

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

В.И.Турчанинов

ТЕХНОЛОГИЯ КРОВЕЛЬНЫХ И ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Рекомендовано Ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по специальности 270106.65 Производство строительных материалов, изделий и конструкций и по направлению подготовки 270800.62 Строительство, профиль «Производство строительных материалов, изделий и конструкций»

Оренбург
2012

УДК 699.82(07)
ББК 38.63
Т 89

Рецензенты

доцент, кандидат технических наук Е.В. Кузнецова
доцент, кандидат технических наук Л.В. Солдатенко

Турчанинов, В.И.

Т 89 Технология кровельных и гидроизоляционных материалов : учебное пособие /
В. И. Турчанинов; Оренбургский гос. ун-т. Оренбург : ОГУ, 2012. – 284 с.
ISBN

В учебном пособии рассмотрены вопросы технологии производства гидро-
изоляционных и кровельных материалов, их свойства, области применения.

Учебное пособие предназначено для студентов специальности 270106.65
Производство строительных материалов, изделий и конструкций и направления
подготовки 270800.62 Строительство, профиль «Производство строительных ма-
териалов, изделий и конструкций» всех форм обучения

УДК 699.82(07)
ББК 38.63

© Турчанинов В.И., 2012
© ОГУ, 2012

Содержание

Введение	7
1 Классификация гидроизоляционных материалов	9
2 Структура и свойства гидроизоляционных материалов	12
2.1 Структура гидроизоляционных материалов	12
2.2 Основные свойства гидроизоляционных материалов	14
2.2.1 Свойства, отражающие отношение материала к водной и паровой средам	15
2.2.2 Механические свойства	17
2.2.3 Свойства, характеризующие долговечность материала	23
2.2.4 Свойства, характеризующие адгезию	24
2.2.5 Стандартные методы и приборы для оценки свойств	25
3 Теоретические положения качества технологии ГИМ	26
3.1 Основные положения надежной гидроизоляции	26
3.2 Регулирование структурно-механических свойств ГИМ	31
4 Основы технологии ГИМ	31
4.1 Подготовительные работы	32
4.2 Перемешивание	32
4.3 Формование	42
5 Сырье и полуфабрикаты для производства ГИМ	48
5.1 Органические вяжущие вещества	48
5.1.1 Битумы	49
5.1.1.1 Химический и групповой состав	49
5.1.1.2 Получение битумов	50
5.1.1.3 Свойства битумов	56
5.1.2 Дёгти	61
5.1.2.1 Химический и групповой состав	61
5.1.2.2 Получение дёгтей	62
5.1.2.3 Свойства дёгтей	63

5.1.3 Основные мономеры, олигомеры, полимеры и сополимеры ...	64
5.1.4 Битумно-дегтевые вяжущие материалы	73
5.1.5 Битумно-резиновые вяжущие материалы	74
5.1.6 Битумно-полимерные и дегте-полимерные вяжущие	75
5.2 Наполнители, заполнители и добавочные вещества	77
5.3 Картоны	81
5.3.1 Технология изготовления картона	83
5.3.2 Оборудование картоноделательного цеха	85
5.3.2.1 Подготовительное отделение	85
5.3.2.2 Отделение подготовки картонной массы	91
5.3.2.3 Картоноделательная машина	100
5.3.3 Другие виды основ кровельных и гидроизоляционных материалов	109
6 Жидкие гидроизоляционные вещества	111
6.1 Пропиточные вещества	111
6.2 Инъекционные материалы	116
6.3 Пленкообразующие материалы	119
6.4 Грунтовочные материалы	123
7 Пластично – вязкие ГИМ	124
7.1 Обмазочные материалы	125
7.2 Обмазочно-уплотняемые материалы	132
7.3 Приклеивающие материалы	137
7.4 Шпаклевочные материалы	142
7.5 Герметизирующие материалы	143
8 Твердые и упруго-вязкие гидроизоляционные материалы	152
8.1 Рулонные основные материалы	153
8.1.1 Технология изготовления рубероида	155
8.1.1.1 Прием битума	156
8.1.1.2 Обезвоживание и доокисление битума	157
8.1.1.3 Приготовление покровной массы	162

8.1.1.4 Линии по производству рубероида	166
8.1.2 Дегтевые кровельные материалы	187
8.1.3 Прогрессивные виды основных гидроизоляционных материалов	189
8.2 Рулонные безосновные материалы	197
8.3 Пленочные материалы	200
8.4 Штучные материалы	202
8.4.1 Виды штучных изделий	202
9 Кровельные материалы	207
9.1 Рулонные кровельные и гидроизоляционные материалы на основе картона	209
9.1.1 Номенклатура и свойства рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов на основе картона	210
9.2.1 Номенклатура и свойства рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов на основах из стекловолокна и битумных покровных слоев	216
9.2.2 Номенклатура и свойства рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов на основах из стеклянного и полиэфирного волокна и битумно-полимерных вяжущих	217
9.3 Полимерные рулонные материалы	219
9.3.1 Рулонные полимерные безосновные кровельные и гидроизоляционные материалы	221
9.3.2 Рулонные полимерные кровельные и гидроизоляционные материалы на основах из стеклянного или полиэфирного волокна	222
9.4 Рулонные материалы на основе алюминиевой и медной фольги и битумного и полимербитумного вяжущих	224
9.5 Рулонные материалы на основе слюдяной или асбестовой бумаги и битумного вяжущего	227

9.6 Мелкоштучные кровельные материалы	229
9.6.1 Керамическая черепица и ее разновидности	230
9.6.2 Цементно-песчаная черепица	236
9.6.3 Плитки кровельные асбестоцементные	237
9.6.4 Плитки кровельные безасбестовые цементно-волокнистые	238
9.6.5 Мягкая черепица	238
9.6.6 Кровельные материалы из древесины	241
9.7 Листовые кровельные материалы	242
9.7.1 Металлические листовые и рулонные кровельные материалы	243
9.7.2 Неметаллические кровельные материалы	248
9.7.2.1 Асбестоцементные кровельные материалы	248
9.7.2.2 Безасбестовые листовые кровельные материалы на основе различных связующих	273
9.7.2.3 Светопрозрачные кровельные материалы	275
9.8 Легкие кровельные панели	279
Список использованных источников	282

Введение

Гидроизоляционными называют строительные материалы, которые обладают водонепроницаемостью и удовлетворяют другим техническим требованиям - по прочности, деформативности, теплостойкости и т. д.

Необходимость защиты строительных конструкций от воздействия воды в условиях эксплуатации обусловлена ее высоким агрессивным воздействием, как в чистом виде, так и в виде растворов солей, щелочей либо кислот. Под ее воздействием наблюдается снижение прочностных характеристик материалов, развитие коррозионных процессов в бетонах и металлах, загнивание древесины, обрушение штукатурки.

Гидроизоляционные материалы используют для наружной и внутренней защиты подземных сооружений (котлованов, фундаментов, труб под насыпями, коллекторов, туннелей, сводов траншей) от воздействия грунтовых вод; для изоляции водохранилищ, бассейнов, водоемов; для защиты мостов (опоры, проезжая часть); для защиты междуэтажных перекрытий в производственных помещениях; при устройстве плоской и малоскатной кровель; для заделки стыков в крупнопанельном домостроении и при сооружении трубопроводов и пр.

Гидроизоляционные материалы при эксплуатации подвержены различным воздействиям: температурным, атмосферным (переменная температура, ультрафиолет, кислород, осадки); химически активных реагентов.

Несмотря на значительную абсолютную стоимость гидроизоляции (материалы, работы по нанесению гидроизоляционного покрытия), затраты на ее проведение значительно ниже в сравнении со стоимостью последующих ремонтно-восстановительных работ при ее отсутствии.

Использование гидроизоляционных материалов отмечалось уже в глубокой древности (от 4,5 до 5 тыс. лет тому назад). Использовали битум и асфальт (смесь битума с минеральным порошком). В настоящее время наряду с широким использованием битума отмечается использование гидроизоляционных материалов и изделий как на его основе, так и на основе дегтей, полимеров, минеральных веществ.

Герметизирующие материалы используют для герметизации стыков между конструктивными элементами. Особенно широко герметизирующие материалы используют в крупнопанельном строительстве зданий для заделки стыков между панелями. Использование для этой цели цементных растворов неэффективно, так как при твердении они уменьшаются в размере и не обеспечивают надежной герметизации.

Кровельные материалы используют при сооружении кровель жилых, общественных и промышленных зданий. Многообразие типов кровель обуславливает широкий спектр кровельных материалов – от рулонных до штучных.

В данном пособии рассматриваются различные виды гидроизоляционных, герметизирующих и кровельных материалов, их свойства и технология производства. Поскольку свойства материалов зависят не только от состава компонентов, используемых при их изготовлении, но в значительной степени и от технологии, то в пособии значительное внимание уделяется именно вопросам технологии, конструкции используемого оборудования и особенностям его эксплуатации.

Пособие предназначено для студентов, изучающих технологию кровельных и гидроизоляционных материалов, а также будет полезно для лиц, производящих строительные-монтажные работы с использованием этих материалов.

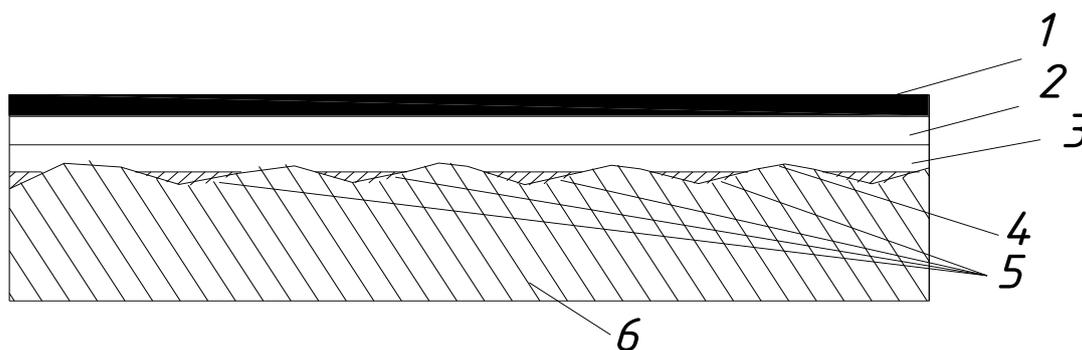
1 Классификация гидроизоляционных материалов

Классификация гидроизоляционных материалов осуществляется по ряду признаков [6].

По функциональному назначению в гидроизолирующем слое различают следующие гидроизоляционные материалы:

- грунтовочные;
- подмазочные;
- шпаклевочные;
- изоляционные;
- покровные.

Структура гидроизоляционного покрытия приведена на рисунке 1.



1 — покровный слой; 2 — слой изоляционного материала; 3 — шпаклевка; 4 — грунтовка; 5 — подмазка или затирка; 6 — основание

Рисунок 1 – Гидроизоляционное покрытие

Грунтовочные – материалы, наносимые первым слоем на обрабатываемую поверхность с целью заполнения пор и дефектов, для повышения сцепления последующего слоя с основанием.

Подмазочные - предназначены для выравнивания углублений и других местных дефектов на поверхности конструкции.

Шпаклевочные - используют для окончательного выравнивая поверхности перед нанесением на нее изолирующего слоя.

Изоляционные - обеспечивают изоляцию конструкции от контакта с паровой средой.

Покровные – наносят для защиты основной гидроизоляции от воздействия внешней среды или придания наружной поверхности дополнительной гидрофобности, глянцеvitости или зеркального блеска.

По физическому состоянию и внешнему виду в период использования материала различают:

- жидкие;
- пластичновязкие;
- упруговязкие;
- твердые.

Жидкие и пластичновязкие материалы характеризуются отсутствием определенной формы их массы; представляют собой эмульсии, пасты, растворы, мастики.

Упруговязкие и твердые характеризуются вполне определенной формой - полотно, пленка, плита и т.п.

По применяемому сырью:

- органические;
- неорганические;
- смешанные (комбинированные).

По назначению (производственному):

- пропиточные;
- инъекционные;
- обмазочные;
- оклеечные;
- уплотняющие;
- монтажные;
- насыпные.

