

В.Н. ЧЕРНОИВАН

УСТРОЙСТВО И РЕМОНТ СОВМЕЩЁННЫХ РУЛОННЫХ КРОВЕЛЬ

БРЕСТ 2004

УДК 69.059.25.024.15

ББК 38.4

Ч 49

Рецензенты:

кафедра «Технология строительного производства» УО «Белорусский национальный технический университет»; доктор технических наук, профессор Леонович С.Н.;

директор РУНиОКП «Научно-технический центр Министерства архитектуры и строительства», кандидат технических наук Найчук А.Я.

В.Н. Черноиван

Ч 49 Устройство и ремонт совмещенных рулонных кровель. –

Брест: Издательство УО «БГТУ», 2004. – 151 с.: 58 ил.

ISBN 985-6584-79-5

Содержатся сведения по конструктивным решениям совмещенных кровель, современным строительным материалам, используемым для их возведения и ремонта. Рассмотрена технология производства работ по устройству совмещенных рулонных кровель с использованием новых рулонных материалов и универсальных высокопроизводительных машин, механизмов, инструмента.

Отражены вопросы технического состояния эксплуатируемых совмещенных рулонных кровель и основные причины выхода их из строя.

Систематизированы сведения по эффективным методам ремонта совмещенных кровель, обеспечивающие восстановление их теплотехнических характеристик.

Для научных работников, аспирантов, инженерно-технических работников эксплуатационных служб, проектировщиков, специалистов и руководителей строительных организаций, студентов ВУЗов.

УДК 69.059.25.024.15

ББК 38.4

© Черноиван В.Н., 2004

© Брест. Издательство УО «БГТУ», 2004

ISBN 985-6584-79-5

Более 70% всех эксплуатируемых жилых и общественных зданий в Республике Беларусь имеют совмещенные утепленные рулонные кровли. Столь существенное количество эксплуатируемых зданий с совмещенной кровлей объясняется целым рядом объективных причин. Основной из них является принятая в СССР в начале 70-х годов программа по развитию полносборного жилищного строительства. Основными аргументами этой программы в пользу массового применения совмещенных кровель при новом строительстве были:

- существенная экономия материальных и трудовых ресурсов по сравнению с чердачными крышами;
- сравнительно простая технология возведения таких крыш;
- наличие дешевых и доступных теплоизоляционных материалов;
- повсеместно налаженное промышленное изготовление многослойного настила из сборного железобетона.

В конце 70-х – начале 90-х годов, при достаточном количестве дешевой рабочей силы, высокая трудоемкость и достаточно низкий уровень механизации производства работ при устройстве совмещенных утепленных кровель из рулонных материалов не являлись проблемами, требующими неотложного решения. Поэтому, несмотря на высокую трудоемкость и низкий уровень механизации работ по их устройству (около 30%), достаточно низкий удельный вес стоимости работ по устройству совмещенных кровель (от 5 до 12% общей стоимости здания) предопределил массовое возведение жилых и общественных зданий с такими кровлями [50].

Однако, как показала практика, срок эксплуатации совмещенных кровель до первого текущего ремонта, как правило, не превышает 5...6 лет. А после 10...15 лет эксплуатации совмещенные кровли нуждаются в капитальном ремонте [41, 59].

По данным Академии коммунального хозяйства СССР объем рулонных кровель, требующих ремонта и восстановления, составил по Советскому Союзу в 1990 г. около 140 млн. м². Для выполнения такого объема ремонтных работ необходимо более четверти всего выпускаемого на заводах Союза ССР рубероида [57].

Не улучшилась ситуация и сегодня – затраты на ремонт совмещенных рулонных кровель в 2001 году по Республике Беларусь составили 9,24 млн. у.е. Общая площадь ремонтируемых кровель

по Республике превысила 1,6 млн. м² [42]. И как показывает практика, улучшения ситуации в ближайшее время не предвидится.

В Республике Беларусь продолжается массовое строительство панельных зданий с совмещенными кровлями. В связи с этим вопросы, связанные с разработкой эффективных технологий устройства совмещенных рулонных кровель, не теряют своей актуальности. В последние годы налажен выпуск новых кровельных рулонных материалов на основе полимеров, в результате чего улучшилось их качество и эксплуатационная долговечность. Разработаны универсальные высокопроизводительные машины, приспособления, инструмент, позволяющие существенно повысить уровень механизации кровельных и гидроизоляционных работ.

Все возрастающие год от года объемы ремонтных работ эксплуатируемых совмещенных рулонных кровель также требуют новых решений. Применяемые на практике способы ремонта кровель, как правило, сводятся к устройству заплат в местах повреждения водоизоляционного ковра или наклейки дополнительных слоев. Такая технология не позволяет обеспечить качественного выполнения ремонтных работ, так как не предусматривает просушивания переувлажненного слоя утеплителя.

Ремонт кровель с полной заменой переувлажненного утеплителя применяется очень редко, так как стоимость его составляет около 30 у.е. за 1 м² отремонтированной кровли.

Основная цель монографии – дать информацию научным работникам, аспирантам, инженерно-техническим работникам эксплуатационных служб, проектировщикам, специалистам и руководителям строительных организаций, студентам ВУЗов по следующим вопросам:

а) техническое состояние эксплуатируемых совмещенных рулонных кровель и основные причины выхода их из строя;

б) технология устройства совмещенных кровель с использованием новых рулонных материалов и универсальных высокопроизводительных машин, механизмов, инструмента;

в) эффективные методы ремонта совмещенных кровель, обеспечивающие восстановление их теплотехнических характеристик.

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УСТРОЙСТВА СОВМЕЩЕННЫХ КРОВЕЛЬ

§1.1. Конструктивные решения совмещенных кровель

Согласно принятой терминологии под кровлей понимают верхний элемент покрытия, предохраняющий здания и сооружения от атмосферных воздействий и воспринимающий расчетные нагрузки.

В зависимости от вида водоизоляционного ковра совмещенные кровли подразделяются на: **рулонные и мастичные**. Требуемые уклоны совмещенных кровель из рулонных и мастичных материалов регламентируются СНБ 5.08.01 – 2000 «Кровли. Технические требования и правила приемки» и составляют 1...25%.

Действующие строительные нормы Республики Беларусь [44] рекомендуют при устройстве совмещенных кровель из рулонных материалов и мастик отдавать предпочтение следующим конструктивным решениям:

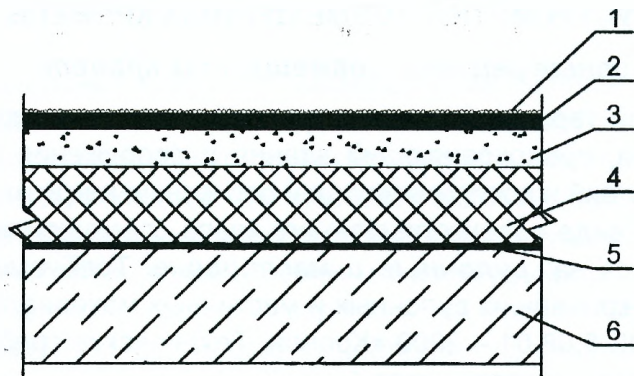
- совмещенная кровля с прямым размещением слоев (рис. 1);
- вентилируемая (двухоболочная) кровля (рис. 2);
- инверсионная кровля (с обратным расположением слоев) (рис. 3).

Рулонные кровли с прямым размещением слоев (рис. 1) благодаря сравнительно простой технологии устройства и достаточно низкому удельному весу стоимости работ нашли наиболее широкое применение в новом строительстве.

Вентилируемые (двухоболочные) кровли не нашли широкого применения в массовом строительстве в виду увеличения материалоемкости и трудоемкости возведения таких кровель за счет использования в них двух несущих конструкций – верхней (3) и нижней (7) (рис. 2).

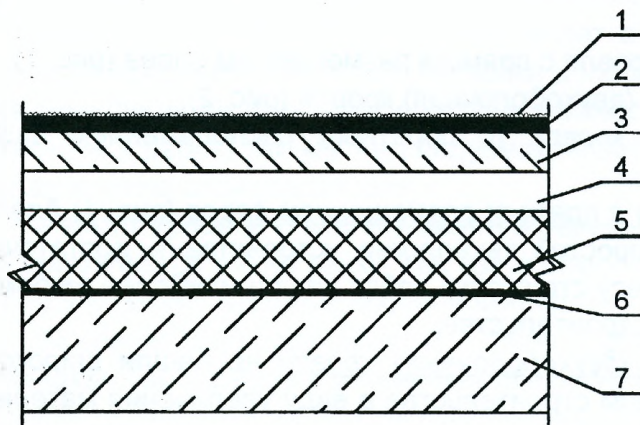
Инверсионная кровля (рис. 3) – является новым конструктивным решением плоских крыш. В настоящее время массового применения в новом строительстве инверсионная кровля еще не получила. Однако, такое конструктивное решение может найти широкое применение при ремонте эксплуатируемых кровель, так как позволяет при минимальных затратах обеспечить увеличение сопротивления теплопередаче эксплуатируемых совмещенных кровель с прямым размещением слоев, за счет укладки дополнительного слоя теплоизоляции по существующему водоизоляционному ковра.

Рис. 1.
Совмещенная
крыша с прямым
размещением
слоев:



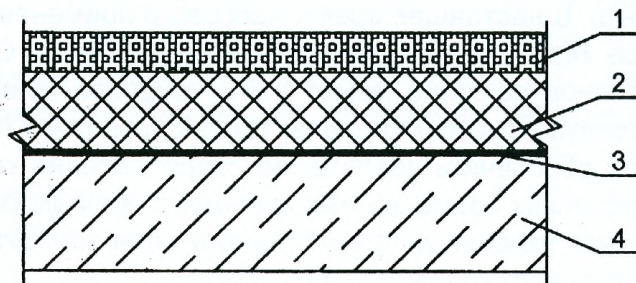
- 1-защитный слой;
- 2-водоизоляционный ковер;
- 3-выравнивающая стяжка;
- 4-теплоизоляционный слой;
- 5-пароизоляция;
- 6-несущая конструкция

Рис. 2.
Вентилируемая
(двухоболочковая)
крыша:



- 1-защитный слой;
- 2-водоизоляционный ковер;
- 3-верхняя несущая конструкция;
- 4-воздушная прослойка;
- 5-теплоизоляционный слой;
- 6-пароизоляция;
- 7-нижняя несущая конструкция

Рис. 3.
Инверсионная
крыша:



- 1-защитный слой (асфальтобетон);
- 2-теплоизоляционный слой;
- 3-водоизоляционный ковер;
- 4-несущая конструкция

§1.2. Общие сведения о применяемых материалах

Основным конструктивным решением кровель из рулонных материалов и мастик почти всех эксплуатируемых в Республике Беларусь жилых и общественных зданий являются **совмещенные кровли с прямым размещением слоев**. Состоит такая кровля из следующих конструктивных элементов (рис. 1):

– основания под кровлю, включающего: несущую конструкцию (6), пароизоляцию (5), теплоизоляцию (4) и выравнивающую стяжку (3);

– водоизоляционного ковра (2) с защитным покрытием (1).

Несущая конструкция кровли воспринимает нагрузку от собственной массы, массы снега, давления ветра и передает эти нагрузки на стены или отдельные опоры.

В качестве несущих конструкций в жилых и общественных зданиях применяют:

- сборные железобетонные многопустотные панели;
- монолитные железобетонные покрытия (значительно реже, в виду высокой трудоемкости возведения).

В зданиях производственного назначения – ребристые сборные железобетонные плиты покрытия или стальной профилированный настил.

Пароизоляционный слой предназначен для защиты утеплителя от увлажнения водяными парами, проникающими из помещений сквозь поры и стыки в несущей конструкции кровли.

Пароизоляция бывает двух типов: *окрасочной или оклеечной*.

В качестве **окрасочной пароизоляции** используют слой гидроизоляционной мастики или полимерные лаки. Для устройства окрасочной пароизоляции в основном применяют следующие материалы.

Битумные и битумно-полимерные мастики:

горячие – **Изол** (ТУ 21-27-37-89); битумно-бутилкаучуковая мастика **МББГ-70** (ТУ 21-27-40-83) и др.;

холодные – битумно-кукерсольная мастика марок **БК-1 и БК-2** (ТУ 400-2-51-76).

Полимерные лаки: поливинилхлоридный лак (ГОСТ 7313-75); хлоркаучуковый лак (ГОСТ 8457-78).

Для устройства **оклеечной пароизоляции** рекомендуется применять следующие рулонные материалы:

рубероид подкладочный марок РКД-350Б, РПД-300, РПП-300А, РПП-300Б, РПЭ-300 (ГОСТ 10923-93); пергамин марок П-300, П-350; толь гидроизоляционный с покровной пленкой марок ТГ-300, ТГ-350; толь гидроизоляционный антраценовый марки ТАК-350; дегтебитумный материал марки ДБ-350; полиэтиленовую пленку толщиной 200 мкм, (ГОСТ 10354-73) и др.

Для обеспечения безопасных условий труда рекомендуется вышеперечисленные рулонные материалы наклеивать на основание (несущую конструкцию кровли) на холодных мастиках марок БК-1 и БК-2.

Теплоизоляционный слой обеспечивает защиту здания от потерь тепла и перегрева солнцем.

Теплопроводность материала определяется видом, величиной, распределением и количеством находящихся в нем пор, а также содержанием свободной влаги.

Выбор теплоизоляционного материала следует производить не только с учетом его свойств в момент создания, но в еще большей степени с учетом его способности обеспечить теплозащиту при различных воздействиях и в течение многих лет эксплуатации.

Требуемая толщина теплоизоляционного слоя определяется на основании теплотехнического расчета в соответствии с СНБ 2.04.01-97 «Строительная теплотехника».

Теплоизоляция подразделяется на монолитную, сборную, из засыпных материалов.

Монолитную теплоизоляцию выполняют непосредственно на кровле из легких бетонных смесей, например: перлитобетонных, керамзитобетонных, битумоперлитных и др.

Сборная теплоизоляция выполняется из плит заводского изготовления. Такие плиты выпускают из легких ячеистых бетонов; полимербетона; стекловолокна; сотовых; на основе минеральной ваты или войлока с синтетическим связующим; древесноволокнистых и древесно-стружечных плит; пенопластов на основе фенолоформальдегидных композиций, пенополиуретана, пенополистирола и т. д.

Теплоизоляцию из засыпных материалов устраивают из гранулированных шлаков; пемзы; вулканических шлаков; дробленого туфа; гравия керамзитового, шунгизита, перлита, вермикулита и других материалов плотностью не выше 600 кг/м³.

Введенные в 2001 году СНБ 5.08.01-2000 разрешают применение засыпных утеплителей из керамзита, аглопорита, перлита,

дробленных природных материалов для временных зданий и сооружений пониженного уровня ответственности при общей площади кровли не более 500 м².

Применение засыпных утеплителей допускается для создания уклона кровли с укладкой на него плитного утеплителя.

Ограничения на использование засыпных утеплителей в совмещенных кровлях вновь возводимых и реконструируемых жилых и общественных зданий явилось следствием существенного снижения теплотехнических характеристик эксплуатируемых зданий с теплоизоляционным слоем из таких материалов. Одной из причин снижения теплотехнических характеристик эксплуатируемых покрытий с теплоизоляционным слоем из засыпных утеплителей явилось увеличение влажности утеплителя в 2.5...5 раз по сравнению со значениями, установленными СНБ 2.04.01-97 «Строительная теплотехника».

Основные характеристики теплоизоляционных материалов, наиболее часто применяемых в качестве утеплителя в совмещенных рулонных кровлях зданий и сооружений, приведены в *Приложении, таблица 1*.

Выравнивающая стяжка выполняется для подготовки поверхности утеплителя или несущих элементов кровли под наклейку водоизоляционных материалов. Кроме того, она обеспечивает необходимую прочность на сжатие слоя теплоизоляции из засыпных утеплителей.

В качестве материалов для устройства слоя выравнивающей стяжки используются цементно-песчаный раствор, мелкозернистые асфальтобетонные смеси, цементные и цементно-полимерные составы.

Цементно-песчаные растворы используются для устройства выравнивающих стяжек по любым видам утеплителей. Состав этих растворов следующий: соотношение по массе цемент/песок – 1:3. Для повышения прочностных и теплотехнических характеристик стяжки в качестве наполнителя используется керамзитовый песок фракциями до 3 мм. Смесь цемента и песка в таком растворе принимают в соотношении 1:2 (по массе).

Требуемая толщина стяжки из цементно-песчаной смеси должна быть не менее:

- 40 мм по засыпной теплоизоляции (стяжка с армированием);
- 30 мм по теплоизоляционным плитам.

Мелкозернистые асфальтобетонные смеси используются для устройства стяжек по всем видам утеплителей за исключением засыпных.

Мелкозернистую асфальтобетонную смесь готовят смешением в смесительных установках в нагретом состоянии природного или дробленого песка, минерального порошка и нефтяного битума, взятых в соотношениях, определенных требованиями СТБ 1033-96.

Асфальтобетонные смеси в зависимости от вязкости битумов и условий применения подразделяются на виды:

горячие – температура применения не ниже 120°C;

теплые – температура применения не ниже 70°C;

холодные: применяются с температурой смеси не ниже 5°C.

Требуемая толщина стяжки из мелкозернистой асфальтобетонной смеси должна быть не менее 25 мм.

Цементные и цементно-полимерные составы применяют вместе со стекловолокном. Они предназначены для устройства водонепроницаемых стяжек повышенной прочности.

В настоящее время наряду с известными стяжками (цементно-песчаными и асфальтовыми) некоторые строительные организации применяют **сборные стяжки**. Устраивают такие стяжки из плоских асбестоцементных прессованных листов толщиной 10 мм. Во избежание коробления в процессе эксплуатации, плоские асбестоцементные листы до укладки на слой теплоизоляции огрунтовывают гидроизоляционной мастикой или полимерным лаком.

Основной водоизоляционный ковер состоит из слоев рулонных материалов и защитного покрытия.

При устройстве совмещенных рулонных кровель рекомендуется применять в качестве водоизоляционного ковра следующие материалы:

1. Битумные рулонные материалы: **Рубероид** (ГОСТ 10923-93).

2. Рулонные битумно-полимерные материалы:

а) наплавляемые:

Изопласт (ТУ 5774-005-05766480-95),

Изозласт (ТУ 5774-007-05766480-96),

Днепрофлекс (ТУ 5770-531-00284718-93),

Филизол (ТУ 5774-002-04001232-94),

Стекломаст (ТУ 21-5744710-519-92),

Элабит (ТУ 5770-528-00284718-94),

Гидростеклоизол (ТУ 400-1-51-93),

Экофлекс (ТУ 5774-002-0028752-98) и др.;

б) приклеиваемые на мастиках:

Изолен (ТУ 5774-001-04678851-95),

Армобит (ТУ 66-30-015-90),

Бинабутал (ТУ 2252-002-20645302-95) и др.

3. Рулонные эластомерные пленочные материалы:

Миолинд (ТУ 2245-001-47254452-98),

Поликров-М (ТУ 5775-003-11313564-96),

Элон (ТУ 21-5744710-514-92),

Бутилон (ТУ 21-5744710504-91),

Бутизол (ТУ 38-103-301-78) и др.

Рулонными эти материалы называются потому, что выпускаются в виде рулонов длиной 7... 20 м и шириной 400... 1050 мм.

Кровельные мастики для рулонных материалов по способу применения классифицируются на: горячие (с предварительным подогревом перед применением) и холодные (не требующие подогрева, содержащие растворитель, и эмульсионные).

Горячие мастики. Битумная кровельная мастика (ГОСТ 2889-80) марок **МБК-Г-55**, **МБК-Г-65**, **МБК-Г-75**, **МБК-Г-85**, **МБК-Г-100**; мастика **Изол** (ТУ 21-27-37-89); битумно-бутилкаучуковая мастика марки **МББП-80** (ТУ 21-27-40-83); битумно-полимерная мастика **Битален** (ТУ 21-27-125-89).

Холодные мастики. Бутилкаучуковая мастика **МБК** (ТУ 21-27-90-83); битумно-латексная кровельная мастика **БКЛ** (ТУ 38-1093-85); битумно-бутилкаучуковая мастика **Вента-У** (ТУ 21-27-39-77).

Защитное покрытие – это элемент кровли, предохраняющий основной водоизоляционный ковер от механических повреждений, атмосферных воздействий, солнечной радиации и распространения огня по поверхности кровли.

В кровлях с ограниченным хождением (неэксплуатируемых кровлях) с уклоном до 10% защитное покрытие выполняется из гравия, втопленного в слой горячей мастики. Толщина защитного покрытия из гравия должна быть от 10 до 15 мм.

Для устройства защитного покрытия применяют гравий обеспыленный, светлых тонов с размерами зерен от 5 до 10 мм и маркой по морозостойкости не менее F100.

Битумная и битумно-резиновая мастики для устройства защитного слоя кровель должны быть антисептированы (против прорас-

тания) добавками порошковых гербицидов: монурона или симазина (ГОСТ 15123-69) в количестве 0,3...0,5% веса битума. Толщина слоя мастики должна быть не более 2 мм.

Защитное покрытие может выполняться в виде окраски. Защитную окраску кровли рекомендуется выполнять из экологически безвредных составов на основе: бутилкаучуковой мастики с добавлением 10...14% наполнителя; эмали ХП-734 с 25% наполнителя – алюминиевой пудры ПАК-3 или ПАК-4; хлорсульфополиэтиленового лака ХП-734 с 25% наполнителя (алюминиевая пудра ПАК-3 или ПАК-4).

Ходить по кровле, на поверхность которой нанесено защитное покрытие с алюминиевой пудрой, можно не ранее чем через две недели после окончания работ.

Глава 2

ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА СОВМЕЩЕННОЙ РУЛОННОЙ КРОВЛИ

До начала работ рабочих и ИТР следует ознакомить с технологией и организацией производства работ и обучить безопасным методам труда.

Допуск рабочих к выполнению кровельных работ разрешается после осмотра прорабом или мастером совместно с бригадиром исправности несущих конструкций крыши и ограждений.

При производстве кровельных и гидроизоляционных работ необходимо выполнять требования техники безопасности, изложенные в ГОСТ 12.3.040-86. Оборудование, применяемое при выполнении кровельных работ, должно отвечать требованиям ГОСТ 12.2.003-91 и ГОСТ 12.1.013-78.

Работы должны выполняться с соблюдением правил техники безопасности и пожарной безопасности [45, 46].

Изоляционные и кровельные работы разрешается выполнять при температуре воздуха от 60°C до минус 30°C. Производство работ с применением горячих мастик – при температуре окружающего воздуха не ниже минус 20°C; с применением составов на водной основе без противоморозных добавок не ниже 5°C [47].

§2.1. Устройство пароизоляции

Устройство пароизоляции на захватке можно выполнять, когда:

- 1) полностью завершены все строительные и монтажные работы;
- 2) покрытие освобождено от строительных деталей;
- 3) установлены инвентарные ограждения кровли;
- 4) доставлены в зону производства работ необходимые материалы, приспособления, инвентарь и инструменты.

До начала производства работ по устройству пароизоляции необходимо выполнить следующие технологические процессы:

- очистить основание от строительного мусора и пыли;
- выровнять основание.

Очистка основания от строительного мусора и пыли осуществляется сжатым воздухом, подаваемым по шлангам от компрессора марки СО-7. Чтобы пыль не оседала на очищенную поверхность, работу начинают с подветренной стороны здания.

Выравнивание основания сводится:

а) к затирке неровностей в панелях покрытия цементно-песчаным раствором, если неровности не превышают 5 мм;

б) к устройству цементно-песчаной или асфальтобетонной стяжки, если неровности превышают 5 мм.

Окрасочная пароизоляция выполняется из следующих материалов: битумных и битумно-полимерных мастик горячего отверждения; битумно-кукерсольных мастик холодного отверждения; поливинилхлоридного или хлоркаучукового лака (наносится в два слоя). Температура горячих битумных мастик при нанесении составляет 160...180°C.

Мастики и полимерные лаки готовятся централизованно и доставляют на объект автогудронаторами или другими специальными средствами. На строительной площадке мастики (полимерные лаки) из автогудронатора перекачивают в бак для мастики передвижной кровельной установки ПКУ-35М. Установка ПКУ-35М снабжена шестеренчатым насосом марки Д-171 и компрессором СО-7, что позволяет осуществлять подачу мастики по горизонтали на 150 м и по вертикали на 30 м. Мастика (полимерный лак) от установки ПКУ-35М по материальным рукавам диаметром 12 мм подается на кровлю и заливается в бак малогабаритной передвижной установки для нанесения мастики (лака) СО-195А. Машина СО-195А имеет бак вместимостью 100 л, производительность ее – 1,05 м³/час. Электрооборудование машины обеспечивает поддержание технологической температуры мастики. Машина снабжена удочкой с форсункой.

Для нанесения горячих мастик можно использовать электротермос – теплоизолированный бак со съемной крышкой и удочкой. Производительность установки – 500 м² в смену. Для перевозки электротермоса по кровле применяется ручная тележка на двух обрешинных колесах. На крышке электротермоса смонтирован шестеренчатый насос с электроприводом, распределительный кран и предохранительный клапан. Заправка электротермоса битумом производится от установки ПКУ-35М по трубопроводу.

Слой окрасочной пароизоляции наносят форсункой-распылителем. При нанесении слоя форсунку-распылитель следует держать на расстоянии 0,8...1,0 м от поверхности изолируемого основания. Окрасочная пароизоляция должна наноситься ровным слоем, без пропусков.

Особое внимание при производстве работ уделяется устройству пароизоляции продольных и поперечных стыков плит покрытия. Как правило, стыки плит герметизируют тиоколовыми герметиками:

АМ-0,5; КБ-0,5 (ТУ 84-246-75), У-30М (ГОСТ 13489-79) и др. После затвердевания мастики стыки сверху покрывают цементным раствором или окрашивают краской БТ-177.

Работы по устройству окрасочной пароизоляции выполняются звеном изолировщиков в составе: 3 разряда – 1 человек; 2 разряда – 1 человек.

Трудоемкость устройства 100 м² окрасочной пароизоляции из битумной мастики составляет 3,9 чел.-ч [17].

Технологическая схема производства работ по устройству окрасочной пароизоляции приведена на рисунке 4.

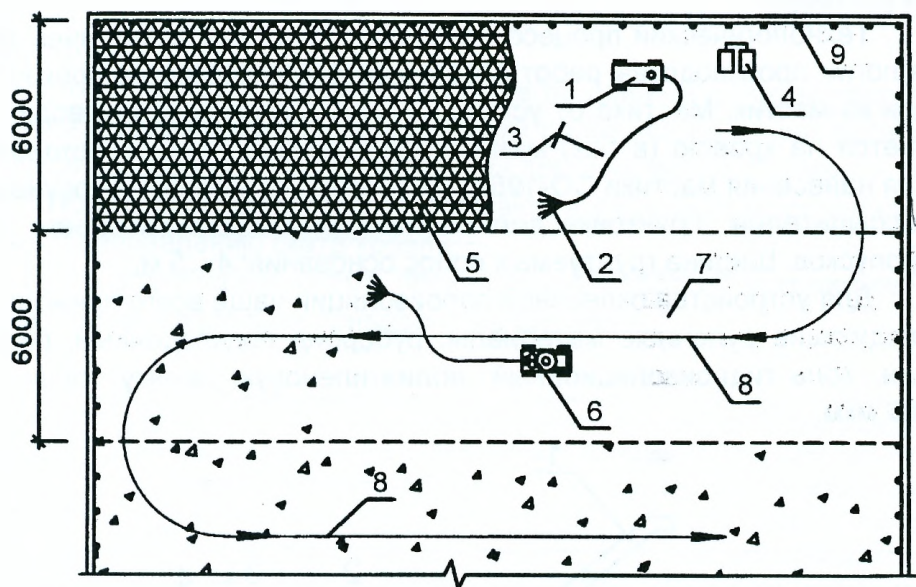


Рис. 4. Технологическая схема производства работ по устройству окрасочной пароизоляции на захватке:

- 1—установка для нанесения мастики СО-195А; 2—форсунка-распылитель;
- 3—щетка-гребок для разравнивания слоя мастики; 4—емкости для хранения мастики;
- 5—окрасочная пароизоляция; 6—установка компрессорная СО-7;
- 7—подготовленное основание под устройство пароизоляции; 8—направление движения установки СО-195А; 9—инвентарное ограждение

Оклеечная пароизоляция выполняется в один слой при влажности воздуха в помещении до 75% и в два слоя – при более высокой влажности.

Выровненная поверхность панелей покрытия перед укладкой оклеечной пароизоляции при необходимости высушивается и грунтуется.

При грунтовании только что уложенного раствора цементно-песчаной стяжки в качестве грунтовки применяют раствор битума БН-90/10 в медленно испаряющемся растворителе (керосине или соляровом масле в соотношении по массе 1...3). В этом случае основание еще не загрязнено и грунтовка лучше проникает внутрь выравнивающей стяжки, закрывая поры. Огрунтованную таким способом цементно-песчаную стяжку не надо защищать от солнечных лучей, так как образовавшаяся пленка препятствует испарению воды из раствора.

Технологический процесс нанесения грунтовки аналогичен технологии производства работ по устройству окрасочной пароизоляции из мастик. Мастика от установки ПКУ-35М по трубопроводу подается на кровлю (в бак) малогабаритной передвижной установки для нанесения мастики СО-195А. Слой мастики наносят форсункой-распылителем. Грунтовка должна наноситься ровным слоем, без пропусков. Ширина грунтуемых полос основания: 4...5 м.

Для устройства оклеечной пароизоляции чаще всего применяют следующие рулонные материалы: рубероид подкладочный, пергамин, толь гидроизоляционный, полиэтиленовую пленку толщиной 200 мкм.

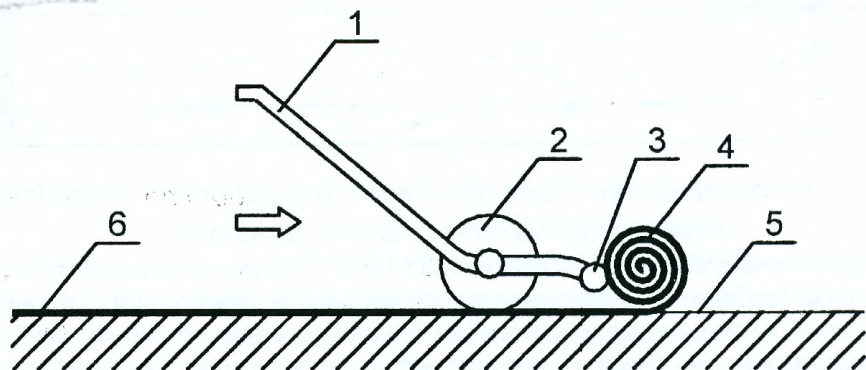


Рис. 5. Каток-раскатчик ИР-830:

1—рама; 2—каток; 3—толкатель; 4—рулон водоизоляционного материала;
5—слой мастики; 6—наклеенный слой пароизоляции

Перед наклейкой рулонные материалы для устранения деформаций перематывают на машине СО-98А. Хранят подготовленные к

наклейке рулоны в контейнерах или на подкладках в два ряда по высоте.

Перед наклейкой рулон проверяют – раскатывают вдоль меловой линии у места приклеивания и выдерживают в раскатанном виде в течение 2...3 часов.

Приклеивание рулонов пароизоляционного ковра по предварительно нанесенному грунту (битуму) производится с помощью катка-раскатчика ИР-830 (рис. 5).

Приклеиваемый рулон (4) прижимают к основанию (5) катком (2), чтобы излишек мастики создавал перед рулоном непрерывно перемещающийся валик высотой 5...10 мм. Наличие валика из мастики позволяет избежать непроклеенных мест пароизоляционного ковра.

Полотнища рулонных материалов по ширине должны перекрываться не менее чем на 70 мм. Стыки полотнищ по длине располагаются вразбежку, с напуском друг на друга не менее 100 мм.

Полотнища материала наклеиваются на покрытие перпендикулярно направлению ската кровли.

Технологическая схема производства работ по устройству оклеечной пароизоляции приведена на рисунке 6.

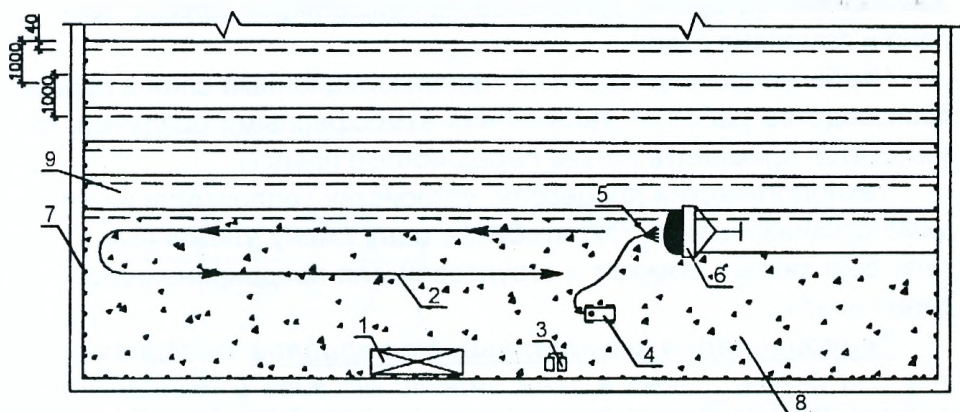


Рис.6. Технологическая схема производства работ при устройстве оклеечной пароизоляции:

1-место складирования рулонных материалов; 2-направление движения установки СО-195А; 3-термосы для хранения мастики; 4-установка для нанесения мастики СО-195А; 5-форсунка-распылитель; 6-каток-раскатчик ИР-830; 7-инвентарное ограждение рабочего места; 8-подготовленное под наклейку пароизоляции основание; 9-оклеечная пароизоляция

Работы по устройству оклеечной пароизоляции выполняются звеном изолировщиков в составе: 3 разряда – 1 человек; 2 разряда – 1 человек.

Трудоемкость устройства 100 м² оклеечной пароизоляции составляет 6,7 чел.-ч [17].

§2.2. Устройство теплоизоляции

Технология производства работ по устройству теплоизоляции зависит от применяемого в качестве утеплителя материала.

Однако, независимо от материала утеплителя, до начала работ по устройству теплоизоляции покрытия необходимо на захватке завершить следующие работы: замонолитить швы между железобетонными плитами покрытия и выровнять поверхность покрытия; установить воронки внутренних водостоков; выполнить пароизоляцию, просушить (в случае необходимости) подготовленную поверхность. Для просушивания поверхности пароизоляции перед устройством теплоизоляции рекомендуется использовать передвижную машину марки С0-107.

Теплоизоляционные работы должны проводиться в сухую погоду, чтобы не допустить замкания теплоизоляционного материала. Замоченная во время устройства теплоизоляция должна быть удалена и заменена сухой.

Чтобы уберечь уложенный теплоизоляционный слой в процессе производства работ от увлажнения атмосферными осадками, рекомендуется применять легкие передвижные навесы.

Технологический процесс по устройству теплоизоляции необходимо организовывать так, чтобы за одну смену уложенный утеплитель был закрыт стяжкой и огрунтован для предохранения от попадания влаги.

Теплоизоляция из плитных материалов выполняется одним или двумя слоями в зависимости от вида и толщины утеплителя. Плиты могут укладывать насухо либо наклеивать на мастику.

Для обеспечения ровности основания под водоизоляционный ковер до укладки плит утеплителя необходимо произвести нивелирование поверхности на площади не менее одной захватки. Укладку плит начинают с повышенных мест покрытия и, в первую очередь, с наиболее удаленных участков.

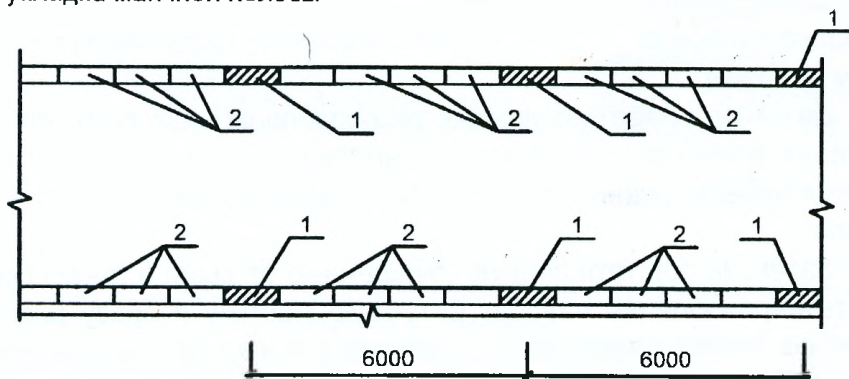
Операции по теплоизоляции покрытия выполняют в следующей последовательности.

