	4,521	0,9430	5,150
215	0,7662	4,239	0,8338	4,553	0,9688	5,181
220	0,7875	4,270	0,8566	4,584	0,9948	5,212

Приложение 2

СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ ЕДИНИЦАМИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

Единица	ккал/(м·ч·°С)	Вт/(м·°С)
1 ккал/(м·ч·°С)	1	1,163
1 Вт/(м·°С)	0,86	1

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Введение 3

Глава I. Материалы для тепловой изоляции 5

Неорганические теплоизоляционные материалы 6
Органические теплоизоляционные материалы 42
Покровные пароизоляционные и армирующие материалы 55

Глава II. Монтаж тепловой изоляции 60

Подготовка поверхности под изоляцию 60
Домонтажная теплоизоляция 62
Монтаж тепловой изоляции на высоте без лесов — методом «надвига» 64
Теплоизоляция металлических емкостей методом напыления пенополиуретана 66
Изоляция трубопроводов 68
Теплоизоляция аппаратов 78
Тепловая изоляция холодных поверхностей (холодильная изоляция) 83
Монтаж наружных покрытий тепловой изоляции . . . 92
Система управления качеством теплоизоляционных работ 123

Глава III. Замена теплоизоляционных материалов 124

Глава IV. Расход, хранение и транспортировка материалов для теплоизоляционных работ 127

Нормирование материалов 128
Хранение теплоизоляционных материалов 136
Снятие остатков материалов 137

Глава V. Оборудование, механизмы и инструменты для теплоизоляционных работ 139

Глава VI. Леса и подмости для теплоизоляционных работ . . 152

Глава VII. Организация теплоизоляционных работ 160

Глава VIII. Труд и зарплата на теплоизоляционных работах . 164

Глава IX. Техника безопасности при производстве теплоизоляционных работ 168

Инструктаж по технике безопасности 169
Допуск к работе на действующих объектах 169
Индивидуальные средства защиты 169
Правила техники безопасности, связанные с технологией теплоизоляционных работ 171
Основные требования по безопасному ведению теплоизоляционных работ на высоте 171
Основные правила электробезопасности при теплоизоляционных работах 175
Основные условия безопасности при погрузочно-разгрузочных и транспортных работах 177

Приложение 1 178
Приложение 2 183