Наиболее полной является комбинированная классификация, приведенная на рисунке 2

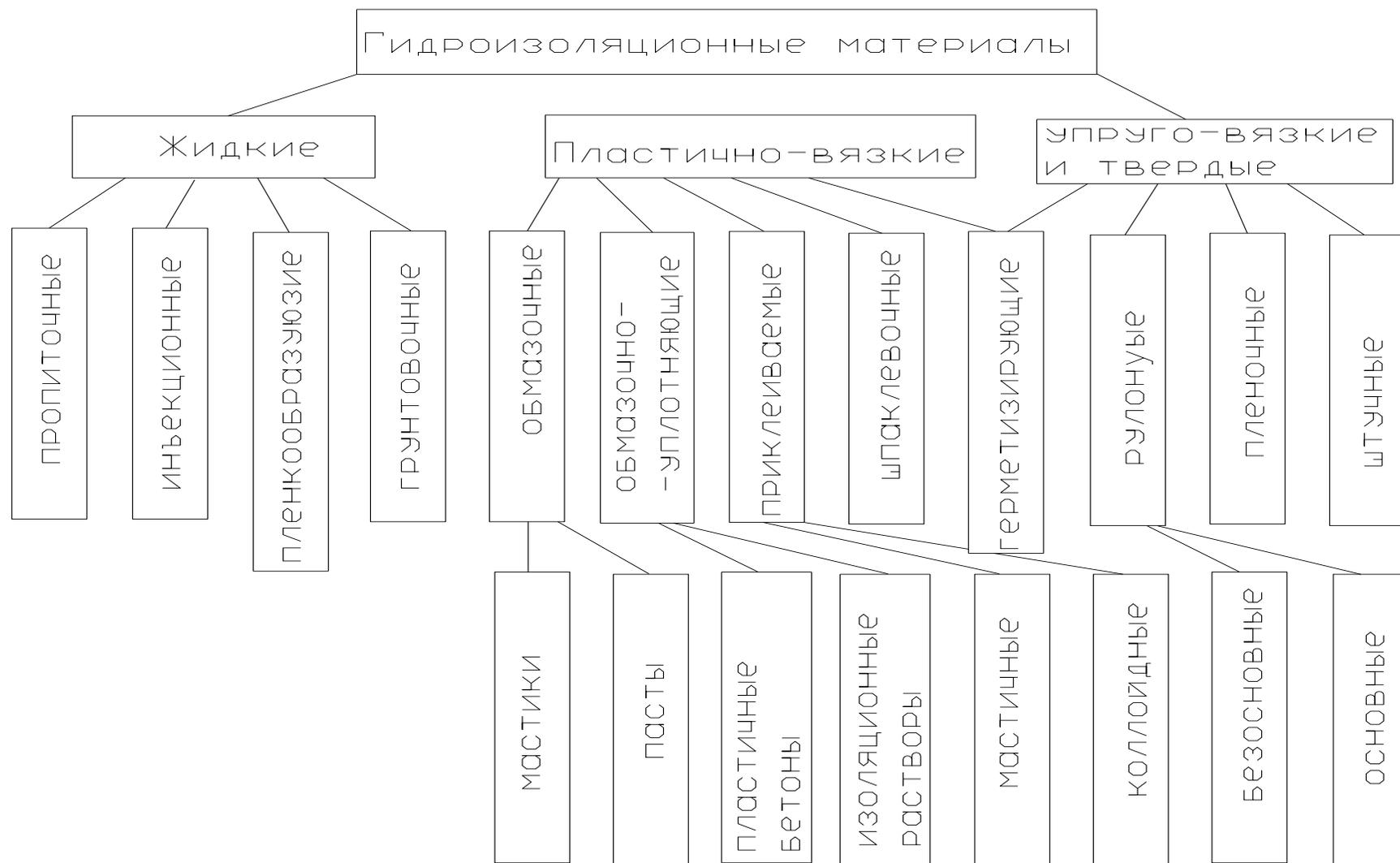


Рисунок 2 – Комбинированная классификация гидроизоляционных материалов

2 Структура и свойства гидроизоляционных материалов

2.1 Структура гидроизоляционных материалов

Структура (внутреннее строение) физических тел отражает определенный характер связей и порядок расположения частиц, из которых образованы тела.

У ГИМ (гидроизоляционных материалов) структура характеризуется химическими и физико-химическими связями между контактируемыми частицами разной степени дисперсности.

Структура может быть однородной и смешанной. Однородные – кристаллизационные, коагуляционные и конденсационные структуры. Твердые вещества, не обладающие кристаллизационной структурой, являются аморфными.

Кристаллизационные - структуры, сформировавшиеся путем выкристаллизовывания твердой фазы и последующего срастания кристаллов в прочный моно- или поликристаллический агрегат.

Для кристаллических структур характерно упорядоченное строение кристаллической решетки на всем ее протяжении (дальний порядок). Каждому типу связи соответствует свой тип кристаллической решетки: ионной, молекулярной, атомной, с водородными связями.

Реальные кристаллы существенно отличаются по строению от идеальных кристаллов вследствие дефектности кристаллической решетки (вакансии, межузлия, дислокации, примеси и т.п.), что влияет на их свойства.

Коагуляционные – структуры, в образовании которых участвуют сравнительно слабые силы молекулярного взаимодействия между частицами – ван-дер-ваальсовы силы сцепления, действующие через прослойки жидкой фазы. Ван-дер-ваальсовы силы появляются между молекулами с насыщенными связями (инертные газы, H_2 , N_2 , CH_4). Силы взаимодействия между ними крайне малы: теплота сублимации Cl_2 около 5 ккал/моль. В то время как энергия связи $Cl-Cl$ равна 57 ккал/моль.

Среда образует в структуре своеобразную подвижную пространственную сетку, отличную от жесткой сетки каркаса в кристаллических структурах. За счет под-

вижных прослоек материалы с коагуляционной структурой обладают тиксотропией, т.е. способностью разжижаться под влиянием механических воздействий с обратимым восстановлением структуры и свойств в последующий период покоя. Тиксотропия, пониженная прочность, ярко выраженная ползучесть наиболее характерные свойства коагуляционной структуры.

Конденсационные – структуры, возникшие при непосредственном взаимодействии частиц или под влиянием химических соединений в соответствии с валентностью контактирующих атомов или под влиянием ионных ковалентных связей.

Но чаще всего встречается *смешанный* тип структур, причем преобладание того либо иного типа структуры обуславливает различие свойств.

Подвижную пространственную сетку структур ГИМ образуют органические вяжущие вещества – битумы, дегти, термопластичные синтетические смолы и др., обладающие обычно однородной структурой – коагуляционной, аморфной. В эксплуатационных условиях структура материалов может претерпевать изменения: при пониженных температурах наблюдается кристаллизация с образованием полидисперсных органических кристаллов; при повышении – переходит в вязко-текучее состояние с аморфной структурой. К кристаллизации приводит также и старение структур.

Твердые вещества, не обладающие кристаллизационной структурой, относят к аморфным. Для аморфной структуры характерно отсутствие дальнего порядка в расположении атомов и молекул, но, тем не менее, прослеживается ближний порядок. Такую структуру имеют каучуки, целлюлоза, ряд других полимеров. С течением времени аморфная структура может перейти в кристаллизационную.

Достаточно значительный объем в структуре занимают замкнутые или сообщающиеся поры. Они могут иметь разное происхождение и размеры. Поры нежелательны, т.к. понижают водонепроницаемость ГИМ. Поры и другие виды дефектов структуры являются концентраторами напряжений и аккумуляторами агрессивной среды.

Анализ структуры рубероида - наиболее массового ГИМ и кровельного материала, - показывает наличие в нем пор, незаполненных битумом. В покровном слое

пористость достигает величины от 8 % до 10 %, а в картоне от 10 % до 25 %. Увеличение же объема свободных пор на 25 % ускоряет разрушение рубероида в 2,7 раза.

Оптимальная структура такая, в которой частицы, в том числе поры, распределены по объему равномерно; отсутствуют или содержатся в незначительном количестве дефекты; имеется непрерывная прослойка вяжущего вещества в виде жесткой или подвижной пространственной сетки минимальной толщины.

Неоптимальная структура такая, которая не удовлетворяет хотя бы одному из указанных обязательных признаков оптимальности.

Оптимальные структуры обеспечивают высокое качество ГИМ.

Из оптимальных структур выбирается рациональная, при которой ГИМ обладает комплексом заданных показателей качества.

Наряду со структурой ГИМ обладает и определенной текстурой (сложением), т.е. ориентацией главных структурных составляющих. Типичные текстуры – слоистая, волокнистая, зернисто-цементированная, зернисто-рыхлая, неупорядоченная и комбинированная.

2.2 Основные свойства гидроизоляционных материалов

Качество ГИМ определяются их техническими свойствами. Технические свойства объединяются в 4 группы.

1 группа – свойства, непосредственно отражающие отношение материала к водной и паровой средам. Таким образом, они характеризуют гидроизолирующую способность материала: водонепроницаемость, водопоглощаемость, водонасыщение, гидрофобность и гидрофильность.

2 группа - механические свойства материалов: прочность, пластичность, упругость, вязкость. Они определяют как способность ГИМ противостоять механическим воздействиям без нарушения сплошности структуры, так и технологичность их обработки.

3 группа – качественные характеристики, показывающие отношение материала к длительному воздействию внешней среды и геофизических факторов, стабильность основных показателей свойств гидроизоляции во времени. Показатели стабильности: набухаемость, водостойкость, морозостойкость, химическая и биохимическая стойкость, погодоустойчивость, долговечность.

4 группа – адгезионные свойства. Показывают способность ГИМ к сцеплению с поверхностью защищаемой конструкции или с промежуточным клеевым слоем.

При комплексной оценке качества ГИМ наряду с рассмотренными свойствами необходимо учитывать и ряд других свойств: теплоемкость, теплопроводность, звукопроводность, газопроводность, огнестойкость, горючесть, диссипативность.

2.2.1 Свойства, отражающие отношение материала к водной и паровой средам

Пористость – степень заполнения объема материала порами. Рассчитывается по формуле

$$P = (1 - \frac{\rho_m}{\rho})100, \% \quad (1)$$

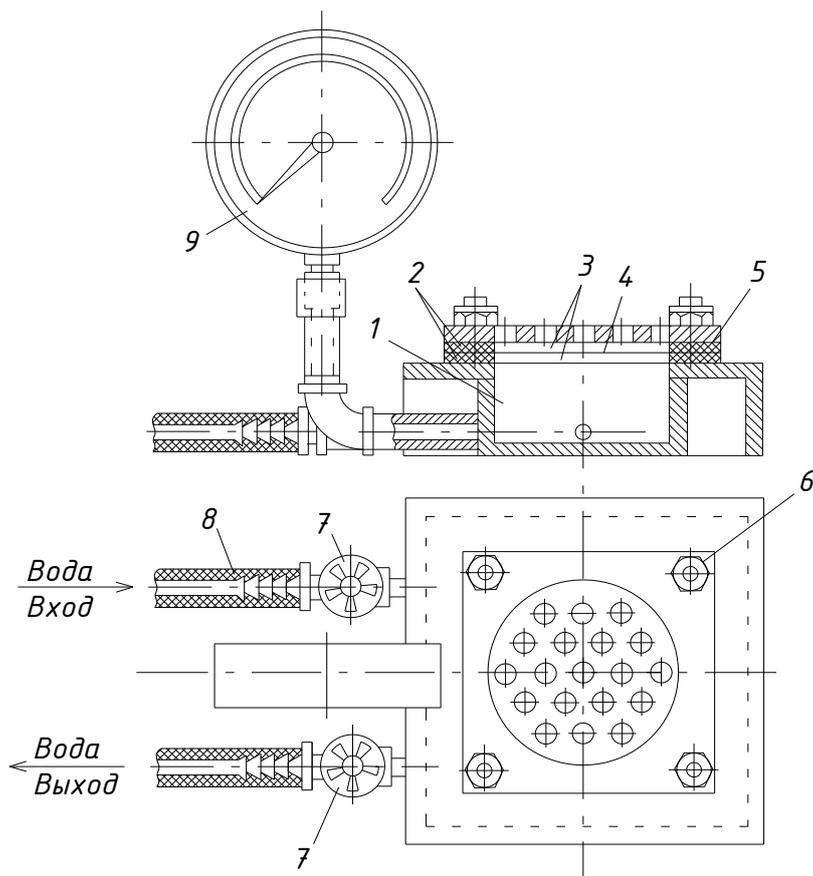
где ρ_m – средняя плотность (масса единицы объема материала в естественном состоянии), г/см³.

ρ – истинная плотность (масса единицы объема абсолютно плотного материала), г/см³.

Пористость оказывает негативное влияние на свойства ГИМ.

Водонепроницаемость – способность материала не пропускать воду при постоянном гидростатическом давлении. Измеряется количеством воды, прошедшей в течение 1 часа через 1 см² поверхности материала при заданном давлении воды. Также водонепроницаемость может характеризоваться периодом времени, по истечении которого появляются первые признаки просачивания воды при определенном гидростатическом давлении через образец испытываемого материала.

Устройство для определения водонепроницаемости кровельных и гидроизоляционных материалов представлено на рисунке 3.