Площадь делянки разбивают на полосы шириной 3 м. С помощью нивелира по границам делянки устанавливают маячные плиты. Затем приступают к укладке маячных плит по границам полос. Правильность укладки маячных плит постоянно контролируется с помощью нивелира.

По завершению работ по укладке маячных рядов изолировщики приступают к укладке рядовых плит. Горизонтальность их укладки проверяется с помощью контрольной рейки.

Последовательность укладки плитного утеплителя на захватке приведена на рисунке 7.

а) укладка маячной полосы



б) укладка рядовых плит

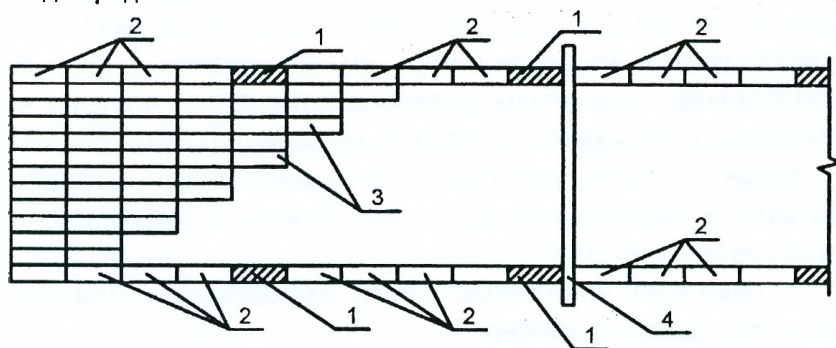


Рис. 7. Последовательность укладки плитного утеплителя на захватке:

- 1—маячные плиты; 2—плиты маячной полосы; 3—рядовые плиты;
- 4—контрольная рейка

Для предохранения теплоизоляционных материалов от повреждений, при хождении по ним рабочих и транспортировании материалов, укладку плит следует вести «на себя».

При укладке плитных утеплителей следят за плотностью прилегания их к основанию, друг к другу и к смежным конструкциям.

Если зазоры в швах между плитами превышают 5 мм, то их заполняют теплоизоляционным материалом. Заполнение зазоров в стыках между плитами, уложенными насухо, осуществляется крошкой плитного утеплителя с ее уплотнением. Эту операцию выполняют с использованием самоходного катка с бункером или вручную катком.

При укладке теплоизоляционных плит в несколько слоев по высоте швы между вышележащими плитами не должны располагаться над швами нижележащих плит.

Укладка теплоизоляционных плит на мастике выполняется следующим образом.

До начала работ по укладке теплоизоляционных плит для обеспечения ровности основания под водоизоляционный ковер выполняется нивелирование поверхности на площади не менее одной захватки.

Затем на подготовленную (очищенную от пыли и грязи) поверхность пароизоляции наносят битумную мастику и сразу разравнивают ее тонким слоем (расход битума 2 кг на 1 м²). На свеженанесенную мастику (по делянкам) укладывают маячные теплоизоляционные плиты, плотно прижимая их к подготовленной поверхности. По завершении работ по укладке маячных рядов изолировщики аналогичным образом укладывают рядовые плиты. Теплоизоляционные плиты должны плотно прилегать друг к другу и склеиваться с несущим основанием по всей площади.

Зазоры в стыках между уложенными плитами шириной более 5 мм заполняют крошкой теплоизоляционного материала, уплотняют и заливают мастикой.

Неправильно уложенные плиты (качающиеся или прогибающиеся) приклеивают заново.

Работы по укладке плитных теплоизоляционных материалов выполняются звеном в составе двух изолировщиков: 3 разряда – 1 человек; 2 разряда – 1 человек.

В зависимости от размеров плит трудоемкость устройства 100 м² теплоизоляции составляет [17]:

– 8,7 чел.-ч...13,5 чел.-ч – для плит, наклеиваемых на основание;

– 18 чел.-ч...25 чел.-ч – для плит, укладываемых насухо.

Технология укладки теплоизоляционных плит на мастике приведена на рисунке 8.

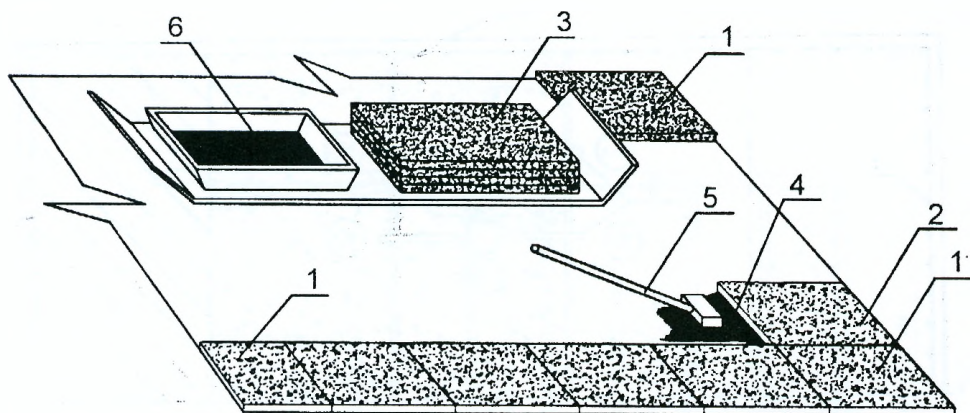


Рис. 8. Технологическая схема укладки плитного утеплителя на мастике:

1–маячная плита; 2–плиты маячного ряда; 3–складирование плит на кровле;
4–слой мастики; 5–гребок с резиновой вставкой для разравнивания мастики;
6–емкость для мастики

Устройству теплоизоляции из сыпучих утеплителей

предшествуют работы по установке деревянных маячных реек на захватке. С помощью маячных реек захватку разбивают на полосы шириной 2...4 м. Маячные рейки с помощью нивелира укладываются таким образом, чтобы верх их совпадал с отметкой верха теплоизоляционного слоя. Утеплитель подается на крышу краном в поворотных бадьях и рассыпается по слою подготовленной пароизоляции полосами толщиной не более 60 мм. Следующий слой утеплителя укладывается только после уплотнения трамбовкой или виброрейкой ранее уложенного слоя.

При укладке сыпучего утеплителя необходимо следить за тем, чтобы толщина его после уплотнения соответствовала проектной. По сыпучему утеплителю устраивают выравнивающую стяжку из цементно-песчаного раствора.

Работы по устройству теплоизоляции из сыпучих утеплителей выполняет звено из трех изолировщиков: 3 разряда – 2 человек; 2 разряда – 1 человек.

В зависимости от толщины укладываемого слоя утеплителя трудоемкость производства работ на 100 м^2 слоя составляет [17]:

- 4,6 чел.-ч (при толщине слоя – 120 мм);
- 10,5 чел.-ч (при толщине слоя – 240 мм).

Технологическая схема производства работ по укладке сыпучих утеплителей приведена на рисунке 9.

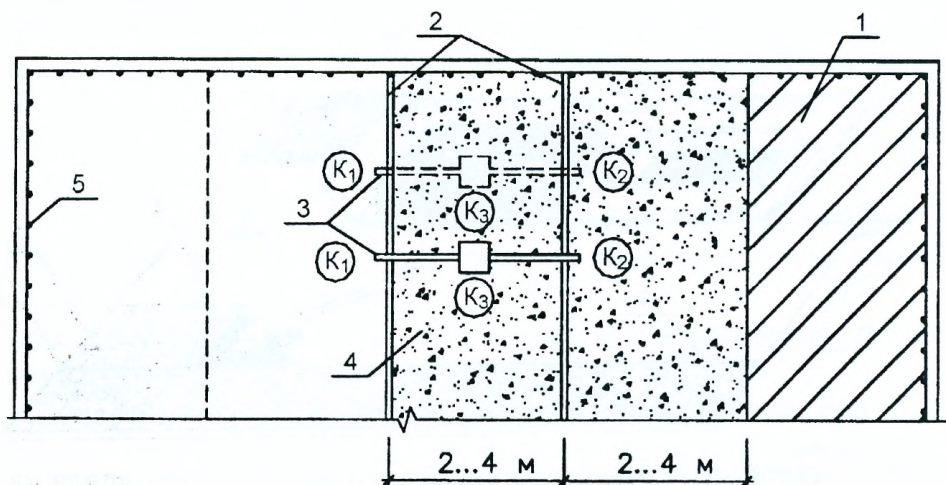


Рис. 9. Технологическая схема производства работ при укладке сыпучих утеплителей:

$K_1...K_2$ —место расположения рабочих, производящих уплотнение утеплителя с помощью виброрейки; K_3 —место расположения рабочего, разравнивающего утеплитель;

1—уплотненный виброрейкой сыпучий утеплитель; 2—маячные рейки;

3—виброрейка СО-132А; 4—уплотняемый послойно сыпучий утеплитель;

5—инвентарное ограждение кровли

Монолитная теплоизоляция устраивается следующим образом. Для создания температурно-усадочных швов в монолитном утеплителе, покрытие с помощью маячков разбивают на полосы шириной 4...6 м. В качестве маячков используют деревянные рейки толщиной 15...20 мм. Маячные рейки устанавливаются таким образом, чтобы верх их совпадал с отметкой верха теплоизоляционного слоя. Контроль отметок верха маячных реек осуществляется с помощью нивелира. Рейки устанавливают по уровню и шнуру и прикрепляют к пароизоляции алебастровым раствором.

Легкобетонную смесь доставляют на строительную площадку с централизованных установок автобетоновозами и выгружают через раствороперегрузатель СО-157 в приемный бункер, питающий ус-

тановку СО-126. Подача легкобетонной смеси к месту укладки на кровле осуществляется от питающей установки СО-126 по резино-вому рукаву через удочку.

Монолитный утеплитель укладывается полосами шириной 4...6 м и длиной до 12 м. Полосы заполняют легкобетонной смесью через одну (рис. 10). Монолитный утеплитель из легких бетонов уплотняют и заглаживают рейкой-правилom или виброрейкой. После схватывания бетонной смеси пропущенные полосы и *температурно-усадочные швы* заполняют такой же смесью.

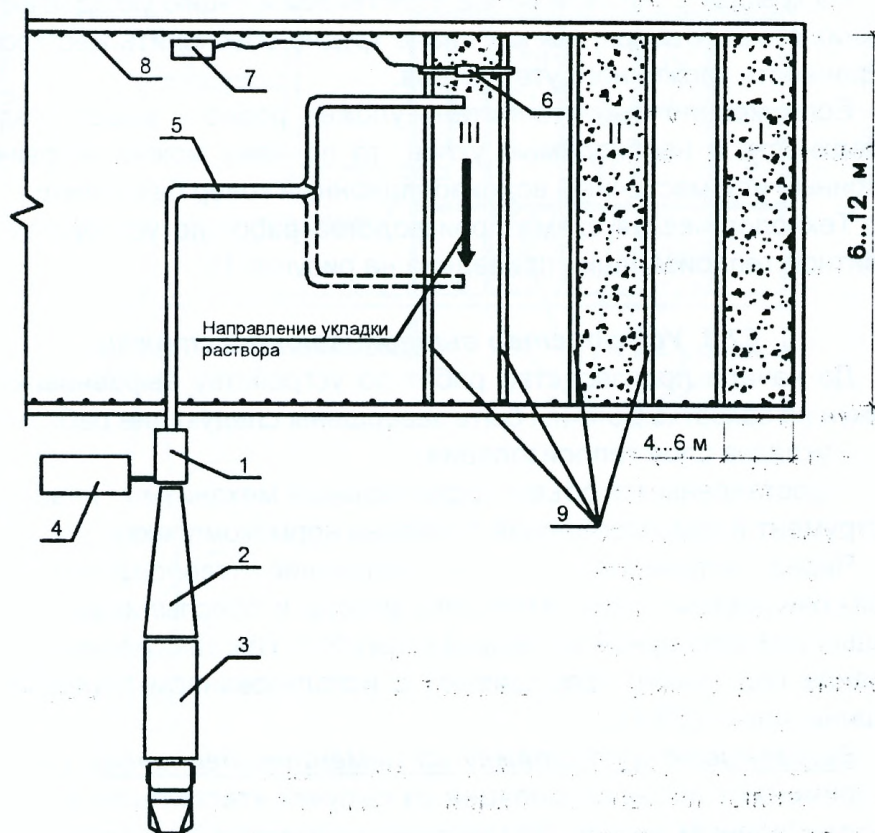


Рис. 10. Технологическая схема производства работ по устройству монолитной теплоизоляции:

- I...III – последовательность устройства теплоизоляции;
 1–установка СО-126; 2–раствороперегрузатель СО-157;
 3–автобетоновоз; 4–компрессор; 5–материальный шланг;
 6–виброрейка СО-132А; 7–понижающий трансформатор;
 8–инвентарное ограждение; 9–маячные рейки

Свежеуложенный бетон в первые часы после укладки грунтуют вяжущим, разжиженным медленно испаряющимся растворителем. Монолитную теплоизоляцию укладывают только при положительной температуре наружного воздуха (не ниже 5°C).

На крышах с уклоном до 15% теплоизоляцию устраивают от верхних отметок кровли сверху вниз, сразу же закрывают стяжкой и грунтуют. В этом случае работать снизу вверх нецелесообразно, так как теплоизоляцию трудно предохранить от попадания влаги через торцы утеплителя.

На крышах с уклоном более 15% теплоизоляцию укладывают от нижних отметок вверх, так как иначе трудно обеспечить жесткость и сохранность уложенного утеплителя.

Если монолитный утеплитель уложен ровно – имеет гладкую поверхность и необходимый уклон, то по нему можно устраивать рулонный или мастичный водоизоляционный ковер без стяжки.

Технологическая схема производства работ по устройству монолитной теплоизоляции приведена на рисунке 10.

§2.3. Устройство выравнивающей стяжки

До начала производства работ по устройству выравнивающей стяжки на захватке должны быть завершены следующие работы:

- укладка слоя теплоизоляции;
- доставлены на объект строительные механизмы, инвентарь, инструмент и приспособления (согласно нормокомплекту).

Перед устройством стяжек основание (теплоизоляционный слой) очищается от строительного мусора и обеспыливается с помощью компрессорной установки марки К-5. При необходимости основание под стяжку просушивают с использованием передвижной машины марки СО-107.

Выравнивающую стяжку из цементно-песчаного раствора применяют по теплоизоляции из сыпучих утеплителей и по теплоизоляционным плитам. Устраивают ее участками не более 3×3 м. Разделение стяжки на участки температурно-усадочными швами осуществляется с помощью маячных реек, изготовленных из древесины. Маячные рейки имеют ширину 5...6 мм и высоту – соответствующую требуемой толщине стяжки. Отметка верха реек контролируется нивелиром. Рейки устанавливают по уровню и шнуру и прикрепляют к утеплителю алебастровым раствором. Верхние поверх-

ности рек должны быть отфугованы (простроганы), так как они служат направляющими для перемещения виброрейки.

Работы по устройству цементно-песчаной стяжки с подачей раствора растворомасосом выполняет звено изолировщиков из трех человек. Заполнение участков (не более 3×3 м) цементно-песчаным раствором осуществляется через один с использованием растворомасоса марки СО-126 (рис. 11).

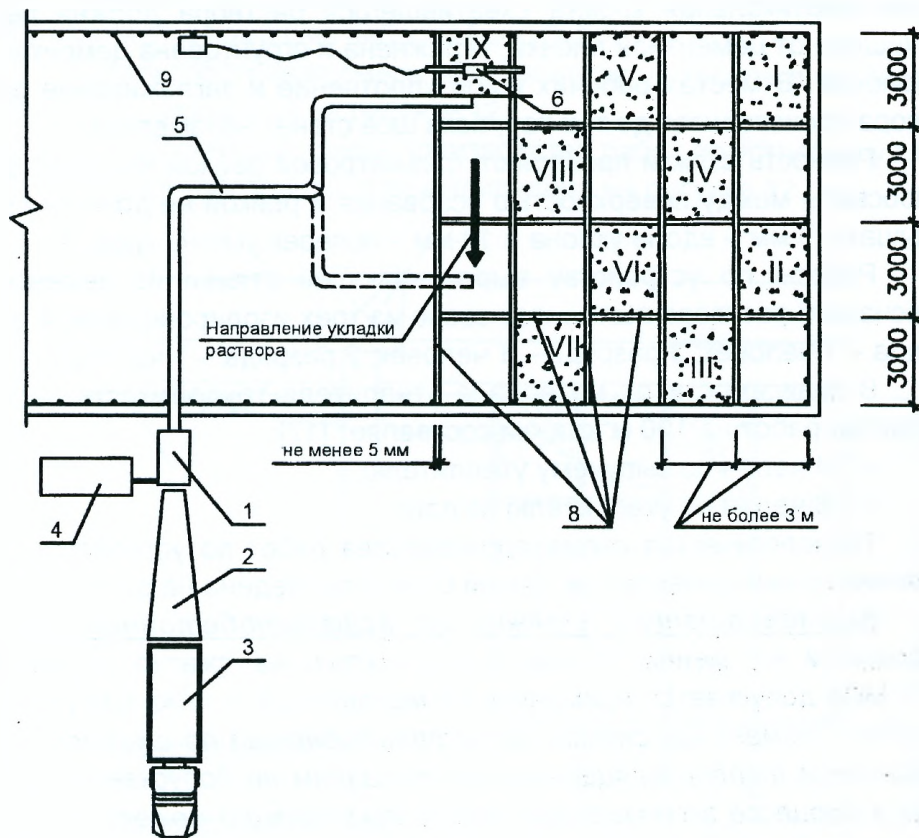


Рис. 11. Технологическая схема производства работ по устройству цементно-песчаной стяжки:

I...IX – последовательность устройства стяжки;

1–установка СО-126; 2–раствороперегрузатель СО-157; 3–автосамосвал;

4–установка компрессорная К-2; 5–материальный шланг;

6–виброрейка СО-132А; 7–понижающий трансформатор; 8–маячные рейки;

9–инвентарное ограждение

Уложенный с помощью растворонасоса слой раствора разравнивается правилом и уплотняется виброрейкой марки СО-132А. В местах, недоступных для виброрейки, раствор уплотняют поверхностным вибратором марки ИВ-91А. Поверхность стяжки заглаживают металлической гладилкой, выступившее цементное молоко удаляют скребком с резиновой прокладкой.

Перед возобновлением укладки раствора после перерыва в работе вертикальная кромка схватившегося раствора должна быть очищена от цементной пленки, увлажнена и огрунтована цементным молоком. В местах рабочих швов уплотнение и заглаживание раствора производится до тех пор, пока шов станет незаметным.

Ровность стяжки проверяют трехметровой рейкой КОНДОР-3М. Просветы между поверхностью основания и рейкой не должны превышать: 5 мм – вдоль уклона и 10 мм – поперек уклона кровли.

Работы по устройству выравнивающей стяжки из цементно-песчаного раствора выполняет звено из трех изолировщиков: 4 разряда – 1 человек; 3 разряда – 1 человек; 2 разряда – 1 человек.

В зависимости от материала утеплителя трудоемкость производства работ на 100 м² стяжки составляет [17]:

- 7,4 чел.-ч по сыпучему утеплителю;
- 6,8 чел.-ч по утеплителю из плит.

Технологическая схема производства работ по устройству выравнивающей цементно-песчаной стяжки приведена на рисунке 11.

Выравнивающую стяжку из асфальтобетонной смеси толщиной не менее 25 мм и прочностью на сжатие не менее 0,8 МПа допускается применять по монолитным и плитным утеплителям. *Применение стяжки из асфальтобетона по сжимаемым и засыпным теплоизоляционным материалам не допускается, так как в процессе эксплуатации такой конструкции может произойти растрескивание асфальтобетона и его осадка вместе с рулонным ковром.*

Для устройства выравнивающей стяжки рекомендуется применять холодную мелкозернистую асфальтобетонную смесь, что позволяет проводить работы не только летом, но и в осенне-зимний период.

При устройстве асфальтобетонной стяжки захватку разбивают на участками размером не более 4×4 м (рис. 12). На обеспыленные и очищенные от грязи участки кровли с использованием нивелира по слою теплоизоляции устанавливают маячные рейки. Они изготавливаются из древесины и берутся: шириной 15...20 мм и высотой

равной толщине стяжки. Рейки устанавливают по уровню и шнуру и прикрепляют к утеплителю алебастровым раствором. Верхние поверхности реек должны быть простроганы, так как они служат направляющими для перемещения виброрейки.

Холодную асфальтобетонную смесь доставляют с завода в автомобилях-самосвалах, выгружают в поворотные бады и подают к месту укладки с помощью крана. После подачи смеси на кровлю, ее разравнивают до требуемой толщины слоя по всей площади участка и уплотняют с помощью виброрейки СО-219.

Асфальтобетонная смесь укладывается на кровле в последовательности, указанной на рисунке 12.

Технологическая схема производства работ по устройству стяжки из асфальтобетонной смеси приведена на рисунке 12.

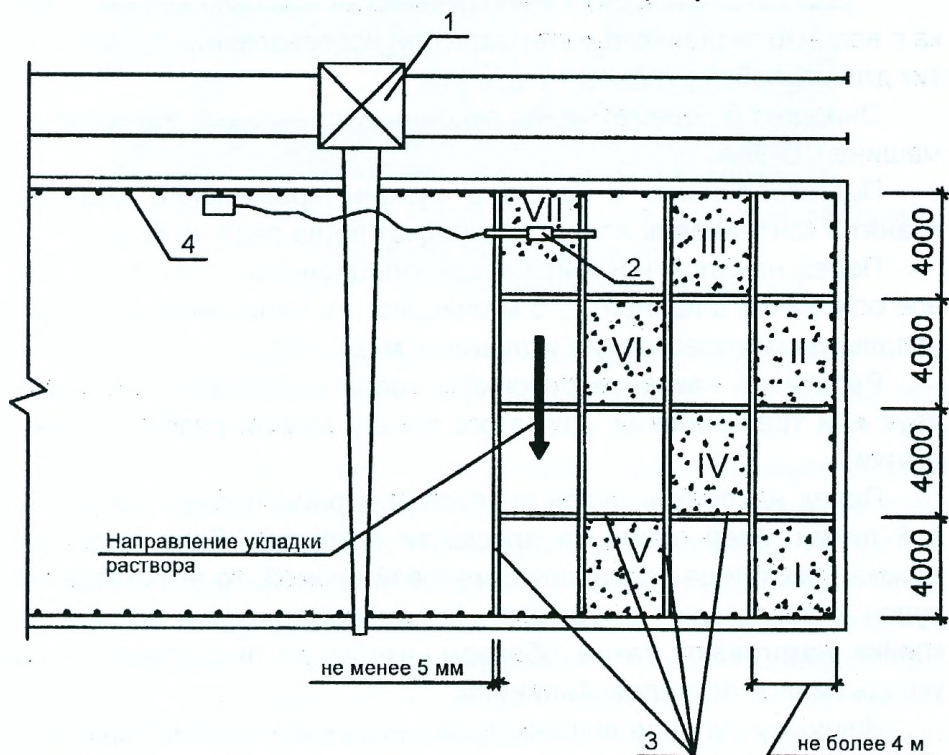


Рис. 12. Технологическая схема производства работ по устройству стяжки из асфальтобетонной смеси:

I...VII – последовательность устройства стяжки;

1–башенный (самоходный) кран; 2–виброрейка СО-219; 3–маячные рейки;
4–инвентарное ограждение

Работу выполняет звено в составе трех изолировщиков: 4 разряда – 1 человек; 2 разряда – 2 человека. Трудоемкость устройства 100 м² стяжки из асфальтобетонной смеси составляет 10,5 чел.-ч [17].

§2.4. Устройство водоизоляционного ковра из рулонных материалов

Технологическому процессу наклейки рулонного водоизоляционного ковра на основание предшествуют следующие подготовительные работы:

- производится перемотка рулонов (для устранения деформаций в водоизоляционном материале после его наклейки);
- удаляется заводская мелкозернистая или пылевидная посыпка с водоизоляционного материала при использовании горячих мастик для наклейки рулонов.

Очищают и перематывают рулонные кровельные материалы на машине СО-98А.

Подготовленные к наклейке рулоны кровельного материала хранят в контейнерах или на подкладках в два ряда по высоте.

Перед началом наклейки водоизоляционного ковра огрунтованное основание шириной 3...5 м очищают от пыли сжатым воздухом, используя *компрессорную установку марки К-2*.

Работу по наклейке рулонного ковра выполняют звеньями из двух или трех рабочих. Для этого крышу здания разбивают на захватки.

Перед наклейкой рулон проверяют – раскатывают вдоль меловой линии, очерченной на плоскости покрытия. Если продольная кромка полотнища совпадает с меловой линией, то его скатывают в рулон и приступают к наклейке. Косые полотнища в процессе наклейки натягивают таким образом, чтобы их продольные кромки укладывались по меловым линиям.

Наклейку рулонов водоизоляционного ковра рекомендуется выполнять с помощью катка-раскатчика конструкции Мосгостроя (рис. 13).

наклейка рулонов водоизоляционных материалов выполняется в следующей последовательности. Вначале вручную приклеивают к основанию рулон водоизоляционного материала на длину 0,3...0,5 м. Затем на приклеенный конец рулона устанавливают каток-раскатчик. Раскатываемый рулон прижимают к основанию, что-

бы излишек мастики создавал перед рулоном непрерывно перемещающийся валик высотой 5...10 мм. Наклейка рулонного ковра с использованием катка-раскатчика конструкции Мосгорстроя приведена на рисунке 13.

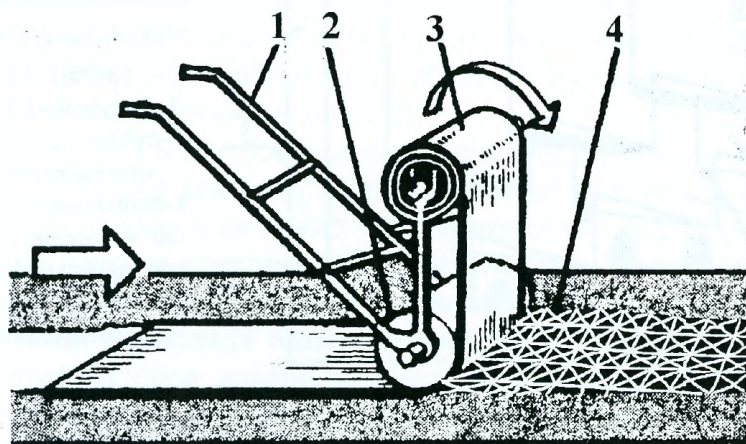


Рис. 13. Наклейка рулонного ковра с помощью катка-раскатчика конструкции Мосгорстроя:

1—рама; 2—каток; 3—приклеиваемый рулон; 4—мастика

Наклейка **первого слоя** рулонных материалов на горячих и холодных мастиках может производиться сплошная, полосовая или точечная.

Применение полосовой или точечной наклейки первого слоя обычных рулонных материалов дает возможность влаге из слоя утеплителя кровли свободно перемещаться в покрытие и, тем самым, снизить вероятность отслаивания водоизоляционного материала кровли от основания (рис. 14). Такое конструктивное решение кровли называется – «дышащая кровля» и находит широкое применение при возведении новых зданий и ремонте эксплуатируемых.

При частичной приклейке обычного рубероида рекомендуется применять следующие схемы:

а) точечная наклейка с диаметром точки – 100...150 мм, при шаге точек – 300...350 мм;

б) наклейка полосами с шириной полосы – 80...100 мм, при шаге полос – 300...350 мм.

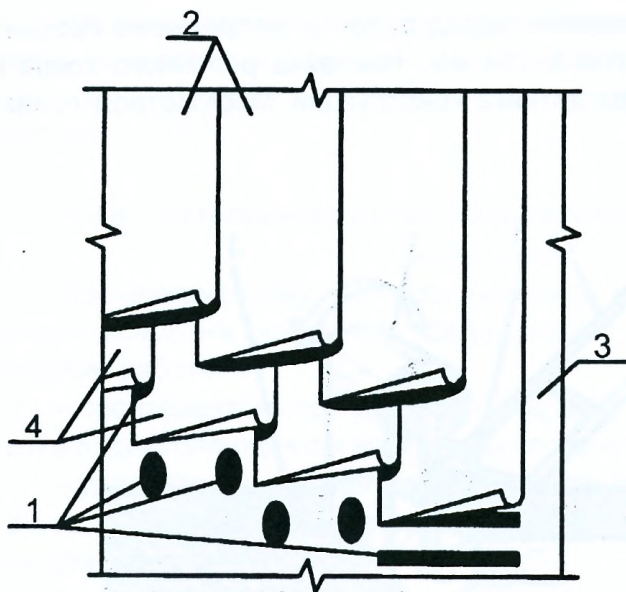


Рис. 14. Устройство дышащей кровли с частичной приклейкой к основанию обычного (не перфорированного) рубероида:

1—битумная мастика,
2—рубероид со сплошной приклейкой,
3—основание под кровлю, 4—нижний слой из сплошного рубероида с точечной или полосовой приклейкой

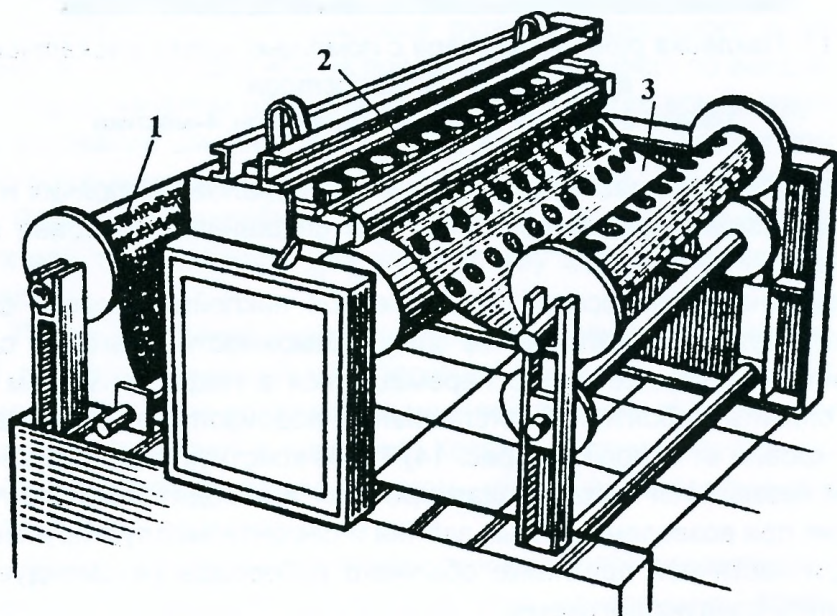


Рис. 15. Станок для перфорации рубероида:

1—обычный рулонный материал; 2—перфораторное устройство;
3—перфорированный рулонный материал

Эффект дышащей кровли достигается также при использовании в качестве первого слоя рулонной кровли **перфорированного рулонного материала**.

Перфорированный кровельный материал представляет собой обычный рубероид с отверстиями диаметром 20 мм с шагом 100×100 мм (рис. 17). Отечественная промышленность не выпускает перфорированные водоизоляционные рулонные материалы. Изготавливают такой материал из обычных рулонных материалов на малогабаритных станках (рис. 15).

Первый слой – перфорированный рубероид укладывают на основание (1) насухо (рис. 16). Приклеивающую мастику под первый слой кровли наносить не нужно. На поверхность перфорированного рубероида наносят приклеивающую мастику (3), по которой раскатывают и приклеивают полотнища обычного рубероида (4). Последующие слои рубероида наклеивают обычным способом. При наклеивке второго слоя кровли мастика проникает через отверстия нижнего слоя и приклеивает кровлю к основанию (рис. 16).

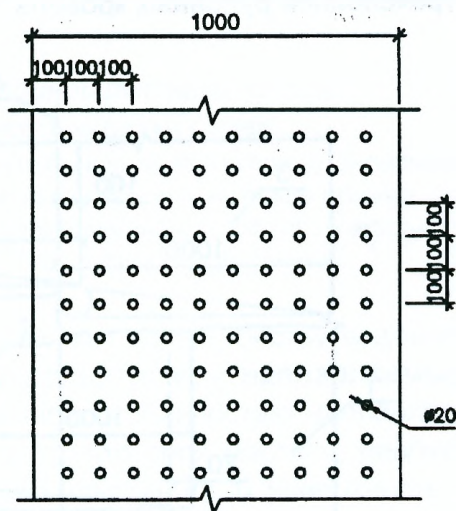
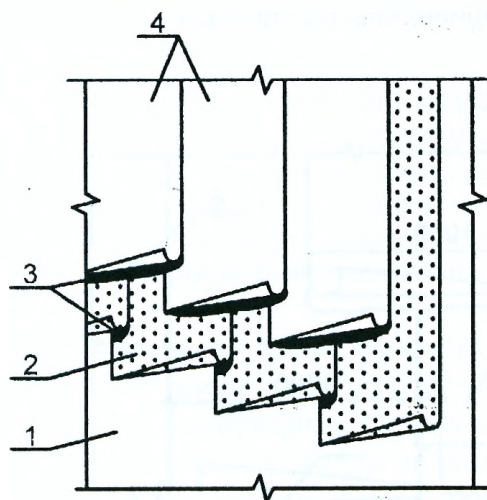


Рис. 16. Кровля с нижним слоем из перфорированного рубероида:

- 1—основание под кровлю,
- 2—перфорированный рубероид,
- 3—битумная мастика, 4—рубероид со сплошной наклейкой

Рис. 17. Схема перфорации рубероида

Все последующие слои водоизоляционного ковра укладываются со сплошной наклейкой независимо от способа закрепления к основанию.

При устройстве кровельного ковра из рулонных материалов на горячей мастике допускается одновременно наклеивать все слои. Устройство рулонных кровель на холодных мастиках, состоит из нескольких технологических процессов. Основной процесс состоит из следующих операций:

- нанесение мастики на основание или на промежуточные слои рулонного материала;
- наклеивание слоев основного рулонного ковра;
- прикатывание наклеенных слоев.

Не допускается одновременно наклеивать несколько слоев водоизоляционного ковра на холодных мастиках, так как это приводит к тому, что пары мастики из нижних слоев не успевают улечься в атмосферу и это приводит к появлению вздутий рулонного материала в местах скопления паров.

Основные схемы, применяемые для устройства двухслойной и трехслойной рулонных кровель, приведены на рисунках 18 и 19.

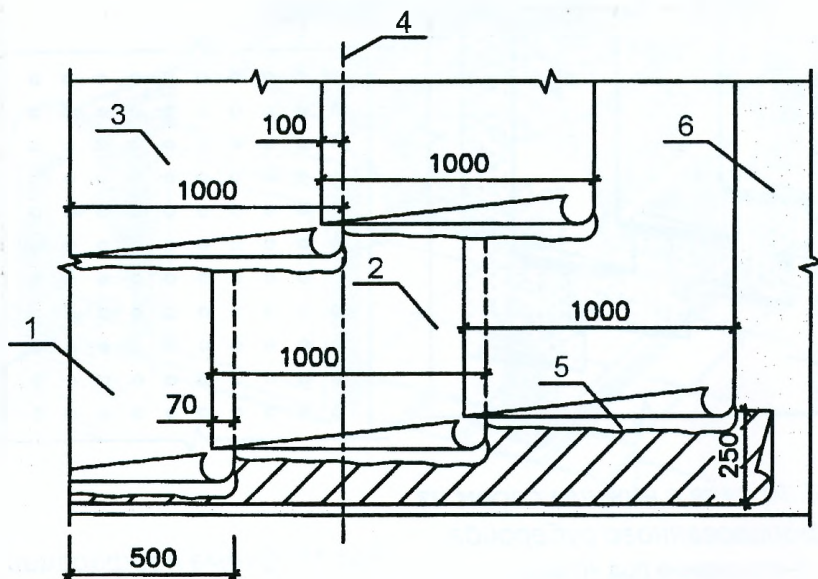


Рис. 18. Устройство двухслойной рулонной кровли:

- 1—уровнительное полотно; 2—полотно внутреннего слоя;
3—полотно наружного слоя; 4—меловая разметка на стяжке;
5—мастика; 6—выравнивающая стяжка

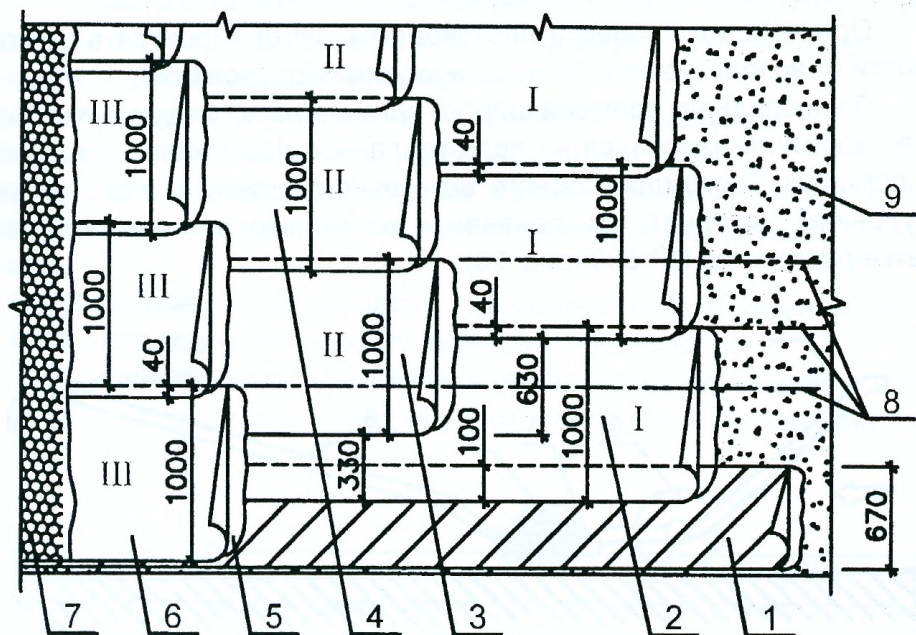


Рис. 19. Устройство трехслойной рулонной кровли:

I... III – последовательность укладки слоев;

- 1–уравнительное полотно; 2–первое полотно первого слоя (I); 3–первое полотно второго слоя (II); 4–второе полотно второго слоя (II); 5–полномерное полотно третьего (наружного) слоя (III); 6–мастика; 7–гравий; 8–меловая разметка; 9–выравнивающая стяжка

В настоящее время основные объемы по устройству водоизоляционного ковра выполняются с использованием **наплавляемых рулонных материалов**. Отличительной особенностью наплавляемых рулонных материалов является то, что слой мастики, необходимый для приклеивания рулонов, уже нанесен на их поверхность в заводских условиях.