1 - рабочая камера; 2 - резиновые прокладки; 3 - образец; 4— контактная сетка; 5 - прижимная плита; 6 — зажимные винты; 7 - краны; 8 - резиновая трубка, соединяющая с водопроводом; 9- манометр

Рисунок 3 - Устройство для определения водонепроницаемости кровельных и гидроизоляционных материалов

Водопоглощаемость – способность материала впитывать и удерживать воду (процесс впитывания воды - водопоглощение). Характеризуется количеством воды, которую впитывает и удерживает сухой образец после погружения на 24 часа в воду при температуре 20 °С

$$W = \frac{(m_3 - m_2)}{m_1} * 100, \% \quad (2)$$

m_3 – масса образца после суточной выдержки в воде, г;

m_2 – масса образца после одноминутной выдержки в воде, г;

m_1 – масса образца в сухом состоянии до испытания, г.

В ряде случаев определяют объемное водопоглощение.

Водонасыщаемость – свойство материала впитывать воду в поры, в которых предварительно искусственным путем с помощью вакуумнасоса был создан вакуум.

Гигроскопичность – способность материала поглощать влагу из паровоздушной среды, в частности из влажного воздуха. Степень поглощения влаги зависит от относительной влажности и температуры воздуха. За стандартную величину принимают отношение массы влаги, поглощенной при относительной влажности воздуха, равной 100 %, и температуре +20 °С, к массе сухого материала.

В материале пары конденсируются, и влага находится в свободном, капиллярном и связанном (адсорбционно-сольватном) состоянии.

Влагоотдачей называют способность материала отдавать влагу в окружающую среду. Характеризуется количеством воды, теряемой материалом в сутки при относительной влажности воздуха, равной 60 %, и температуре +20 °С.

Гидрофильность и *гидрофобность* – это способность и неспособность соответственно материала смачиваться водой. Для ГИМ гидрофобность является средством повышения водостойкости, водонепроницаемости и снижения гигроскопичности.

Влажность – содержание влаги, отнесенное к массе материала в сухом состоянии.

2.2.2 Механические свойства

Механические свойства характеризуют способность материала сопротивляться силовым, температурным, усадочным и другим внутренним напряжениям без нарушения установившейся структуры и при полном сохранении сплошности.

Между характером структуры и механическими свойствами наблюдается непосредственная взаимосвязь.

Механические (структурно-механические) свойства разделяются на деформационные и прочностные.

Деформационные свойства характеризуются наличием деформаций; могут быть обратимыми и необратимыми. Обратимые - *упругие* и *эластичные*, – характеризуются полным спадом деформаций, соответственно мгновенным или в течение длительного времени после снятия нагрузок. Величина обратимой деформации – важный показатель качества ГИМ, содержащих каучук и другие каучукообразные компоненты.

Необратимые деформации – *пластические*, *ползучесть* – не только не исчезают после снятия нагрузки, но могут даже возрастать, например, под влиянием собственной массы (*ползучесть*).

Под воздействием силовых факторов наблюдаются как обратимые, так и необратимые деформации.

Характер деформации наиболее четко проявляется после снятия нагрузок по величине и продолжительности их спада (*упругому последствию*).

Графические зависимости деформаций от времени действия нагрузок представлены на рисунке 4.

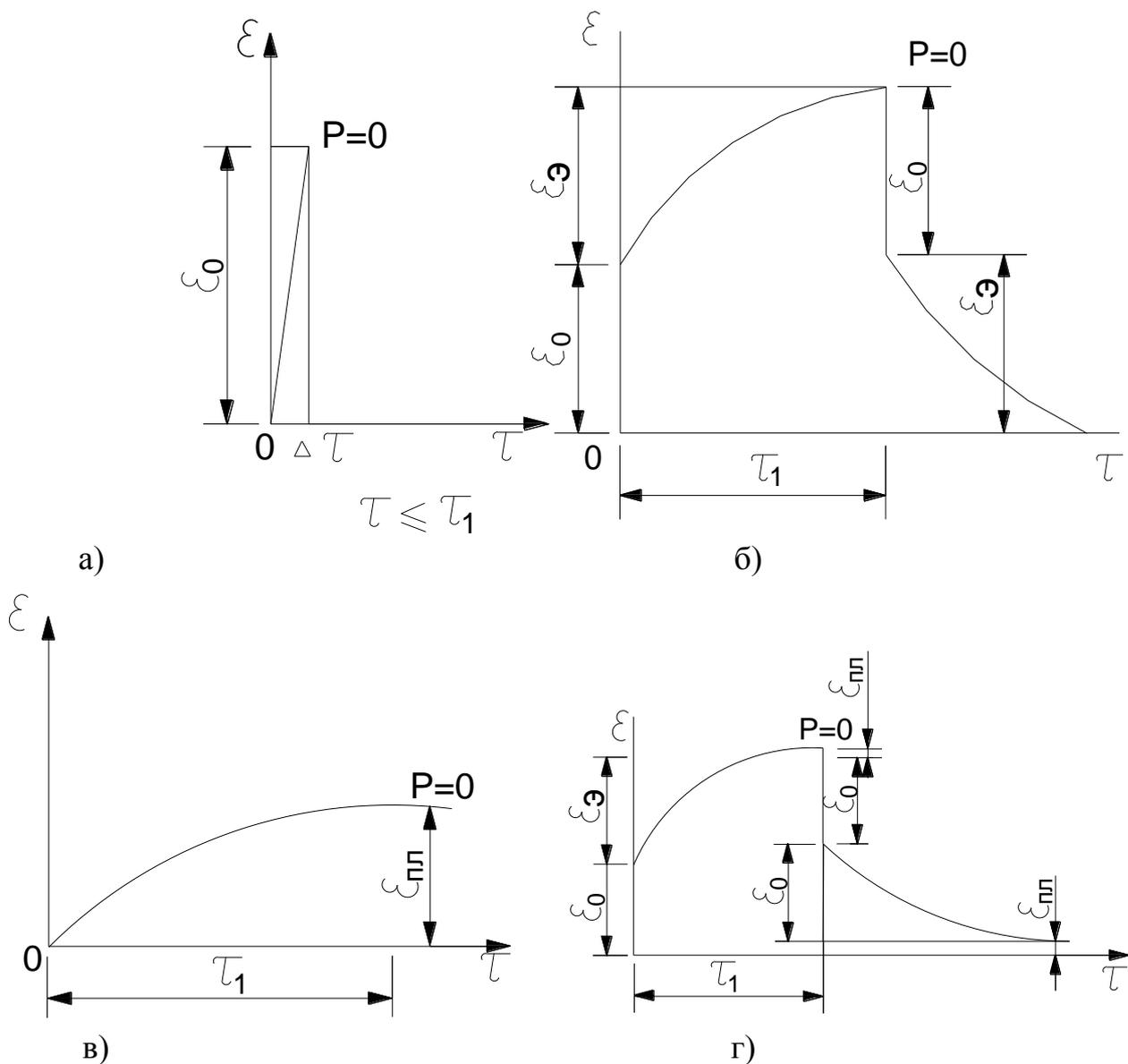
Пластическая деформация, медленно нарастающая без увеличения напряжений в материале, называется *текучестью*.

С повышением температуры, уменьшением скорости деформирования, пластическая деформация возрастает (при одинаковой нагрузке).

Ползучесть большинства ГИМ достигает значительных размеров и возрастает с повышением температуры, поэтому деформации ползучести определяются при наивысшей температуре, при которой будет работать материал в конструкции.

При изучении реологических свойств материалов (реология – наука о текучести материалов) пользуются величиной *вязкости* или обратной ей величиной – *текучестью*.

Вязкость характеризует внутреннее трение жидкости или сопротивление перемещения одного слоя жидкого вещества относительно другого.



а — упругая деформация; б — упругоэластическая деформация; в — пластическая деформация; г — упруговязкопластическая деформация

P - нагрузка; ϵ_0 - упругая деформация; $\epsilon_э$ — эластическая деформация; $\epsilon_{пл}$ — пластическая деформация

Рисунок 4 - Графики зависимости деформаций (ϵ) от времени (τ) действия нагрузок

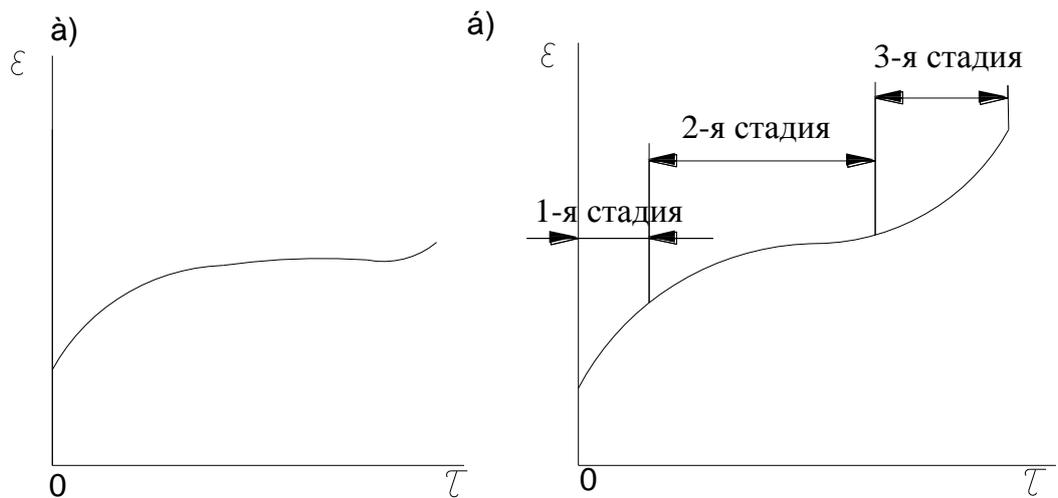


Рисунок 5 - График текучести (а) и ползучести (б)

Материал, подвергшийся воздействию внешних сил, способен самопроизвольно снимать часть внутренних напряжений за счет молекулярных перемещений и перестройки структуры со снижением упругой энергии и переходом ее в теплоту до состояния устойчивого равновесия в новых условиях. Процесс снижения напряжений в материале при постоянной деформации, строго зафиксированной жесткими связями, называется релаксацией. Время, в течение которого напряжение в материале понижается в $e=2,72$ раза, называется временем или периодом релаксации (Q). У жидких ГИМ $Q \sim 10^{\pm 10}$ с, у твердых $Q \sim 10^{10}$ с и более (т. е. десятки, сотни лет). С повышением температуры и при отсутствии химических превращений период релаксации уменьшается.

При малых периодах наблюдения (нагружения), значительно (в несколько десятичных порядков) меньших периода релаксации материал ведет себя как упруго-хрупкое тело, а при длительных периодах воздействия нагрузки (наблюдения) тот же материал, даже под воздействием собственной массы, обнаруживает ньютоновское (вязкое) течение (лед).

Вязкое течение может наблюдаться при эксплуатации ГИМ на вертикальных поверхностях. Его значение рассчитывают по формуле

$$\eta_0 = EQ, \quad (3)$$

где E – жесткость;

Q – период релаксации.

Таким образом, удлинение материала без разрывов будет зависеть от жесткости E и времени релаксации Q .

Прочностные свойства характеризуют способность материала не разрушаясь сопротивляться внутренним напряжениям, возникающим под воздействием механических, тепловых и других факторов. Для ГИМ прочность выражается пределом прочности при разрыве, сжатии, сдвиге, пределом упругости и т.д.

Эти величины являются условными, т.к. зависят от методики испытания материалов и, как правило, не учитывают продолжительности действия нагрузки.

Если для ГИМ с кристаллизационной структурой эти условные показатели хрупкого разрушения можно считать достоверными вследствие огромных периодов релаксации, то в отношении вязко-пластичных материалов при испытании следует учитывать фактор времени.

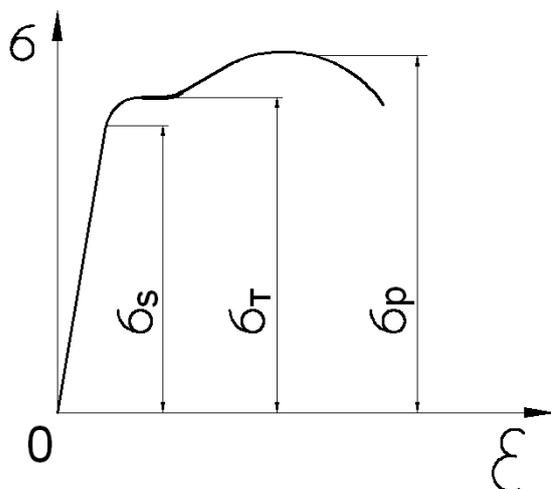
В случае нехрупко-пластичного разрушения образца обычно определяют лишь условный предел прочности, принимая за него величину частного от деления нагрузки, при которой происходит нарастание деформаций без увеличения усилия (регистрируется на шкале силоизмерителя), на площадь начального поперечного сечения образца в форме цилиндра или призмы. Полимеры испытывают при температуре $20\text{ }^\circ\text{C}$.

Изучая кинетику развития деформаций при постоянной нагрузке или кинетику развития напряжений при постоянных деформациях, получают числовые данные для построения реологических кривых в системе координат ε/σ , где ε – градиент скорости деформации.

По реологической кривой устанавливается предельное напряжение сдвига σ_k , соответствующее пределу текучести материала.

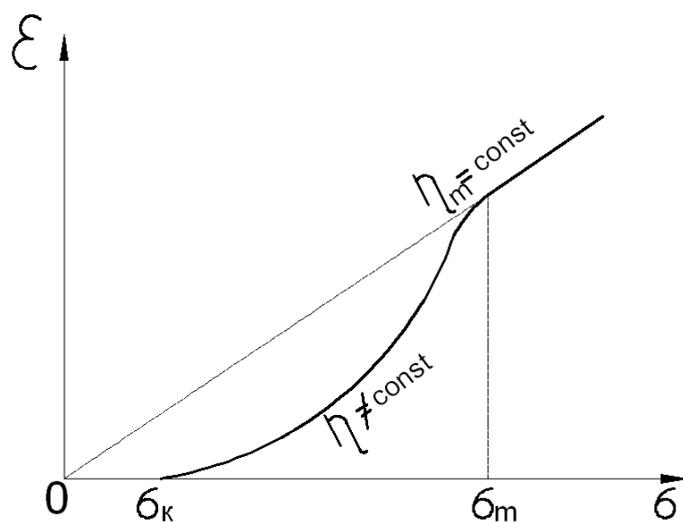
Сопротивление материала ударному действию нагрузки измеряется количеством работы, затрачиваемой на разрушение образца, принятого по стандарту, отне-

сенной к единице его объема ($\text{кг}\cdot\text{см}/\text{см}^3$) или к площади поперечного сечения ($\text{кг}\cdot\text{см}/\text{см}^2$).



σ_s – предел упругости; σ_T – предел текучести; σ_p – предел прочности

Рисунок 6 - График предельных напряжений



где σ – напряжения; ϵ – деформации; η - текучесть

Рисунок 7 - Реологическая кривая

Твердость – способность материала сопротивляться проникновению в него других, более твердых тел. Метод определения твердости основан на вдавливании в испытуемый образец стального шарика или на перемещении по поверхности образ-

ца специального твердого наконечника (индентора). Мерой твердости служит отношение нагрузки к площади отпечатка.

Гибкость – для рулонных ГИМ определяется путем огибания вокруг бруска с криволинейной поверхностью образцов-полосок стандартной ширины на угол 180° при определенной температуре. Качество оценивают по нарушению сплошности материала при изгибе.

Технологические свойства или *удобообрабатываемость* также отражают механические свойства. Основные среди них – подвижность смесей, жесткость их, уплотняемость, укрывистость.

2.2.3 Свойства, характеризующие долговечность материала

Под ними понимают способность материала сохранять, не изменяя свою структуру, а в ряде случаев упрочнять ее со временем за счет процессов старения. Основными дестабилизирующими факторами являются вода, колебания температуры, климатические и биологические факторы.

Набухаемость - способность материала увеличиваться в объеме при насыщении водой. При этом наблюдается поглощение гигроскопичной (пленочной) воды. Это сопровождается раздвижкой отдельных структурных частиц. При последующем высыхании наблюдаются усадочные явления и восстановление структуры, но не полное. Многократное набухание и высыхание сопровождаются разрушением материала.

Водостойкость - способность материала сохранять в водонасыщенном состоянии механические свойства. Характеризуется отношением предела прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии к пределу прочности в сухом состоянии.

Морозостойкость - способность материала в водонасыщенном состоянии выдерживать многократное, циклическое замораживание и оттаивание без признаков разрушения и без значительного понижения прочности. Для ГИМ после 5 и более циклов испытания снижение прочности должно быть в определенных пределах, например, не более чем на 10-25 %, а потеря в массе – не более 5 % от первоначальных значений.

Химическая стойкость - способность материала сопротивляться агрессивному действию среды и сохранять постоянными состав и структуру материала в условиях инертной окружающей среды. Влияние среды проявляется в старении материалов.

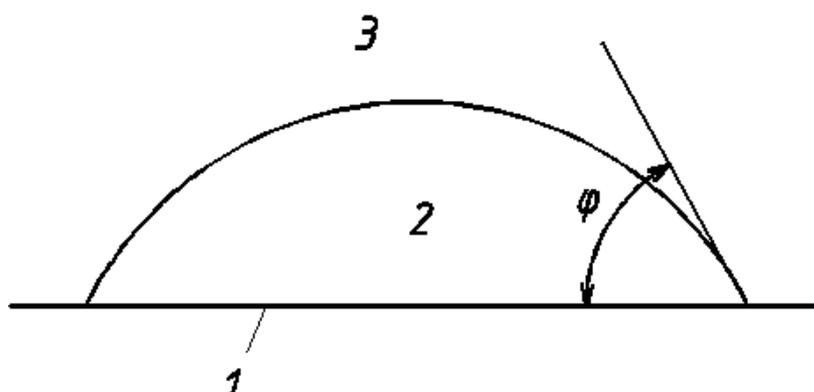
Биохимическая стойкость - способность материала сопротивляться биологическим процессам, возникающим в эксплуатационный период и связанными с заражением грибами, порчей насекомыми, прорастанием растений и т.п.

Теплостойкость - способность материала сохранять в допустимых пределах механические и другие технические свойства при нагревании. Определяется температурой, при которой начинается деформирование испытуемого образца.

Температуроустойчивость - способность образцов выдерживать в сушильном шкафу без видимых деформаций в течение определенного времени заданную температуру в подвешенном состоянии.

2.2.4 Свойства, характеризующие адгезию

Под адгезией понимают способность двух разнородных материалов сцепляться своими поверхностями, например, гидроизоляционного с конструкционным. Адгезия определяет прочность и стабильность гидроизоляционного слоя на защищаемой поверхности. Различные ГИМ имеют разное сцепление с одной и той же поверхностью. Прочность прилипания, например, мастики, зависит от ее поверхностного натяжения, вязкости, температурных условий, концентрации ПАВ и т.д.



1 – поверхность; 2 – мастика; 3 – воздух

Рисунок 8 – Краевой угол смачивания гидроизоляционным материалом гидрофобной поверхности

Адгезия рассчитывается по формуле

$$W_{\sigma-n} = \sigma_{\sigma-\sigma} (1 + \cos \varphi), \quad (4)$$

где $\sigma_{\sigma-\sigma}$ - поверхностное натяжение гидроизоляционного вещества (Г) на границе раздела с воздушной средой (В);

φ – краевой угол смачивания на границе раздела гидроизоляция-подкладка (П).

Для увеличения адгезии необходимо увеличить $\sigma_{\sigma-\sigma}$ либо снизить φ . Величина φ зависит от природы поверхности подкладки. Необходимо гидрофобизировать ее за счет, например, хемосорбции на границе раздела фаз.

Основным же регулятором адгезии является $\sigma_{\sigma-\sigma}$, которое находится в прямой зависимости от вязкости и в обратной – от квадрата толщины склеивающей пленки. Повышение вязкости для каждого материала имеет некоторую предельную границу, поскольку сопровождается быстрым ростом периода релаксации, т.е. развитием упруго-хрупких свойств, что может оказаться крайне нежелательным в области отрицательных температур. Со снижением смачиваемости материала уменьшается и адгезия. Смачиваемость повышается со снижением вязкости, поверхностного натяжения, при повышении температуры и вибрационном воздействии.

Оценка адгезионной способности ГИМ проводится на приборах методом сдвига и отрыва. Эти методы условные, т.к. не учитывают релаксацию напряжений, что приводит к завышению показателей адгезии.

При комплексной оценке качества твердых и вязкопластичных ГИМ учитывают также величину когезии, т.е. прочность связи молекул (атомов, ионов) самого ГИМ, что обусловлено межмолекулярным электростатическим взаимодействием и химической связью.

2.2.5 Стандартные методы и приборы для оценки свойств

Для рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов определяют полноту пропитки картонной основы вяжущим, разрывную нагрузку при растяжении в продольном и поперечном направлениях, гибкость, массу покровного слоя,

прочность сцепления крупнозернистой посыпки с покровным слоем, цветостойкость посыпки.

У мастичных ГИМ – битумных, битумно–резиновых и др. - производят проверку внешнего вида, определение теплостойкости, хрупкости, гибкости, клеящих свойств, деформативности, вязкости, содержания воды и водопоглощения, содержания наполнителя и сухого остатка, биостойкости, уровня токсичности, однородности, плотности, времени отверждения и высыхания, цвета и др.

3 Теоретические положения качества гидроизоляционных материалов

3.1 Основные условия надежной гидроизоляции

Высококачественные ГИМ должны отвечать следующим требованиям:

- применяемые для гидроизоляции материалы плохо смачиваются водой;
- исключается возможность свободного перемещения воды по порам и капиллярам изоляционного слоя;
- тормозится диффузное проникновение воды, если нельзя полностью предотвратить диффузию;
- обеспечивается необходимая прочность и деформативность ГИМ;
- сохраняется долговечность материала в конструкции, что адекватно относительной стабильности его структуры.

Таким образом, основным требованием к ГИМ является гидрофобность.

Как ранее отмечалось, ГИМ должен быть гидрофобным, т.е. не смачиваться водой, и тогда водопоглощение, гигроскопичность будут иметь минимальные значения и способствовать повышению долговечности конструкции

Создание не смачиваемой поверхности весьма сложная задача. Способность к смачиванию поверхности характеризуется наличием у нее свободной энергии и зависит от полярности наносимой жидкости. Свободная поверхностная энергия вещества обусловлена наличием на его поверхности некомпенсированных химических связей вследствие ее дефектности.

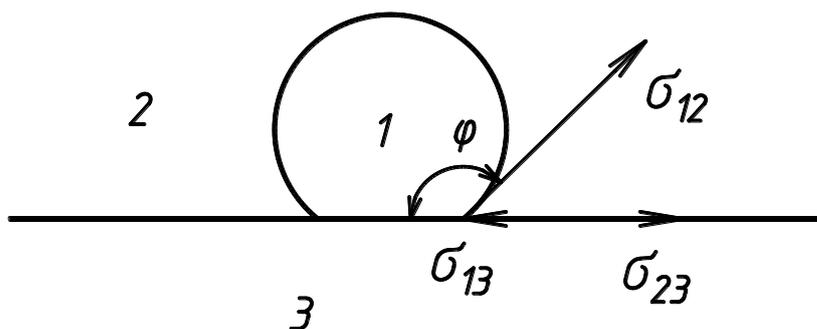


Рисунок 9 – Схема действия сил поверхностного натяжения на поверхности гидроизоляционного материала

Для ГИМ обычно: 1- вода, 2 - воздух, 3 - изоляционный материал.

Чем меньше разность в избытке свободной энергии соприкасающихся фаз или разность их поверхностных натяжений, тем полнее и легче происходит смачивание. Из условия равновесия сил, действующих на поверхность смачиваемого тела, следует

$$\cos \varphi = \frac{\sigma_{23} - \sigma_{13}}{\sigma_{12}} \quad (5)$$

где σ_{23} , σ_{13} , σ_{12} - поверхностные натяжения на границах раздела соответствующих фаз 1, 2, 3.

Из уравнения видно, что смачиваемость уменьшается с ростом краевого угла смачивания φ , который для гидрофобных материалов больше 90° . При этом $\cos \varphi$ - величина отрицательная, а, следовательно, и разность $\sigma_{23} - \sigma_{13}$ - величина отрицательная и желательно получение наибольшей ее величины при уменьшении σ_{12} . Но σ_{12} (вода-воздух) - величина постоянная и при $t=20^\circ\text{C}$ равна $72,8 \text{ эрг/см}^2$, поэтому необходимо максимально увеличивать σ_{13} и уменьшать σ_{23} . Для понижения σ_{23} необходимо выбирать материал, обладающий наименьшей полярностью на границе с воздухом.

За меру полярности удобно принимать диэлектрические свойства, например, диэлектрическую проницаемость. Она имеет малые значения для полимеров (от 2,4 до 2,9 для полиизобутилена) и битумов (от 2,5 до 3,0); для воды - 81,0.

Введение в битум минерального порошка с образованием асфальтового вяжущего повышает его диэлектрическую проницаемость (от 4,8 до 6,5). Поскольку замерить σ_{23} трудно, то основное внимание при разработке ГИМ следует уделять повышению величины σ_{13} , т.е. избытку свободной энергии на границе гидроизоляции с водой, который увеличивается с понижением полярности ГИМ, т.к. полярность воды постоянная.

С приближением φ к нулю работа адгезии переходит в работу когезии, равную $W_k = 2\sigma_{12}$. Таким образом, ГИМ 1 должен хорошо смачивать защищаемую поверхность 2, что характеризуется большим значением $\cos \varphi_1$, но плохо смачивается водой 3, что характеризуется малым значением $\cos \varphi_2$.

φ_1 - краевой угол смачивания между фазами 1 и 2;

φ_2 - краевой угол смачивания между фазами 1 и 3.