Существует два способа устройства кровли из наплавляемых рулонных материалов:

- безогневой;
- с использованием разогрева покровного слоя.

Сущность **безогневого способа** устройства кровель из рулонных материалов заключается в следующем. На поверхность чистого, сухого, огрунтованного основания и на покровные слои наклеи-

ваемых полотнищ наносят растворитель (уайт-спирит или керосин в количестве 45...60 г/м²) и приклеивают рулонный материал.

Организация процесса производства работ строится в зависимости от используемого технологического оборудования.

До последнего времени широко применялась следующая схема. Растворитель наносился на подготовленное под кровлю основание с помощью бескомпрессорного окрасочного агрегата через удочку. Рулонный материал приклеивали к основанию с использованием катка-раскатчика ИР-830 (рис. 20).

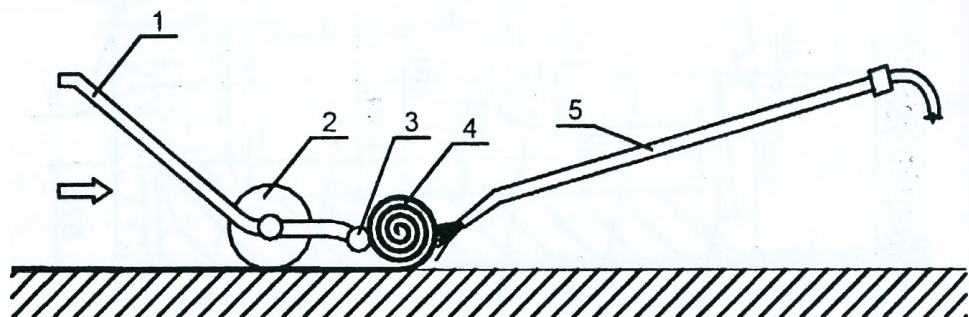


Рис. 20. Наклейка наплавляемых рулонных материалов безогневым способом с помощью катка-раскатчика ИР-830 и удочки:

1—рама; 2—каток-раскатчик ИР-830; 3—толкатель; 4—наклеиваемый рулон водоизоляционного материала; 5—удочка для нанесения растворителя

В настоящее время рулонный ковер из наплавляемого рулонного материала наклеивают с помощью универсальной установки (рис. 21).

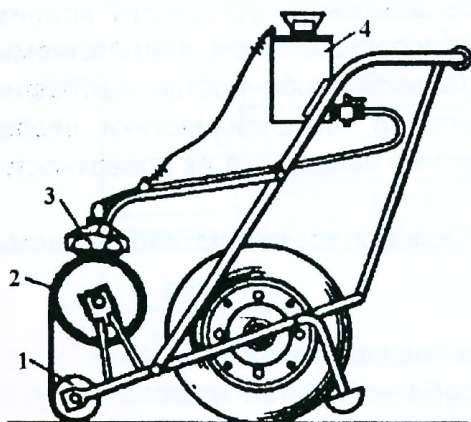


Рис. 21. Универсальная установка для наклеивания наплавляемых рулонных материалов безогневым способом:

1—прижимной каток; 2—рулон материала; 3—валики для смазывания поверхности рулона растворителем; 4—бачок для растворителя

Применение этой установки позволяет в два раза снизить трудозатраты на производство работ по наклейке рулонного ковра из наплавляемых рулонных материалов.

Окончательная прикатка уложенного полотнища и склеивание его с основанием осуществляется отдельно работающим кровельщиком. Выполняется она трехкратным проходом катка массой 100 кг через 7...15 минут после наклейки первого полотнища.

Наплавляемые материалы, применяемые для нижних слоев кровельного ковра, очищают от минеральной посыпки.

Технологическая схема производства работ по наклейке водоизоляционного ковра безогневым способом приведена на рисунке 22.

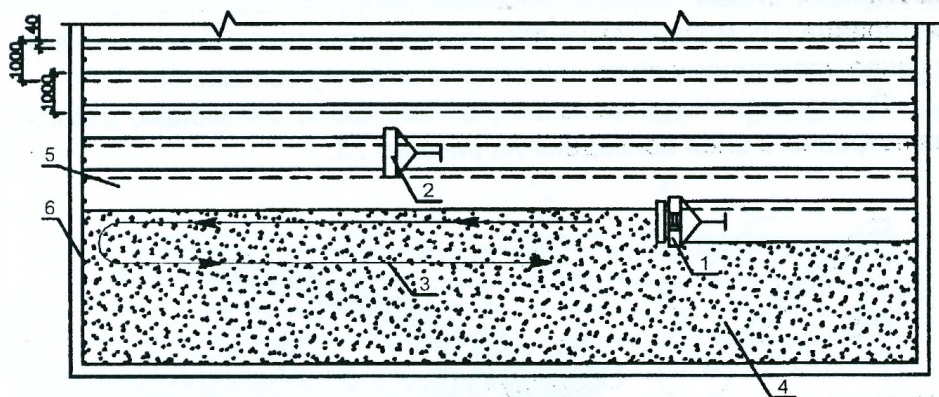


Рис. 22. Технологическая схема производства работ по наклейке водоизоляционного ковра из наплавленного рубероида безогневым способом:

- 1—универсальная установка для нанесения растворителя и раскатки рулонных материалов; 2—каток для прикатки уложенных полотнищ; 3—направление наклейки рулонных материалов; 4—подготовленное основание; 5—водоизоляционный ковер; 6—инвентарное ограждение

Отличительная особенность технологии укладки наплавляемых рулонных материалов безогневым способом – отсутствие перед наклеиваемым рулоном валика мастики, который способствует заполнению всех неровностей основания. Поэтому возрастает роль при-

катки при наклейке рулона, в результате которой не только удаляются остатки воздуха, но и формируется качественный клеевой шов.

Сущность технологии устройства кровель способом разогрева покровного слоя состоит в том, что с помощью агрегатов, работающих на жидком топливе (керосин), газе (пропан-бутан) или электроэнергии, осуществляется подплавление покровного мастичного слоя рулона.

Технология производства работ по устройству рулонных кровель способом *разогрева покровного слоя* следующая.

Первоначально на крыше раскатывают и примеряют полотнище водоизоляционного рулонного материала. Затем разогревают с помощью горелки покровный мастичный слой рулона и приклеивают его к основанию на длину 0,3...0,5 м. На приклеенный конец рулона устанавливают каток-раскатчик. Покровный мастичный слой разогревают по линии соприкосновения полотнищ. После приобретения мастичным слоем текучей консистенции рулон водоизоляционного материала с помощью катка-раскатчика раскатывают и приклеивают к ранее уложенному слою или огрунтованному основанию.

Схема наклейки водоизоляционного ковра с помощью разогрева покровного слоя приведена на рисунке 23.

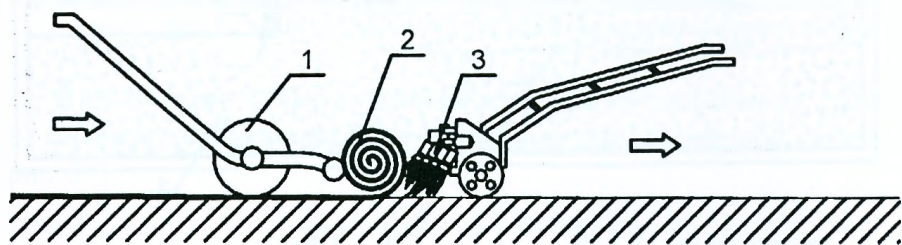


Рис. 23. Наклеивание рулонного материала способом разогрева покровного слоя:

1-каток; 2-рулон наплавляемого материала; 3-газовые горелки

Работу по наклейке наплавляемого рулонного материала при устройстве покрытия крыш выполняет звено в составе двух кровельщиков: 4 разряда – 1 человек; 3 разряда – 1 человек. Повторную прикатку катком наклеенного безогневым способом наплавляемого материала выполняет кровельщик второго разряда.

Трудоемкость устройства 100 м² слоя покрытия крыш из наплавляемых рулонных материалов составляет [17]:

– с использованием разогрева покровного слоя – 4,8 чел.-ч;

– безогневой способ – 4,47 чел.-ч.

§2.5. Технология устройства защитного слоя

Защитный слой устраивают в том случае, если такое покрытие на верхнем слое кровли отсутствует. Наиболее распространенный вариант защитного слоя водоизоляционного ковра – это: гравий или крупнозернистый песок, втопленные в слой горячей антисептированной битумной мастики. Рекомендуется следующая технология производства работ. На поверхность рулонного водоизоляционного ковра наносится слой горячей антисептированной битумной мастики. Для нанесения слоя мастики используют передвижную установку СО-195. Грунтовку наносят с помощью форсунки-распылителя. На горячую мастику набрасывают слой сухого гравия (или крупнозернистого песка) с некоторым избытком. Для устройства *защитного слоя* применяют чистый сухой гравий, состоящий из зерен размерами 5...10 мм. После остывания мастики избыток гравия сметают и таким же способом наносят второй слой.

Технологическая схема производства работ по устройству защитного слоя по водоизоляционному ковра приведена на рисунке 24.

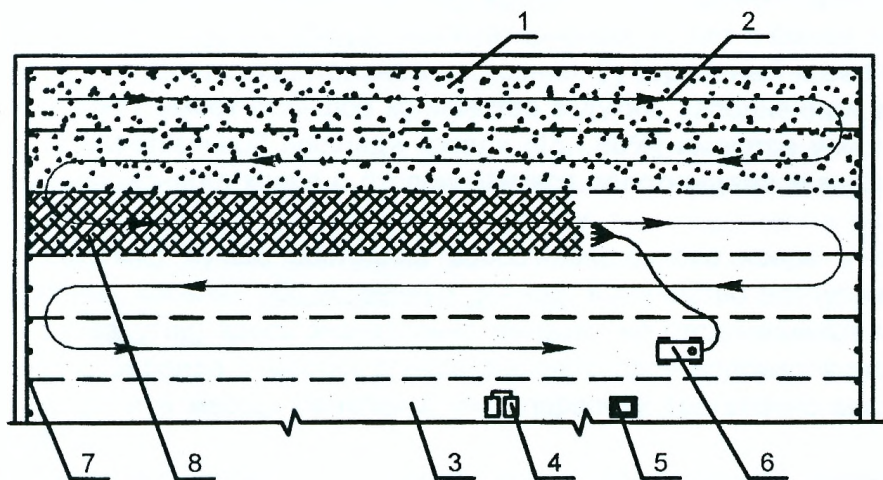


Рис.24. Технологическая схема производства работ по устройству защитного слоя из гравия:

- 1–защитный слой (гравий); 2–направление движения установки СО-195;
- 3–водоизоляционный ковер; 4–термосы для мастики; 5–бункер для хранения гравия; 6–установка для нанесения мастики СО-195; 7–инвентарное ограждение; 8–нанесенный слой битумной мастики

Работы по устройству защитного слоя из гравия на горячей битумной мастике, при нанесении мастики механизированным способом, выполняет звено из трех кровельщиков: 4 разряда – 1 человек; 3 разряда – 1 человек; 2 разряда – 1 человек.

Трудоемкость устройства 100 м^2 защитного гравийного слоя составляет 2,3 чел.-ч [17].

СОСТОЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ СОВМЕЩЕННЫХ РУЛОННЫХ КРОВЕЛЬ И ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ВЫХОДА ИХ ИЗ СТРОЯ

§3.1. Состояние конструктивных элементов

Для оценки состояния конструктивных элементов совмещенных рулонных кровель, длительное время (более 15 лет) эксплуатируемых в климатических условиях Республики Беларусь, были выполнены натурные исследования кровель жилых, общественных и производственных зданий в г.г. Бресте, Барановичи, Пинске и Кобрине. [52, 62, 65]. По итогам исследований получены следующие результаты.

Защитный слой водоизоляционного ковра во всех обследованных совмещенных кровлях при устройстве кровли был выполнен из гравия, втопленного в горячую мастику. На момент проведения обследований защитный слой водоизоляционного ковра на всех эксплуатируемых кровлях практически отсутствовал. Процент (от общей площади кровли) участков с сохранившимся слоем гравия не превышает 15...20%.

Рулонный водоизоляционный ковер в совмещенных кровлях многоэтажных жилых зданий, эксплуатируемых 15 лет и более, находится в неудовлетворительном состоянии. Рубероидный ковер на этих зданиях имеет большое количество вздутий, заполненных водой; на значительной площади кровли (45...60%) имеются участки водоизоляционного ковра с отслоившимися полотнищами в местах их стыков и в местах приклейки их к парапету.

Несколько лучше состояние водоизоляционного ковра в совмещенных кровлях общественных зданий. Количество воздушных мешков (вздутий) здесь значительно меньше, но отслоившихся полотнищ рубероида в местах стыков верхнего слоя водоизоляционного ковра и в местах приклейки их к парапету достаточно много (30...40%).

Состояние водоизоляционного ковра совмещенной кровли зданий промышленного назначения можно признать неудовлетворительным. Слои рубероидного ковра на больших площадях кровли имеют следующие дефекты:

- вздутия (мешки), заполненные водой;
- разрывы слоев водоизоляционного ковра;

– большой процент (до 45%) отслоившихся участков верхнего слоя водоизоляционного ковра в местах стыков полотнищ и в местах приклейки его к парапету.

Выравнивающая стяжка практически во всех обследованных совмещенных кровлях выполнена из цементно-песчаного раствора.

Визуальный осмотр поверхности крыши всех обследованных зданий показал, что поверхность водоизоляционного ковра изобилует большим количеством неровностей, что вызвано нарушением цельности выравнивающей стяжки. Проведенные с помощью трехметровой рейки *КОНДОР-3М* измерения ровности основания (стяжки) под водоизоляционный ковер показали, что оно на всех обследованных зданиях не отвечает требованиям к нему предъявляемым. Просветы между поверхностью основания и 3-х метровой рейкой *КОНДОР-3М* достигают 15...35 мм при допустимых значениях: 5 мм вдоль уклона и не более 10 мм поперек уклона.

Вскрытия кровли в местах ее просадки показали, что слой выравнивающей цементно-песчаной стяжки на этих участках частично или почти полностью разрушился.

Натурные исследования позволили установить, что, как правило, *разрушение выравнивающей цементно-песчаной стяжки происходит:*

- в местах протечек рулонного водоизоляционного ковра;
- над помещениями кухонь, ванн, душевых, постирочных, санузлов;
- в местах расположения вытяжных шахт.

По итогам выполненных натурных исследований можно сделать заключение: *основной причиной разрушения цементно-песчаной стяжки в эксплуатируемых совмещенных кровлях является ее постоянное увлажнение.* Увлажнение выравнивающей стяжки в процессе эксплуатации совмещенной кровли происходит:

- при непосредственном попадании атмосферной влаги;
- от контакта с переувлажненным слоем утеплителя.

Теплоизоляционный слой. Согласно проектно-сметной документации в качестве теплоизоляции в покрытиях совмещенных кровель большинства зданий, построенных в Республике Беларусь в 1965...1990 г.г., были применены в основном два типа утеплителя: ***плитные и засыпные.***

В качестве ***плитного утеплителя*** в совмещенных кровлях эксплуатируемых жилых и общественных зданий применены ***легко-***

бетонные плиты: пенобетон, газобетон, пеногазосиликат; в зданиях промышленного назначения **минераловатные плиты.**

Анализ литературных источников [3, 28, 32, 35, 41, 49, 58, 59], а также результаты проведенных натурных исследований, позволили установить, что теплоизоляционный слой совмещенных кровель, выполненный из **легкобетонных плит**, после эксплуатации в течение 15...20 лет практически полностью теряет свои теплотехнические характеристики. Вскрытие эксплуатируемых совмещенных кровель показало, что легкобетонные плиты практически полностью разрушились. Основной причиной разрушения легкобетонных плит в совмещенных кровлях является существенное их переувлажнение в процессе эксплуатации.

Минераловатные плиты, используемые в качестве утеплителя в совмещенных кровлях 15 лет и более, также существенно снизили свои теплотехнические характеристики – коэффициент теплопроводности материала увеличился на 55...65% по сравнению со значениями, установленными в нормативных документах. Основными причинами ухудшения теплотехнических характеристик **минераловатных плит** являются:

- увеличение влажности материала до 15%...20%, при допустимом значении влажности – 2...5%;
- уменьшение толщины теплоизоляционного слоя за счет необратимых деформаций поперечного сечения плит (на 75...85% – для кровель с неармированной стяжкой; более чем на 65% – в совмещенных кровлях с армированной стяжкой).

В качестве **засыпного утеплителя** в совмещенных кровлях практически всех эксплуатируемых зданий в Республике Беларусь применен **гравий керамзитовый Петриковского завода**.

В литературе отсутствует информация, позволяющая оценить состояние засыпных утеплителей, длительное время используемых в качестве теплоизоляции в совмещенных кровлях. Визуальный осмотр засыпных утеплителей не позволяет дать объективную оценку их состоянию.

Для получения достоверной информации о состоянии засыпных утеплителей, длительное время используемых в совмещенных кровлях, были выполнены *исследования их основных эксплуатационных характеристик: влажность, зерновой состав, средняя насыпная плотность, гигроскопичность, коэффициент теплопроводности материала* [61, 64].

Пробы засыпного утеплителя (гравий керамзитовый Петриковского завода), для проведения исследований, были взяты из совмещенных рулонных кровель жилых, общественных и производственных зданий в г.г. Бресте, Пинске и Кобрине, эксплуатируемых 15 лет и более.

Конструктивные решения совмещенных кровель зданий, на которых были взяты пробы гравия керамзитового для проведения исследований, приведены на рисунках 25, 26.

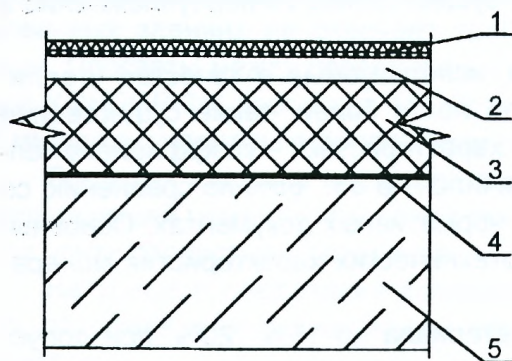


Рис.25. Конструкция совмещенного покрытия жилых и общественных зданий:

- 1—водоизоляционный ковер (3-и слоя рубероида на битумной мастике);
- 2—выравнивающая цементно-песчаная стяжка ($\delta=30$ мм);
- 3—утеплитель (гравий керамзитовый, $\delta=140$ мм);
- 4—оклеечная пароизоляция;
- 5—несущая конструкция покрытия (многопустотная ж/б плита $\delta=220$ мм)

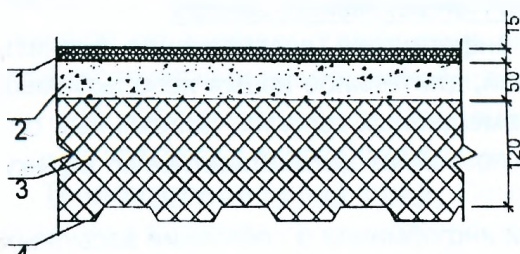


Рис.26. Конструкция совмещенного покрытия здания производственного назначения:

- 1—водоизоляционный ковер (4-е слоя рубероида на битумной мастике);
- 2—выравнивающая цементно-песчаная стяжка ($\delta=30$ мм);
- 3—утеплитель (гравий керамзитовый $\delta=120$ мм);
- 4—несущая конструкция (профилированный стальной настил $\delta=1$ мм)

Исследования зернового состава гравия керамзитового проводились в полном соответствии с действующей методикой

(ГОСТ 9758-86) [38] и выполнялись на оборудовании Научно-исследовательской лаборатории самонапряженных конструкций Брестского государственного технического университета.

Для определения зернового состава гравия керамзитового был использован метод, основанный на рассеиве через набор стандартных сит (ГОСТ 3584-73) предварительно высушенной пробы гравия керамзитового.

Результаты исследований зернового состава сыпучего утеплителя, обработанные с доверительной вероятностью $P=0,954$, приведены в таблице 1.

Зерновой состав гравия керамзитового Петриковского завода
Таблица 1

Наименование объекта, на котором взяты пробы	Срок эксплуатации, лет	Содержание фракций, %			
		20	10	5	пд
Жилой дом, г. Брест, (строящийся)	–	3,13	88,66	8,21	–
Жилой дом, г. Брест, ул. К. Маркса, 77	28	2,17	36,45	48,23	13,15
БГТУ, 2-й учебный корпус	26	3,65	46,75	38,61	10,99
Жилой дом г. Пинск, ул. Парковая, 1	23	1,97	41,78	45,79	10,46
Сборочный цех завода «Цветотрон» г. Брест	27	1,02	13,87	29,28	55,83
Жилой дом, г. Кобрин (проба отобрана из чердачного перекрытия)	18	2,76	68,61	21,25	7,38

Анализ результатов исследований зернового состава гравия керамзитового, длительное время используемого в качестве утеплителя в кровлях и подвергавшегося атмосферным воздействиям и расчетным нагрузкам (табл. 1), позволяет сделать следующее заключение: условия эксплуатации материала оказывают существенное влияние на изменение его зернового состава.

Наряду с исследованиями зернового состава гравия керамзитового Петриковского завода, длительное время используемого в качестве утеплителя в кровлях и подвергавшегося атмосферным воз-

действиям и расчетным нагрузкам были проведены *исследования структуры гранул материала*.

Исследования структуры гравия керамзитового выполнялись с использованием шлифов гранул материала на электронном микроскопе МКИ-2М.

Структура гравия керамзитового при увеличении в 65 раз средней насыпной плотностью 500, 600 и 800 кг/м³ приведена на рисунках 27...29.

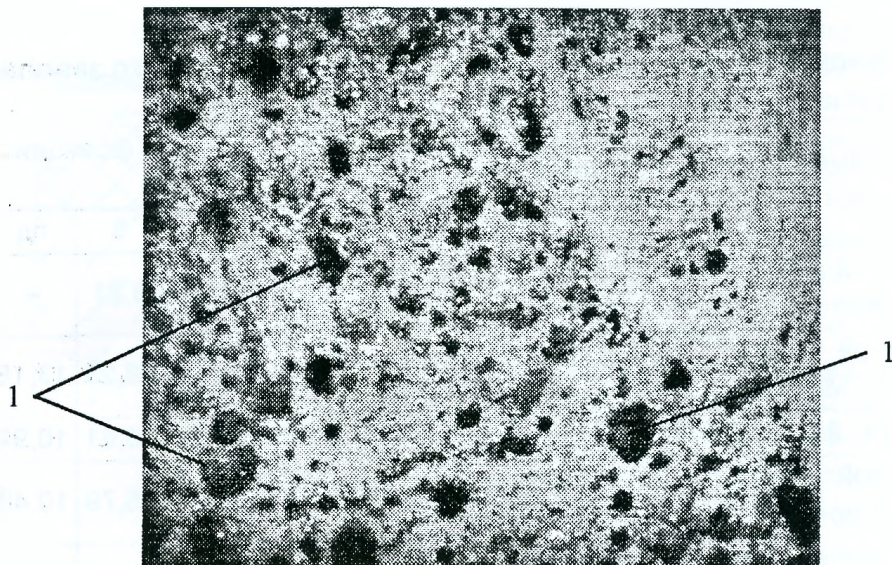


Рис.27. Структура материала средней насыпной плотностью 500 кг/м³:

1—открытые поры (размер от 40 до 250 мкм)

Выполненные с использованием электронного микроскопа МКИ-2М исследования *структуры гранул гравия керамзитового* средней насыпной плотностью 500, 600 и 800 кг/м³ позволили установить, что при длительной эксплуатации гравия керамзитового в качестве утеплителя в совмещенных кровлях имеет место изменение структуры материала: **объем открытых пор увеличивается с 8...9% (для материала средней насыпной плотности 500 кг/м³) до 25...30% (для материала средней насыпной плотности 800 кг/м³).**

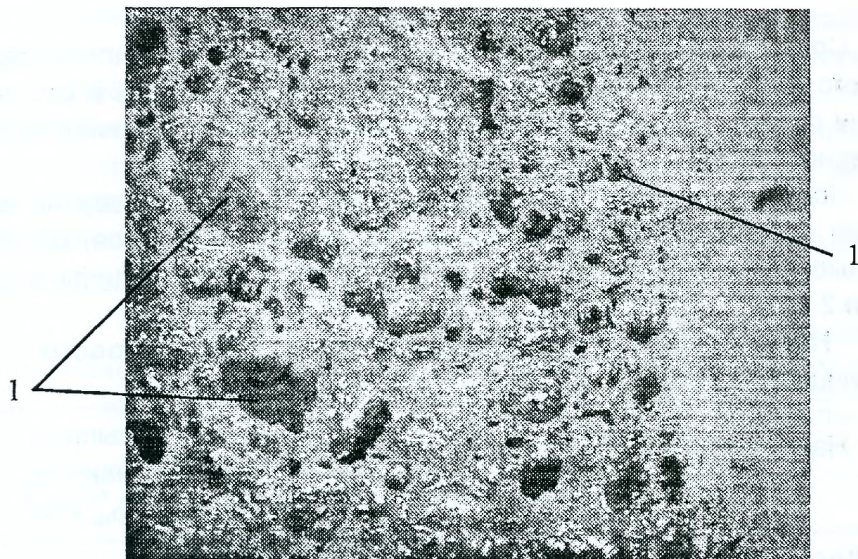


Рис.28. Структура материала средней насыпной плотностью 600 кг/м^3 :

1—открытые поры (размер от 50 до 300 мкм)

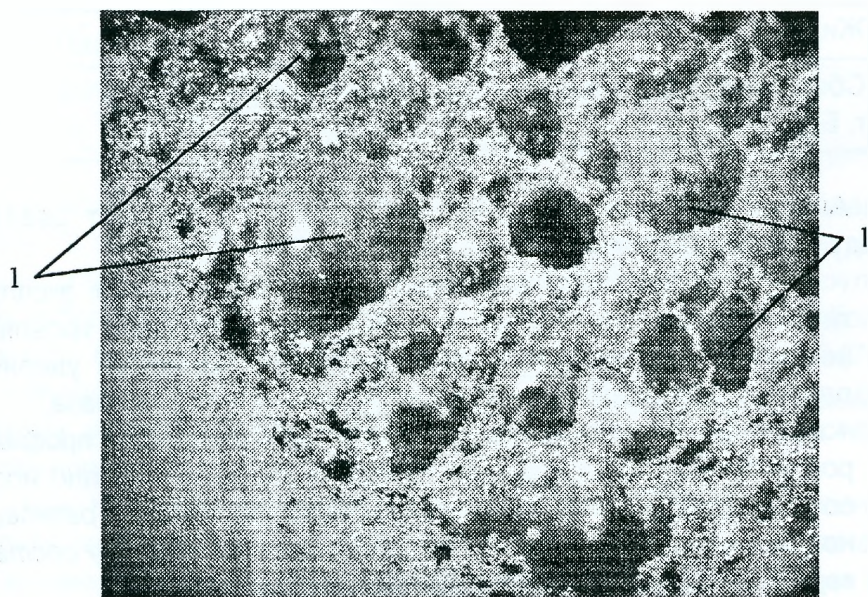


Рис.29. Структура материала средней насыпной плотностью 800 кг/м^3 :

1—открытые поры (размер от 50 до 500 мкм)

Средняя **насыпная плотность** исследуемого теплоизоляционного материала (гравия керамзитового) определялась в соответствии с ГОСТ 9758-86 [38] взвешиванием массы высушенной пробы в мерном сосуде.

Полученные по результатам лабораторных исследований значения средней насыпной плотности сыпучего утеплителя, обработанные с доверительной вероятностью $P=0,954$, приведены в таблице 2.

Насыпная плотность (средняя) гравия керамзитового

Таблица 2

Наименование объекта, на котором взяты пробы	Средняя насыпная плотность гравия ке- рамзитового ρ_n , кг/м ³
Жилой дом, г. Кобрин (проба отобрана из чердачного перекрытия)	560
Жилой дом, г. Брест, ул. К. Маркса, 77	630
БГТУ, 2-й учебный корпус	610
Жилой дом г. Пинск, ул. Парковая, 1	600
Сборочный цех завода «Цветотрон» г. Брест	800

Анализ полученных результатов (табл. 2) позволяет сделать следующее заключение:

- средняя насыпная плотность гравия керамзитового, эксплуатировавшегося в качестве утеплителя в совмещенных кровлях с несущими конструкциями из сборного железобетона увеличилась по сравнению с исходной величиной почти в 1,3 раза;
- в несущих конструкциях покрытия, выполненных из профилированного стального настила, увеличение насыпной плотности составило более 60% и *материал перешел в новую разновидность керамзита – близкую по гранулометрическому составу керамзитовому песку произвольной формы*;
- длительное использование сыпучих утеплителей в чердачных кровлях практически не приводит к изменению их насыпной плотности.

Влажность керамзитового утеплителя определялась по разности массы навески до и после высушивания в соответствии с ГОСТ 9758-86 [38].

Максимальные и минимальные зафиксированные значения влажности сыпучего утеплителя, приведенные в таблице 3, вычислены с доверительной вероятностью $P=0,954$.

Влажность сыпучего утеплителя в эксплуатируемых кровлях

Таблица 3

Наименование объекта, на котором взяты пробы	Зафиксированные значения влажности утеплителя W , %	
	максимальные	минимальные
Жилой дом, г. Брест, ул. К. Маркса, 77	20,6	9,1
БГТУ, 2-й учебный корпус	18,4	6,2
Жилой дом г. Кобрин (проба отобрана из чердачного перекрытия)	5,5	2,5
Жилой дом г. Пинск, ул. Парковая, 1	18,8	12,2
Сборочный цех завода «Цветотрон», г. Брест	25,8	9,4

Анализ полученных результатов натурных исследований (табл. 3) позволяет сделать следующее заключение: влажность засыпного утеплителя во всех эксплуатируемых совмещенных рулонных рубероидных кровлях достигает значений, превышающих более чем в 6...8 раз допустимые (2...3%) для засыпных утеплителей [70].

Исследования по определению сорбционной влажности гравия керамзитового проводились в соответствии с действующими нормативными документами – ГОСТ 17177-94 [33].

При проведении испытаний был применен метод ускоренного определения сорбционной влажности. Сущность метода заключается в измерении массы воды, адсорбированной образцом сухого материала при определенных условиях в течение заданного времени.

Результаты лабораторных исследований по определению сорбционной влажности гравия керамзитового, обработанные с ис-

пользованием статистических методов и вычисленные с доверительной вероятностью $P=0,954$, приведены в таблице 4.

**Показатели сорбционного увлажнения гравия керамзитового
Петриковского завода**

Таблица 4

№ п.п.	Средняя насыпная плотность гравия керамзитового ρ_n , кг/м ³	Возраст образцов	Масса бьюксы, г	Масса высушенного образца, г	Масса влажного образца, г	Сорбционная влажность, %
1	500	72 часа	19,678	39,7415	39,7526	0,0553
2	600	72 часа	21,622	49,5358	49,6500	0,4091
3	800	72 часа	21,601	67,4374	67,6500	0,4638

Анализ полученных результатов (табл. 4) позволяет сделать заключение, что с увеличением насыпной плотности петриковского гравия керамзитового способность материала поглощать (сорбировать) влагу из воздуха существенно возрастает:

- более чем в 7,4 раза при насыпной плотности 600 кг/м³;
- почти в 8,5 раза при насыпной плотности 800 кг/м³.

Полученные результаты хорошо корреспондируют с исследованиями структуры материала – увеличение объема и количества открытых пор сопровождается с ростом способности материала сорбировать свободную воду из воздуха.

Коэффициент теплопроводности является одним из основных показателей эффективности утеплителя.

Согласно действующим нормативным документам [43] влажность засыпных утеплителей, используемых в совмещенных кровлях зданий, не должна превышать 3% расчетного массового отношения влаги в материале. Исходя из этого, в литературе приведены численные значения коэффициента теплопроводности гравия керамзитового при влажности материала в интервале: 0...3%. Численные же значения коэффициента теплопроводности засыпных утеплителей при влажности материала выше 3% в литературе отсутствуют. Отсутствие численных значений коэффициента теплопроводности засыпных утеплителей, при различной влажности материала (*вплоть до величины влагонасыщения*), сдерживает вы-

полнение работ по тепловой реабилитации эксплуатируемых совмещенных кровель.

Для получения численных значений коэффициента теплопроводности гравия керамзитового, при различной влажности материала, были выполнены лабораторные исследования по ГОСТ 30256-94 [36]. Настоящий стандарт распространяется на строительные материалы и изделия теплопроводностью от 0,01 до 2 Вт/(м×°С). В этом стандарте применен нестационарный метод определения коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов, основанный на использовании принципа регулярного режима, в основу которого заложена зависимость температуры помещенного в образец нагреваемого тела (цилиндрического зонда) от теплопроводности окружающего его материала [52, 53].

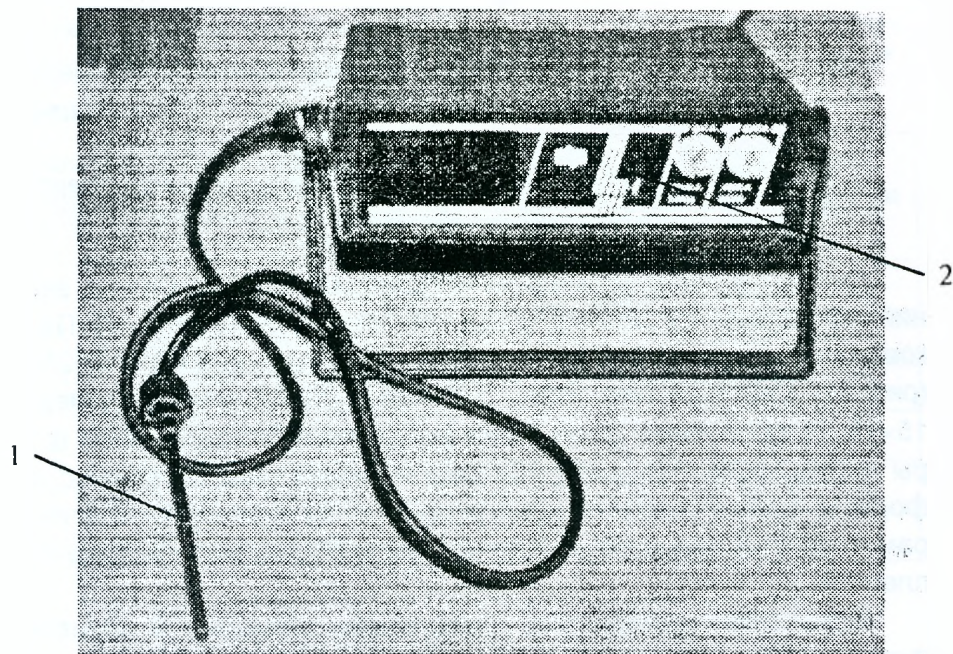


Рис. 30. Установка-измеритель теплопроводности ИТ-1:

1—цилиндрический зонд; 2—измеритель теплопроводности ИТ-1.

Для проведения исследований по определению коэффициента теплопроводности гравия керамзитового использовалась установка-измеритель теплопроводности марки ИТ-1 (рис. 30). Данная установка позволяет проводить измерения теплопроводности в диапазоне — 0,04...1,0 Вт/(м×°С) с допустимой погрешностью измерений

не более 10%. Температурный диапазон измерения от -30°C до $+40^{\circ}\text{C}$.

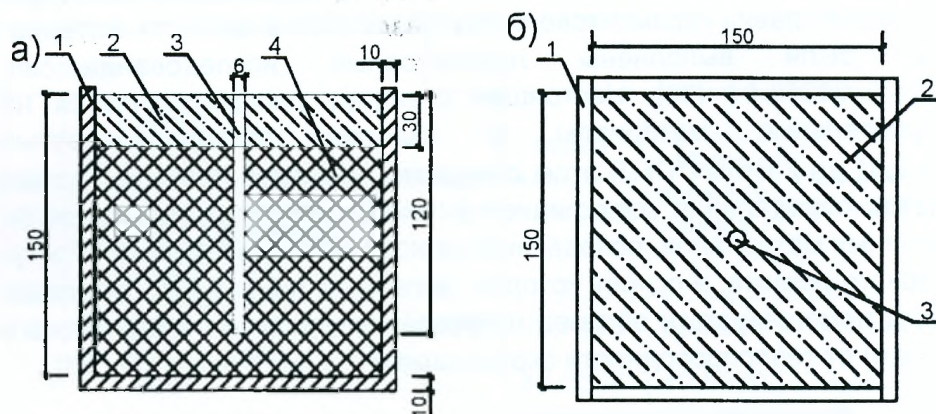


Рис.31. Лабораторный образец для проведения испытаний по определению коэффициента теплопроводности керамзита:

а) разрез; б) вид сверху;

1—фанерная форма; 2—цементно-песчаная стяжка (30 мм); 3—отверстие $\varnothing 6$ мм для установки зонда ИТ-1; 4—гравий керамзитовый (120 мм)

Для проведения испытаний по определению численных значений коэффициента теплопроводности гравия керамзитового Петриковского завода были изготовлены образцы по ГОСТ 30256-94 (рис. 31). Сыпучий утеплитель был помещен в формы с размерами $15 \times 15 \times 15$ см. Стенки форм были выполнены из водостойкой фанеры марки ФСФ, толщиной 10 мм. С внутренней стороны стенки форм, с целью предотвращения изменения влажности гравия керамзитового в процессе испытаний, были обтянуты полиэтиленовой пленкой.

Испытания проводились следующим образом. В фанерную форму засыпался предварительно увлажненный гравий керамзитовый толщиной слоя 120 мм (рис. 31). Сверху по гравию керамзитовому устраивалась цементно-песчаная стяжка толщиной 30 мм. После набора стяжкой требуемой прочности в ней, по центру формы, сверлилось отверстие $\varnothing 6$ мм для установки зонда ИТ-1.

Коэффициент теплопроводности гравия керамзитового определялся для следующих отобранных проб:

«серия 1»: насыпная плотность материала – 500 кг/м^3 ; значения коэффициента теплопроводности определялись при влажности материала в интервале от 0% до 19,5%;

«серия 2»: насыпная плотность материала – 600 кг/м^3 ; значения коэффициента теплопроводности определялись при влажности материала в интервале от 0% до 21%;

«серия 3»: насыпная плотность материала – 800 кг/м^3 ; значения коэффициента теплопроводности определялись при влажности материала в интервале от 0% до 25,5%.

Полученные по результатам лабораторных исследований значения коэффициента теплопроводности сыпучего утеплителя, обработанные с доверительной вероятностью $P=0,954$, приведены в таблицах 5...7.

**Рекомендуемые значения коэффициента теплопроводности
гравия керамзитового Петриковского завода при $\rho_H=500 \text{ кг/м}^3$**

Таблица 5

Влажность материала $W, \%$	Коэффициент теплопроводности $\lambda, \text{Вт/(м}\times\text{°C)}$	Влажность материала $W, \%$	Коэффициент теплопроводности $\lambda, \text{Вт/(м}\times\text{°C)}$
0	0,135	8	0,202
1	0,141	9,5	0,203
2	0,150	13,5	0,211
3	0,175	14,5	0,219
4,5	0,193	17,5	0,239
7,5	0,201	19,5	0,251

**Рекомендуемые значения коэффициента теплопроводности
гравия керамзитового Петриковского завода при $\rho_n=600 \text{ кг/м}^3$**

Таблица 6

Влажность материала $W, \%$	Коэффициент теплопроводности $\lambda, \text{Вт/(м}\times\text{°C)}$	Влажность материала $W, \%$	Коэффициент теплопроводности $\lambda, \text{Вт/(м}\times\text{°C)}$
0	0,144	8,5	0,251
1	0,146	10	0,253
2	0,174	15	0,256
3	0,204	21	0,263
4,5	0,231		

**Рекомендуемые значения коэффициента теплопроводности
гравия керамзитового Петриковского завода при $\rho_n=800 \text{ кг/м}^3$**

Таблица 7

Влажность материала $W, \%$	Коэффициент теплопроводности $\lambda, \text{Вт/(м}\times\text{°C)}$	Влажность материала $W, \%$	Коэффициент теплопроводности $\lambda, \text{Вт/(м}\times\text{°C)}$
0	0,183	15	0,284
2	0,213	17	0,285
3	0,233	19	0,289
5	0,253	20,5	0,291
9,5	0,268	25,5	0,293

Используя полученные значения коэффициента теплопроводности петриковского гравия керамзитового (табл. 5...7) построены графики зависимости коэффициента теплопроводности утеплителя от его влажности при средней насыпной плотности утеплителя равной: 500, 600 и 800 кг/м^3 (рис. 32).

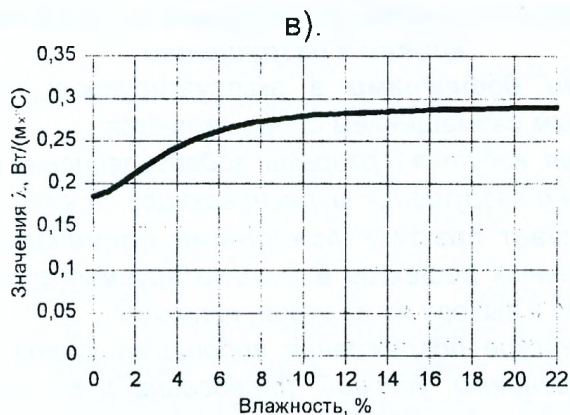
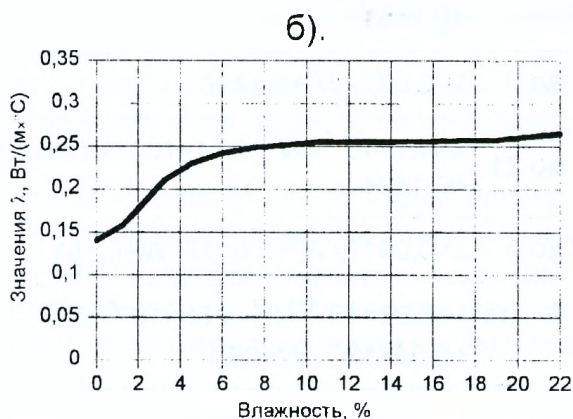
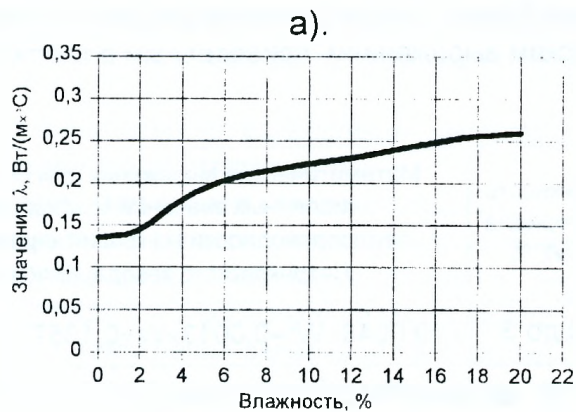


Рис.32. Графики зависимости коэффициента теплопроводности от влажности материала:

- а—при средней насыпной плотности утеплителя равной 500 кг/м^3 ;
- б—при средней насыпной плотности утеплителя равной 600 кг/м^3 ;
- в—при средней насыпной плотности утеплителя равной 800 кг/м^3 .

Выполнение более точных расчетов рекомендуется выполнять по математическим выражениям, приведенным в таблице 8.

Таблица 8

Насыпная плотность материала (ρ_n), кг/м ³	Влажность материала (W), %	Математические выражения для определения численных значений коэффициента теплопроводности (λ) гравия керамзитового Петриковского завода, [Вт/(м×°С)]
500	от 0 до 3	$\lambda=0,0048 \times W^2 - 0,0013 \times W + 0,1357$
	от 3 до 19,5	$\lambda=3,7 \times 10^{-5} \times W^3 - 1,44 \times 10^{-3} \times W^2 + 0,0137 \times W + 0,1463$
600	от 0 до 3	$\lambda=0,007 \times W^2 + 0,1428$
	от 3 до 21	$\lambda=4,1 \times 10^{-5} \times W^3 - 1,74 \times 10^{-3} \times W^2 + 0,0238 \times W + 0,1504$
800	от 0 до 3	$\lambda=0,0017 \times W^2 + 0,0117 \times W + 0,183$
	от 3 до 25,5	$\lambda=6,22 \times 10^{-6} \times W^3 - 4,08 \times 10^{-4} \times W^2 + 9,64 \times 10^{-3} \times W + 0,21$

§3.2. Основные причины, приводящие эксплуатируемые кровли к разрушению

Основными дефектами в эксплуатируемых совмещенных кровлях с прямым размещением слоев являются:

- *отслоения, вздутия и разрывы водоизоляционного ковра;*
- *трещины и разрушения выравнивающей стяжки.*

Как показывает практика **основными причинами** появления вышеперечисленных дефектов в эксплуатируемых рулонных кровлях, приводящих к выходу их из строя, являются:

1) *Механические повреждения водоизоляционного ковра, вызванные нарушениями условий (требований) по эксплуатации кровли.*

2) *Разрушения материалов водоизоляционного ковра вследствие: старения, агрессивных воздействий; не соблюдение технологии производства работ при устройстве и ремонтах кровли; низкое качество примененных материалов.*

3) Механическое разрушение стяжки вследствие недостаточной ее толщины или низкой прочности примененного материала.

4) Разрушение стяжки вследствие недостаточной морозостойкости примененных материалов.

5) Влажность материала теплоизоляционного слоя превышает допустимые значения эксплуатационной влажности.

6) Разрушение окрасочной пароизоляции в результате кристаллизации, старения и образования микротрещин в материале.

7) Гниение и разрушение оклеечной пароизоляции.

8) Применение материалов для устройства пароизоляции, не предусмотренных нормами проектирования и низкое качество работ.

Анализируя основные причины выхода из строя, эксплуатируемых совмещенных рулонных кровель, можно сделать следующее заключение.

Практически все выявленные причины являются следствием либо длительной эксплуатации кровли (старение, гниение материалов; недостаточная их морозостойкость и т. д.), либо обусловлены воздействием человеческого фактора (допущенными нарушениями по эксплуатации, проектированию кровель или при производстве работ по их устройству).

Видимо, при выполнении всех требований по проектированию и эксплуатации рулонных совмещенных кровель, технологии производства работ по их устройству срок службы таких кровель до текущего ремонта должен соответствовать сроку службы применяемых материалов, т.е. составлять не менее 20...25 лет.

Однако как показывает практика, совмещенные утепленные рулонные кровли уже после 5...6 лет эксплуатации нуждаются в текущем ремонте [59]. Исследования, выполненные Соковой С.Д., Фоминым П.Г., Устиновым С.Б. и др. [48, 58], позволили установить: **одной из основных причин столь быстрого выхода из строя совмещенных рулонных кровель является наличие в покрытии слоя теплоизоляционного материала с весовой влажностью, превышающей значения, установленные нормативными документами. Свободная влага, находящаяся в переувлажненном теплоизоляционном слое рулонной кровли, является основным фактором разрушения слоев водоизоляционного ковра.**

Процесс разрушения рулонного материала водоизоляционного ковра происходит за счет переувлажненного утеплителя постоянно

– в течение всего года. В летний период, когда температура на наружной поверхности водоизоляционного ковра достигает 55...60°C, свободная влага, находящаяся в открытых порах переувлажненного утеплителя, превращается в пар и увеличиваясь в объеме в 15...40 раз, приводит к появлению вздутий и воздушных мешков на кровле (рис. 33).

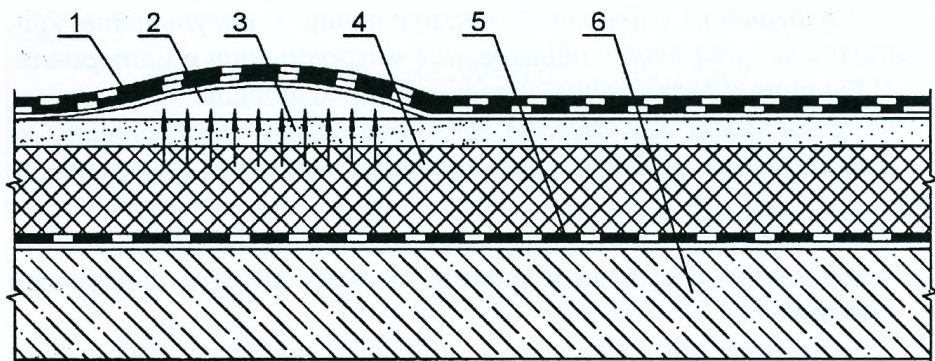


Рис. 33. Механизм разрушения водоизоляционного ковра вследствие скопления водяного пара:

1-водоизоляционный ковер; 2-воздушный мешок; 3-выравнивающая стяжка; 4-утеплитель; 5-пароизоляция; 6-несущая конструкция покрытия

Прорыв таких воздушных мешков приводит к появлению трещин и разрывов в основном водоизоляционном ковре и в покрытие попадает атмосферная влага.

Появлению вздутий и воздушных мешков в слоях рулонного кровельного ковра способствует также ведение кровельных работ при дожде, когда частицы влаги попадают в клеящий слой битумной мастики.

Свободная влага, содержащаяся в переувлажненном теплоизоляционном слое, способствует появлению трещин и разрывов в основном водоизоляционном ковре при суточных перепадах температуры в конструктивных слоях кровли. Замерзая (увеличиваясь в объеме), вода отрывает водоизоляционный ковер от основания, что способствует проникновению ее на новые участки и слои кровельного ковра. Многократное повторение цикла «замораживание-оттаивание» влаги в межслойном пространстве водоизоляционного ковра приводит к его разрушению и появлению протечек в кровле.

Глава 4

РЕМОНТ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ СОВМЕЩЕННЫХ РУЛОННЫХ КРОВЕЛЬ

В зависимости от технического состояния эксплуатируемых совмещенных кровель возникает необходимость в выполнении следующих ремонтных работ:

- водоизоляционного ковра (частичный или полный);
- выравнивающей стяжки;
- просушивание материала теплоизоляционного слоя;
- замена утеплителя;
- устройство инверсионной кровли.

§4.1. Ремонт рулонного водоизоляционного ковра

Одной из основных причин ремонта водоизоляционного рулонного ковра эксплуатируемых совмещенных рулонных кровель является появление протечек в кровле. Как правило, протечки в кровле вызваны: отслоениями, вздутиями и разрывами водоизоляционного ковра.

Качественное проведение ремонта рулонного водоизоляционного ковра возможно при выполнении следующих условий:

- пароизоляция полностью сохранила свои эксплуатационные свойства;
- выравнивающая стяжка отвечает предъявляемым к ней требованиям;
- влажность материала теплоизоляционного слоя соответствует требованиям СНБ 2.04.01-97 (в том числе после его просушки);
- слои рулонных материалов, входящие в состав основного водоизоляционного ковра, не имеют дефектов и разрушений.

В зависимости от технического состояния водоизоляционного рулонного ковра производят следующие виды ремонтных работ.

Частичный ремонт водоизоляционного ковра предусматривает устройство заплат на поврежденные участки кровли. Выполняется: если площадь поврежденных участков кровельного ковра не превышает 40% всей поверхности кровли.

Полный ремонт водоизоляционного ковра предусматривает наклеивку новых слоев рулонных водоизоляционных материалов со снятием или без снятия существующего ковра. Выполняется: если площадь поврежденных участков кровельного ковра более 40% всей поверхности кровли.

Частичный ремонт водоизоляционного ковра предусматривает устройство заплат в виде одного или двух дополнительных слоев рулонного материала на поврежденные участки кровли (рис. 34).

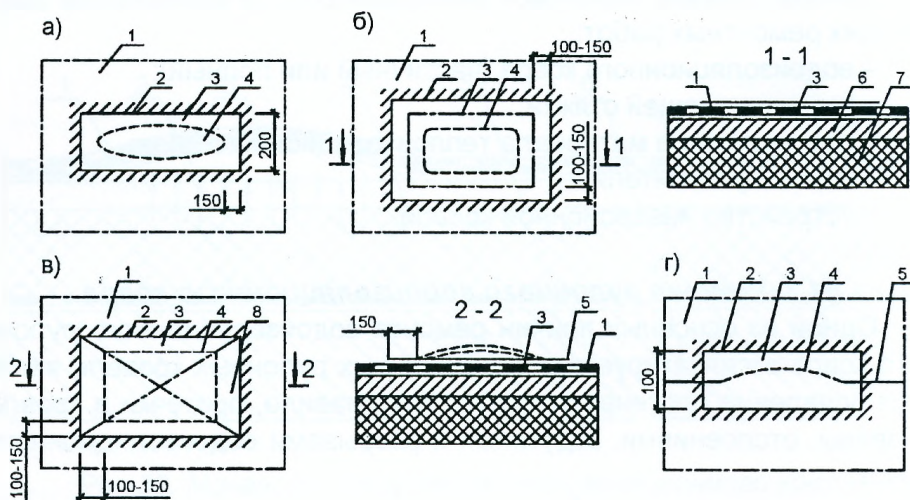


Рис.34. Устройство заплат на рулонных кровлях в местах:
а–разрывов; б–разрушений (пробоины); в–вздутий; г–повреждений краев полотнищ;

1–рулонный ковер; 2–мастика; 3–заплата; 4–граница повреждений;
5–край полотнища; 6–стяжка; 7–утеплитель; 8–разрезы поврежденного полотнища

Небольшие повреждения рулонного ковра (пробоины, разрывы) рекомендуется устранять следующим образом. Ремонтруемый участок водоизоляционного ковра до начала работ очищают от пыли, грязи, просушивают. Затем поврежденный участок проконопачивают клеей, пропитанной мастикой, до поверхности кровли и наклеивают заплату, перекрывающую границы повреждения на 100...150 мм. Заплату изготавливают из рулонных материалов, аналогичных уложенным в водоизоляционном ковре (рис. 34а).

Для наклейки заплат на рулонную рубероидную кровлю рекомендуется применять рубероид (ГОСТ 10923-93) следующих марок: **РКК-420А; РКК-350Б; РКЧ-350Б; РКП-350Б.**

Для приклейки заплат из рубероида рекомендуется применять следующие кровельные мастики.

Горячие мастики:

- битумная кровельная мастика (ГОСТ 2889-80) марок **МБК-Г-55, МБК-Г-65, МБК-Г-75, МБК-Г-85 и МБК-Г-100**;
- мастика Изол (ТУ 21-27-37-89) марок **МРБ-Г-Т и МБР-Х-Т**;
- битумно-полимерная мастика Битален (ТУ 21-27-125-89).

Холодные мастики:

- каучуковые клеящие мастики (ГОСТ 24064-80) марок **КН-2 и КН-3**;
- бутилкаучуковая мастика **МКБ** (ТУ 21-27-90-83);
- битумно-латексная кровельная мастика **БЛК** (ТУ 37-1093-85) марок: **МС-БЛК-ХЛ-70 и МС-БЛХ-ХЗ-70**;
- битумно-бутилкаучуковая мастика **Вента-У** (ТУ 21-27-39-77) марки **МББ-Х-120**;
- битумно-полимерная эмульсионная кровельная мастика **АРНИС** (ТУ 5770-002-23463180-93);
- каучуко-битумная мастика **БКМ-200** (ТУ 2384-008-43238275-97).

Заплаты на кровлях, выполненных из наплавливаемых рулонных материалов, рекомендуется выполнять из рулонных битумно-полимерных материалов: **Изопласт** (ТУ 5774-005-05766480-95), **Филизол** (ТУ 5774-002-04001232-94); **Рубемаст** (ТУ 21-27-127-88); **Стеклорубероид** (ГОСТ 15879-70); **Гидростеклоизол** (ТУ 400-1-51-93); **Техноэласт** (ТУ 5774-003-00287852-99) и др., а также из рулонных материалов на основе фольги: **фольгоизола** (ГОСТ 20429-84), **фольгорубероида** и др.

После укладки заплаты на поврежденное место ее плотно прижимают к кровле.

Значительные по размерам поврежденные участки слоев водоизоляционного ковра (рис. 34б) до начала работ необходимо расчистить от поврежденного рулонного материала, очистить от грязи, пыли и просушить.

Новые слои рулонного материала необходимо плотно прижимать к основанию, а стыки шпательовать мастикой. Шпатлевку накладывают по периметру верхнего дополнительного слоя. Сопряжение полотнищ между собой (при больших повреждениях) производится с учетом указаний для устройства нового ковра.

Число вновь наклеиваемых слоев из рулонного материала должно быть на один слой больше снятых. Каждый последующий слой должен перекрывать стык нижних слоев не менее чем на 150 мм.

Вздутия водоизоляционного ковра устраняют следующим образом. Вначале выполняют крестообразный разрез кровельного ковра в месте его вздутия. Затем, отогнув разрезанные края ковра в стороны, очищают вскрытую поверхность от пыли и грязи. При необходимости ремонтируемую поверхность кровельного ковра сушат. Для гарантированного удаления влаги рекомендуется применять сушильные установки с принудительной вентиляцией марки СО-222. На поврежденный участок по контуру вздутия наносится мастика, выдерживается до прекращения прилипания и затем тщательно прижимается от краев к разрезу. На место разреза наклеивается заплата. Заплата должна перекрывать поврежденный участок на 100...150 мм (рис. 34в).

Отслоившиеся участки водоизоляционного ковра приклеивают к основанию. Расслоившиеся между собой полотнища склеивают и надежно соединяют в швах. Ремонтируемые участки тщательно укатывают катком после предварительной шпатлевки швов мастикой. На поврежденные кромки верхних полотнищ наклеивают заплаты (рис. 34г).

Рассмотренные способы частичного ремонта водоизоляционного ковра эксплуатируемых рулонных кровель отличаются достаточно простой технологией производства работ, но имеют ряд недостатков:

- высокая трудоемкость производства работ (почти 33 чел.-ч на 100 м² кровли);
- дополнительный расход рулонных материалов и мастик.

В последние годы разработана достаточно эффективная технология частичного ремонта рулонного водоизоляционного ковра. Основана эта технология на применении термомеханической обработки водоизоляционного ковра. При этом восстановление водонепроницаемости и монолитности ковра осуществляется без замены поврежденных слоев, путем регенерации содержащихся в рулонном ковре битумных материалов.

В Республике Беларусь при выполнении ремонтных работ рулонных кровель по данной технологии наиболее широко применяется разработка фирмы «АВИСТЕН» (Россия г. Самара). В основу предлагаемой этой фирмой технологии ремонта совмещенных рулонных кровель положен принцип прогрева существующего рубероидного ковра с помощью термоэлектрического аппарата марки АП (рис. 35).

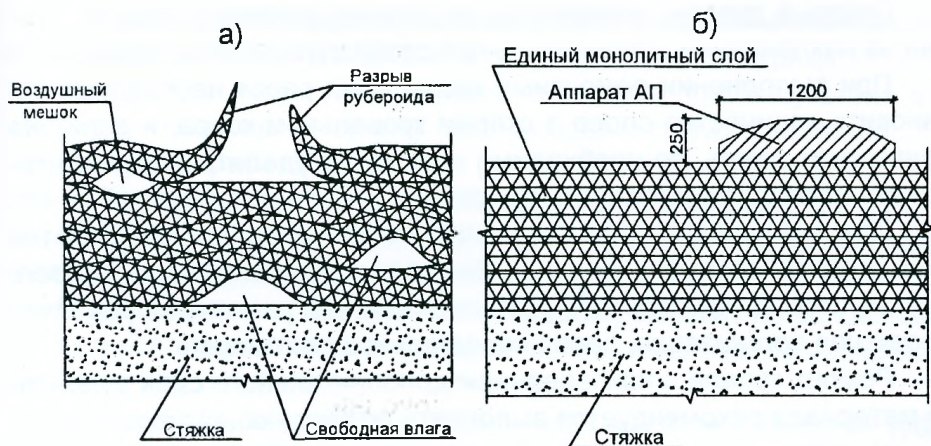


Рис. 35. Ремонт водоизоляционного ковра с помощью прогрева термоэлектрическим аппаратом марки АП:

а)–состояние рулонного ковра до ремонта; б)–рулонный ковер после ремонта

Аппарат марки АП имеет массу 16 кг и размеры в плане 1,2×1,2 м.

При производстве ремонтных работ выполняются следующие основные технологические операции:

- разогрев битумных материалов в ковре до 135...200°C с помощью термоэлектрического аппарата марки АП;
- разравнивание размягченных битумных материалов на поверхности кровли;
- уплотнение прогретого участка рулонного водоизоляционного ковра катком с созданием давления до 0,5 МПа.

После термомеханической обработки ковра рекомендуется покрыть его тонким слоем битумной эмульсии из расчета 0,5 кг на 1 м² кровли.

По представленной фирмой «АВИСТЕН» информации разработанная технология ремонта отличается высокой производительностью (до 100 м² отремонтированной кровли в день) и позволяет обеспечить хорошее качество ремонта. Однако, как показала практика, эффективность применения этой технологии снижается при ремонте рулонного водоизоляционного ковра, эксплуатируемого более 8...10 лет.

Полный ремонт рулонного водоизоляционного ковра основан на наклеивании дополнительных слоев рулонного материала.

При выполнении ремонтных кровельных работ необходимо установить количество слоев в старом кровельном ковре, и если оно превышает шесть, то необходимо этот ковер удалить и отремонтировать стяжку или выполнить ее заново.

При меньшем количестве слоев старое кровельное покрытие может быть отремонтировано. Возможность и целесообразность снятия старого кровельного покрытия или его ремонта определяет проектная организация, давая официальное заключение.

Ремонт кровли с наклеиванием дополнительного слоя рулонного материала рекомендуется выполнять по следующей технологии:

а) ремонт стяжки с устройством уклонов для стока атмосферных осадков к водоприемным воронкам;

б) наклейка нового водоизоляционного ковра.

Ремонт выравнивающей стяжки необходимо выполнять на участках кровли, где она разрушена или имеет просадки более 10 мм поперек уклона и 5 мм вдоль уклона.

До начала работ, ремонтируемые участки стяжки, необходимо расчистить от поврежденного рулонного материала, очистить их от разрушенного материала стяжки, грязи, пыли и просушить. Ремонт выравнивающей стяжки, как правило, сводится к выравниванию ее поверхности слоем мелкозернистого асфальтобетона, обеспечивая при этом один уровень и уклон поверхности со смежными участками. По завершении укладки слоя мелкозернистого асфальтобетона, на отремонтированный участок стяжки наклеивают два слоя рулонного водоизоляционного материала.

Наклейка нового водоизоляционного ковра выполняется после завершения ремонта выравнивающей стяжки на захватке.

Для наклейки дополнительных слоев водоизоляционного ковра, при ремонте кровли, наряду с рулонными материалами, аналогичными уложенным в водоизоляционном ковре, рекомендуется применять рулонные полимерные материалы: *Элон* (ТУ 21-5744710-514-92) или *Элон-1* (ТУ 38305-8-324-95). *Физико-механические свойства Элона (Элон-1) позволяют применять его для устройства кровель на мастике в летнее и зимнее время по старым рулонным кровлям, выполненным из всех видов рулонных материалов.*

Для приклеивания Элона к основанию применяют полимерные холодные мастики марки: *Мастэлон* (ТУ 5770-533-00284718-93).

Работы по устройству и ремонту кровли с применением Элона допускается выполнять при любой положительной и отрицательной температуре до минус 20°C наружного воздуха, при отсутствии атмосферных осадков, по сухому (без наледей и снега) основанию.

До начала работ по наклейке рулоны Элона необходимо раскатать на кровле и выдержать в таком положении в течение 1,5...2 ч.

Приклеивание слоя Элона на старый рулонный ковер осуществляется с помощью мастики Мастэлон.

В зависимости от объемов работ мастику наносят на основание:

а) механизированным способом с использованием передвижной установки марки СО-195;

б) при помощи шпателя с гребенчатой кромкой с высотой зуба 1 мм или кистью.

Мастика наносится ровным слоем, без пропусков и выдерживается до прекращения прилипания. Расход мастики составляет 700...750 г/м².

Полотнища Элона приклеиваются к основанию и прикатываются катком массой 50...70 кг с мягкой обкладкой.

При полном ремонте рулонного водоизоляционного ковра с клейкой Элона в один слой нахлестка кромок полотнищ в продольном и поперечном направлениях должна быть не менее 70...100 мм. Места нахлестов необходимо дополнительно грунтовать мастикой. Расход на грунтовку составляет 200...250 г/м². Места нахлестов Элона дополнительно оклеиваются стеклотканью шириной 100...120 мм так, чтобы стеклоткань перекрывала нижнее полотнище на 50...60 мм. Расход мастики составляет около 1000 г/м².

После высыхания мастики (через 1...1,5 ч) на стеклоткань последовательно наносятся четыре слоя мастики с выдержкой для высыхания каждого слоя в течение 0,5...1 часа. Расход мастики при этом составляет 500 г на 1 слой или 2 кг/м².

Мастика Мастэлон при температуре 0°C и ниже загустевает, при этом ее нанесение тонким слоем затруднено. Поэтому при работах в условиях отрицательных температур воздуха мастику перед употреблением необходимо поместить в отапливаемое помещение на 8 часов (не менее), либо подогревать ее в паровой бане (без открытого огня).

При длительном хранении вязкость мастики увеличивается. Для получения необходимой вязкости следует применять бензин в количестве 0,2...0,5 л на 1 кг мастики.

§4.2. Просушивание материала теплоизоляционного слоя

Накопленный опыт эксплуатации совмещенных рулонных кровель с прямым размещением слоев показал, что во всех кровлях, требующих ремонта, влажность материала теплоизоляционного слоя превышает значения, установленные нормативными документами.

Поэтому, как правило, до начала производства работ по ремонту водоизоляционного ковра кровли есть необходимость в просушивании переувлажненного утеплителя.

Для просушивания переувлажненного утеплителя непосредственно на эксплуатируемой кровле рекомендуются следующие решения [44]:

- установка аэраторов, из расчета один аэратор на площадь кровли от 20 до 30 м²;
- временная укладка в слой теплоизоляции горизонтально расположенных перфорированных труб (металлических или пластмассовых) с выводом их концов выше кровли;
- устройство осушающих каналов (временных) на толщину слоя утеплителя.

Выбор способа по просушиванию материала теплоизоляционного слоя зависит от степени его переувлажнения и вида утеплителя.

При сверхсорбционной влажности засыпного утеплителя, имеющего крупнопористую структуру (гравий керамзитовый, вермикулит, туфовый щебень и др.), рекомендуется просушивание теплоизоляции производить с устройством осушающих каналов на кровле.

Осушающие каналы устраиваются в коньке крыши по всей длине здания. Стенки канала выкладываются из кирпича «на ребро» и устанавливаются на несущую конструкцию покрытия. Между стенками канала (5) засыпают керамзитовый гравий с крупностью зерен около 200 мм (6), а над каналом устанавливают защитный металлический зонт (4) (рис. 36).

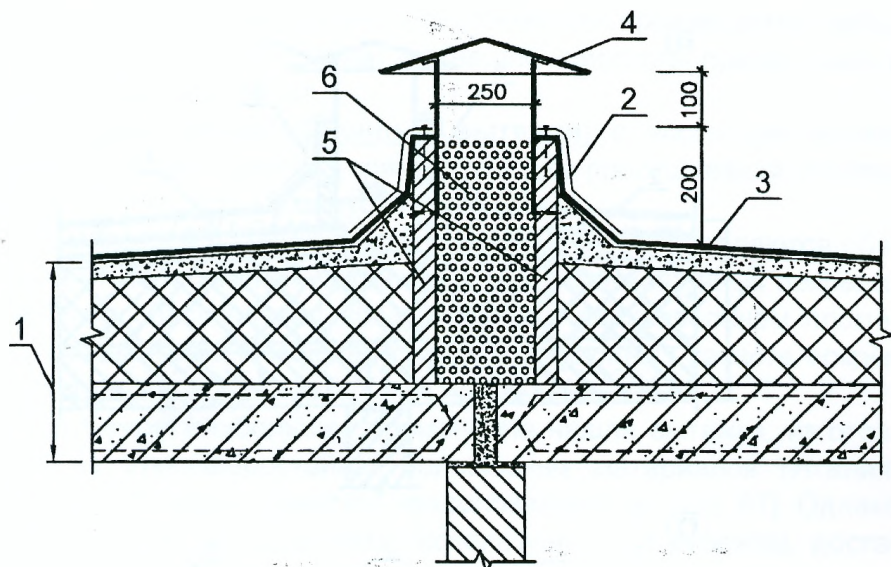


Рис.36. Устройство осушающего канала в коньке крыши:

1—осушаемое совмещенное покрытие; 2—металлический фартук; 3—кровельный ковер; 4—металлический зонтик; 5—кирпичные стенки канала; 6—засыпка из керамзитового гравия

Для устройства осушающего канала пробивают стяжку и слой утеплителя. В стенках канала ниже стяжки делают отверстия, площадь которых должна быть не менее половины площади сечения утеплителя. Рекомендуемая ширина внутренней части канала с засыпкой около 250 мм, высота бортов над поверхностью стяжки — не менее 200 мм, расстояние от верха борта до низа зонтика — около 100 мм.

Для сушки утеплителя с мелкими или замкнутыми порами на стяжку укладывают волнистые асбестоцементные листы, образуя вентилируемые воздушные продухи (рис. 37). Продухи должны быть сквозными: от входных отверстий на карнизе до сборного вытяжного канала в коньке.

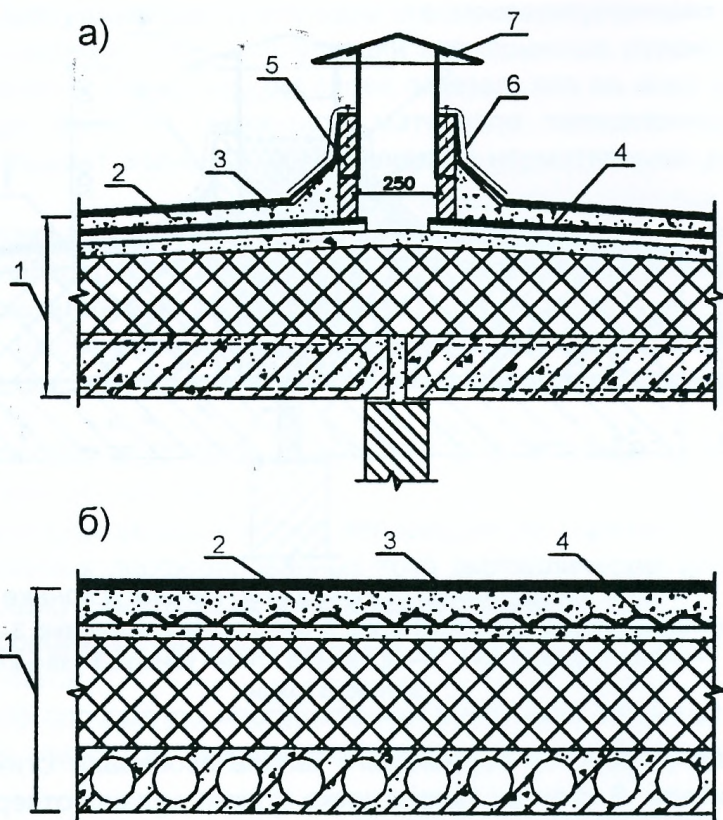


Рис. 37. Устройство осушающей вентиляции по продухам над стяжкой:

а)–поперечное сечение продухов;

б)–продольное сечение продухов;

1–существующая конструкция покрытия; 2–выравнивающая стяжка;

3–водоизоляционный ковер; 4–волнистые асбестоцементные листы;

5–кирпичные стенки канала; 6–металлический фартук; 7–металлический зонт

Волнистые листы укладывают с нахлесткой 50...100 мм. В коньке между торцами асбестоцементных листов оставляют открытой полосу шириной 200 мм, над которой устраивают сборный вытяжной канал шириной 250...300 мм. Поверх асбестоцементных листов укладывают цементно-песчаную стяжку толщиной 20 мм (над волной), армированную сеткой 200×200 мм из арматуры Ø3 мм. По стяжке устраивают обычную или "дышащую" кровлю.