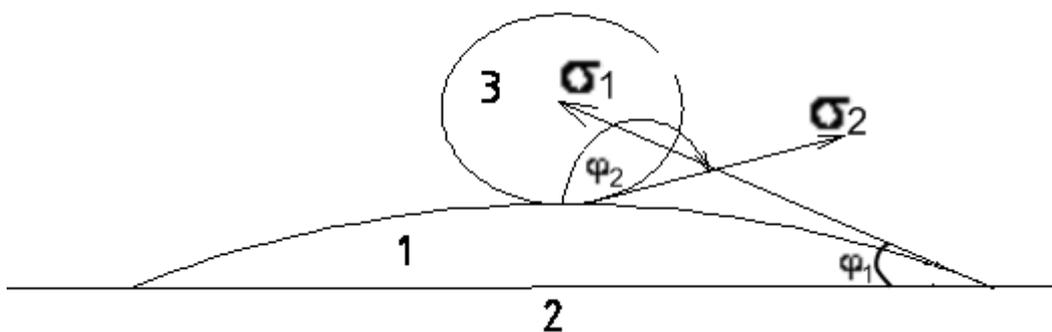


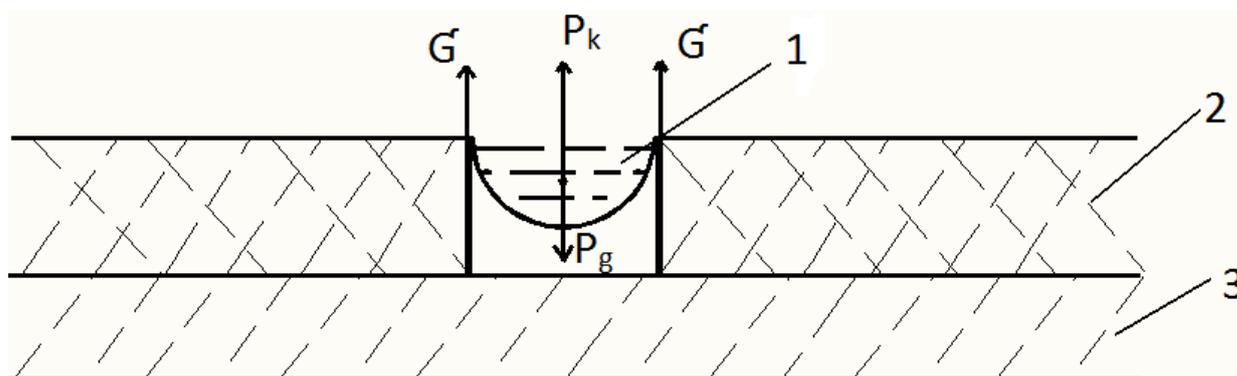
Рисунок 10 - Схема действия сил поверхностного натяжения на поверхности гидроизоляционного материала, смачиваемого водой

Таким образом, необходимо сочетать факторы, способствующие понижению σ_{23} и повышению σ_{13} , с экспериментальным определением величины угла φ и вычислением обеих значений $\cos \varphi$.

Если ГИМ при испытании не дает тупого угла смачивания водой (отрицательного значения $\cos \varphi$), то на поверхность конструктивного материала следует нанести тонкий слой пленкообразного гидрофобного вещества. Создание гидрофобной поверхности (наружной и внутри пор) является одним из основных условий хорошей гидроизоляции.

Несмачиваемость поверхности гидроизоляционного слоя - необходимое, но не достаточное условие эффективной защиты конструкции от воздействия воды, т.к. последняя может проникать в материал вследствие капиллярного подсоса. В зависимости от степени гидрофобности стенок капилляра, их способности смачиваться водой изменяется высота или глубина подсоса воды. Если стенки капилляров гидрофобны, то вода в них не заходит, а оказавшаяся в них вода опустится ниже уровня окружающей водной среды.

Проникание воды в капилляры и поры материала предотвращается давлением, возникающим на менисках и направленным вдоль оси. Схема действия сил в капилляре гидрофобного материала представлена на рисунке 11.



1 - вода; 2- слой гидроизоляционного материала; 3- конструкция.

Рисунок 11 - Схема действия сил в капилляре

Величина капиллярного давления воды рассчитывается по формуле

$$P_k = \frac{2\sigma}{g} * \frac{\cos \varphi}{r} \quad (6)$$

где σ - поверхность натяжения воды на границе с воздухом (при 20 °С равно 72,8 дин/см);

g - ускорение свободного падения, 9,81 м/с²;

φ - краевой угол смачивания у менисков;

$\cos \varphi$ - характеристика смачивания;

r – радиус капилляров или пор, см.

Таким образом, для повышения качества ГИМ необходимо уменьшать « r », увеличивать « φ ».

Это достигается:

1) уменьшение « r »: максимальным уплотнением гидроизоляционной массы; проектированием состава зернистой смеси ГИМ по принципу наибольшей плотности с последующим заполнением оставшихся пустот вяжущим веществом;

2) увеличение « φ » у менисков: достигают теми же способами, что и при снижении смачиваемости наружной поверхности гидроизоляционного покрытия (гидрофобизация).

Необходимо также предохранять поверхность изоляционного покрытия от посторонних наносов, не допуская механического проникновения их в поры. Наносы, обычно гидрофильные по своей природе, уменьшают краевой угол смачивания.

Таким образом, для предотвращения проникания капиллярной воды необходимо повышать плотность слоя изоляции и снижать полярность поверхности внутренних пор, капилляров и других полостей в материале, в том числе путем предварительной гидрофобизации заполнителей физической или химической адсорбцией.

Однако, проникновение воды вовнутрь ГИМ может происходить и вследствие диффузии ее от мест с большей концентрацией в места с меньшей концентрацией. Местами концентрации воды являются «внутренние дефекты» структуры (гидрофильные частицы твердой высокодисперсной фазы), а также поверхностно-активные вещества (ПАВ), коллоидно растворяющие воду.

Для замедления диффузии необходимо:

1) не допускать в вяжущем водорастворимых примесей;

2) ограничивать в вяжущем содержание ПАВ с тем, чтобы после объединения вяжущего с минеральными компонентами не оставалось ПАВ в свободном состоянии;

3) тщательно обрабатывать композиционные смеси в мешалках.

3.2 Регулирование структурно-механических свойств ГИМ

Наряду с гидроизолирующей способностью ГИМ должны обладать достаточной прочностью, деформативностью и рядом других свойств.

Свойства ГИМ зависят от состава и структуры материалов, т.е. количество и качества вяжущего вещества, качества и количества наполнителей и заполнителей, технологии приготовления ГИМ, пористости материала. Основное свойство ГИМ – механическая прочность, определяемая при определенной температуре и скорости приложения нагрузки – обусловлено в основном прочностью вяжущего вещества оптимальной структуры, соотношением фаз и качеством заполнителя. Под соотношением фаз понимают количественное (по массе) соотношение дисперсной среды (С) и дисперсной фазы (Ф), т.е. С/Ф. Дисперсная среда в разных ГИМ - вода (цемент, бетон), битум, полимер, олигомер, коллоидный или истинный раствор и др., а дисперсная фаза - цемент и другие минеральные вяжущие, порошкообразные или иные наполнители.

4 Основы технологии ГИМ

Технология – наука о процессах и способах производства. Химическая технология - наука о методах и процессах химической переработки сырья в продукты, материалы и изделия.

При большом разнообразии технологии ГИМ можно выделить ряд типичных процессов и переделов общих для многих технологий. К ним относятся: подготовительные работы, перемешивание отдозированных компонентов, формование смеси и ее уплотнение, специальная обработка материалов и изделий.

4.1 Подготовительные работы

Цель подготовительных работ - придание сырью технологичного состояния, удобного для прохождения его по всей последовательности технологических операций. В них входят: дробление, помол, распушка и другие способы диспергирования сырья; фракционирование и очистка поверхности частиц; обогащение, т.е. повышение однородности сырья по массе и по качественным показателям. Эти операции зачастую совмещаются с физико-химической обработкой с целью повышения активности поверхности частиц или изменения ее полярности, поверхностного натяжения и др. К подготовительным операциям относятся также нагревание компонентов, высушивание и увлажнение.

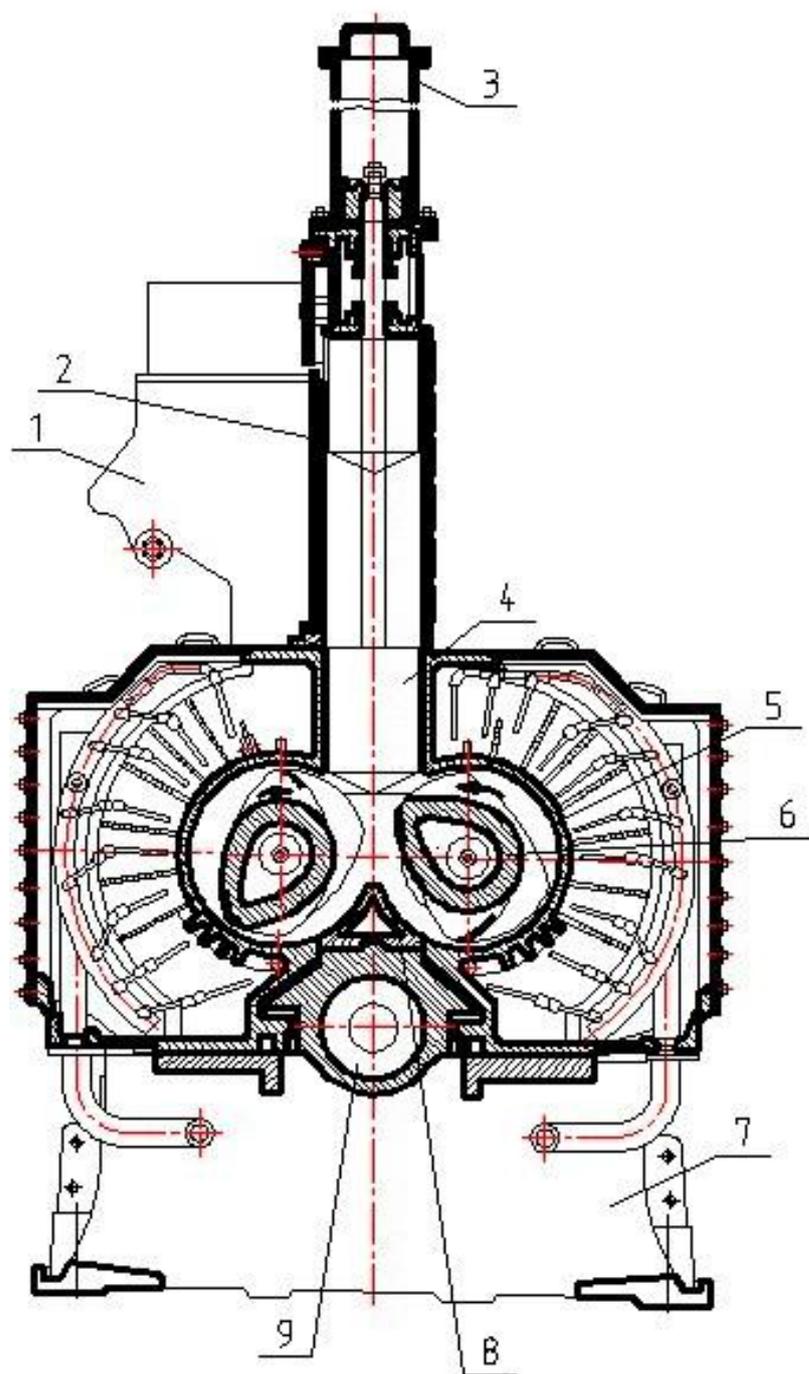
4.2 Перемешивание

Перемешивание отдельных сырьевых компонентов и всей смеси – основная технологическая операция. При перемешивании наблюдаются процессы смачивания, растворения, набухания, формирования гетерогенных многофазных систем.

В производстве кровельно-гидроизоляционных и антикоррозионных материалов, особенно с использованием полимеров, выбор типа смесителя определяет качество перемешивания, структуру (на микро- и макроуровне) готовой продукции.

Наиболее распространено механическое перемешивание в **роторных смесителях** принудительного действия.

Основой частью таких смесителей служит ротор, т.е. вращающийся вал с насаженным на нем фигурным валком. В рабочей камере смесителя расположены два валка, вращающихся навстречу друг к другу с разными скоростями. В камеру с помощью плунжера периодически подается перемешиваемая масса из отдозированных компонентов. Выгрузка перемешанной смеси осуществляется через днище, оборудованное скользящей дверцей, приводимой в действие пневмоцилиндром.