Просушивание теплоизоляции с устройством временных вытяжных каналов (рис. 28 и 29) ввиду существенных дополнительных

материальных затрат и высокой трудоемкости производства работ (240 чел.-ч на 100 м² кровли) не нашло широкого применения в практике ремонтных работ.

Аэраторы (вентиляционные вытяжки) в настоящее время находят все более широкое применение для просушивания утеплителя при производстве ремонтных работ.

В зарубежной практике вентиляционные вытяжки являются обязательными конструктивными элементами в совмещенных покрытиях. Вытяжки обеспечивают воздухообмен в подкровельном промежутке, способствуют повышению эксплуатационных качеств покрытий и их долговечности.

За рубежом наибольшее применение нашли вытяжки, изготовленные из атмосферостойких полимерных материалов (Италия, Венгрия, Финляндия, Норвегия, Чехословакия и др.) [56, 57]. Однако конструкция известных вытяжек, используемых за рубежом, достаточно сложная. Они отличаются высокой материалоемкостью и стоимостью. Вытяжки из-за малого поперечного сечения вытяжной трубы обладают низкой вентиляционной активностью. Воздухообмен осуществляется только в двух плоскостях: из-под утеплителя и из-под кровельного промежутка кровли. Конструктивное решение заделки стыка в месте пересечения вытяжки с кровлей достаточно сложное и трудоемкое.

В Брестском политехническом институте разработана более совершенная вентиляционная вытяжка [57]. Конструкция предложенного Устиновым С.Б. вытяжного вентиляционного устройства приведена на рисунке 38.

Это вытяжное вентиляционное устройство содержит штампованный из полимера фланец с продольными разрезами с двух сторон патрубка, рифленным основанием, вытяжным патрубком с отверстиями основания в его стенке, закругленным бортиком по верхнему вытяжному диаметру с отверстиями.

Штампованный из полимера грибовидный колпак содержит в своей верхней зоне отверстия, площадь которых должна быть в сумме не меньше площади вытяжного патрубка. В нижней части колпак выполнен с закругленным пазом и кольцевым ниспадающим воротником, который снабжен продольным разрезом. Между патрубком, воротником и хомутом расположена кромка дополнительных слоев кровли. Фланец расположен в толще утеплителя, уложенного на пароизоляцию покрытия.

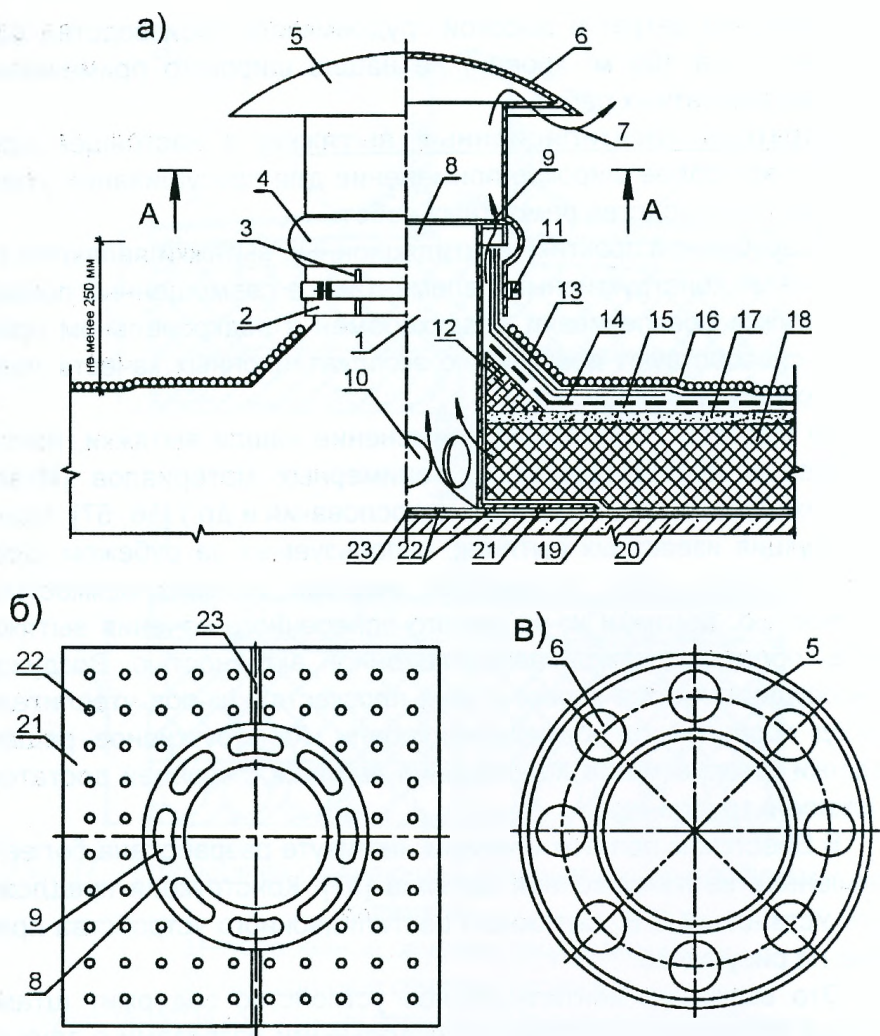


Рис. 38. Вытяжное вентиляционное устройство:

а)–общий вид и продольный разрез; б)–фланец с патрубком;

в)–вид по А-А;

- 1–патрубок; 2–кольцевой воротник; 3–разрезы в кольцевом воротнике;
- 4–закругленный паз; 5–грибовидный колпак; 6–вытяжное отверстие;
- 7–сообщение с наружным воздухом; 8–бортик патрубка; 9–отверстие в бортике;
- 10–отверстие в стенке патрубка; 11–хомут; 12–переходный бортик;
- 13–дополнительные слои кровельного ковра из рубероида; 14–основной (дышащий) кровельный ковер;
- 15–диффузионная подкровельная прослойка;
- 16–гравийный защитный слой; 17–выравнивающая стяжка;
- 18–теплоизоляционный слой; 19–пароизоляция; 20–несущая конструкция по-
- крытия; 21–фланец; 22–выступы на фланце; 23–разрез на фланце

Продольные разрезы на фланце позволяют устанавливать вытяжку на коньке крыши; при этом плоскости фланца принимают уклоны скатов крыши на коньке. Воздухообмен через вытяжное вентиляционное устройство осуществляется с трех плоскостей утеплителя: из-под утеплителя, из толщи утеплителя и с его поверхности. Причем наиболее эффективно водяные пары удаляются из толщи утеплителя, так как открытая (пористая) структура материала теплоизоляционного слоя непосредственно граничит с отверстиями в стенке патрубка.

Раздельность конструктивных элементов патрубка и колпака позволяет, ослабив хомут, при необходимости снимать колпак для визуального осмотра места вытяжки.

Данное вытяжное вентиляционное устройство рекомендуется применять для просушивания материала теплоизоляционного слоя непосредственно на кровле при проведении ремонтных работ. В этом случае патрубок вентиляционной вытяжки должен иметь диаметр 200...250 мм, высота вытяжки от поверхности кровли должна быть не менее 450...500 мм. При таких габаритных размерах вытяжки упрощается технология наклейки дополнительных слоев рулонного материала кровли к патрубку и осуществляется более активный воздухообмен.

В литературе отсутствует информация о применении рассматриваемого вытяжного устройства для просушивания утеплителя в кровле, поэтому дать оценку эффективности применения данного аэратора при проведении ремонтных работ кровли не представляется возможным.

В августе-сентябре 1996 года сотрудниками кафедры ТСП Брестского политехнического института были выполнены работы по просушиванию засыпного утеплителя (гравия керамзитового) при ремонте кровли жилого дома в г. Бресте [63].

Просушивание утеплителя выполнялось с применением разработанных на кафедре «ТСП» Брестского политехнического института аэраторов (рис. 39). *Отличительной особенностью этих аэраторов от известных является использование для их изготовления асбестоцементных труб вместо металла.* Замена тонколистового металла на асбестоцемент позволила полностью исключить коррозионные процессы в их элементах и увеличить срок их службы. Для эффективного удаления свободной влаги из слоя утеплителя в стенках вытяжной трубы, на высоту рабочей зоны (толщину слоя утеплителя), была выполнена перфорация: просверлены от-

верстия диаметром 10 мм с шагом – 20 мм (рис. 39). Металлический колпак, предохраняющий аэратор от попадания атмосферных осадков, выполнен съемным, что обеспечивает свободный доступ к просушиваемому материалу при отборе проб.

Для просушивания гравия керамзитового на крыше жилого дома были установлены аэраторы с высотой от поверхности кровли – 800 мм и с шагом – 1,5 м. За 35 суток удалось снизить влажность гравия керамзитового с 20% до 11%;

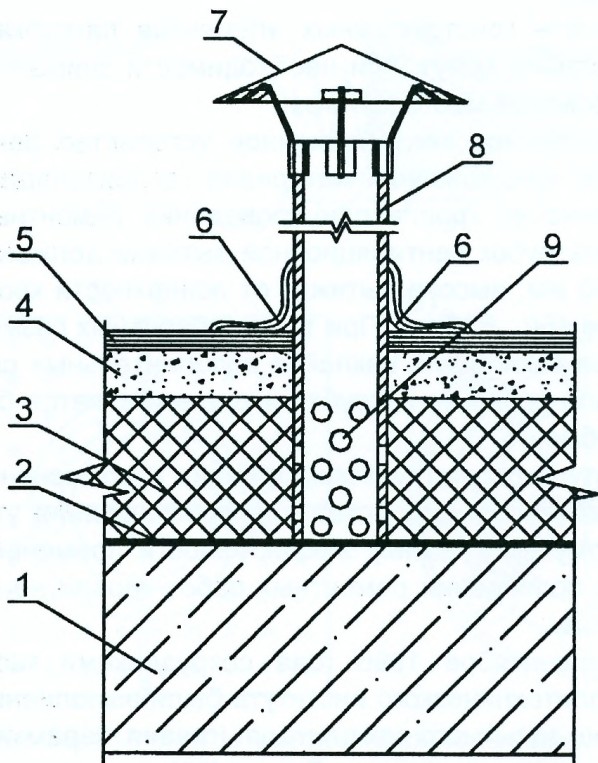


Рис.39. Схема установки аэратора на совмещенной кровле:

- 1–несущая конструкция; 2–пароизоляция (1 слой рубероида); 3–утеплитель (гравий керамзитовый $\delta=120$ мм); 4–выравнивающая стяжка ($\delta=30$ мм); 5–водоизоляционный ковер (4 слоя рубероида); 6–наплавляемый рубероид (два слоя); 7–металлический колпак (съемный); 8–аэратор (асбестоцементная труба $\varnothing 100$ мм); 9–рабочая зона аэратора (отверстия $\varnothing 10$ мм с шагом 20 мм)

Несмотря на достаточно большое разнообразие конструктивных решений, аэраторы не нашли широкого применения для просушки переувлажненного утеплителя в эксплуатируемых кровлях.

Основными причинами невостребованности аэраторов при производстве ремонтных работ совмещенных кровель являются:

- высокая трудоемкость (более 90 чел.-ч на 100 м² кровли) и сложность выполнения работ по их установке на совмещенной крыше;
- низкая эффективность их работы в климатической зоне Республики Беларусь (просушить материал удастся до влажности не ниже 10...12%).

§4.3. Восстановление эксплуатационных характеристик переувлажненных засыпных утеплителей

Как показывает практика, переувлажненный засыпной утеплитель, прошедший просушивание с использованием осушающих каналов или аэраторов, не отвечает предъявляемым требованиям:

- влажность материала существенно (в 3...4 раза) выше допустимых значений;
- коэффициент теплопроводности материала более чем на 60% превышает нормативные значения.

Низкую эффективность применения осушающих каналов и аэраторов для восстановления теплотехнических характеристик переувлажненных засыпных утеплителей можно объяснить следующим:

- 1) не обеспечивается полное удаление свободной влаги из слоя теплоизоляции.
- 2) не происходит восстановление объема закрытых пор в материале.

Следует отметить, что наличие в гравии керамзитовом, длительное время используемом в качестве утеплителя в совмещенных кровлях, большого объема открытых пор (порядка 25...30%) приводит к существенному увеличению динамики водопоглощения материала. Очевидно, такая структура гранул материала не позволит засыпному утеплителю, просушенному с использованием аэраторов и осушающих каналов, сохранить достигнутую влажность длительное время.

На основании выше изложенного можно сделать заключение.

Эффективное восстановление эксплуатационных (в первую очередь теплоизоляционных) характеристик переувлажненных засыпных утеплителей возможно при условии: материал просушен до требуемой влажности, и в его структуре преобладают закрытые поры.

На кафедре «Технология строительного производства» Брестского государственного технического университета разработана и апробирована при производстве ремонтных работ совмещенной кровли эффективная технология по восстановлению эксплуатационных характеристик переувлажненных засыпных утеплителей [62].

Разработанная технология базируется на методе контактного омоноличивания и позволяет совместить процессы просушивания засыпных утеплителей и восстановления их пористой структуры.

Основу этого метода составляет процесс омоноличивания зернистых и волокнистых материалов в местах их взаимного контакта с помощью тонких склеивающихся прослоек [9]. Эти прослойки создаются путем введения в каркасообразующий материал маловязких композиций связующего (жидкотекучие композиции полимеров, цемента, глины, растворимого стекла) равномерно и тонким слоем распределенного по поверхности зерна или волокна, которые затем приводят в соприкосновение.

Схема строения структуры сыпучих теплоизоляционных материалов, прошедших восстановление методом контактного омоноличивания, приведена на рисунке 40.

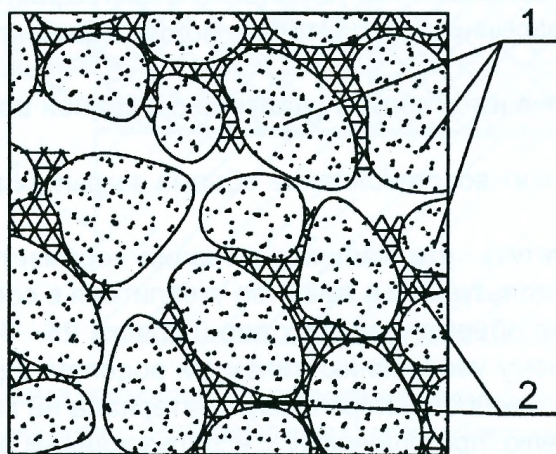


Рис.40. Схема строения материала прошедшего контактное омоноличивание:

1—каркасообразующий материал; 2—склеивающая прослойка

Совмещение процессов просушки переувлажненных сыпучих материалов и восстановления их пористой структуры (с преобла-

дающим объемом закрытых пор) в разработанной технологии реализуется следующим образом.

*Для удаления свободной влаги из материала, создания склеивающих прослоек и пленок на поверхности гранул засыпных утеплителей **применена гидрофильная смесь (в виде порошка) на основе неорганических вяжущих.***

Для решения поставленной задачи по восстановлению эксплуатационных характеристик переувлажненных засыпных утеплителей применяемая гидрофильная смесь (ГС) должна обладать следующими свойствами:

- хорошо поглощать свободную влагу из утеплителя;
- за счет поглощения свободной влаги из утеплителя образовывать пластично-вязкое тесто, способное в короткое время самопроизвольно затвердевать в результате физико-механических процессов.

Анализ литературных источников [4, 10, 34], позволил сделать заключение, что наиболее перспективно для восстановления эксплуатационных характеристик засыпных утеплителей методом контактного омоноличивания применять гидрофильную смесь на основе неорганического вяжущего вещества: полуводного гипса.

Полуводный гипс обладает замечательной способностью хорошо поглощать влагу и быстро твердеть. Но это – воздушное вяжущее вещество, и на его прочность отрицательно действует влага. Даже при ничтожно малом увлажнении (0,5%) наблюдается снижение прочности и развитие пластических деформаций гипсовых конструкций [11]. Гипсовые изделия во влажном состоянии сохраняют иногда лишь немногим более половины прочности, свойственной материалу в сухом состоянии. Кроме того, эти изделия отличаются низкой морозостойкостью и повышенной ползучестью. Все это не позволяет рекомендовать применение полуводного гипса без добавок для восстановления теплоизоляционных характеристик засыпных утеплителей в эксплуатируемых совмещенных кровлях и наружных стенах.

В связи с этим были проведены дополнительные исследования, направленные на подбор оптимального состава ГС на основе гипса. Исследования свойств гипсоцементнопесчаных вяжущих (ГЦПВ), выполненные Волженским А.В., Стамбулко В.И., Ферроной А.В. показали, что их свойства зависят от качества и соотношения исходных составляющих. Прочность и водостойкость изделий из ГЦПВ, находящихся во влажной среде, зависят главным об-

разом от количества комбинированной добавки (цемент+пуццолановая добавка) в составе смешанного вяжущего.

А.В. Волженский с сотрудниками [13, 14, 15], по результатам выполненных исследований, рекомендуют применять для изготовления ограждающих конструкций следующий состав ГЦПВ (в % по весу):

- полуводный гипс – 75...50;
- портландцемент – 15...25;
- пуццолановая добавка активностью > 200 мг/г – 10...25.

ГПЦВ такого состава обладают следующими свойствами:

- быстрое нарастание прочности (уже через 2...3 часа после соединения с водой прочность достигает 30...40% марочной прочности);

- водостойкостью и повышенной сульфатостойкостью. Коэффициент размягчения бетонов из ГЦПВ составляет 0,6...0,8. По сульфатостойкости ГЦПВ равноценны сульфатостойкому портландцементу. Изделия из ГЦПВ характеризуются морозостойкостью 20...50 циклов попеременного замораживания и оттаивания.

Анализ основных эксплуатационных характеристик ГЦПВ позволяет сделать следующее заключение: рассматриваемый материал обладает рядом свойств (высокая морозостойкость; водостойкость), которые позволяют обеспечить эффективную эксплуатацию засыпных утеплителей после восстановления их теплоизоляционных свойств.

Базируясь на исследованиях свойств ГЦПВ, выполненных А.В. Волженским с сотрудниками [13, 14, 15] и результатах лабораторных исследований [61, 62], подобран рациональный **состав гидрофильной смеси, состоящий: полуводный гипс – 70...60%, портландцемент – 10...15%, пуццолановая добавка (керамзит) – 20...25%.**

Выполненные лабораторные исследования показали, что рекомендуемый состав ГС обладает высокой водостойкостью и морозостойкостью.

§4.3.1. Основные положения технологии производства работ

Производство работ по восстановлению эксплуатационных характеристик переувлажненных засыпных теплоизоляционных материалов непосредственно на эксплуатируемых совмещенных кровлях является специфическим технологическим процессом. Одним из основных требований, которым он должен удовлетворять, является

обеспечение нормальной эксплуатации помещений, расположенных в зоне производства ремонтных работ кровли.

Очевидно, выполнить это требование возможно при условии:

а) работы на кровле ведутся при минимальной площади вскрытых участков водоизоляционного ковра;

б) технология обеспечивает выполнение работ на кровле в сжатые сроки.

Решение поставленной задачи осуществляется нагнетанием сухой гидрофильной смеси (в дальнейшем ГС) в слой теплоизоляции из засыпных переувлажненных утеплителей через инъекторы.

§4.3.1.1 Определение основных рабочих параметров процесса нагнетания ГС через инъекторы

Анализ результатов исследований, выполненных А. Камбефом и др. [45, 62, 66] по инъектированию грунтов, позволяет сделать заключение, что одним из основных вопросов при разработке технологии проведения работ по подаче сухого порошка в слой сыпучих материалов является выбор режимов нагнетания ГС, основными из которых являются:

- величина рабочего давления нагнетания ГС;
- радиус распространения ГС в слое сыпучего утеплителя;
- расход ГС с одной стоянки инъектора.

Определение величины рабочего давления нагнетания ГС

Одним из основных параметров режима нагнетания является величина давления, позволяющая обеспечить равномерное проникновение частиц ГС в слой сыпучего утеплителя. Очевидно, что чем выше будет величина давления при подаче сухого порошка, тем больший объем массива сыпучего утеплителя можно обработать ГС из одного инъектора.

Основным критерием при выборе величины давления при нагнетании закрепляющих растворов в грунт является условие, что оно (давление) должно быть меньше предельного, при котором могут возникнуть разрывы закрепляемого грунта и прорывы раствора за пределы закрепляемого контура [62].

Очевидно, данный критерий при выборе давления нагнетания порошка в слой сыпучего теплоизоляционного материала использовать не представляется возможным в связи со следующим:

- различие агрегатных состояний нагнетаемых материалов;

– существенное отличие в структуре инъецированных материалов (межзерновая пористость, коэффициент фильтрации и т. д.);

– различие задач, решаемых при проведении инъектирования.

Исходя из требований, предъявляемых к теплоизоляции в качестве основного критерия при выборе рабочего давления нагнетания ГС, принята такая его величина, при которой в слое теплоизоляции, примыкающем к стенкам инъектора, не образуются "лунки" (пустоты), приводящие в дальнейшем к появлению "мостиков холода" в совмещенном покрытии (рис. 41).

Для определения максимальной величины давления нагнетания ГС, при котором не произойдет образования "мостиков холода" у мест установки инъектора, были выполнены следующие лабораторные исследования.

В специально изготовленный лабораторный ящик со стеклянными стенками были засыпаны пробы гравия керамзитового, толщиной слоя 140 мм. Затем в слой теплоизоляции погружался инъектор и от компрессора подавался воздух. Увеличение давления производилось ступенями: по 0,05 МПа. Величина давления контролировалась по манометру.

Появление "лунок" в слое гравия керамзитового, в месте погружения инъектора, определялось визуально.

Исследования по определению величины рабочего давления нагнетания ГС в сыпучий утеплитель были выполнены для гравия керамзитового Петриковского завода со следующими параметрами:

– средняя насыпная плотность: около 500 кг/м^3 ; влажность от 10% до 18%;

– средняя насыпная плотность: 600 кг/м^3 и 650 кг/м^3 ; влажность от 10% до 20%;

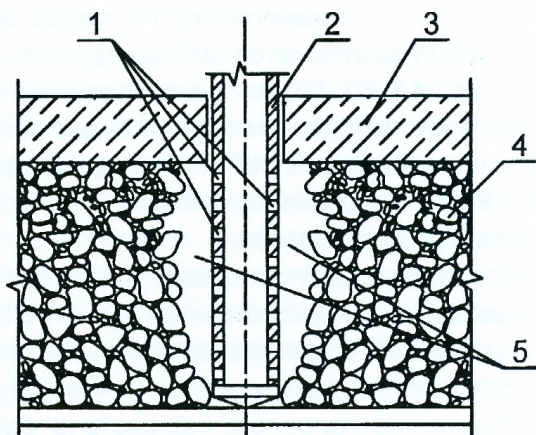


Рис. 41. Появление "лунок" в слое гравия керамзитового:

- 1–рабочая часть инъектора с перфорацией;
- 2–инъектор; 3–цементно-песчаная стяжка;
- 4–керамзитовый гравий; 5–"лунка" в слое утеплителя

– средняя насыпная плотность: 750 кг/м³ и 820 кг/м³; влажность от 10% до 25%.

Рекомендуемые значения величины рабочего давления нагнетания гидрофильной смеси методом инъектирования в сыпучие утеплители, полученные по результатам выполненных исследований, приведены в таблице 9.

Рекомендуемые величины рабочего давления нагнетания ГС через инъекторы

Таблица 9

Средняя насыпная плотность гравия керамзитового, в кг/м ³	Влажность материала теплоизоляционного слоя, в %	Рабочее давление, в МПа
500...650	10...20	0,9
660...800	10...25	0,8

Определение радиуса распространения ГС в слое гравия керамзитового

Следует отметить, что информация о проведенных теоретических или экспериментальных исследованиях по данной проблеме в литературе отсутствует. Однако в литературе достаточно широко представлены результаты исследований по определению радиуса закрепления различных видов грунтов способами силикатизации и смолизации [64]. Как следует из этих исследований, величина радиуса закрепления грунтов, используемая при разработке проектов производства работ по упрочнению грунтов, была определена экспериментальным путем (табл. 35 [64]).

Учитывая изложенное, для определения радиуса распространения гидрофильной смеси в слое теплоизоляции, выполненной из гравия керамзитового Петриковского завода, были проведены следующие экспериментальные исследования.

В лабораторный стенд (стенки выполнены из стекла) с размерами в плане 2000×2000 мм и высотой 500 мм был засыпан гравий керамзитовый, толщиной слоя 140 мм, что соответствует фактическим значениям слоя теплоизоляции в эксплуатируемых кровлях. По слою гравия керамзитового была уложена цементно-песчаная стяжка толщиной 30 мм. После набора прочности в стяжке по центру об-

разца было просверлено отверстие диаметром 22 мм под установку инъектора.

Нагнетание ГС состава: гипс – 65%, портландцемент – 15%, пущолановая добавка (керамзит) – 20% в слой сыпучего утеплителя осуществлялась согласно разработанной и ниже описанной технологии.

Спустя семь суток после завершения работ по нагнетанию ГС в образцы из них были взяты пробы для проведения исследований

свойств материала. Пробы материала были отобраны в четырех точках, на расстоянии – 50 см, 70 см, 80 см и 90 см от места установки инъектора (рис. 42). Места отбора проб из образцов были определены визуально, исходя из интенсивности проникновения ГС в слой утеплителя.

Для определения радиуса распространения ГС в слое гравия керамзитового были выполнены лабораторные исследования материала сыпучего утеплителя, прошедшего восстановление нагнетанием гидрофильной смеси методом инъектирования.

Исследования зернового состава материала гравия керамзитового Петриковского завода после нагнетания ГС и обработка полученных результатов осуществлялись в полном соответствии с ГОСТ 9758-86 [38].

Результаты исследований по определению зернового состава сыпучего утеплителя, обработанные по трем точкам (50, 70 и 80 см), приведены в таблице 10.

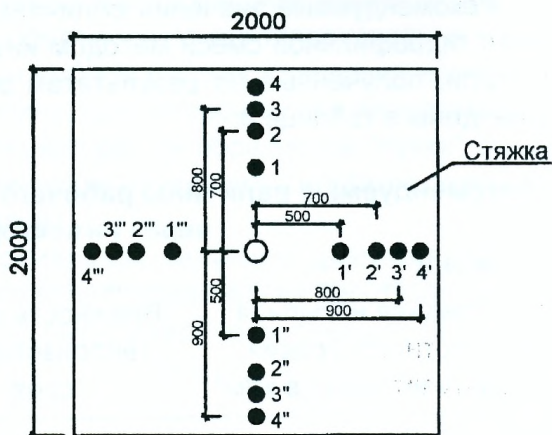


Рис.42. Схема мест отбора проб:

- – место установки инъектора
- – места отбора проб

Зерновой состав гравия керамзитового Петриковского завода, восстановленного ГС

Таблица 10

Тип образца	Частные остатки m_i , %					Сумма m_i , г	Плотность, кг/м^3
	40	20	10	5	пд		
Гравий керамзитовый, $\gamma=600 \text{ кг/м}^3$							
до введения ГС	0,0	2,8	68,6	21,3	7,4	1176	600
с введением 5% ГС	0,0	3,5	69,5	22,3	4,7	1225	613
с введением 15% ГС	0,0	4,5	70,6	23,3	1,7	1320	660
Гравий керамзитовый, $\gamma=800 \text{ кг/м}^3$							
до введения ГС	0,0	1,0	13,9	29,3	55,8	1640	820
с введением 5% ГС	1,5	2,1	28,8	30,9	36,7	1665	833
с введением 15% ГС	3,4	3,6	32,8	31,4	28,9	1740	870

Анализ полученных результатов исследований показал, что для всех проб материала, отобранных в радиусе 80 см от инъектора, процентное содержание частных остатков на поддоне различается не более чем на 4...5%.

Следовательно, *расстояние 80 см от инъектора* можно принять в качестве базового для определения радиуса распространения гидрофильной смеси в слое гравия керамзитового Петриковского завода.

Исследования водостойкости материала проводились в соответствии с ГОСТ 25094-94 [35].

Для проведения исследований были взяты пробы (гранулы материала, обработанные ГС) из образцов петриковского гравия керамзитового со средней насыпной плотностью 600 кг/м^3 и 800 кг/м^3 , подвергнутых обработке 5% и 15% ГС.

Пробы (гранулы) сыпучего материала помещалась в предварительно взвешенные стаканчики (бюксы) и высушивались до постоянной массы в сушильном электрошкафу при температуре 105°C . Затем бюксы для охлаждения испытываемого материала помещались в эксикатор над хлористым кальцием. После остывания они взвешивались на весах ВЛА-200-М и гранулы материала помеща-

лись в емкость с дистиллированной водой так, чтобы они были полностью погружены в воду. Образцы выдерживались в воде 15 суток. После завершения выдерживания в дистиллированной воде образцы взвешивались на весах ВЛА-200-М и повторно высушивались до постоянной массы в сушильном электрошкафу при температуре 105°C. После остывания они взвешивались на весах ВЛА-200-М. Температура воздуха в помещении, в котором проводились испытания, составляла 20°C.

Водостойкость материала вычислялась по формуле:

$$W_{\text{вп}} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%, \quad (1)$$

где: m_1 – масса навески до помещения в воду, г;

m_2 – масса навески после выдерживания в воде, г.

Результаты лабораторных исследований по оценке водостойкости материала, приведенные в таблице 11, вычислены с доверительной вероятностью $P=0,954$.

Результаты лабораторных исследований водостойкости гравия керамзитового, обработанного гидрофильной смесью

Таблица. 11

Тип образца	Масса навески, г			Потеря массы, в %
	До увлажнения	После увлажнения	После сушки	
Гравий керамзитовый, $\gamma=600 \text{ кг/м}^3$				
с введением 5% ГС	16,5977	19,1503	16,5957	$\approx 0,01$
с введением 15% ГС	11,7747	15,4891	11,7728	$\approx 0,02$
Гравий керамзитовый, $\gamma=820 \text{ кг/м}^3$				
с введением 5% ГС	12,5357	15,3170	12,5342	$\approx 0,01$
с введением 15% ГС	18,0806	22,9297	18,0777	$\approx 0,02$

Анализ результатов исследований позволяет сделать заключение, что материал, полученный по результатам обработки гравия керамзитового ГС состава: гипс – 65%, портландцемент – 15%, пуццолановая добавка (керамзит) – 20% обладает достаточно высокой

водостойкостью: потеря массы материала не превышает величины погрешности измерений.

Исследования теплофизических свойств материала выполнялись по ГОСТ 30256-94 [36].

При проведении исследований были использованы образцы материала, в течение семи суток после завершения нагнетания ГС хранившиеся в помещении при температуре воздуха $20 \pm 5^\circ\text{C}$.

Для проведения исследований по определению коэффициента теплопроводности гравия керамзитового использовалась установка-измеритель теплопроводности марки ИТ-1.

Результаты лабораторных исследований по определению коэффициента теплопроводности материала, приведенные в таблице 12, вычислены с доверительной вероятностью $P=0,954$.

Значения коэффициента теплопроводности гравия керамзитового Петриковского завода, восстановленного методом омоноличивания

Таблица 12

Вид образца	Насыпная плотность материала, кг/м^3	Влажность материала, %	Коэффициент теплопроводности λ , $\text{Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$
Гравий керамзитовый, $\gamma=600 \text{ кг/м}^3$			
до введения ГС	600	19,2	0,255
с введением 5% ГС	615	10,5	0,209
с введением 15% ГС	660	7,4	0,155
Гравий керамзитовый, $\gamma=820 \text{ кг/м}^3$			
до введения ГС	820	19	0,286
с введением 5% ГС	835	14,3	0,24
с введением 15% ГС	870	12,6	0,218

Анализ результатов исследований показал, что для всех проб гравия керамзитового, обработанного ГС и отобранных в радиусе 80 см от инъектора, влажность материала сыпучего утеплителя

снизилась по сравнению с исходной более чем в 2 раза. Результаты исследования проб материала, взятых на расстоянии 90 см от инъектора, показывают, что снижение влажности гравия керамзитового по сравнению с исходной составило не более 30%.

Исследования структуры гранул гравия керамзитового Петриковского завода, обработанного ГС, выполнялась с использованием шлифов гранул материала на электронном микроскопе МКИ-2М-1.

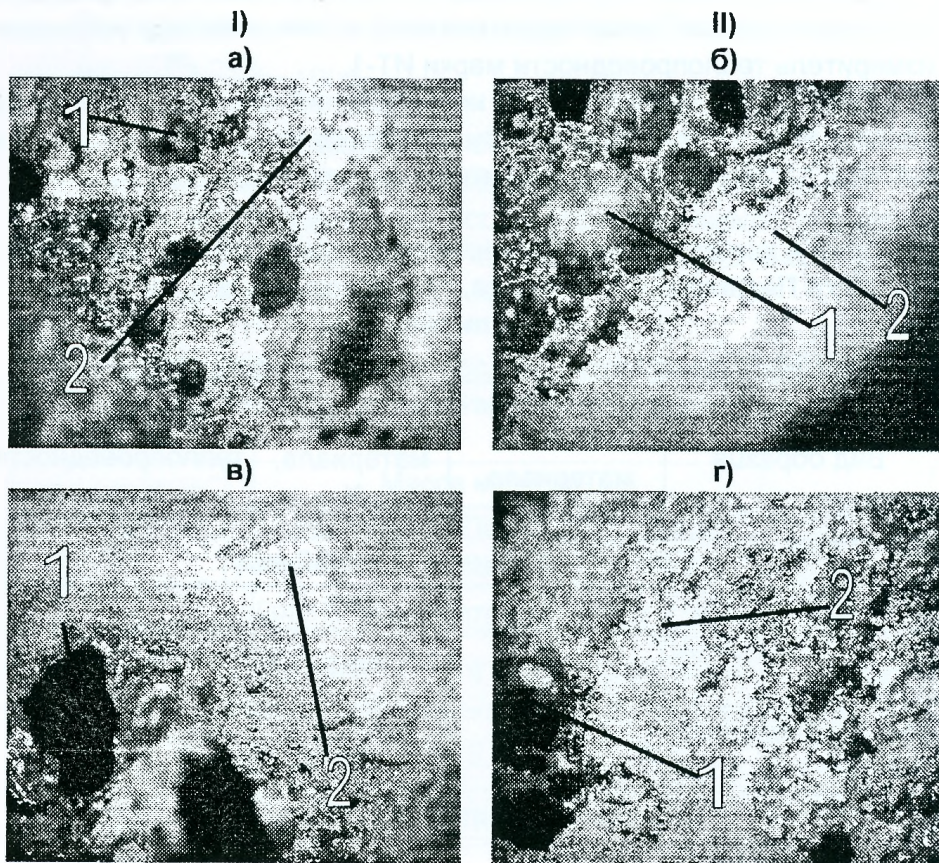


Рис. 43. Структура гранул петриковского гравия керамзитового (увеличение в 65 раз):

I—гравий керамзитовый средней насыпной плотностью 600 кг/м^3 ;

II—гравий керамзитовый насыпной плотностью 800 кг/м^3 ;

а, б—материал, обработанный 5% ГС;

в, г—материал, обработанный 15% ГС;

1—открытые поры; 2—водостойкая пленка, образованная самопроизвольно затвердевшей ГС

Структура гранул гравия керамзитового, отобранных на расстоянии 80 см от инжектора, при увеличении в 65 раз насыпной плотностью 600 и 800 кг/м³ приведена на рисунке 43.

Анализ структуры гранул гравия керамзитового позволяет сделать следующее заключение: ГС за счет поглощения свободной влаги из утеплителя образовала пластично-вязкое тесто, которое за короткое время самопроизвольно затвердел в результате физико-механических процессов, создало пленку на поверхности гранул керамзита и уменьшило объем открытых пор в материале. При введении ГС 15% по массе гравия керамзитового открытые поры в материале практически отсутствуют (рис. 43в, г), что существенно улучшило теплофизические характеристики материала (табл. 12).

В результате нагнетания в гравий керамзитовый ГС произошли качественные изменения теплофизических свойств восстановленного утеплителя, о чем свидетельствует существенное изменение (уменьшение) численных значений коэффициента теплопроводности гравия керамзитового в зависимости от влажности материала.

Исследования морозостойкости гравия керамзитового Петриковского завода, подвергнутого восстановлению нагнетанием гидрофильной смеси, проводились в соответствии с ГОСТ 9758-86 [38].

Для проведения испытаний было отобрано 6 проб гравия керамзитового средней насыпной плотностью 600 кг/м³, подвергнутого обработке ГС.

Перед испытанием восстановленного материала на морозостойкость отобранные пробы засыпались в отдельные контейнеры с перфорированным дном и крышкой и выдерживались в ванне с водой при температуре $20 \pm 3^\circ\text{C}$ в течение 48 часов. Затем контейнеры со всеми навесками вынимались из ванны и после того, как вода стечет, помещались в морозильную камеру, внутри которой температура была доведена до $-15 \pm 5^\circ\text{C}$. Продолжительность одного испытания в камере при установившейся температуре $-15 \pm 5^\circ\text{C}$ составляла 4 часа. После окончания цикла замораживания пробы выдерживались 4 часа в ванне с водой при температуре $20 \pm 3^\circ\text{C}$.

По завершению каждого цикла испытаний на морозостойкость вычислялась величина потери массы каждой пробы.

Потеря массы ($M_{\text{мрз}}$) в процентах вычислялась по формуле:

$$M_{\text{мрз}} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100, \% \quad (2)$$

где: m_1 – масса навески заполнителя до испытания, г;
 m_2 – масса остатка на сите после испытания, г.

Учитывая, что согласно действующим нормативным материалам [75] гравий керамзитовый должен выдерживать не менее 15 циклов замораживания-оттаивания с потерей массы не более 8%, пробы восстановленного материала были подвергнуты также 15 циклам замораживания-оттаивания.

Результаты исследований морозостойкости петриковского гравия керамзитового, подвергнутого восстановлению гидрофильной смесью на основе гипсового вяжущего, приведены в таблице 13.

Результаты испытания материала на морозостойкость

Таблица 13

№ пробы	Потеря массы после 15 циклов, %	
	пробы	средняя
1	0,57	0,61
2	0,64	
3	0,52	
4	0,72	
5	0,61	
6	0,58	

Результаты, полученные по итогам исследований (табл. 13), позволяют сделать следующее заключение.

Материал, образовавшийся после самопроизвольного затвердевания сухой гидрофильной смеси в процессе контактного омоноличивания петриковского гравия керамзитового, обладает достаточно высокой морозостойкостью: потеря по массе для него составила около 0,6%, что более чем в 13 раз ниже аналогичного показателя для гравия керамзитового.

Анализ структуры гранул петриковского гравия керамзитового средней насыпной плотностью 600 кг/м^3 после испытаний на морозостойкость при увеличении в 65 раз также подтверждает высокие эксплуатационные свойства предлагаемого способа восстановления сыпучих утеплителей.

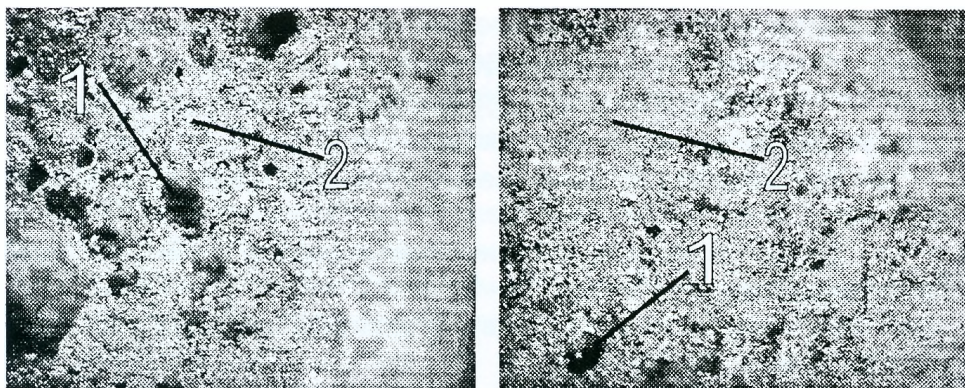


Рис. 44. Структура гранул гравия керамзитового Петриковского завода насыпной плотностью 600 кг/м^3 после испытаний на морозостойкость (увеличение в 65 раз):

1—открытые поры;

2—водостойкая пленка, образованная самопроизвольно затвердевшей ГС

На фотографиях (рис. 44) видно, что слой водостойкого материала (пленки), образовавшийся в результате самопроизвольного затвердевания гидрофильной смеси состава: гипс – 65%, портландцемент – 15%, пуццолановая добавка (керамзит) – 20% по завершению испытаний на морозостойкость полностью сохранился.

Анализ выполненных исследований отобранных проб материала (табл. 10...13) показал, что разработанная технология нагнетания ГС в слой гравия керамзитового обеспечивает равномерное проникновение нагнетаемой сухой смеси в массив восстанавливаемой теплоизоляции в радиусе 80 см.

Следовательно, для разработанной технологии производства работ по восстановлению функциональных свойств Петриковского гравия керамзитового можно рекомендовать **радиус распространения гидрофильной смеси – 80 см.**

Определение расхода вводимого порошка гидрофильной смеси

Математическое выражение для определения количества порошка ГС, вводимого с одной позиции установки инъектора, необходимое для контактного омоноличивания слоя переувлажненного сыпучего утеплителя, было получено на основании разработок по данному вопросу, приведенных в [64].

С учетом выполненных исследований, расход количества вводимого порошка ГС в кг с одной позиции установки инжектора предлагается вычислять по следующей формуле:

$$Q = \pi \times R^2 \times l \times n \times A, \text{ кг}, \quad (3)$$

где R – радиус распространения ГС в слое засыпного утеплителя, м;

l – длина заходки, м (принимается равной длине перфорированной части инжектора);

n – пористость засыпного утеплителя (процент открытых пор в засыпном утеплителе);

A – коэффициент межзерновой пустотности засыпного утеплителя.

На основании выполненных исследований *радиус распространения ГС* в слое гравия керамзитового рекомендуется принимать равным **$R=0,8$ метра.**

Значения *пористости (n)* при расчетах расхода количества вводимого порошка ГС рекомендуется принимать:

– для гравия керамзитового со средней насыпной плотностью 600...650 кг/м³ – 10...15%;

– для гравия керамзитового со средней насыпной плотностью 650...750 кг/м³ – 15...20%;

– для гравия керамзитового со средней насыпной плотностью 750...800 кг/м³ – 20...25%.

Коэффициент межзерновой пустотности (A) гравия керамзитового рекомендуется принимать:

– для материала со средней насыпной плотностью от 600 до 700 кг/м³ – 1,05...1,1;

– для материала со средней насыпной плотностью от 700 до 800 кг/м³ – 1,1...1,15.

§4.3.1.2 Технология производства работ

Нагнетание сухой гидрофильной смеси (ГС) в слой сыпучего переувлажненного утеплителя через инжекторы является комплексным технологическим процессом, состоящим из подготовительных и основных процессов.

Подготовительные процессы включают:

– разметку на кровле мест установки инжекторов и расположение контрольных отверстий;

- сверление отверстий (для установки инжекторов; контрольных) в водоизоляционном ковре и выравнивающей стяжке.

Основные технологические процессы включают:

- установку инжектора в рабочее положение и герметизацию стыка его с кровлей;

- нагнетание гидрофильной смеси через инжектор в слой сыпучего утеплителя;

- извлечение инжектора и ремонт выравнивающей цементно-песчаной стяжки и слоев водоизоляционного ковра в местах установки инжектора.

Разметка мест (точек) установки инжекторов и расположения контрольных отверстий на ремонтируемой совмещенной кровле осуществляется в полном соответствии с проектом производства работ. Разметка выполняется с использованием измерительных инструментов (рулетки, шаблоны и др.). Места (точки) установки инжекторов и расположения контрольных отверстий на водоизоляционном ковре отмечаются несмываемой краской.

Сверление отверстий в водоизоляционном ковре и выравнивающей цементно-песчаной стяжке выполняется с помощью электроинструмента: ручных электрических машин. Диаметр просверленных отверстий принимается на 1...2 мм больше наружного диаметра инжектора.

Во избежание разрушения выравнивающей цементно-песчаной стяжки в процессе нагнетания ГС в слой теплоизоляции необходимо на захватке просверлить все отверстия.

Установка инжектора в рабочее положение и герметизация стыка его с кровлей. Для уменьшения объема ручных операций при производстве работ погружение инжектора в слой сыпучего утеплителя рекомендуется выполнять с помощью отбойного молотка (рис. 45).

Для обеспечения герметизации стыка инжектора с кровлей используется уплотнительная шайба (2), выполненная из вулканизированной резины (рис. 45).

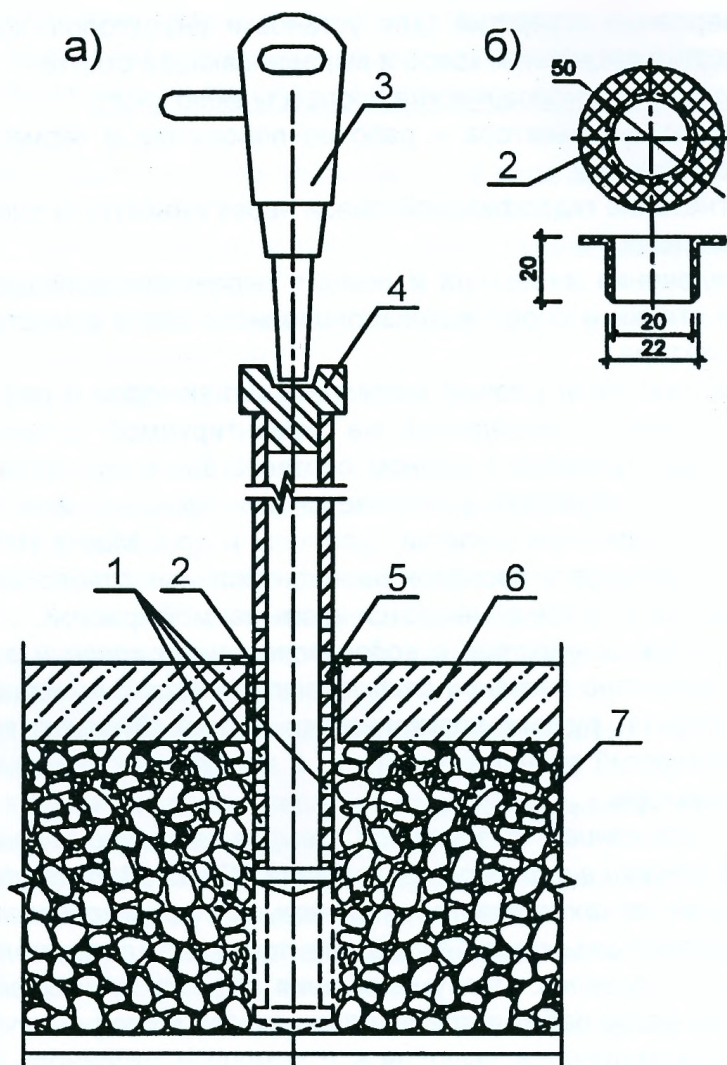


Рис.45. Погружение инъектора в слой сыпучего утеплителя:

1—отверстия в инъекторе; 2—уплотнительная шайба; 3—отбойный молоток;
4—наголовник; 5—инъектор; 6—цементно-песчаная стяжка; 7—гравий
керамзитовый

Нагнетание гидрофильной смеси в слой сыпучего утеплителя через инъектор является основным процессом при производстве работ по восстановлению эксплуатационных характеристик переувлажненных засыпных теплоизоляционных материалов непосредственно на эксплуатируемых совмещенных кровлях. От

того насколько равномерно гидрофильная смесь (порошок) распространится в слое восстанавливаемого утеплителя, зависит качество выполненной работы.

Для обеспечения равномерного распространения гидрофильной смеси в слое теплоизоляции рекомендуется следующая последовательность производства работ по ее нагнетанию через инъекторы:

1. По завершении работ по установке инъектора в рабочее положение и герметизации стыка с кровлей, в течение 5...6 секунд выполняется «продувка» слоя теплоизоляции сжатым воздухом через инъектор. Величина давления «продувки» принимается равной величине рабочего давления, приведенной в таблице 9.

Цель предварительной «продувки»: восстановить межзерновую структуру слоя сыпучего утеплителя в месте установки инъектора и в радиусе нагнетания ГС.

2. По завершении процесса «продувки» осуществляется подача гидрофильной смеси в слой теплоизоляции. Для выполнения этой операции, определенное расчетом по формуле 3, количество порошка гидрофильной смеси засыпается в емкость (рис. 51) и нагнетается при рабочем давлении через инъектор (рис. 49) в слой сыпучего утеплителя.

3. Сразу по завершении нагнетания порошка ГС в слой теплоизоляции выполняется повторная «продувка» слоя теплоизоляции сжатым воздухом через инъектор. Величина давления воздуха принимается равной рабочему давлению (табл. 9). Повторная «продувка» сжатым воздухом должна обеспечить равномерное распространение гидрофильной смеси в радиусе действия инъектора. Повторная «продувка» выполняется до тех пор, пока порошок ГС не будет зафиксирован в контрольных отверстиях (рис. 52).

Извлечение инъектора из кровли и ремонт выравнивающей цементно-песчаной стяжки и слоев водоизоляционного ковра в местах установки инъектора.

По завершении процесса нагнетания ГС в слой сыпучего утеплителя на захватке и извлечения инъектора из совмещенной кровли приступают к работам по ремонту вскрытых участков выравнивающей цементно-песчаной стяжки и слоев водоизоляционного ковра.

Для снижения трудоемкости производства работ ремонт вскрытых участков выравнивающей цементно-песчаной стяжки рекомендуется выполнять с использованием предварительно изготовленных «пробок» (рис. 46).

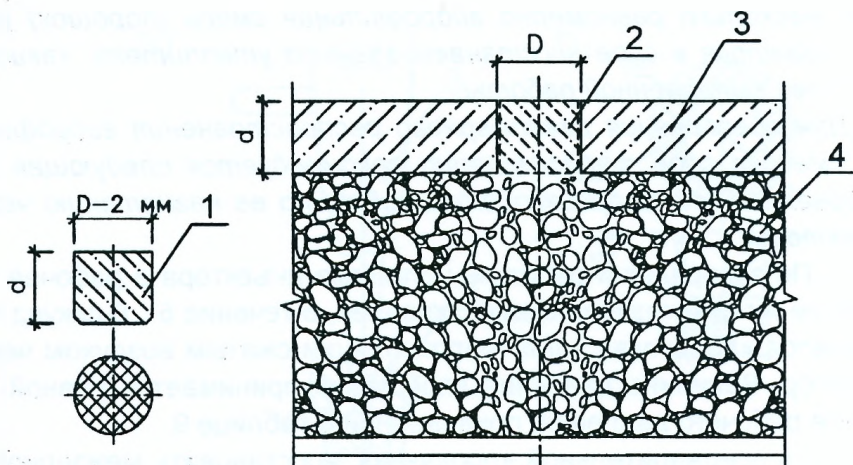


Рис.46. Схема заделки отверстий в стяжке «пробками» из цементно-песчаного раствора:

- 1—предварительно изготовленная «пробка»; 2—отверстие в стяжке (контрольное; для установки иньектора); 3—цементно-песчаная стяжка; 4—сыпучий утеплитель после нагнетания ГС

«Пробки» целесообразно изготавливать на строительной площадке из цементно-песчаного раствора, аналогичного по составу выравнивающей стяжке. Геометрические размеры «пробок» принимаются исходя из возможности их свободной установки во вскрытые участки цементно-песчаной стяжки (рис. 46).

Ремонт вскрытого водоизоляционного ковра рекомендуется выполнять, наклеивая заплаты, перекрывающие границы отверстий на 100...150 мм (рис. 47).

Заплаты изготавливают из рулонных материалов аналогичных уложенным в существующем водоизоляционном ковре или из эластомерного рулонного материала Элон.

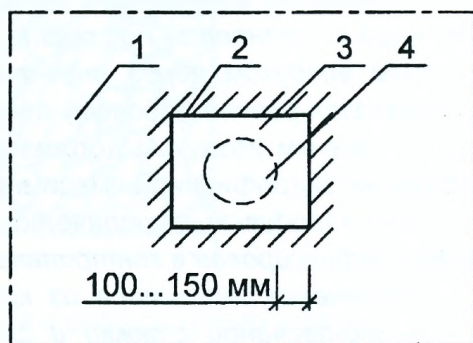


Рис.47. Устройство заплат в водоизоляционном ковре:

- 1—рулонный ковер; 2—мастика; 3—заплата; 4—отверстие для иньектора (контрольное отверстие)

Технология производства работ по ремонту вскрытых участков водоизоляционного ковра подробно изложена в §4.1.

Технологическое оборудование для нагнетания сухой смеси в слой переувлажненного сыпучего утеплителя

Для нагнетания ГС в слой переувлажненного сыпучего утеплителя разработан комплект технологического оборудования, включающий:

- а) инъе́ктор;
- б) емкость для гидрофильной смеси;
- в) компрессор.

Инъе́ктор (рис.48) изготавливается из стальных бесшовных горячедеформированных труб диаметром 20 мм (ГОСТ 8731-87) [11]. Общая длина инъе́ктора – 300...400 мм. Длина рабочей зоны инъе́ктора (1) принимается равной толщине слоя восстанавливаемого переувлажненного сыпучего утеплителя. Для подачи порошка в слой утеплителя в рабочей зоне инъе́ктора, выполняется перфорация в виде отверстий (3) $\varnothing 3$ мм; шаг отверстий – 8 мм.

Быстрое и надежное соединение инъе́ктора с подающим шлангом от компрессора (или корпуса емкости для гидрофильной смеси) обеспечивает металлическая гребенка (4), соединенная на сварке с корпусом инъе́ктора.

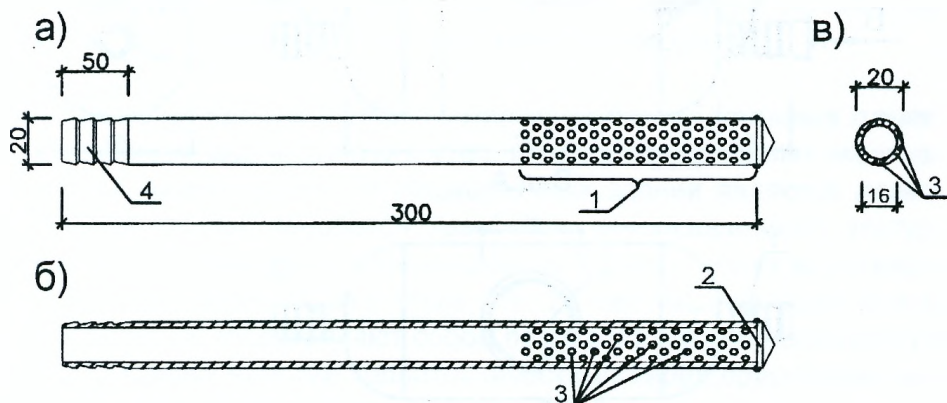


Рис.48. Инъе́ктор для нагнетания ГС в слой сыпучего утеплителя:

- а)–общий вид; б)–продольный разрез; в)–поперечный разрез;
- 1–рабочая зона с перфорацией; 2–металлическая заглушка; 3–отверстия $\varnothing 3$ мм с шагом 8 мм; 4–гребенка для крепления подающего шланга

Инъектор, изготовленный для проведения экспериментальных исследований, показан на рисунке 49.

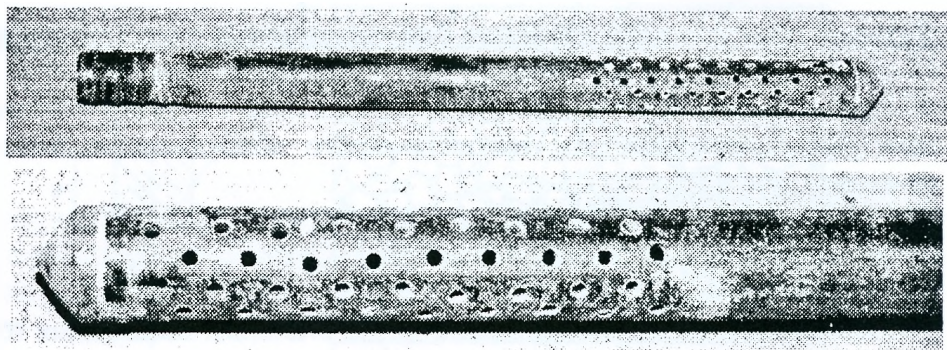


Рис. 49. Общий вид инжектора, используемого при проведении экспериментальных работ

Корпус емкости для ГС (рис. 50) изготовлен на сварке из металлического листа толщиной 1 мм.

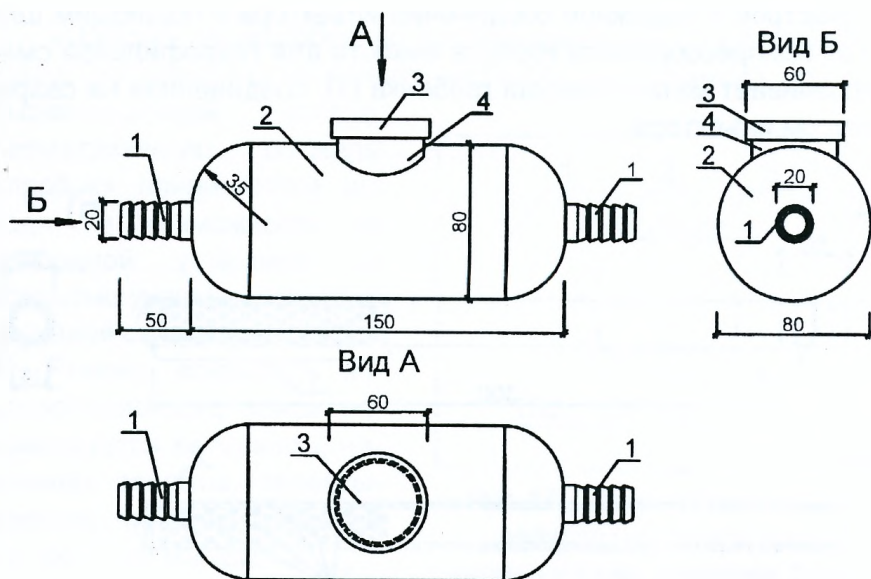


Рис. 50. Емкость для гидрофильной смеси:

1—ребенка для закрепления шланга; 2—корпус емкости (металлический лист толщиной 1 мм); 3—металлическая крышка; 4—горловина для засыпки материала

Для присоединения шлангов в торцах емкости приварены гребенки $\varnothing 20$ мм (1). Одна гребенка служит для подачи воздуха от компрессора в емкость, а другая – для подачи ГС (порошка) в иньектор. Гидрофильная смесь засыпается в корпус емкости через горловину (4), которая закрывается крышкой (3). Герметичность корпуса емкости в процессе нагнетания ГС обеспечивается резиновой прокладкой в крышке (3).

Емкость для гидрофильной смеси, изготовленная для проведения экспериментальных исследований и выполнения ремонтных работ совмещенной кровли, приведена на рисунке 51.

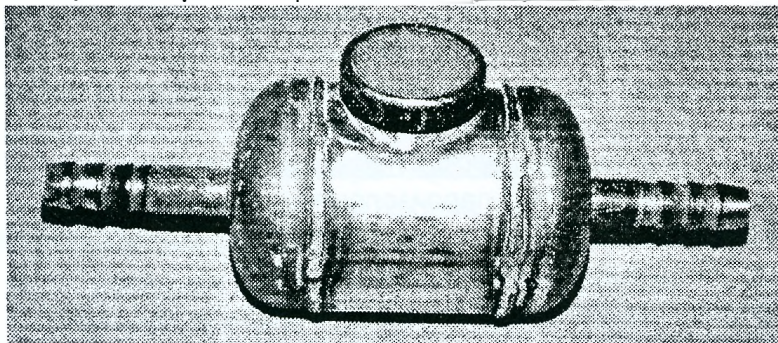


Рис.51. Общий вид емкости

Компрессор заводского изготовления марки К-5. Масса компрессора без ресивера 95 кг. Величина давления на выходе 10 кг/см^2 . Изготовитель: Бежецкий завод компрессоров.

§4.4. Ремонт кровли с утеплителем из легкобетонных плит

Основным видом плитного утеплителя в совмещенных эксплуатируемых кровлях жилых и общественных зданий является *легкобетонные плиты* (пенобетон, газобетон, пеногазосиликат). Натурные исследования совмещенных кровель с утеплителем из легкобетонных плит показали, что после 15...20 лет эксплуатации плиты разрушились и представляют собой переувлажненную несвязанную массу, с крайне низкими теплотехническими характеристиками (коэффициент теплопроводности вырос в 2,5..3 раза).

На сегодня отсутствуют технологии, позволяющие обеспечить просушивание и восстановление пористой структуры разрушенного легкобетонного плитного утеплителя непосредственно на кровле эксплуатируемых зданий.

В связи с этим качественное выполнение ремонта эксплуатируемых совмещенных рулонных кровель с переувлажненным теплоизоляционным слоем из легкобетонных плит возможно при использовании следующих технологий производства работ:

а) полная замена утеплителя;

б) устройство инверсионной кровли.

Ремонт кровли с полной заменой легкобетонного плитного утеплителя является материалоемким и трудоемким комплексным технологическим процессом, состоящим из подготовительных и основных процессов.

Подготовительные процессы включают:

– удаление с кровли существующего водоизоляционного ковра, выравнивающей стяжки и слоя теплоизоляции из легкобетонных плит.

Основные технологические процессы включают:

- устройство (ремонт) пароизоляции;
- устройство теплоизоляционного слоя из плитного утеплителя;
- устройство выравнивающей стяжки;
- устройство водоизоляционного ковра.

Для удаления старого рулонного ковра рекомендуется использовать машину конструкции ЛНИИ АКХ (Ленинградский научно-исследовательский институт академии коммунального хозяйства). Технические характеристики машины конструкции ЛНИИ АКХ приведены в *Приложении, таблица 2*.

Машина ЛНИИ АКХ позволяет разрезать рулонный ковер с помощью вращающейся фрезы на требуемую глубину. Перемещение машины осуществляется вручную. Размеры захваток определяются длиной электрических кабелей и конструктивными размерами зданий. Как правило, интервал между нарезаемыми полосами принимается равным 1,0 м. По мере окончания работ на захватке машина ЛНИИ АКХ передвигается на очередную захватку.

Машина ЛНИИ АКХ работает следующим образом:

- устанавливают требуемую глубину врезания фрезы, определяемую толщиной рулонного покрытия, и включают электродвигатель;
- фрезу плавно опускают до касания с поверхностью рулонного ковра и начинают равномерно двигать вперед, обеспечивая требуемую глубину нарезки шва.

При перемещении машины на новое место предварительно необходимо вывести фрезу из материала кровли.

После нарезания швов рулонного ковра кромки торцов образовавшихся полос надрезают вручную с помощью инвентарного скребка, скатывают в рулоны и удаляют с крыши.

После удаления старого водоизоляционного ковра приступают к разборке и удалению выравнивающей стяжки и легкобетонных плит.

Разборку и удаление выравнивающей стяжки и легкобетонных плит с кровли, в зависимости от объемов работ, рекомендуется выполнять:

а) полумеханизированным способом с помощью отбойного молотка;

б) вручную с использованием ломов, топоров, стальных клиньев.

По завершении работ по разборке выравнивающей стяжки и легкобетонных плит образовавшийся строительный мусор вручную загружают в ящики или бункера емкостью $1...1,5\text{ м}^3$ и с помощью **крышевых кранов** снимают с кровли, грузят в автотранспорт и вывозят с объекта.

При выполнении ремонтных работ наибольшее применение нашли крышевые краны с электролебедкой марок К-1М и КБК-2 (рис. 52, 53). Эти краны отличаются быстрым монтажом и демонтажем. Поднимают их на крышу в разобранном виде. Крышевые краны марок К-1М и КБК-2 можно эффективно использовать для подъема на ремонтируемую крышу зданий штучных и сыпучих строительных материалов.

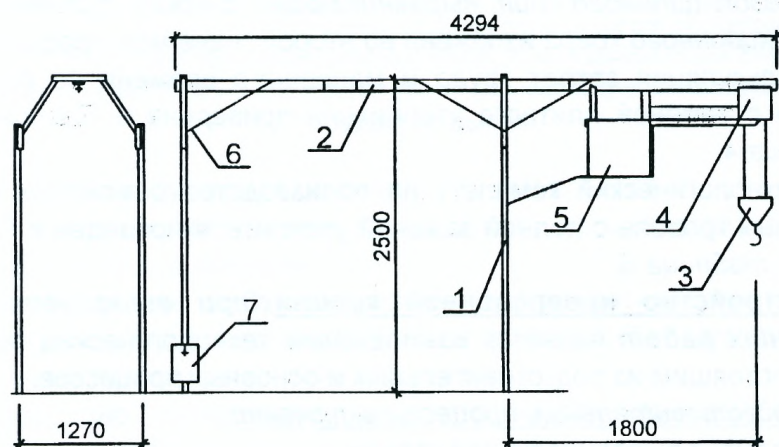


Рис. 52. Кран крышевой балочно-консольный КБК-2:

1—стойка; 2—балка; 3—крюк; 4—каретка; 5—привод; 6—раскос; 7—контргрузы

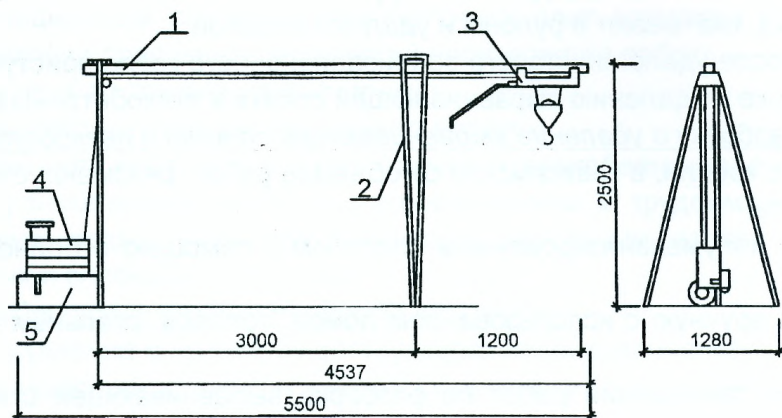


Рис. 53. Крышевой кран К-1М:

1—балка; 2—стойка; 3—тележка грузовая; 4—электропривод; 5—противовес

Основные технические характеристики крышевых кранов К-1М и КБК-2 приведены в *Приложении, таблица 3*.

По завершении подготовительных процессов приступают к работам, составляющим основной технологический процесс: устройство (ремонт) пароизоляции, теплоизоляционного слоя из плитного утеплителя, выравнивающей стяжки, водоизоляционного ковра.

Технология производства работ по устройству *пароизоляции, теплоизоляционного слоя, выравнивающей стяжки, рулонного водоизоляционного ковра* изложена во второй главе монографии.

Калькуляция затрат труда и машинного времени по ремонту кровли с заменой плитного утеплителя приведена в *Приложении, таблица 4*.

Технологический комплект на производство ремонтных работ рулонных кровель с полной заменой утеплителя приведен в *Приложении, таблица 5*.

Устройство инверсионной кровли при выполнении ремонтных работ является комплексным технологическим процессом, состоящим из подготовительных и основных процессов.

Подготовительные процессы включают:

- ремонт выравнивающей стяжки;
- ремонт существующего водоизоляционного ковра.

Основные технологические процессы включают:

- устройство теплоизоляционного слоя из плитного утеплителя;
- устройство защитного слоя из мелкозернистого асфальтобетона.

Устройство инверсионной кровли при выполнении ремонтных работ эксплуатируемых совмещенных кровель предполагает устройство теплоизоляционного и защитного слоя по существующему покрытию (рис. 54).

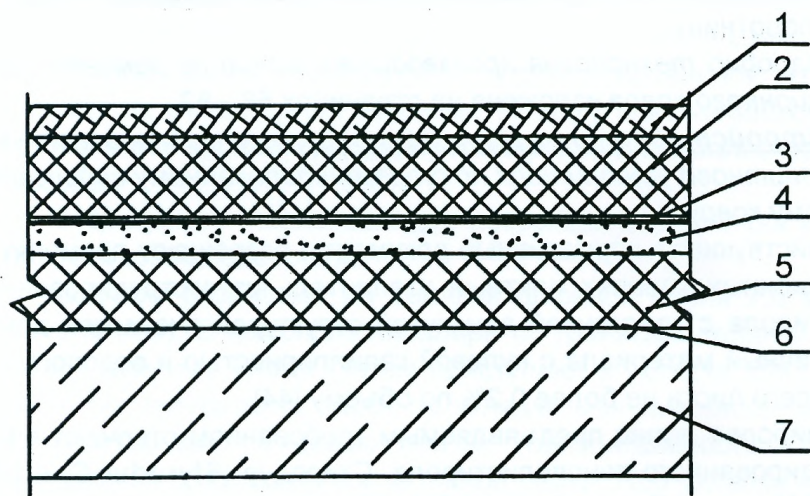


Рис. 54. Конструкция инверсионной кровли, при выполнении ремонтных работ эксплуатируемых совмещенных кровель:

- 1–защитный слой толщиной 20 мм (холодная асфальтобетонная смесь);
- 2–теплоизоляционный слой (толщина определяется расчетом);
- 3–существующий водоизоляционный ковер; 4–выравнивающая стяжка (существующая); 5–плитный утеплитель; 6–пароизоляция; 7–несущая конструкция покрытия

Такое конструктивное решение (рис. 54) позволяет:

- 1) существенно снизить трудоемкость производства работ и уменьшить расход материалов;
- 2) обеспечить требуемое термическое сопротивление теплопередачи ремонтируемого совмещенного покрытия без затрат на просушивание переувлажненного утеплителя.

Подробно технология ремонта выравнивающей стяжки изложена на странице 62.

Ремонт существующего водоизоляционного ковра

Учитывая, что в процессе эксплуатации инверсионной кровли существующий водоизоляционный ковер выполняет функции пароизоляции, его ремонт будет включать:

- а) установку заплат в виде одного или двух дополнительных слоев рулонного материала на поврежденные участки кровли;
- б) приклеивание к основанию отслоившихся участков;
- в) склеивание и надежное соединение расслоившихся между собой полотнищ.

Подробно технология производства работ по ремонту водоизоляционного ковра изложена на страницах 58...62.

Устройство теплоизоляционного слоя предполагает укладку плитного утеплителя по отремонтированному водоизоляционному ковра.

Действующие нормативные документы разрешают применять в инверсионных кровлях плитный утеплитель из экструдированного полистирола с гомогенной замкнутой структурой ячеек или другой аналогичный материала с нулевой капиллярностью и водопоглощением всего листа не более 0,2% по объему [44].

Наиболее полно предъявляемым требованиям отвечают плиты экструдированного пенополистирола: Стиродур (**Styrodur C**) и **STYROFOAM** марки Руфмейт (**ROOFMATE**). Производит эти плиты химический концерн BASF AG (Германия).

Предлагаемые плиты обладают малой плотностью: 25...45 кг/м³; высокими теплотехническими характеристиками: $\lambda=0,025...0,033$ Вт/м·°С и практически нулевой влажностью. Предельная допустимая температура их использования 75°С. Выпускаются они размерами: 1250×600×20...200 мм. Наряду с плитами с гладкой кромкой, для упрощения укладки и предотвращения появления мостиков холода выпускаются плиты со ступенчатой и паз-выступ формой кромок (табл. 14).

Типы форм кромок плит

Таблица 14

Гладкая кромка	
Ступенчатая кромка	
Кромка паз-выступ	

Стоимость плит с учетом НДС составляет от 160 до 212 у.е. за 1 м². Наименьшую стоимость имеют плиты с гладкой кромкой.

Теплоизоляция из плит экструдированного пенополистирола в зависимости от толщины утеплителя может быть уложена в один или два слоя. Плиты могут укладываться насухо либо наклеиваться на холодную битумной мастике.

До начала работ по устройству теплоизоляции необходимо завершить на захватке работы по ремонту выравнивающей стяжки и существующего водоизоляционного ковра.

Для обеспечения ровности основания под защитный слой из асфальтобетона до укладки плит утеплителя необходимо произвести нивелирование поверхности отремонтированной кровли на площади не менее одной захватки. Укладку плит начинают с повышенных мест кровли и, в первую очередь, с наиболее удаленных участков.