1 – загрузочная воронка; 2 – откидная дверца; 3 – пневматический цилиндр; 4 – запирающее устройство; 5 – камера смесителя; 6 – фигурные смесительные роторы; 7 – фундаментная чугунная плита; 8 – скользящая дверца разгрузочного устройства; 9 - пневматический цилиндр для перемещения нижнего затвора

Рисунок 12 – Роторный смеситель

Наряду с роторными используются смесители других конструкций как периодического, так и непрерывного действия: барабанные - стальные цилиндры, вращающиеся на цапфах; лопастные - имеют два лопастных вала, вращающихся навстречу друг к другу с разной скоростью и перемешивающие смесь в горизонтально либо вертикально расположенном корпусе; валковые – со смещением на вальцах, вращающихся навстречу друг другу при некотором зазоре между ними; червячные – типа шнеков; гравитационные – со свободным перемешиванием при падении смеси под действием силы тяжести.

Смесители СМБ. Имеют два вала, оборудованные Z-образными лопастями и расположенными в корпусе, состоящем из двух полуцилиндров. Привод от электродвигателя осуществляется на один из роторов, а на второй передается через шестереночную пару, расположенную снаружи корпуса. Смесь пластифицируется при прохождении ее через узкий зазор между корпусом и поверхностью ротора.

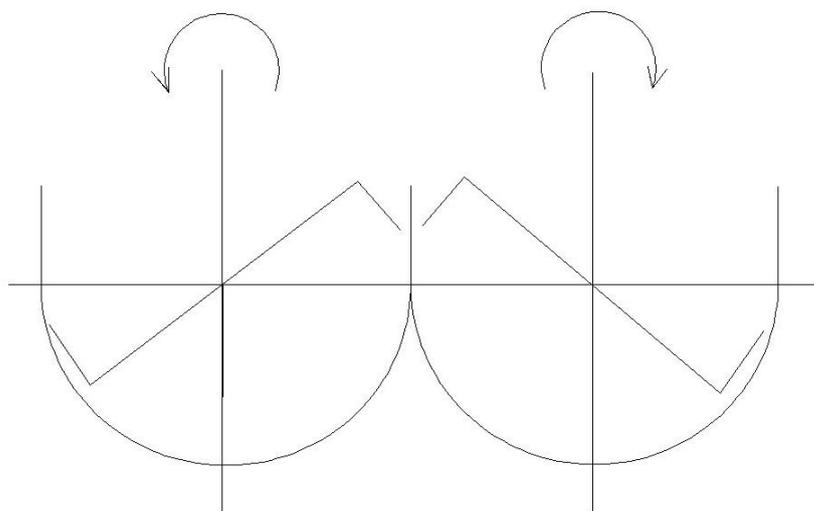


Рисунок 13 – Схема смесителя СМБ

Для выгрузки готовой смеси корпус посредством винтового механизма поворачивается вокруг оси приводного вала ротора на угол от 120° до 130° .

Некоторые смесители СМБ разгружаются посредством шнека, расположенного в нижней части корпуса. Рабочий объем смесителей: 100, 200, 400, 600 дм^3 .

Резиносмеситель (РС). Перемешивание осуществляется двумя роторами. У смесителя вместо крышки корпуса сверху располагается поршень с пневматиче-

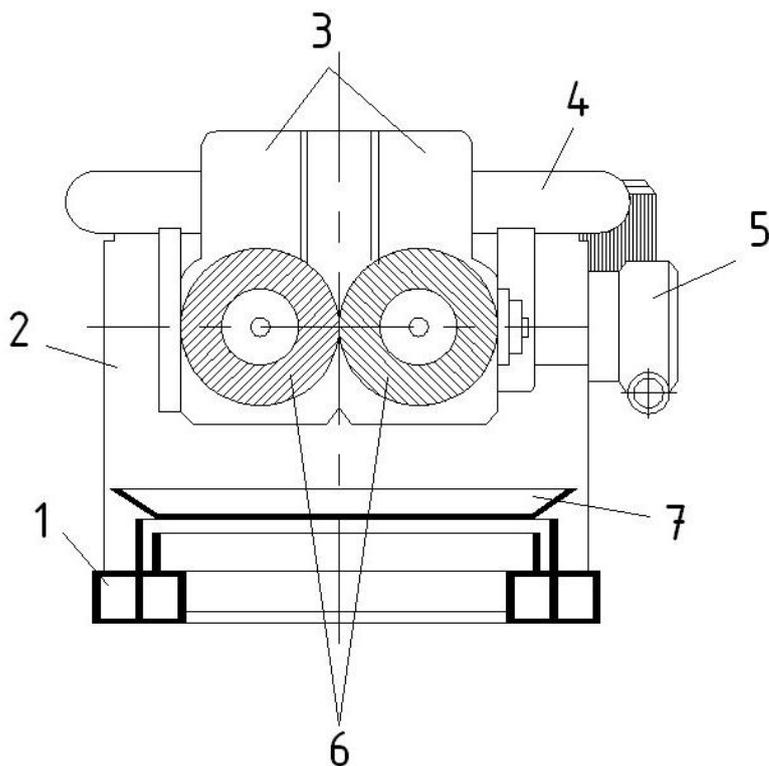
ским приводом. В закрытом положении поршень увеличивает поверхность пластификации и качество ее. Возрастает производительность смесителя. Смесь выгружается через низ рабочей камеры, днище которой состоит из двух створок, открывающихся при помощи гидропривода. Рабочий объем смесителей 72, 250 и 600 дм³.

Шнековые смесители. Представляют собой корпус, в котором размещены два вала с насаженными на них кулачками. Кулачки обоих роторов по длине имеют различную форму двойкой кривизны или треугольную с выгнутыми наружу поверхностями. Корпус имеет паровую рубашку, штуцера для подачи компонентов. Роторы вращаются синхронно в одну сторону; вращение передается от электродвигателя и редуктора через систему шестерен. Мощность привода смесителя СН-800 – 180 кВт при числе оборотов $n=80 \text{ мин}^{-1}$. Производительность смесителя – от 1,5 до 2,0 т/ч. Работают по принципу непрерывного процесса.

Недостатки:

- 1) высокая стоимость;
- 2) небольшая загрузка перемешиваемой массы;
- 3) способность возвращать массу с последующих участков на предыдущие;
- 4) большая масса смесителя.

Смесительные валцы. Используется для приготовления резиновых смесей и пластмасс. По эффективности уступают другим конструкциям смесителей, но вследствие простоты конструкции, обслуживания и низкой стоимости имеют широкое применение. Конструктивно представляют собой два массивных полых вала, установленных на станине. Один валок смонтирован в неподвижных корпусах подшипников, другой в подвижных (могут вручную либо механическим путем перемещаться по станине в направлении перпендикулярном оси валка для регулирования зазора между валками). По центру оси валков (во внутренней полости) устанавливается труба для подачи (при необходимости) воды для охлаждения или пара для обогрева.



1 – плита станины; 2 – станина; 3 – ограничивающая стрела; 4 – траверса; 5 – привод механизма перемещения переднего валка; 6 – валки; 7 - поддон

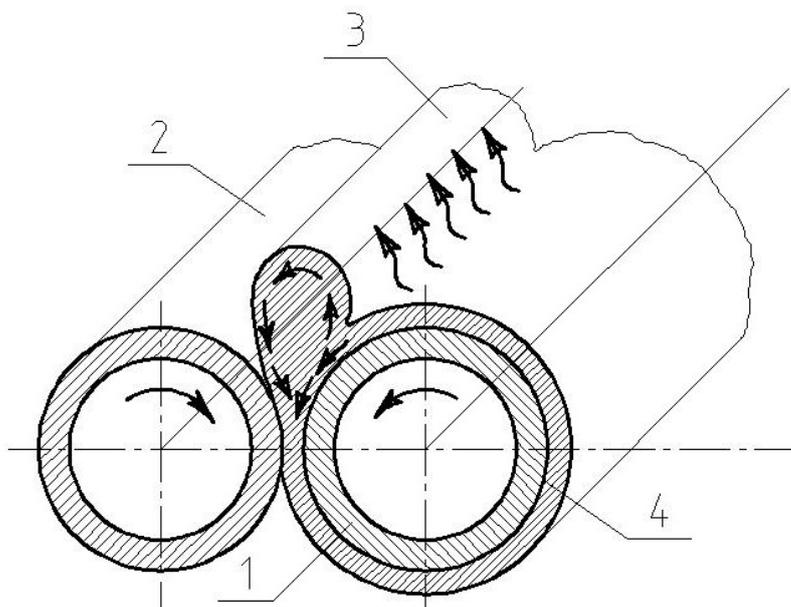
Рисунок 14 - Схема смесительных валцов (поперечный разрез)

Валки приводятся во вращение от одного привода через редуктор и шестереночную пару. Валок, расположенный в неподвижных подшипниках, вращается с большей скоростью, нежели валок, расположенный в подвижных подшипниках. Различие в скорости вращения валков определяется коэффициентом фрикции – отношением большей скорости вращения к меньшей. Значение коэффициента фрикции – от 1,05 до 1,25.

Вальцы могут работать как по периодическому, так и непрерывному принципу действия.

Периодический процесс работы: на предварительно нагретые валки загружаются исходные компоненты отдельно в определенной последовательности и соотношении. Загруженный материал затягивается в зазор между валками, подвергается

ясь при этом сжатию и пластификации, возникающей из-за разной скорости вращения валков.



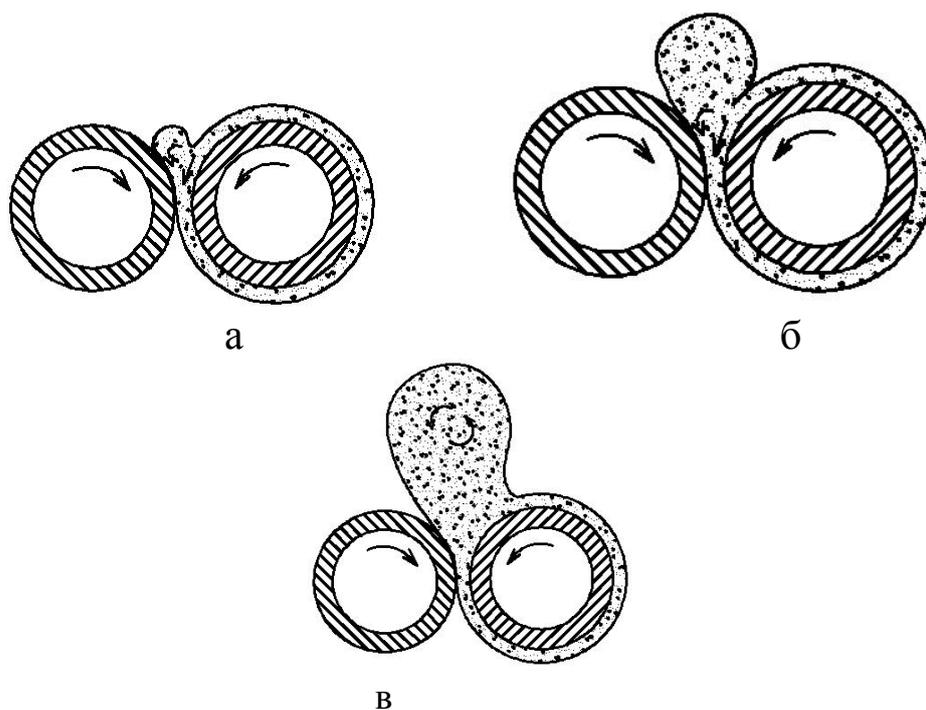
1 – валок несущий; 2 – валок смешивающий; 3 – масса в запасе; 4 – масса на несущем валке

Рисунок 15 – Смесительные валцы периодического действия

В первые моменты обработки материал не имеет достаточной пластичности, а на выходе из зазора между валками стремится принять первоначальную форму или разрывается на куски. Эти куски падают на поддон вальцов или транспортер и возвращаются обратно на вальцы.

Под действием нагрева от вальцов и механического сжатия материал нагревается, когезионные силы ослабевают, адгезия возрастает и он начинает налипать на валки, а затем преимущественно к более нагретому и быстро вращающемуся несущему валку. На нем впоследствии он и формируется в виде пластины, толщина которой зависит от величины зазора между валками. Загружаемый материал должен полностью покрыть весь несущий валок, а в зазоре должно остаться некоторое количество массы, которая размещается над зазором в виде валика, вращающегося при работе валков в ту же сторону, что и несущий валок.

Эффективность смешения зависит от запаса массы на валках (смотри рисунок 16).



а – малый объем запаса массы; б – средний объем запаса массы; в – большой объем запаса массы

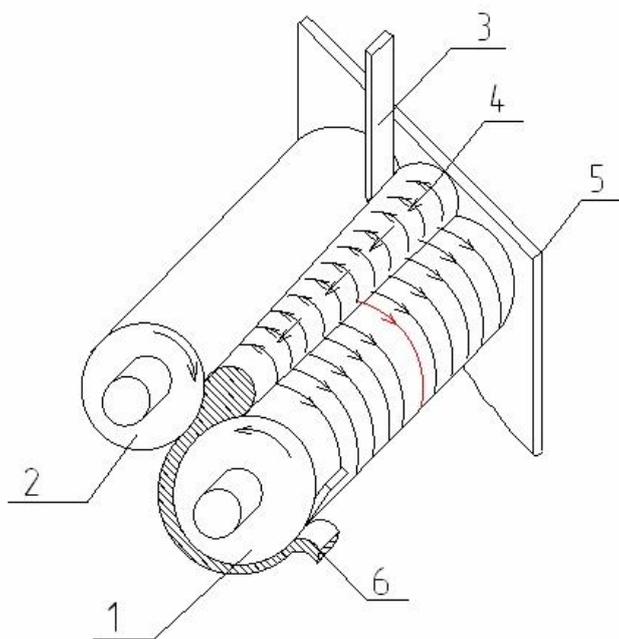
Рисунок 16 – Кинетика движения отдельных слоев массы при работе смесительных валцов

При малом ее запасе очень небольшое количество подвергается пластификации (только запас); при чрезмерном запасе внутренние слои ее не перемешиваются – «мертвый запас». И только при умеренном запасе наблюдается интенсивная пластификация. В этом случае верхние слои массы на несущем валке при подходе к запасу теряют скорость и меняют направление. Происходит активный сдвиг между отдельными слоями при одновременном активном перемешивании за счет различных скоростей движения отдельных слоев массы. При подходе к зазору между валками оба этих слоя захватываются валками и втягиваются в зазор. При этом происходит пластификация и интенсивное смешение, т.к. ранее контактировавшие слои подходят к зазору в разное время.

Непрерывный процесс вальцевания массы осуществляют путем загрузки грубой смеси исходных компонентов на один конец валков и снятия такого же количества смеси с противоположного. Поскольку в месте подачи смеси компонентов диа-

метр валика запаса максимальный, то при его вращении он стремится выровняться, за счет чего наблюдается перемещение массы в сторону меньшего диаметра запаса (к разгрузочному концу).

Смешение массы происходит, таким образом, как за счет смещения ее слоев в радиальном направлении, так и в осевом, т.е. масса перемещается по винтовой линии. При недостаточной степени перемешивания срезаемую массу передают на другие вальцы.

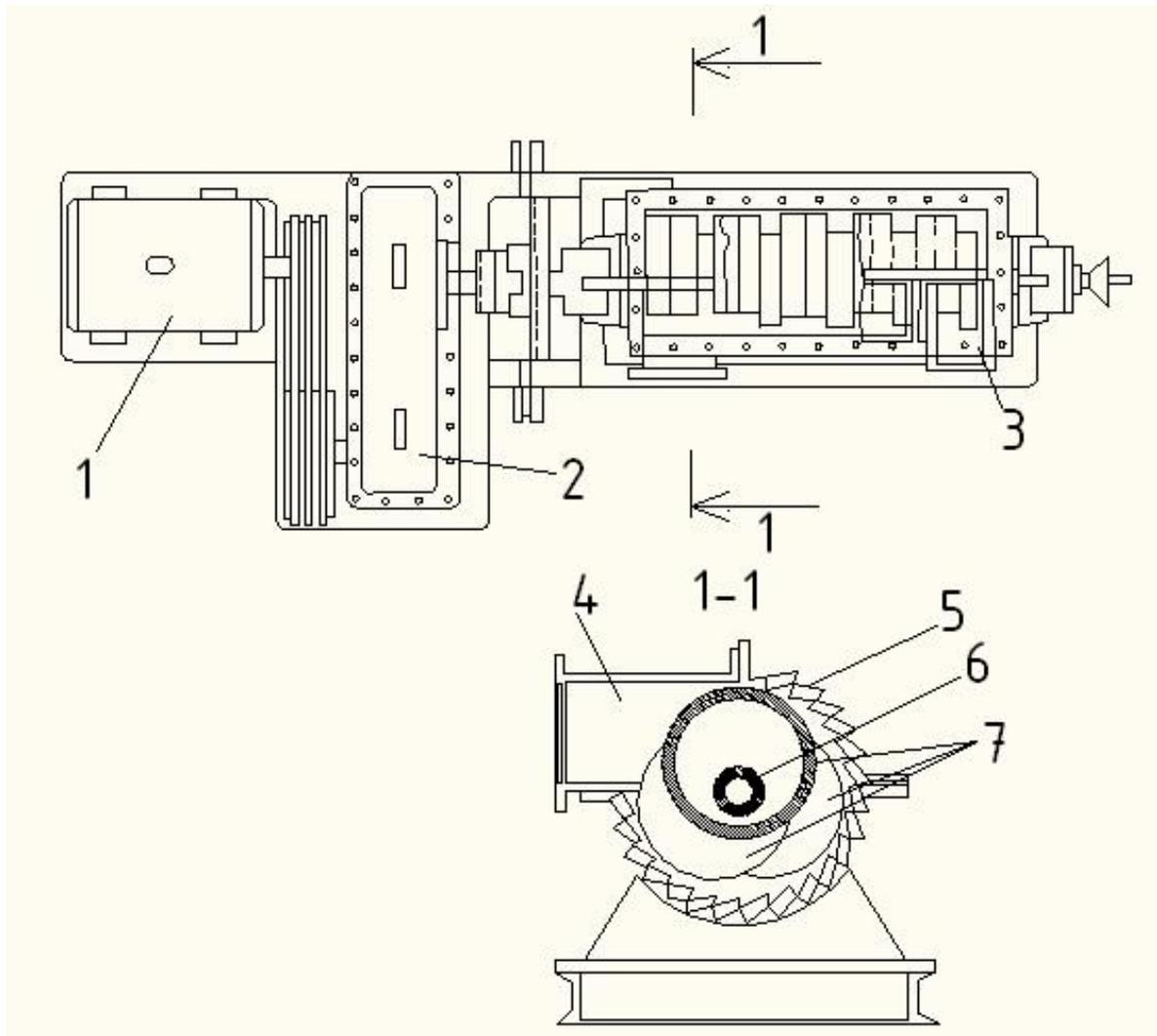


1 – несущий валок вальцов; 2 – холостой ход вальцов; 3 – вход массы; 4 – смешиваемая масса; 5 – ограничивающая среда; 6 – выход массы

Рисунок 17 - Смесительные вальцы непрерывного действия

Роторно-эксцентриковые смесители (РЭС). Эти смесители просты в изготовлении, менее металлоемки, дешевы. Могут работать по периодическому и непрерывному циклам. Производительность их высока, т.к. рабочим пространством у РЭС является вся рабочая загрузка смесителя, в то время как у вальцов рабочий объем – только запас между валками.

РЭС конструктивно представляет собой корпус цилиндрической формы при однороторном типе или сдвоенную цилиндрическую форму при двухроторном исполнении.



1 – электродвигатель; 2 – редуктор; 3 – люк для загрузки компонентов; 4 – люк для выгрузки готовой смеси; 5 - корпус ротора; 6 – вал ротора; 7 – кулачки ротора

Рисунок 18 – Однороторный роторно-эксцентриковый смеситель

Однороторный смеситель состоит из корпуса и крышки, соединенных при помощи фланцев. Внутри корпуса размещен ротор, состоящий из полого вала, на котором эксцентрически размещены цилиндрические кулачки. На последней модификации на валу установлено 18 полых кулачков диаметром 450 мм, шириной 100 мм и эксцентриситетом 25 мм. Кулачки устанавливаются на валу таким образом, чтобы угол между их максимальными радиусами был равен 120 градусам; их поверхность образует винтовую линию. Расстояние между гребнем зубцов корпуса и максимальным радиусом кулачка от 5 до 10 мм.

Корпус внутри имеет зубчатую поверхность; зубцы располагаются вдоль корпуса. Угол зубцов при вершине 90° . Одна из плоскостей зубца и касательная к максимальному радиусу кулачка образует угол 30° , а другая плоскость - 60° . Ротор вращается в таком направлении, чтобы масса надвигалась на меньший угол. Корпус сварен из уголков, снаружи к которым привариваются такие же уголки. В образующиеся полости подается пар или горячая вода. Крышка разделена по длине на шесть отсеков; в крайних отсеках расположены загрузочный и разгрузочный люки. Ротор вращается со скоростью от 30 до 50 мин^{-1} .

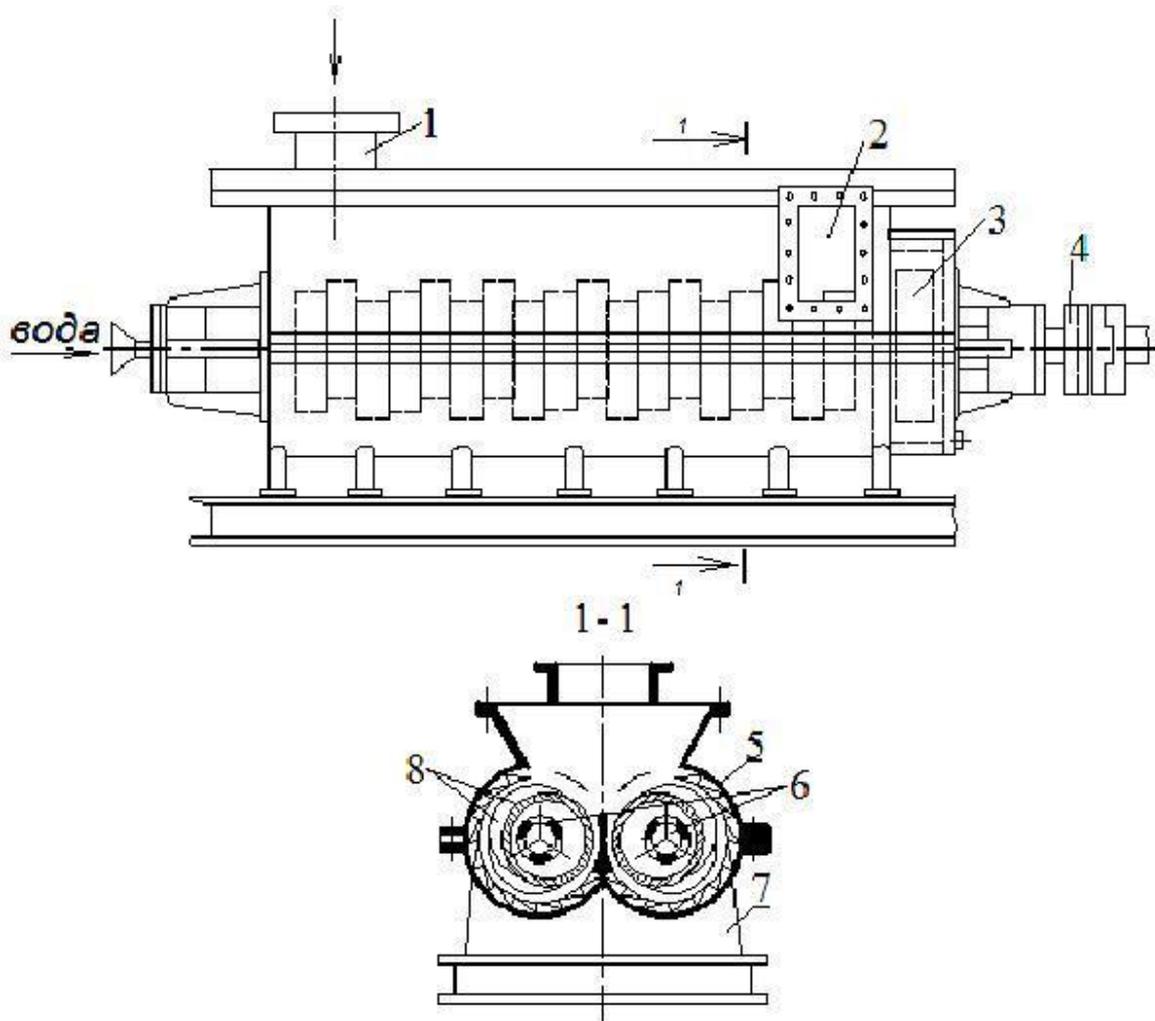
Работа смесителя протекает следующим образом. Компоненты загружают в загрузочный люк. Попадая в зазор между кулачками и зубцами, материал при вращении ротора сжимается. Одни слои его сжимаются относительно других и материал подвергается активной пластификации. Масса также выдавливается и в боковом направлении относительно плоскости кулачка. Наблюдается перемещение массы в осевом направлении. При непрерывном процессе масса выгружается в противоположном загрузочному конце смесителя; при периодическом она возвращается в начало смесителя по пространству, огороженному специальными заслонками.

Недостатком однороторного смесителя является то, что при загрузке крупных кусков компонентов может возникнуть заклинивание ротора. Поэтому загрузка смесителя осуществляется постепенно, что снижает его производительность. Этому недостатка лишен двухроторный смеситель с рабочим объёмом 60 дм^3 (смотри рисунок 19).