Операции по теплоизоляции покрытия выполняют в следующей последовательности.

Захватку разбивают на дяланы шириной 5 или 7,5 м (кратно длине плиты). С помощью нивелира по границам дяланы устанавливают маячные плиты. Затем приступают к укладке плит маячных рядов. По завершении работ по укладке маячных рядов изолирующие укладывают рядовые плиты. Горизонтальность их укладки проверяется с помощью контрольной рейки. *При укладке плит контролируют плотность прилегания их друг к другу и к смежным ранее уложенным плитам.*

Последовательность укладки плитного утеплителя на захватке приведена на рисунке 7 (стр. 19).

Для снижения трудоемкости устройства теплоизоляции из плит экструдированного пенополистирола с гладкой кромкой предлагается применить «ковер из плит».

«Ковер из плит» представляет собой блок, состоящий из двух плит утеплителя соединенных между собой с помощью стеклоткани с размерами в плане 2500×600 мм (рис. 55).

Такое соединение плит позволяет складывать «ковёр из плит» до размеров в плане 1250×600 мм, что облегчает транспортирование, хранение и укладку утеплителя. «Ковёр из плит» целесообразно изготавливать на специализированных участках.

Устройство теплоизоляции покрытия с помощью «ковра из плит» выполняется в следующей последовательности.

С помощью нивелира по границам делянки устанавливают маячные плиты размером 1250×600 мм. Правильность укладки маячных плит постоянно контролируется с помощью нивелира. По завершении укладки маячных плит приступают к укладке маячных рядов из «ковра из плит».

Изолировщики подносят к месту укладки «ковёр из плит» в сложенном виде и укладывают его на существующий водоизоляционный ковер сухо. Поднимают одну плиту и наносят на основание холодную битумную мастику, тщательно промазывают кромки ранее уложенных плит. Приклеивают плиту к основанию и прикатывают катком. Аналогично приклеивают вторую плиту ковра. По завершении работ по укладке маячных рядов изолировщики аналогичным образом, используя «ковёр из плит», укладывают рядовые плиты. Горизонтальность их укладки проверяется с помощью контрольной рейки.

Для предохранения теплоизоляционных материалов от повреждений, при хождении по ним рабочих и транспортировании материалов, укладку плит следует вести «на себя».

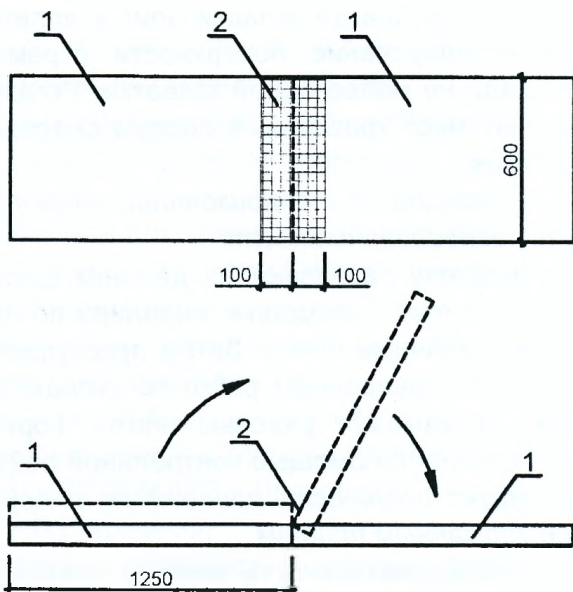


Рис. 55. Соединение плит утеплителя в «ковёр»:

1—плита утеплителя; 2—стеклоткань

Применение «ковра из плит» позволяет снизить затраты труда на 100 м² слоя до 9,4 чел.-ч, т.е. более чем на 20% по сравнению с укладкой плит по обычной технологии.

Технологическая схема устройства теплоизоляции с использованием «ковра из плит» приведена на рисунке 56.

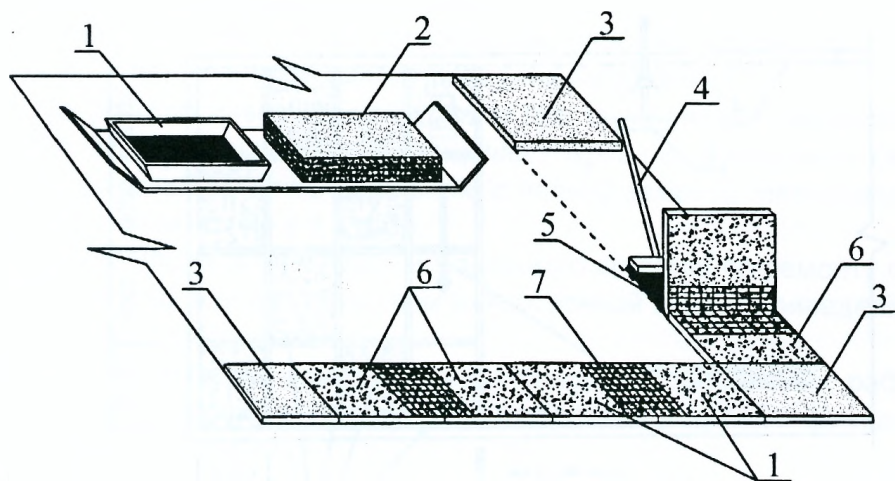


Рис.56. Технологическая схема устройства теплоизоляции с использованием «ковра из плит»:

1–емкость для мастики; 2–складирование «ковра из плит»; 3–плита маячного ряда; 4–гребок с резиновой вставкой для разравнивания мастики; 5–слой мастики; 6–маячный ряд из «ковра из плит»; 7–стеклоткань

Защитный слой инверсионной кровли рекомендуется выполнять из холодных асфальтобетонных мелкозернистых смесей типов Г_х и Д_х (СТБ 1033-96). Эти смеси обладают целым рядом достоинств. Укладывать их в защитный слой кровли разрешается при температуре смеси не ниже 5°С. Гарантийный срок хранения таких смесей с использованием битумов СГ 70/130 – 4 месяца; с использованием битумов МГ 70/130 и МГО 70/130 – 8 месяцев со дня приготовления. В летний период холодные асфальтобетонные смеси можно хранить на открытых площадках, а в осенне-зимний период в закрытых складах или под навесом в штабелях высотой до 2 м.

Предлагается следующая технология устройства защитного слоя инверсионной кровли из холодной асфальтобетонной смеси.

Вначале на кровле с помощью нивелира устанавливают деревянные маячные рейки, толщиной, соответствующей толщине защитного слоя (20 мм). Маячные рейки устанавливают так, чтобы защитный слой разделить температурно-усадочными швами на участки размерами не более 6×6 м (рис. 57).

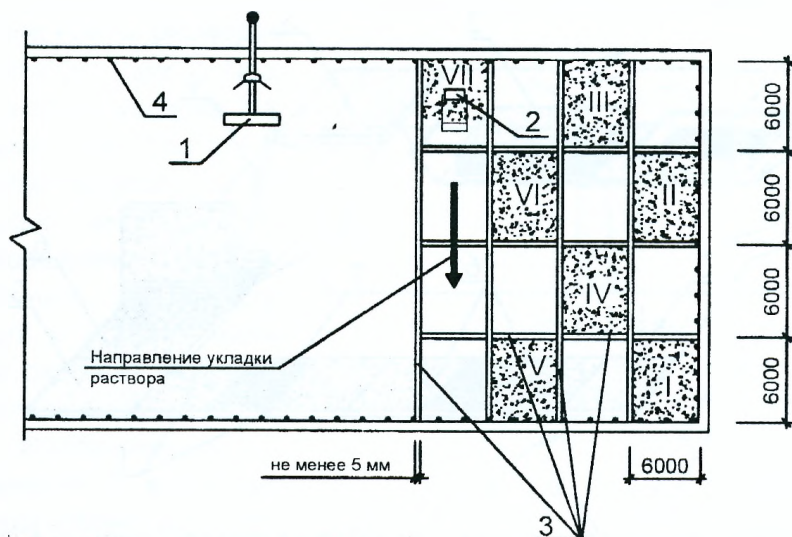


Рис.57. Технологическая схема производства работ по устройству защитного слоя из асфальтобетонной смеси:

I...VII – последовательность устройства защитного слоя;

1–крышевой кран; 2–ручной каток; 3–маячные рейки;

4–инвентарное ограждение

До начала работ по устройству защитного слоя выполняется очистка основания от строительного мусора и пыли сжатым воздухом, подаваемым по шлангам от компрессорной установки марки К-5. При необходимости основание под защитный слой просушивают с использованием передвижной машины марки СО-107.

Холодную асфальтобетонную смесь доставляют с завода в автомобилях-самосвалах, выгружают в поворотные бады и с помощью крышевого крана подают к месту укладки.

Устройство защитного слоя ведут отдельными полосами шириной до 6 м. Асфальтобетонная смесь укладывается на кровле в последовательности, указанной на рисунке 57. Работу выполняет зве-

но в составе трех изолирующих: 4 разряда – 1 человек; 2 разряда – 2 человека. После подачи смеси на кровлю и выгрузки ее разравнивают до требуемой толщины слоя по всей площади полосы и уплотняют с помощью ручного катка весом 60...80 кг. Уплотнение бетонной смеси катком выполняется до тех пор, пока поверхность асфальтобетонного покрытия не станет совершенно гладкой, а ее толщина будет доведена до проектной.

Технологическая схема производства работ по устройству стяжки из асфальтобетонной смеси приведена на рисунке 57.

Устройство инверсионной кровли при выполнении ремонтных работ эксплуатируемых совмещенных кровель позволяет снизить трудозатраты по сравнению с полной заменой теплоизоляционного слоя почти в 1,7 раза.

Калькуляция затрат труда и машинного времени по ремонту совмещенной кровли с устройством инверсионной кровли приведена в Приложении, таблица 6.

Технологический комплект на производство ремонтных работ совмещенной кровли с устройством инверсионной кровли приведен в Приложении, таблица 7.

§4.5. Ремонт кровли с утеплителем из минераловатных плит

Исследования состояния утеплителя из минераловатных плит в эксплуатируемых 15 лет и более совмещенных кровлях показали, что состояние утеплителя резко ухудшилось:

- влажность материала достигла 12%...20% , при допустимом значении – 2...5%;
- толщина слоя утеплителя уменьшилась по сравнению с исходной величиной на 65...80%;
- теплопотери через покрытие возросли почти на 60%.

Общее состояние минераловатных плит после эксплуатации в совмещенных кровлях 15...20 лет несколько лучше, чем легобетонных плит. Минераловатные плиты в основном сохранили свои первоначальные размеры в плане.

Основными дефектами в таких кровлях, в основном, являются протечки в кровле, вызванные разрушением или отслоением полотнищ водоизоляционного ковра.

Выравнивающая стяжка, в связи с тем, что она выполнена армированной, практически не имеет разрушений.

Технологии, позволяющие выполнить восстановление тепло-технических характеристик минераловатных плит непосредственно на кровле эксплуатируемых зданий, отсутствуют. В связи с этим качественное выполнение ремонта эксплуатируемых совмещенных рулонных кровель с теплоизоляционным слоем из минераловатных плит возможно при *полной замене утеплителя или устройстве инверсионной кровли*.

Как показали расчеты устройство инверсионной кровли существенно экономичней, чем ремонт с полной заменой утеплителя. Очевидно, устройство инверсионной кровли при ремонте совмещенных кровель с утеплителем из минераловатных плит (в связи небольшими объемами работ на ремонт существующей стяжки) является наиболее приемлемым решением проблемы.

Технология производства работ по устройству инверсионной кровли при выполнении ремонтных работ эксплуатируемых совмещенных кровель дана на страницах 96... 103.

§4.6. Ремонт кровли с переувлажненным засыпным утеплителем

Как правило, ремонт совмещенных кровель с теплоизоляционным слоем из засыпных утеплителей сводится к частичному ремонту водоизоляционного ковра: устройству заплат в местах протечек. Практика показывает, что такая технология производства ремонтных работ мало эффективна – спустя 3...5 лет отремонтированный таким образом водоизоляционный ковер требует ремонта. Основной причиной некачественного выполнения ремонта водоизоляционного ковра по данной технологии является переувлажненное состояние засыпного утеплителя. Строителям известно, что качественный ремонт кровель с протечками возможен при условии: утеплитель просушен до влажности, установленной нормами (не выше 3%). Однако, как показывает практика, для климатической зоны, в которой находится наша Республика, достигнуть такой влажности при просушивании переувлажненных засыпных утеплителей с использованием азраторов невозможно. Следовательно, качественный ремонт таких кровель возможен при полной замене утеплителя. Учитывая, что стоимость ремонта совмещенной кровли с полной заменой утеплителя достаточно высокая (около 30 у.е. за 1 м² кровли) при выделяемых финансовых средствах выполнить ремонт всех эксплуатируемых кровель имеющих протечки не представляется возможным. В связи с этим задача разработки эффективных технологий

ремонта совмещенных кровель с переувлажненным засыпным утеплителем является достаточно актуальной.

Основываясь на результатах исследований по восстановлению эксплуатационных характеристик переувлажненных засыпных утеплителей, можно сделать следующее заключение.

Разработанная технология нагнетания гидрофильной смеси состава: полуводный гипс – 70...60%, портландцемент – 10...15%, пуццолановая добавка (керамзит) – 20...25 % в переувлажненный утеплитель (гравий керамзитовый) позволяет: обеспечить восстановление пористой структуры материала (с преобладающим объемом закрытых пор) и удалить свободную влагу из него. Применение разработанной технологии при ремонте совмещенных кровель позволяет существенно снизить стоимость работ.

Технология производства ремонтных работ кровель с переувлажненным засыпным утеплителем является комплексным технологическим процессом, состоящим из подготовительных и основных процессов.

Подготовительные процессы включают:

а) обследование состояния ремонтируемой кровли и отбор проб утеплителя;

б) разметку на кровле мест установки инъекторов и расположения контрольных отверстий;

в) ремонт выравнивающей стяжки;

г) частичный ремонт существующего водоизоляционного ковра;

д) сверление отверстий (контрольных и для установки инъекторов) в водоизоляционном ковре и выравнивающей стяжке.

Основные технологические процессы включают:

а) установку инъектора в рабочее положение и герметизацию стыка его с кровлей;

б) нагнетание гидрофильной смеси через инъектор в слой сыпучего утеплителя;

в) извлечение инъектора и ремонт выравнивающей цементно-песчаной стяжки и слоев водоизоляционного ковра в местах установки инъектора и контрольных отверстий.

При обследовании кровли:

– визуально оценивается состояние водоизоляционного слоя (наличие в рулонном ковре разрывов; разрушений (пробоин); вздутий; повреждений краев полотнищ);

– с помощью трехметровой рейкой «КОНДОР-ЗМ» проверяют ровность стяжки; участки стяжки, на которых просветы между по-

верхностью основания и рейкой превышают 5 мм вдоль уклона и 10 мм – поперек уклона кровли, подлежат ремонту;

– материал теплоизоляционного слоя (сыпучий утеплитель) подвергается лабораторным исследованиям, при которых определяются: влажность, средняя насыпная плотность и структура зерен материала. Пробы материалов, для оценки их состояния, берутся из вскрытых участков кровли площадью не менее $0,25 \text{ м}^2$ в количестве не менее пяти при площади кровли до 1000 м^2 и не менее трех на каждые последующие 1000 м^2 кровли, выполненных равномерно в разных местах кровли.

По результатам обследования кровли, с учетом исследования эксплуатационных характеристик материала теплоизоляционного слоя, разрабатывается проект производства работ (ППР).

При разработке ППР, с целью максимального снижения затрат на выполнение технологических операций, рекомендуется следующая последовательность выполнения работ на захватке:

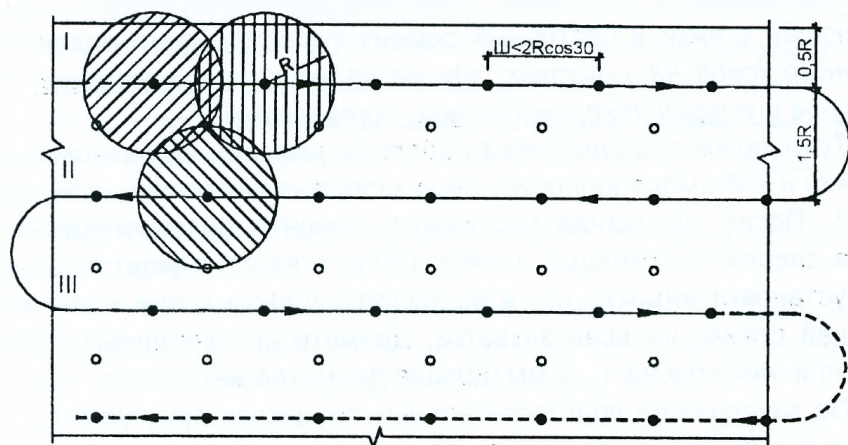
1. В зависимости от соотношения геометрических размеров захватки выбирается схема *последовательности нагнетания гидрофильной смеси в слой переувлажненного засыпного утеплителя через инъекторы.*

Проведенные исследования показали, что для захваток прямоугольных в плане целесообразно применять рядовую (горизонтальную) схему (рис. 58а), для захваток квадратных в плане – рядовую (вертикальную) схему (рис. 58б).

В полном соответствии с выбранной схемой нагнетания ГС на ремонтируемой кровле выполняют разметку *мест (точек) установки инъекторов и расположения контрольных отверстий.*

Для ускорения выполнения этой операции целесообразно использовать заранее изготовленные шаблоны из древесины или легких сплавов. Места установки инъекторов и расположения контрольных отверстий на водоизоляционном ковре необходимо отмечать водостойкими красками.

а)



б)

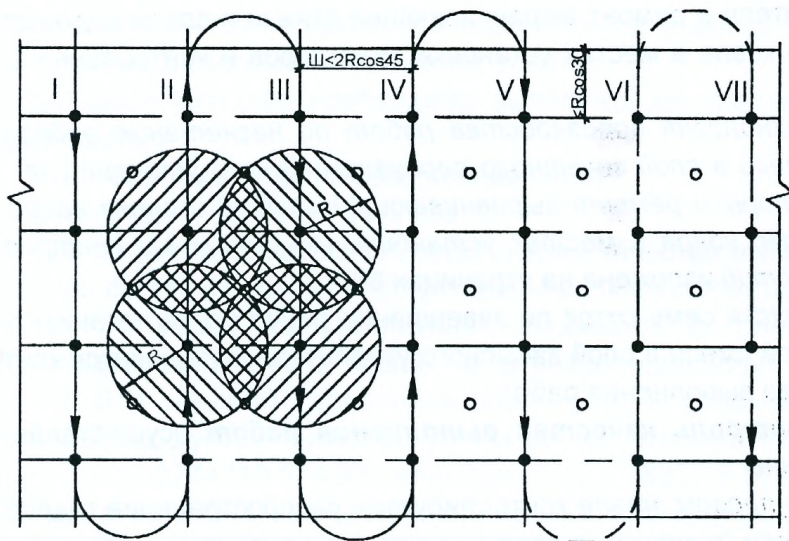


Рис. 58. Последовательность нагнетания ГС в слой теплоизоляции на захватке:

а)–рядовая (горизонтальная); б)–рядовая (вертикальная);

I...IV–последовательность выполнения операций;

R–радиус распространения ГС ($R=0,8$ м); Ш–шаг установки иньекторов;

○ –контрольные отверстия;

● –отверстия под установку иньекторов;

➔ –направление движения при производстве работ

2. По завершении работ по разметке мест установки инжекторов и расположения контрольных отверстий выполняют ремонт выравнивающей стяжки и частичный ремонт существующего водоизоляционного ковра на участках, где не планируется установка инжекторов и устройство контрольных отверстий.

Технология производства работ по ремонту выравнивающей стяжки и водоизоляционного ковра изложена на страницах 58...62.

3. После окончания частичного ремонта водоизоляционного ковра сверлят с помощью электродрели отверстия (контрольные и для установки инжекторов) в водоизоляционном ковре и выравнивающей стяжке на всей захватке. Диаметр просверленных отверстий принимается на 1...2 мм больше диаметра инжектора.

По завершении подготовительных процессов приступают к выполнению основных технологических процессов, включающих нагнетание гидрофильной смеси в слой засыпного переувлажненного утеплителя и ремонт выравнивающей стяжки и слоев водоизоляционного ковра в местах установки инжекторов и контрольных отверстий.

Технология производства работ по нагнетанию гидрофильной смеси в слой засыпного переувлажненного утеплителя через инжекторы и ремонт выравнивающей стяжки и слоев водоизоляционного ковра в местах установки инжекторов и контрольных отверстий изложена на страницах 86...93.

Спустя семь суток по завершении работ по нагнетанию гидрофильной смеси в слой засыпного утеплителя выполняется контроль качества выполнения работ.

Контроль качества выполнения работ осуществляется в два этапа.

На первом этапе контролируется распространение гидрофильной смеси (порошка) в слое сыпучего утеплителя при нагнетании ее через инжектор. Осуществляется такой контроль визуально, через контрольные отверстия (рис. 58). Цель контроля: обеспечить в процессе производства работ проникновение порошка ГС от инжектора до границ радиуса распространения порошка.

На втором этапе выполняется контроль качества выполненных работ по восстановлению эксплуатационных характеристик (в первую очередь теплотехнических) переувлажненного засыпного утеплителя.

Показателем качества выполненных работ является снижение величины теплопотерь через покрытие.

Величина теплопотерь через совмещенное покрытие контролируется с использованием портативного измерителя плотности тепловых потоков марки ИТП-МГ4 «Поток». Принцип работы этого прибора основан на измерении перепада температуры на пластине при прохождении через нее теплового потока, что позволяет автоматически (на табло) получить величину теплопотерь через покрытие помещения.

Контроль качества выполнения работ осуществляется следующим образом.

На совмещенной кровле площадью до 200 м² контроль качества необходимо выполнять не менее чем на пяти участках кровли и не менее чем на трех на каждые последующие 200 м².

Участки, на которых выполняется контроль качества (замеры теплопотерь с использованием ИТП-МГ4 «Поток»), берутся равномерно по площади кровли. На каждом участке кровли контроль качества выполняется не менее чем в двух точках: у места установки иньектора и на расстоянии 0,8 метра от него.

Контроль качества необходимо выполнять со следующей периодичностью:

- а) спустя семь суток по завершении работ;
- б) ежегодно, не менее двух раз.

При положительных результатах оценки качества выполненных работ по восстановлению эксплуатационных характеристик переувлажненного засыпного утеплителя наклеивают дополнительный слой водоизоляционного ковра на отремонтированных участках кровли. Для наклейки дополнительного слоя водоизоляционного ковра рекомендуется применять рулонные полимерные материалы: *Элон* (ТУ 21-5744710-514-92) или *Элон-1* (ТУ 38305-8-324-95). Для приклеивания *Элона* к основанию применяют полимерную холодную мастику марки *Мастэлон* (ТУ 5770-533-00284718-93).

Работы по устройству и ремонту кровли с применением *Элона* допускается выполнять при любой положительной и отрицательной температуре до минус 20°С наружного воздуха, при отсутствии атмосферных осадков, по сухому (без наледей и снега) основанию.

Калькуляция затрат труда и машинного времени по ремонту совмещенной кровли с переувлажненным засыпным утеплителем приведена в *Приложении, таблица 8*.

Технологический комплект на производство ремонтных работ совмещенной кровли с переувлажненным засыпным утеплителем приведен в *Приложении, таблица 9*.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аврутин Ю.Е., Кричевская Е.И., Фоломин А.И. Железобетонные крыши жилых и общественных зданий. – М., Стройиздат, 1971. – 151 с.
2. Белевич В.Б. Кровельные работы. – М.: Академия, 2000. – 400 с.
3. Беляев Л.И. Повышение долговечности кровель. // Жилищное строительство. – 1997. – №11. – С.19.
4. Болдырев А.С., Золотов П.П. и др. Строительные материалы. Справочник. – М.: Стройиздат, 1989. – 467 с.
5. Бужевич Г.А., Корнев Н.А., Керамзитожелезобетон. – М., 1963. – 236 с.
6. Васильев Л.Л., Танаева С.А. Теплофизические свойства пористых материалов. – Мн.: Наука и техника, 1971. – 268 с.
7. Волженский А.В., Стамбулко В.И., Ферронская А.В. Гипсоцементнопуццолановые вяжущие, бетоны и изделия. – М., Стройиздат, 1971. – 422 с.
8. Гервидс И.А. Керамзит. Госстройиздат. – М.: 1957. – 342 с.
9. Горлов Ю.П., Меркин А.П., Устенко А.А. Технология теплоизоляционных материалов. – М.: Стройиздат, 1980. – 400 с.
10. Горчаков Г.И. Строительные материалы. – М.: Высшая школа, 1981. – 412 с.
11. ГОСТ 8731-87. Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Сортамент. Введ. 01.01. 89. Издание официальное. Государственный строительный комитет СССР. – М.: 1987. – 6 с.
12. ГОСТ 30256-94. Метод определения теплопроводности цилиндрическим зондом. – Введен впервые; Введ. 01.01.96. Издание официальное. Межгосударственная научно-техническая комиссия по стандартизации и техническому нормированию в строительстве, – Минск, 1996. – 12 с.
13. ГОСТ 12.3.040-86. Работы кровельные и гидроизоляционные. Требования безопасности. – М.: Издательство стандартов, 1986. – 5 с.
14. ГОСТ 12.1.013-78. Электробезопасность. Общие требования. – М.: Издательство стандартов, 1978. – 6 с.
15. ГОСТ 12.2.003-91. Оборудование производственное. Общие требования. – М.: Издательство стандартов, 1991. – 16 с.
16. ЕНиР сб, Е1. Внутривозвездные транспортные работы. – М.: Прейскурантиздат, 1987. – 40 с.

17. ЕНиР сб. Е7. Кровельные работы. – М.: Прейскурантиздат, 1987. – 24 с.
18. ЕНиР сб. Е8. Отделочные покрытия строительных конструкций. Вып. 1. – М.: Стройиздат, 1988. – 160 с.
19. ЕНиР сб. Е11. Изоляционные работы. – М.: Стройиздат, 1988. – 64 с.
20. ЕНиР сб. Е20. Ремонтно-строительные работы. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения. – М.: Стройиздат, 1987. – 224 с.
21. **Зайцев Н.Л.** Экономика промышленного предприятия. – М.: Инфра-М, 2000. – 376 с.
22. Закон Республики Беларусь об энергосбережении. – Принят 19.06.98. – Минск: 1999. – 10 с.
23. **Камбефор А.** Инъекция грунтов. Пер. с франц. – М.: Энергия, 1971. – 232 с.
24. Карта трудового процесса строительного производства КТ-7.0-0.1-71 «Теплоизоляция покрытия плитами из пенополистирола». М.: ЦНИИОМТП, 1972. – 8 с.
25. Карта трудового процесса строительного производства КТ-11.0-37.1-70 «Теплоизоляция покрытия пенобетонными плитами». М.: ЦНИИОМТП, 1972. – 6 с.
26. Карта трудового процесса строительного производства КТ-11.0-40.1-70 «Теплоизоляция покрытий монолитным газобетоном». М.: ЦНИИОМТП, 1972. – 6 с.
27. Карта трудового процесса строительного производства КТ-11.0-37.3-70 «Теплоизоляция покрытий плитным утеплителем на горячей мастике». М.: ЦНИИОМТП, 1972. – 4 с.
28. **Коломеец А.В., Ариевич Э.М.** Эксплуатация жилых зданий. Справочное пособие. – М.: Стройиздат, 1985. – 358 с.
29. **Лыков А.В.** Теория сушки. – М.: Гозэнергоиздат, 1968. – 478 с.
30. **Лыков А.В.** Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967. – 600 с.
31. Методика выявления дефектов и оценки эксплуатационных свойств кровель железобетонных крыш жилых зданий. – М.: Стройиздат, 1985. – 62 с.
32. **Минх А.А.** Методы гигиенических исследований. – М.: Медгиз, 1954. – 339 с.
33. **Могилат А.Н., Кривобок Э.Н.** Проектирование теплозащиты покрытий гражданских зданий. – Киев: Будівельник, 1982. – 146 с.

34. **Наназашвили И.Х.** Строительные материалы, изделия и конструкции. Справочник. – М.: Высшая школа, 1990. – 494 с.
35. **Никитин А.А., Николаев В.Б., Сельдин Н.Н., Соколов В.К.** Эксплуатация кровель жилых зданий. Справочник. – М.: Стройиздат, 1990. – 364 с.
36. **Онацкий С.П.** Керамзитовый гравий. – М.: Госстройиздат, 1953. – 342 с.
37. Пособие по химическому закреплению грунтов инъекцией в промышленном и гражданском строительстве (к СНиП 3.02.01-83). – М.: Стройиздат, 1986. – 128 с.
38. **Ребиндер П.А.** Сушка и увлажнение строительных материалов и конструкций. – М.: Профиздат, 1958. – 294 с.
39. Руководство по производству и приемке работ при устройстве оснований и фундаментов / НИИОСП им. Н.М. Герсевича. – М.: Стройиздат, 1977. – 240 с.
40. Рекомендации по эксплуатации и ремонту кровель из рулонных материалов. – М.: Стройиздат, 1986. – 36 с.
41. **Ройтман А.Г., Смоленская Н.Г.** Ремонт и реконструкция жилых и общественных зданий. – М.: Стройиздат, 1978. – 234 с.
42. Республиканская программа энергосбережения на 2001-2005 гг. Государственный комитет по энергосбережению и энергетическому надзору Республики Беларусь. – Минск: 2001. – 102 с.
43. СНБ 2.04.01-97 Строительная теплотехника. – Взамен СНБ 2.01.01-93; Введ. 01.05.98. Издание официальное. – Минск, 1997. – 34 с.
44. СНБ 5.08.02-2000 Кровли. Технические требования и правила приемки. – Взамен СНиП II-26-76; Введ. 01.01.2001. – Минск, 2000. – 26 с.
45. СНиП III-4-80*. Техника безопасности в строительстве./ Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1991. – 352 с.
46. СНиП 2.01.02-85*. Противопожарные нормы./ Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1991. – 41 с.
47. СНиП 3.04.01-87. Изоляционные и отделочные покрытия./ Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 56 с.
48. **Сокова С.Д., Фомина П.Г.** Влияние влаги подкровельного ковра на гидроизоляцию. // Жилищное строительство. – 1997. – №9. – С.9-11.
49. Техническое обследование конструкций покрытия и чердачного перекрытия прядильной фабрики №1 и разработка рекомендаций

- по их ремонту и усилению: Отчет о НИР (1 этап) / ЦНИИПромзданий. – Москва-Брест, 1990. – 126 с.
50. Технология строительного производства: Справочник; Под ред. С. Я. Луцкого, С. С. Атаева. – М.: Высш. шк., 1991. – 384 с.
51. Типовая технологическая карта на кровельные и изоляционные работы 6312531001/ 64001 К «Устройство цементной стяжки». – М.: ЦНИИОМТП, 1990. – 13 с.
52. Типовая технологическая карта на кровельные и изоляционные работы 631203006/ 61006 К «Огрунтовка основания». – М.: ЦНИИОМТП, 1991. – 17 с.
53. Типовая технологическая карта на кровельные и изоляционные работы 6312531007/ 62007 К «Наклейка однослойного пароизоляционного ковра кровли». – М.: ЦНИИОМТП, 1992. – 14 с.
54. Типовая технологическая карта на ремонт рулонных кровель с применением битумно-полимерных мастичных материалов с разборкой старого кровельного ковра. – М.: Центр проектной продукции в строительстве, 2001. – 18 с.
55. Типовая технологическая карта на устройство и ремонт кровель из эластомерного рулонного материала Элон. – М.: Центр проектной продукции в строительстве, 2001. – 29 с.
56. Трефф Э. Долговечные конструкции крыш. – М.: Стройиздат, 1988. – 188 с.
57. Устинов Б.С. Эффективность вентиляции совмещенных покрытий. // Жилищное строительство. – 1990. – №7. – С.12-14.
58. Устинов Б.С. Ремонт кровель из рулонных материалов. // Промышленное строительство. – 1991. – №1. – С.34-36.
59. Устинов Б.С. Ремонт кровель из рулонных материалов с полной заменой старых слоев новыми. // Промышленное строительство. – 1991. – №4. – С.18-20.
60. Чентемиров М.Г., Горных В.П. Производство и применение керамзита. – М.: Госстройиздат, 1959. – 366 с.
61. Черноиван В.Н., Самкевич В.А. К оценке физических свойств сыпучих утеплителей, используемых в эксплуатируемых совмещенных кровлях с прямым размещением слоев. // Вестник БГТУ / Строительство и архитектура. – Брест, 2002. – С.34-39.
62. Черноиван В.Н., Самкевич В.А. Восстановление функциональных свойств сыпучих утеплителей в эксплуатируемых совмещенных рулонных кровлях. // Вестник БГТУ / Строительство и архитектура. – Брест, 2003. – С.64-68.

63. Черноиван В.Н., Самкевич В.А. Отчет по обследованию рулонных кровель отапливаемых эксплуатируемых зданий // Х/Д 95/104 Разработка технологии реабилитации рулонных кровель отапливаемых эксплуатируемых зданий. – Брест, 1996. – 16 с.
64. Черноиван В.Н., Семенюк С.М., Матох В.А. Исследование температурно-влажностного состояния утеплителя рулонной кровли в процессе эксплуатации. // Материалы 51-ой научно-технической конференции, посвященной 75-летию БГПА «Состояние и перспективы развития науки и подготовки инженеров высокой квалификации в БГПА». – Минск, 1995. – С.107-108.
65. Штейн И.И. Устройство крупнопанельных крыш. – Л.: Стройиздат, 1973. – 159 с.
66. Штейнхёфель Х.-Й. Комплексный ремонт плоских крыш. – М.: Стройиздат, 1989. – 136 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Основные характеристики теплоизоляционных материалов

Таблица 1

Теплоизоляция	Плотность γ , кг/м ³	Влажность при условиях эксплуатации, %		Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м×°С) при условиях эксплуатации		
		А	Б	в сухом состоянии	А	Б
1	2	3	4	5	6	7
<i>Бетоны на искусственных пористых заполнителях</i>						
Керамзитобетон	1800	5	10	0,66	0,80	0,92
То же	1600	5	10	0,58	0,67	0,79
То же	1400	5	10	0,47	0,56	0,65
То же	1200	5	10	0,36	0,44	0,52
То же	1000	5	10	0,27	0,33	0,41
То же	800	5	10	0,21	0,24	0,31
То же	600	5	10	0,16	0,20	0,26
То же	500	5	10	0,14	0,17	0,23
Перлитобетон	1200	10	15	0,29	0,44	0,50
То же	1000	10	15	0,22	0,33	0,38
То же	800	10	15	0,16	0,27	0,33
То же	600	10	15	0,12	0,19	0,23
Газо- и пенобетон, газо- и пеносиликат (ГОСТ 5742-76)	1000	10	15	0,29	0,41	0,47
То же	800	10	15	0,21	0,33	0,37
То же	600	8	12	0,14	0,22	0,26
То же	400	8	12	0,11	0,14	0,15
То же	300	8	12	0,08	0,11	0,13
Полистиролбетон (РСН 74-92 Гос- строя РБ)	600	2	4	0,10	0,11	0,12

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
Полистиролбетон (РСН 74-92 Гос- строя РБ)	500	2	4	0,09	0,10	0,11
Изделия из дерева и других природных органических материалов						
Плиты древесно- волоконные и дре- весно-стружечные (ГОСТ 4598-86*, ГОСТ 10632-89)	1000	10	12	0,15	0,23	0,29
То же	800	10	12	0,13	0,19	0,23
То же	400	10	12	0,08	0,11	0,13
То же	200	10	12	0,06	0,07	0,08
Плиты фибролитовые (ГОСТ 8928-81)	800	10	15	0,16	0,24	0,30
То же	600	10	15	0,12	0,18	0,23
То же	400	10	15	0,08	0,13	0,16
То же	300	10	15	0,07	0,11	0,14
Плиты волокнистые теплоизоляцион- ные из отходов ис- кусственного меха (ТУ 17-5-30-92)	175	7	12	0,07	0,098	0,118
То же	150	7	12	0,065	0,093	0,113
То же	125	7	12	0,060	0,088	0,108
Плиты льноко- стичные изоляцион- ные (ТУ 21 БССР 98-84 изм. №1)	250	7	12	0,054	0,091	0,11
Минераловатные и стекловолокнистые изделия						
Маты минерало- ватные прошивные (ГОСТ 21880-86)	125	2	5	0,056	0,064	0,07

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
Маты минераловатные прошивные (ГОСТ 21880-86)	75	2	5	0,052	0,06	0,064
То же	50	2	5	0,048	0,052	0,06
Плиты мягкие, полужесткие и жесткие минераловатные на битумном связующем (ГОСТ 10140-80)	350	2	5	0,091	0,09	0,11
То же	300	2	5	0,084	0,087	0,09
То же	200	2	5	0,070	0,076	0,08
То же	100	2	5	0,056	0,06	0,07
То же	50	2	5	0,048	0,052	0,06
Маты и полосы из стеклянного волокна прошивные (ТУ 21-23-72-75)	150	2	5	0,061	0,064	0,07
Плиты пенополистирольные (ГОСТ 15588-86)	50	2	10	0,041	0,043	0,052
То же	35	2	10	0,038	0,041	0,05
То же	25	2	10	0,041	0,043	0,052
То же	15	2	10	0,043	0,045	0,054
Полимерные изделия						
Пенополиуретан (ТУ 8-56-70, ТУ 67-98-75, ТУ 67-87-75)	80	2	5	0,041	0,05	0,05
То же	60	2	5	0,035	0,041	0,041
То же	40	2	5	0,029	0,04	0,04

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
Плиты из резольно-фенолформальдегидного пенопласта (ГОСТ 20916-87)	100	5	20	0,047	0,052	0,076
То же	75	5	20	0,043	0,05	0,07
То же	50	5	20	0,041	0,05	0,064
То же	40	5	20	0,038	0,041	0,06
Плиты полистирол-бетонные теплоизоляционные (ТУ 21 БССР 222-87)	300	2	4	0,085	0,092	0,10
То же	260	2	4	0,075	0,082	0,09
То же	230	2	4	0,068	0,075	0,085
Засыпки						
Гравий керамзитовый (ГОСТ 9757-90)	800	2	3	0,18	0,21	0,23
То же	600	2	3	0,14	0,17	0,20
То же	400	2	3	0,12	0,13	0,14
То же	300	2	3	0,108	0,12	0,13
То же	200	2	3	0,099	0,11	0,12
Щебень и песок из перлита вспученного (ГОСТ 10832-91)	600	1	2	0,11	0,111	0,12
То же	400	1	2	0,076	0,087	0,09
То же	200	1	2	0,064	0,076	0,08

Технические характеристики машины ЛНИИ АКХ для нарезки швов в рулонном ковре

Таблица 2

Параметр	Значение
Техническая производительность, м/мин	до 4
Число нарезаемых швов за один проход	1
Рабочий орган (фреза):	
диаметр, мм	200
частота вращения, мин ⁻¹	2260
максимальная глубина врезания в ковер, мм	22
максимальная высота подъема от нулевого положения, мм	25
Электродвигатель:	
модель	АН1-550/22
номинальная мощность, Вт	550
напряжение, В	220
частота тока, Гц	50
Габарит, мм:	
длина	1250
ширина	535
высота	1000
Масса, кг:	
полная в комплекте	48
без кабеля и защитно-отключающего устройства	27

Технические характеристики крышевых кранов КБК-2 и К-1М

Таблица 3

Показатель	Марка	
	КБК-2	К-1М
Грузоподъемность, кг	320	320
Вылет консоли, мм	1100	1200
Скорость подъема, м/мин	20	15
Высота подъема груза, м	50	50
Габариты (Д×Ш×В), мм	3840×1400×2170	3500×1400×2300
Масса (без контргруза), кг	180	—
Масса контргруза, кг	270 (6×45)	300

Калькуляция затрат труда и машинного времени по ремонту кровли с заменой плитного утеплителя

Таблица 4

Обоснова- ние	Наименова- ние процесса	Ед. измерения	Объем работ	Норма време- ни на ед. из- мере- ния, чел.-ч	Затраты труда на об- щий объем работ, чел.-ч	Состав звена
1	2	3	4	5	6	7
Приложение 1 [54]	Нарезка швов в ру- лонном ков- ре с помо- щью машины конструкции ЛНИИ АКХ	100 м ²	10	0,69	6,9	Кро- вельщик 4 р. – 1
ЕНиР, §Е20-1-107, № 2	Снятие при- шедшего в негодность покрытия из рулонных материалов	100 м ²	10	8,8	88	Кро- вельщик 2 р. – 1
ЕНиР, §Е20-1-63, № 1	Разборка выравни- вающей стяжки и лег- кобетонных плит отбой- ным молот- ком	1м ²	10	0,99	9,9	Бетон- щик: 3 р. – 1
ЕНиР, §Е20-1-255, № 5	Очистка по- крытия от строительно- го мусора	100 м ²	10	3,9	39	Под- собный рабо- чий: 1 р. – 1

Таблица 4 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
ЕНиР, §Е7-4, № 2	Очистка основания от пыли и мусора механизированным способом	100 м ²	10	0,41	4,1	Кровельщики: 3 р. – 1; 2 р. – 1
ЕНиР, §Е7-4, № 3	Просушивание основания механизированным способом	100 м ²	10	8,6	86	Кровельщик 4 р. – 1
ТТК 6312531007 62007 ж	Устройство оклеечной пароизоляции	100 м ²	10	1,35	13,5	Кровельщики: 4 р. – 1; 3 р. – 1; машинист: 3 р. – 1
ЕНиР §Е7-14, № 9	Устройство теплоизоляции из пенополистирола на мастике при размере плит 1×0,8 м	100 м ²	10	11,5	115	Изоляровщики: 3 р. – 1; 2 р. – 1
ЕНиР §Е7-15, № 3	Устройство стяжки из асфальтобетонной смеси	100 м ²	10	12,3	123	Изоляровщики: 4 р. – 1; 3 р. – 1
ККТ-11.0-50.88	Огрунтовка основания	100 м ²	10	0,284	2,84	Кровельщики: 4 р. – 1; 3 р. – 1

Таблица 4 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
ЕНиР §Е7-2, №№ 2, 3	Устройство рулонного ковра из на- плавляемого рулонного материала с разжижени- ем покровно- го слоя	100 м ²	30	4,47	134,1	Кро- вельщи- ки: 4 р. – 1; 3 р. – 1; 2 р. – 1
ЕНиР §Е7-4, № 10	Устройство защитного слоя из гра- вия на горя- чей битум- ной мастике при нанесе- нии мастики механизиро- ванным спо- собом	100 м ²	10	2,3	23	Кро- вельщи- ки: 4 р. – 1; 3 р. – 1; 2 р. – 1
Итого:					645,4	

**Технологический комплект на производство ремонтных работ
рулонных кровель с полной заменой утеплителя**

Таблица 5

Код	Наименова- ние машин, механизмов и оборудования	Тип, марка, ГОСТ	Технические характерис- тики	Назначение	Коли- чество на звено (брига- ду), шт
1	2	3	4	5	6
1	Водосбороч- ная машина	СО-222	Масса 1,5 кг	Сбор воды	1

Таблица 5 (продолжение)

1	2	3	4	5	6
2	Установка компрессорная	СО-7	Масса 85 кг	Очистка основания от мусора и пыли	1
3	Кран крышевой	К-1 или КБК-2	Грузоподъемности: К-1 – 320 кг, КБК-2 – 320 кг	Подъем материалов	1
4	Поддон для материалов	ПС-0,5И, ТУ 65-469-83	Масса 76 кг, 1270×890× ×1260 (высота)	Подъем рулонных материалов	2
5	Тележка для кровельных материалов	Пр.1688 ЦНИИОМТП	Масса 17 кг	Подвозка материала	1
6	Нож кровельный	ТУ 400-28- 187-76	Масса 0,285 кг	Резка рулонных материалов	2
7	Фен строительный	"Bosh", "Leister"	Мощность 2...5 кВт	Прогрев краев смежных полотнищ	1
8	Каток с мягкой обкладкой	–	Масса 50...70 кг	Прикатка полотнищ	1
9	Рейка складная универсальная	КОНДОР-3М	Длина 3 м, масса 5 кг	Проверка уклонов, ровности основания	1
10	Линейка металлическая	ГОСТ 427-75	Длина 1 м	Для целей измерения	1

Таблица 5 (продолжение)

1	2	3	4	5	6
11	Рулетка металлическая	РС-2, ГОСТ 7502-80	Длина 2 м	Для целей измерения	1
12	Рулетка металлическая	РС-20, ГОСТ 7502-80	Длина 20 м	Для целей измерения	1
13	Штангенциркуль	ШЦТ-1-125	—	Измерение толщины рулонных материалов	1
14	Пояс предохранительный	ГОСТ 12.4.089-86	—	Обеспечение безопасных условий труда	3
15	Каска монтажная	ГОСТ 12.4.087-84	—	Обеспечение безопасных условий труда—	3
16	Респиратор	РПГ-67А, РМР-62, Ф-46, ПФ-2, ГОСТ 12.4.004-74	Масса 0,1 кг	Защита органов дыхания	1
17	Ведро	—	7 л, 10 л	Для мастики	3
18	Ножницы портняжные	—	—	Для резки материалов	3
19	Кисти	КР-50, КР-40; ГОСТ 10597-70	—	Для нанесения мастики	3
20	Шпатель с гребенчатой кромкой	—	—	Для нанесения мастики	2

Таблица 5 (продолжение)

1	2	3	4	5	6
21	Молоток стальной строительный плотницкий	НПЛ, ГОСТ 11-042-72	—	Для забивки гвоздей	1
22	Лопата под- борочная	ЛП, ГОСТ 19596-87	масса 2 кг	Для загрузки строитель- ного мусора в ящики (бункера)	
23	Рейка маяч- ная	—	Габаритные размеры: 3500×40× ×5 мм	Для устрой- ства це- ментно-пес- чаной стяж- ки	1
24	Передвижная кровельная установка	ПКУ-35М	Производи- тельность 150...1800 м ² /см.	Для подачи мастики на кровлю	1
25	Малогоба- ритная пере- движная ус- тановка	СО-195	Производи- тельность 1,05 м ³ /ч	Для нанесе- ния мастики	1
26	Перематы- вающая ма- шина	СО-98А	Средняя скорость протяжки материала 0,25 м/с	Очистка и перемотка рулонных кровельных материалов	1
27	Передвижная машина для сушки осно- вания кровли	СО-107	Производи- тельность 50 м ² /ч	Сушка осно- вания кров- ли	1

Таблица 5 (продолжение)

1	2	3	4	5	6
28	Виброрейка	СО-132А	Производительность 120 м ³ /ч Ширина захвата 3 м	Для уплотнения цементно-песчаной стяжки	1
29	Раствороперегрузатель	СО-157	Вместимость приемного бункера 3 м ³	Для подачи раствора в приемный бункер	1
30	Установка для подачи раствора	СО-126	Производительность 2,5 м ³ /ч	Для подачи раствора на кровлю	1
31	Поверхностный вибратор	ИБ-91А	Производительность 80 м ³ /ч Ширина обрабатываемой полосы 1 м	Для уплотнения цементно-песчаной стяжки	1
32	Виброрейка	СО-219	Производительность 160 м ³ /ч Ширина захвата 4 м	Для уплотнения асфальтобетонной стяжки	1
33	Электрический отбойный молоток	ЭМО 1,2-15	Сила удара 1800 Дж	Для разрушения стяжки и плитного утеплителя	1
34	Машина для нарезки швов в рулонном ковре	ЛНИИ АКХ	Производительность 4 м/мин	Механизированная нарезка швов в рулонном ковре	1

Калькуляция затрат труда на ремонт кровли с устройством ин- версионной кровли

Таблица 6

Обоснова- ние	Наименова- ние процесса	Ед. измерения	Объем работ	Норма време- ни на ед. из- мере- ния, чел.-ч	Затраты труда на об- щий объем работ, чел.-ч	Состав звена
1	2	3	4	5	6	7
ЕНиР, §Е20-1-80	Ремонт раз- рушенных участков основания (стяжки) из цементно- песчаного раствора	1 м ²	100	0,7	70	Бетон- щики: 4 р. – 1; 2 р. – 1
ЕНиР §Е7-4, № 3	Просушива- ние основа- ния механи- зированным способом	100 м ²	1	8,6	8,6	Кро- вель- щик 4 р. – 1
ЕНиР, §Е20-1-108	Ремонт мес- тами рулон- ного покры- тия	1 м ²	250	0,16	40	Кро- вель- щики: 3 р. – 1; 2 р. – 1
ЕНиР, §Е7-4, № 2	Очистка ос- нования от пыли и мусо- ра механи- зированным способом	100 м ²	10	0,41	4,1	Кро- вель- щики: 3 р. – 1; 2 р. – 1

Таблица 6 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
ККТ-11.0-50.88	Огрунтовка основания	100 м ²	10	0,284	2,84	Кровельщики: 4 р. – 1; 3 р. – 1
ЕНиР §Е7-2, №№ 2, 3	Устройство рулонного ковра из наплавляемого рулонного материала с разжижением кровельного слоя	100 м ²	10	4,47	44,7	Кровельщики: 4 р. – 1; 3 р. – 1; 2 р. – 1
КТ-7.0-0.1-71	Устройство теплоизоляции из пенополистирола методом «ковёр из плит»	100 м ²	10	9,4	94	Изоляционщики: 3 р. – 1; 2 р. – 1
ЕНиР §Е7-15, № 3	Устройство защитного слоя из асфальтобетонной смеси	100 м ²	10	12,3	123	Изоляционщики: 4 р. – 1; 3 р. – 1
Итого:					387,25	

Технологический комплект на производство ремонтных работ совмещенных кровель с устройством инверсионной кровли

Таблица 7

Код	Наименование машин, механизмов и оборудования	Тип, марка, ГОСТ	Технические характеристики	Назначение	Количество на звено (бригаду), шт
1	2	3	4	5	6
1	Водосборочная машина	СО-222	Масса 1,5 кг	Сбор воды	1
2	Установка компрессорная	СО-7	Масса 85 кг	Очистка основания от мусора и пыли	1
3	Кран крышевой	К-1 или КБК-2	Грузоподъемности: К-1 – 320 кг, КБК-2 – 320 кг	Подъем материалов	1
4	Поддон для материалов	ПС-0,5И ТУ 65-469-83	Масса 76 кг, 1270×890× ×1260 (высота)	Подъем рулонных материалов	2
5	Тележка для кровельных материалов	Пр.1688 ЦНИИОМТП	Масса 17 кг	Подвозка материала	1
6	Нож кровельный	ТУ 400-28- 187-76	Масса 0,285 кг	Резка рулонных материалов	2
7	Фен строительный	"Bosh", "Leister"	Мощность 2...5 кВт	Прогрев краев смежных полотнищ	1

Таблица 7 (продолжение)

1	2	3	4	5	6
8	Каток с мягкой обкладкой	—	Масса 50...70 кг	Прикатка полотнищ	1
9	Рейка складная универсальная	КОНДОР-3М	Длина 3 м, масса 1,5 кг	Проверка уклонов, ровности основания	1
10	Линейка металлическая	ГОСТ 427-75	Длина 1 м	Для целей измерения	1
11	Рулетка металлическая	РС-2, ГОСТ 7502-80	Длина 2 м	Для целей измерения	1
12	Рулетка металлическая	РС-20, ГОСТ 7502-80	Длина 20 м	Для целей измерения	1
13	Штангенциркуль	ШЦТ-1-125	—	Измерение толщины рулонных материалов	1
14	Пояс предохранительный	ГОСТ 12.4.089-86	—	Обеспечение безопасности на высоте	3
15	Каска монтажная	ГОСТ 12.4.087-84	—	Защита головы от падающих предметов	3
16	Ведро	—	7 л, 10 л	Для мастики	3
17	Ножницы портняжные	—	—	Для резки материалов	3
18	Кисти	КР-50, КР-40; ГОСТ 10597-70	—	Для нанесения мастики	3

Таблица 7 (продолжение)

1	2	3	4	5	6
19	Шпатель с гребенчатой кромкой	—	—	Для нанесе- ния мастики	2
20	Лопата под- борочная	ЛП, ГОСТ 19596-87	масса 2 кг	Для разрав- нивания слоя ас- фальтобе- тона	
21	Ручной каток	—	Масса 60... 80 кг	Для уплот- нения ас- фальтобе- тонного за- щитного слоя	1
22	Перематы- вающая ма- шина	СО-98А	Средняя скорость протяжки материала 0,25 м/с	Очистка и перемотка рулонных кровельных материалов	1
23	Передвижная машина для сушки осно- вания кровли	СО-107	Производи- тельность 50 м ² /ч	Сушка осно- вания кров- ли	1

**Калькуляция затрат труда на ремонт кровли с
переувлажненным засыпным утеплителем**

Таблица 8

Обоснова- ние	Наименова- ние процесса	Ед. измерения	Объем работ	Норма време- ни на ед. из- мере- ния, чел.-ч	Затраты труда на об- щий объем работ, чел.-ч	Состав звена
1	2	3	4	5	6	7
ЕНиР §Е20-1-217, № 2	Разметка мест сверле- ния и свер- ление отвер- стий элект- родрелью	100 от- вер- стий	2	6,6	13,2	Камен- щик 3 р. – 1
ЕНиР §Е7-8, № 7	Установка инъекторов на кровле	1 шт.	40	0,6	2,4	Кро- вель- щик 4 р. – 1
М (4-1)-90	Нагнетание гидрофиль- ной смеси в слой утепли- теля с про- дувкой слоя утеплителя воздухом	1 м ³	0,3	7,26	2,2	Кро- вель- щики: 4 р. – 1; 3 р. – 1
ЕНиР, §Е20-1-80	Ремонт раз- рушенных участков ос- нования (стяжки) из цементно- песчаного раствора	1 м ²	100	0,7	70	Бетон- щики: 4 р. – 1; 2 р. – 1

Таблица 8 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
ЕНиР §Е7-4, № 3	Просушива- ние основа- ния механи- зированным способом	100 м ²	1	8,6	8,6	Кро- вель- щик 4 р. – 1
ЕНиР, §Е20-1-108	Ремонт мес- тами рулон- ного покры- тия	1 м ²	250	0,16	40	Кро- вель- щики: 3 р. – 1; 2 р. – 1
ЕНиР, §Е7-4, № 2	Очистка ос- нования от пыли и мусо- ра механи- зированным способом	100 м ²	10	0,41	4,1	Кро- вель- щики: 3 р. – 1; 2 р. – 1
ККТ-11.0- 50.88	Огрунтовка основания	100 м ²	10	0,284	2,84	Кро- вель- щики: 4 р. – 1; 3 р. – 1
ЕНиР §Е7-2, №№ 2, 3	Устройство рулонного ковра из на- плавляемого рулонного материала с разжижени- ем кровно- го слоя	100 м ²	10	4,47	44,7	Кро- вель- щики: 4 р. – 1; 3 р. – 1; 2 р. – 1

Таблица 8 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
ЕНиР §Е7-4, № 10	Устройство защитного слоя из гра- вия на горя- чей битумной мастике при нанесении мастики ме- ханизиро- ванным спо- собом	100 м ²	10	2,3	23	Кро- вель- щики: 4 р. – 1; 3 р. – 1; 2 р. – 1
Итого:					211	

**Технологический комплект на производство ремонтных работ
совмещенных кровель с переувлажненным засыпным
утеплителем**

Таблица 9

Код	Наименова- ние машин, механизмов и оборудования	Тип, марка, ГОСТ	Технические характерис- тики	Назначение	Коли- чество на звено (брига- ду), шт
1	2	3	4	5	6
1	Водосбороч- ная машина	СО-222	Масса 1,5 кг	Сбор воды	1
2	Установка компрессор- ная	СО-7	Масса 85 кг	Очистка ос- нования от мусора и пыли	1
3	Кран крыше- вой	К-1 или КБК-2	Грузоподъе- мности: К-1 – 320 кг, КБК-2 – 320 кг	Подъем ма- териалов	1

Таблица 9 (продолжение)

1	2	3	4	5	6
4	Поддон для материалов	ПС-0,5И ТУ 65-469-83	Масса 76 кг, 1270×890× ×1260 (высота)	Подъем ру- лонных ма- териалов	2
5	Тележка для кровельных материалов	Пр.1688 ЦНИИОМТП	Масса 17 кг	Подвозка материала	1
6	Нож кровель- ный	ТУ 400-28- 187-76	Масса 0,285 кг	Резка ру- лонных ма- териалов	2
7	Фен строи- тельный	"Bosh", "Leister"	Мощность 2...5 кВт	Прогрев краев смеж- ных полот- ниц	1
8	Каток с мяг- кой обклад- кой	—	Масса 50...70 кг	Прикатка полотниц	1
9	Влагомер	ВПК-200	—	Опреде- ление влажно- сти насып- ной тепло- изоляции	1
10	Рейка склад- ная универ- сальная	КОНДОР-3М	Длина 3 м, масса 5 кг	Проверка уклонов, ровности основания	1
11	Линейка ме- таллическая	ГОСТ 427-75	Длина 1 м	Для целей измерения	1
12	Рулетка ме- таллическая	РС-2, ГОСТ 7502-80	Длина 2 м	Для целей измерения	1
13	Рулетка ме- таллическая	РС-20, ГОСТ 7502-80	Длина 20 м	Для целей измерения	1

Таблица 9 (продолжение)

1	2	3	4	5	6
14	Штангенциркуль	ШЦТ-1-125	—	Измерение толщины рулонных материалов	1
15	Пояс предохранительный	ГОСТ 12.4.089-86	—	Обеспечение безопасности на высоте—	3
16	Каска монтажная	ГОСТ 12.4.087-84	—	Защита головы от падающих предметов	3
17	Респиратор	РПГ-67А, РМР-62, Ф-46, ПФ-2, ГОСТ 12.4.004-74	Масса 0,1 кг	Защита органов дыхания	1
18	Ведро	—	7 л, 10 л	Для мастики	3
19	Ножницы портняжные	—	—	Для резки материалов	3
20	Кисти	КР-50, КР-40; ГОСТ 10597-70	—	Для нанесения мастики	3
21	Шпатель с гребенчатой кромкой	—	—	Для нанесения мастики	2
22	Передвижная кровельная установка	ПКУ-35М	Производительность 150...1800 м ² /см.	Для подачи мастики на кровлю	1

Таблица 9 (продолжение)

1	2	3	4	5	6
23	Малогабаритная передвижная установка	СО-195	Производительность 1,05 м ³ /ч	Для нанесения мастики	1
24	Перематывающая машина	СО-98А	Средняя скорость протяжки материала 0,25 м/с	Очистка и перемотка рулонных кровельных материалов	1
25	Передвижная машина для сушки основания кровли	СО-107	Производительность 50 м ² /ч	Сушка основания кровли	1
26	Электрический отбойный молоток	ЭМО 1,2-15	Сила удара 1800 Дж	Для погружения инъектора в слой теплоизоляции	1
27	Инъектор	—	Диаметр – 20 мм; длина рабочей части – 400 мм	Для нагнетания ГС в слой перемешанного сыпучего утеплителя	3
28	Емкость для гидрофильной смеси	—	Объем – 8 кг ГС	То же	1
29	Перфоратор	BOSCH GBH 3-28 E	Диаметр сверла 30 мм; 4000 об/мин; вес 3,3 кг	Для сверления отверстий в стяжке под установку инъекторов	1

Таблица 9 (продолжение)

1	2	3	4	5	6
30	Компрессор	К-5	Масса – 95 кг. Величина давления на выходе – 10 кг/см ² .	Для нагнетания ГС через инъ-ектор	1

Калькуляция затрат труда на устройство совмещенной кровли

Таблица 10

Обоснова- ние	Наименова- ние процесса	Ед. измерения	Объем работ	Норма време- ни на ед. из- мере- ния, чел.-ч	Затраты труда на об- щий объем работ, чел.-ч	Состав звена
1	2	3	4	5	6	7
ККТ-11.0- 50.88	Очистка и огрунтовка основания механизиро- ванным спо- собом	100 м ²	10	0,694	6,94	Кро- вель- щики: 4 р. – 1; 3 р. – 1
ТТК 6312531007 62007ж	Пароизоля- ция покрытия оклеечная (механизи- рованным способом)	100 м ²	10	3,2	32	Кро- вель- щики: 4 р. – 1; 3 р. – 1; 2 р. – 2

Таблица 10 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
ЕНиР §Е7-14, № 9	Устройство теплоизоляции из пенополистирола на мастике при размере плит 1×0,8 м	100 м ²	10	11,5	115	Изолировщики: 3 р. – 1; 2 р. – 1
ЕНиР §Е7-15, № 3	Устройство стяжки из асфальтобетонной смеси	100 м ²	10	12,3	123	Изолировщики: 4 р. – 1; 3 р. – 1
ККТ-11.0-50.88	Огрунтовка основания	100 м ²	10	0,284	2,84	Кровельщики: 4 р. – 1; 3 р. – 1
ЕНиР §Е7-2, №№ 2, 3	Устройство рулонного ковра из наплавляемого рулонного материала с разжижением кровельного слоя	100 м ²	30	4,47	134,1	Кровельщики: 4 р. – 1; 3 р. – 1; 2 р. – 1

Таблица 10 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
ЕНиР §Е7-4, № 10	Устройство защитного слоя из гра- вия на горя- чей битумной мастике при нанесении мастики ме- ханизиро- ванным спо- собом	100 м ²	10	2,3	23	Кро- вель- щики: 4 р. – 1; 3 р. – 1
Итого:					436,9	

**Технологический комплект на производство работ по устройст-
ву кровель из наплавляемого рулонного материала**

Таблица 11

Код	Наименова- ние машин, механизмов и оборудования	Тип, марка, ГОСТ	Технические характерис- тики	Назначение	Коли- чество на звено (брига- ду), шт
1	2	3	4	5	6
1	Водосбороч- ная машина	СО-222	Масса 1,5 кг	Сбор воды	1
2	Шпатель- скребок	ТУ 22-3059-74	Масса 0,55 кг	Соскреба- ние с по- верхности оснований цементного раствора	2
3	Установка компрессор- ная	СО-263-1	Масса 130 кг	Очистка ос- нования от мусора и пыли	1

Таблица 11 (продолжение)

1	2	3	4	5	6
4	Поддон для материалов	ПС-0,5И ТУ 65-469-83	Масса 76 кг, 1270×890× ×1260 (высота)	Подъем ру- лонных ма- териалов	2
5	Агрегат окра- сочный высо- кого давления	7000 Н	Масса 80 кг	Нанесение мастики	1
6	Тележка для кровельных материалов	Пр.1688 ЦНИИОМТП	Масса 17 кг	Подвозка материала	1
7	Нож кровель- ный	ТУ 400-28- 187-76	Масса 0,285 кг	Резка ру- лонных ма- териалов	2
8	Фен строи- тельный	"Bosh", "Leister"	Мощность 2...5 кВт	Прогрев краев смеж- ных полот- ниц	1
9	Каток с мяг- кой обклад- кой	—	Масса 50...70 кг	Прикатка полотниц	1
10	Рейка склад- ная универ- сальная	КОНДОР-3М	Длина 3 м, масса 5 кг	Проверка уклонов, ровности основания	1
11	Линейка ме- таллическая	ГОСТ 427-75	Длина 1 м	Для целей измерения	1
12	Рулетка ме- таллическая	РС-2, ГОСТ 7502-80	Длина 2 м	Для целей измерения	1
13	Рулетка ме- таллическая	РС-20, ГОСТ 7502-80	Длина 20 м	Для целей измерения	1

Таблица 11 (продолжение)

1	2	3	4	5	6
14	Штангенциркуль	ШЦТ-1-125	—	Измерение толщины рулонных материалов	1
15	Пояс предохранительный	ГОСТ 12.4.089-86	—	Обеспечение безопасности на высоте—	3
16	Каска монтажная	ГОСТ 12.4.087-84	—	Защита головы от падающих предметов	3
17	Респиратор	РПГ-67А, РМР-62, Ф-46, ПФ-2 ГОСТ 12.4.004-74	Масса 0,1 кг	Защита органов дыхания	1
18	Перематывающая машина	СО-98А.	Средняя скорость протяжки материала 0,25 м/с	Очистка и перематка рулонных кровельных материалов	1
19	Ножницы портняжные	—	—	Для резки материалов	3
20	Виброрейка	СО-132А	Производительность 120 м ³ /ч Ширина захвата 3 м	Для уплотнения цементно-песчаной стяжки	1
21	Растворопо-регрузатель	СО-157	Вместимость приемного бункера 3 м ³	Для подачи раствора в приемный бункер	1

Таблица 11 (продолжение)

1	2	3	4	5	6
22	Установка для подачи раствора	СО-126	Производительность 2,5 м ³ /ч	Для подачи раствора на кровлю	1
23	Поверхностный вибратор	ИБ-91А	Производительность 80 м ³ /ч Ширина обрабатываемой полосы 1 м	Для уплотнения цементно-песчаной стяжки	1

Контроль качества при устройстве рулонной кровли

Таблица 12

Наименование работ, подлежащих контролю производителем работ, мастером	Контроль качества выполнения работ		
	Состав предметов контроля	Способы	Время
1	2	3	4
Подготовка поверхности основания под грунтовку	Основание должно быть очищено от мусора, обеспылено, просушено. Основание должно быть без раковин и выбоин.	Визуально	До начала работ

Таблица 12 (продолжение)

1	2	3	4
Подготовка поверхности основания под грунтовку	Вертикальные участки каменных конструкций должны быть оштукатурены на высоту заделки ковра. Закладные элементы свесов, водосточных воронок должны быть надежно закреплены. Чаши воронок должны быть жестко прикреплены хомутами к несущим настилам или плитам покрытия и соединены со стояками внутреннего водостока через компенсаторы. Подготовленное основание должно быть принято по акту на скрытые работы.	Визуально	До начала работ
Огрунтовка основания	Нанесение грунтовочного состава равномерное без пропусков. Расход грунтовки не менее 250 г/м^2 . Все места примыканий огрунтовывать на всю высоту поднятия кровельного ковра.	Визуально	В процессе работы
Сушка огрунтовки	Огрунтовочные поверхности должны быть просушены до полного испарения растворителя	Проверяется применением тампонов	Ориентировочно 24 час при 20°C

Таблица 12 (продолжение)

1	2	3	4
Наклейка, рулонного ковра	Водоприемные воронки и ендовы должны быть оклеены дополнительными слоями и приняты по актам на скрытые работы. Полотна Элона скатываются в рулоны лицевой стороной внутрь.	Визуально	В процессе работы
Прочность приклейки рулонного материала	Приклейка считается прочной, если при отрыве произойдет разрушение мастики	Пробным отрывом полотна от основания	После окончания работ
Приемка готовой кровли	Готовность кровли и ее качество оформляются соответствующим актом. Обнаруженные при осмотре кровли дефекты или отклонения от проекта должны быть исправлены до сдачи объекта в эксплуатацию	Тщательным визуальным осмотром, водой	При предъявлении кровли рабочей комиссии

Контролируемые параметры при устройстве совмещенной кровли

Таблица 13

Код	Наименование процессов и конструкций, подлежащих контролю	Технические характеристики оценки качества	Предмет контроля	Способ контроля и инструмент	Время проведения контроля	Ответственный за контроль
1	2	3	4	5	6	7
Подготовительные работы						
1	Отклонение толщины слоя утеплителя от проектной:		Правильность устройства теплоизоляции	Инструментальный. Линейка	В процессе работы	Строительный мастер, прораб
	из сборных элементов	от -5% до +10%, но не более 20 мм				
	из сыпучих материалов	не более 10%				
2	Предельная величина швов между смежными плитами утеплителя:		Правильность устройства теплоизоляции	Инструментальный. Штангенциркуль	В процессе работы	Строительный мастер, прораб
	при наклейке	не более 5 мм				
	при укладке насухо	не более 7 мм				
3	Величина уступа между смежными элементами утеплителя	не более 5 мм	То же	То же	То же	То же

Таблица 13 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
4	Влажность засыпного утеплителя	не выше нормативной	Правильность устройства теплоизоляции	Измерительный. Влагомер	В процессе работы	Лаборатория. Строительный мастер
5	Прочность стяжки:		Правильность устройства стяжки	Лабораторный. Пресс	Образцы кубиков испытывают через 7 и 28 дней	Строительная лаборатория
	цементно-песчаной	не менее 50 кг/см ²				
	асфальтобетонной	не менее 8 кг/см ²				
	цементно-песчаной с армированием по засыпанной теплоизоляции	не менее 100 кг/см ²				
6	Толщина цементно-песчаной стяжки:		То же	Инструментальный. Линейка	После затвердевания	Мастер, прораб
	по засыпной теплоизоляции	25... 30 мм				
	по теплоизоляционным плитам	20... 25 мм				
	по железобетонным плитам	10... 15 мм				
	Толщина стяжки из песчаного асфальтобетона	20... 25 мм				
		Отклонение не более 10%				

Таблица 13 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
7	Ровность основания (стяжки)	Плавно нарастающие неровности по высоте не более 10 мм поперек уклона и 5 мм вдоль уклона. Отклонение плоскости основания от заданного не более 0,2%	То же	3-х метровая рейка КОНДОР-3М	После набора прочности через 3 дня	Строительный мастер, прораб
8	Влажность стяжки:		То же	Инструментальный	Перед наклейкой Элона	Строительная лаборатория, мастер
	цементно-песчаной	не более 5%				
	асфальтобетонной	не более 2,5%				
Устройство кровли						
1	Способ наклейки полотна материала (перпендикулярно и в направлении стока воды)	При уклоне до 15% – перпендикулярно, свыше 15% – в направлении стока воды	Правильность устройства кровельного ковра	Визуальный	В процессе работы	Строительный мастер, прораб

Таблица 13 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
2	Величина нахлеста полотнищ: при склейке стыков мастикой Мастэлон	не менее 70 мм вдоль полотнищ и поперек полотнищ	То же	Инструментальный. Линейка	То же	То же
3	Величина перехлеста полотнища нижнего слоя ковра через водораздел	При наклейке вдоль ската – перекрытие противоположного ската не менее чем на 1 м; при наклейке поперек ската – не менее 250 мм	Правильность устройства кровельного ковра	Инструментальный. Линейка, рулетка	В процессе работы	Строительный мастер, прораб
4	Прочность приклейки полотнищ к основанию и отрыв одного слоя к другому	не менее 1,5 кг/см ² ; отрыв когезионный	То же	Визуальный, методом отрыва	То же	То же
5	Величина перекрытия дополнительным слоем основного ковра	Перекрытие дополнительным слоем основного ковра не менее чем на 200 мм	То же	Инструментальный. Линейка, рулетка	То же	То же

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Глава 1. Материалы для устройства совмещенных кровель	5
§1.1. Конструктивные решения совмещенных кровель	5
§1.2. Общие сведения о применяемых материалах	7
Глава 2. Технология устройства совмещенной рулонной кровли. 13	
§2.1. Устройство пароизоляции.....	13
§2.2. Устройство теплоизоляции.....	18
§2.3. Устройство выравнивающей стяжки.....	24
§2.4. Устройство водоизоляционного ковра из рулонных материалов.....	28
§2.5. Технология устройства защитного слоя.....	37
Глава 3. Состояние конструктивных элементов эксплуатируе- мых совмещенных рулонных кровель и основные при- чины выхода их из строя.....	39
§3.1. Состояние конструктивных элементов	39
§3.2. Основные причины, приводящие эксплуатируемые кровли к разрушению	54
Глава 4. Ремонт эксплуатируемых совмещенных рулонных кро- вель	57
§4.1. Ремонт рулонного водоизоляционного ковра	57
§4.2. Просушивание материала теплоизоляционного слоя ...	64
§4.3. Восстановление эксплуатационных характеристик пе- реувлажненных засыпных утеплителей	71
§4.3.1. Основные положения технологии производства работ	74
§4.3.1.1 Определение основных рабочих параметров процесса нагнетания ГС через инъекторы	75
§4.3.1.2 Технология производства работ	86
§ 4.4. Ремонт кровли с утеплителем из легкобетонных плит. 93	
§ 4.5. Ремонт кровли с утеплителем из минераловатных плит	103
§ 4.6. Ремонт кровли с переувлажненным засыпным утеп- лителем.....	104
Библиографический список	110
Приложение.....	115

Научное издание

Черноиван Вячеслав Николаевич

УСТРОЙСТВО И РЕМОНТ СОВМЕЩЕННЫХ РУЛОННЫХ КРОВЕЛЬ

ISBN 985-6584-79-5



Редактор: Строкач Т.В.

Корректор: Никитчик Е.В.

Компьютерная вёрстка: Боровикова Е.А.

Издательство УО «БГТУ». Лицензия ЛВ №382 от 01.09.2000 г.

Подписано к печати 29.03.2004 г. Формат 60×84 . Бумага писчая.

Гарнитура Arial. Усл. п. л. 8,8. Уч. изд. л. 9,45. Тираж 120 экз.

Заказ № 282 . Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Брестский государственный технический университет».

224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Лицензия ЛП №178 от 14.01.2003 г.