Червячные машины. Могут заменить вальцы, смесители и даже каландры. Являются агрегатами непрерывного действия. Представляют собой цилиндрический корпус, в котором вращается вал (червяк). Материал загружается в загрузочное отверстие, разрезается, перемешивается и перемещается червяком к выходному отверстию, в котором отдельные частицы смеси спрессовываются и выдавливаются через отверстие мундштука в виде жгутов, труб, пластин в зависимости от необходимости.

Качество готовой смеси оценивается по её однородности, критериями которой являются величина дисперсии, среднеквадратичное отклонение, коэффициент одно-

родности, показатель вариации. Последний должен отвечать нормативам и не превышать 4 % для хорошо перемешанных смесей.



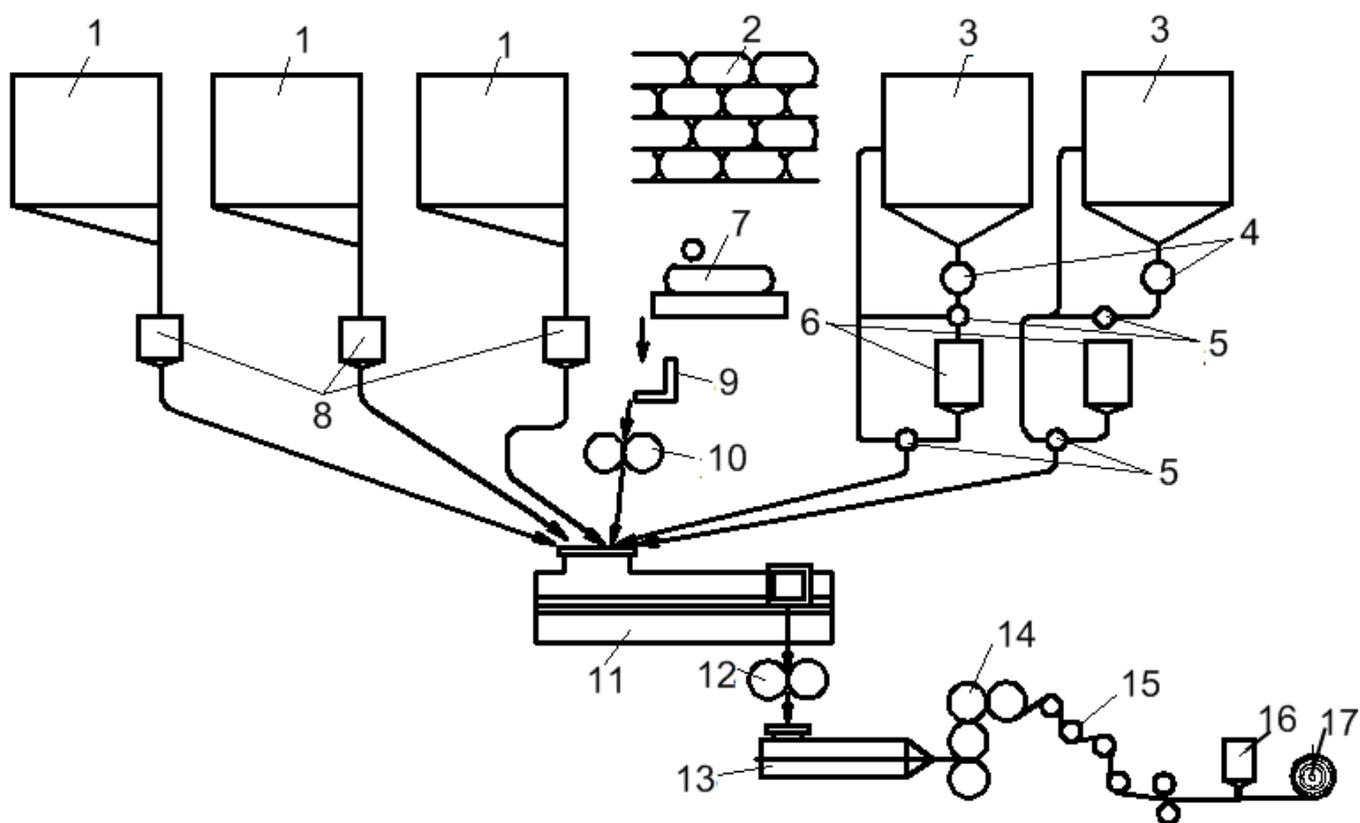
1- загрузочный патрубок; 2 – разгрузочный патрубок; 3 – привод ротора; 4 – полумуфта привода; 5 – корпус; 6 – вал ротора; 7 – станина; 8 – кулачки-эксцентрики

Рисунок 19 – Двухроторный роторно-эксцентрикковый смеситель

4.3 Формование

Формование является одной из наиболее важных технологических операций, позволяющей получить изделия определенной формы и размеров. В технологии гидроизоляционных материалов наиболее распространенной операцией формования является *каландрирование*. Схема производства пленочных ГИМ, на которой

наряду с каландрированием показаны и другие технологические операции, представлена на рисунке 20.

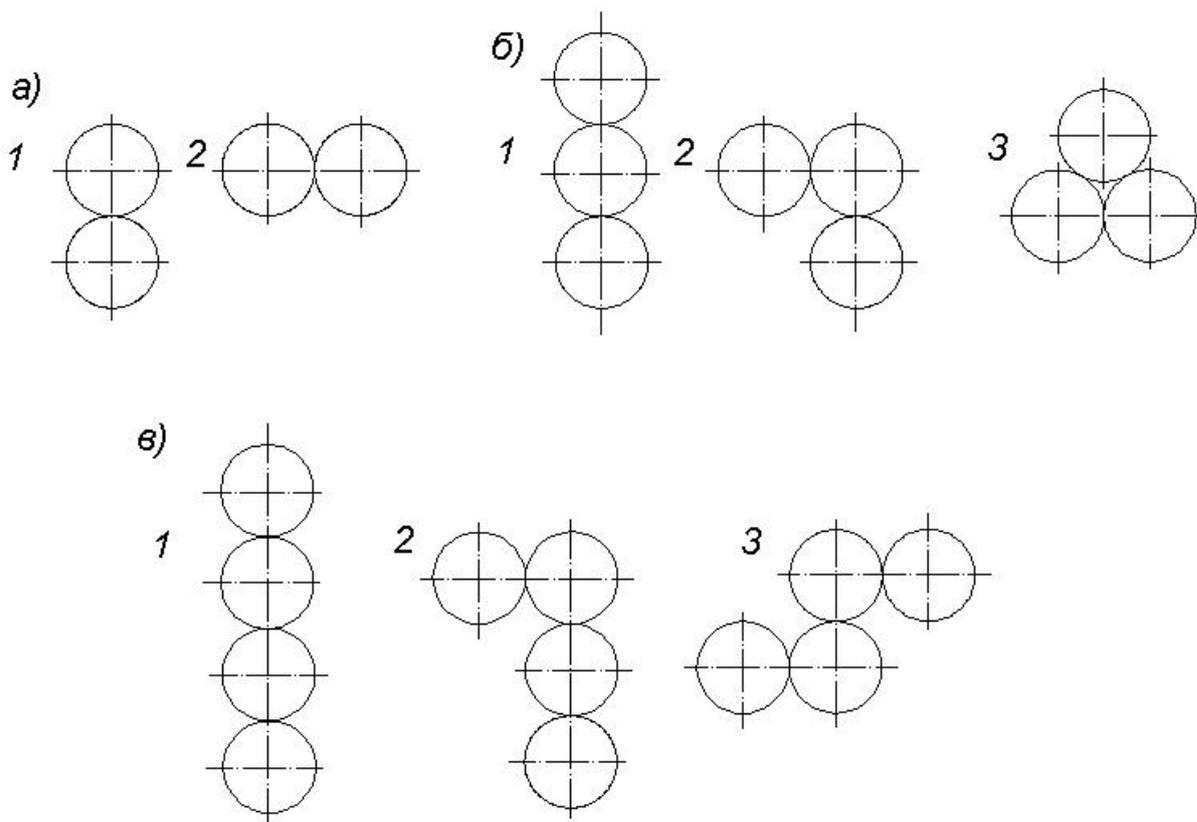


1 – емкости гранулированных полимеров; 2 – склад каучукообразных материалов; 3 – ёмкости битума и антисептика; 4 – насосы; 5 – трёхходовые краны; 6 – дозаторы битума и антисептика; 7 – нож для резки каучука; 8 – дозаторы гранулированных полимеров; 9 – весы для каучукообразных полимеров; 10 – вальцы для пластикации каучука; 11 – смеситель; 12 – вальцы; 13 – шприц-машина со щелевой головкой; 14 – каландр; 15 – охлаждающий транспортер; 16 – посыпное устройство; 17 – намоточный станок

Рисунок 20 – Технологическая схема производства (смешение, формование и уплотнение) пленочных материалов

Каландр представляет собой механизм, применяемый для формования пленочного материала из предварительно перемешанной смеси. Основным элементом конструкции является станина, на которой монтируется от двух до пяти валков

диаметром до 600 мм и длиной до 2 м. Схема расположения валков представлена на рисунке 21.



а – двухвалковые с вертикальным (1) и горизонтальным (2) расположением валков; б – трехвалковые с вертикальным (1), Г-образным (2) и треугольным (3) расположением валков; в – четырехвалковые с вертикальным (1), Г-образным (2) и Z-образным расположением валков

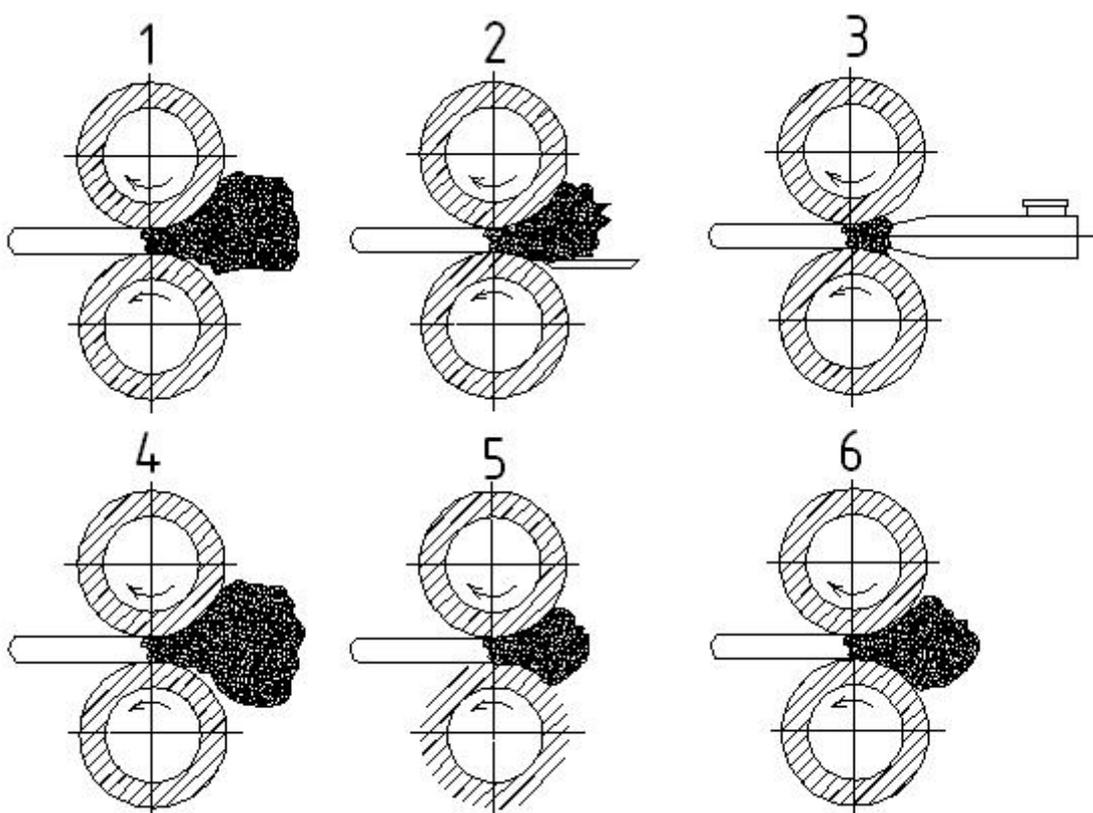
Рисунок 21 – Расположение валков в каландрах

Валки полые и имеют по окружности отверстия для подачи в них теплоносителя с целью регулирования температуры поверхности валков. Валки могут вращаться с одинаковой либо различной скоростью как за счет фрикционного контакта, так и от своего вала редуктора. Относительно друг друга валки располагаются по вертикали, по горизонтали, Г-образно, L-образно, по треугольной схеме. Каждый валок, как правило, имеет свою температуру поверхности.

На каландры смесь подается после предварительной обработки в смесителях (роторном), вальцевания, а иногда и после пропускания через шприц-машину, из ко-

торой масса выходит в виде пластин толщиной от 5 до 8 мм с необходимой температурой.

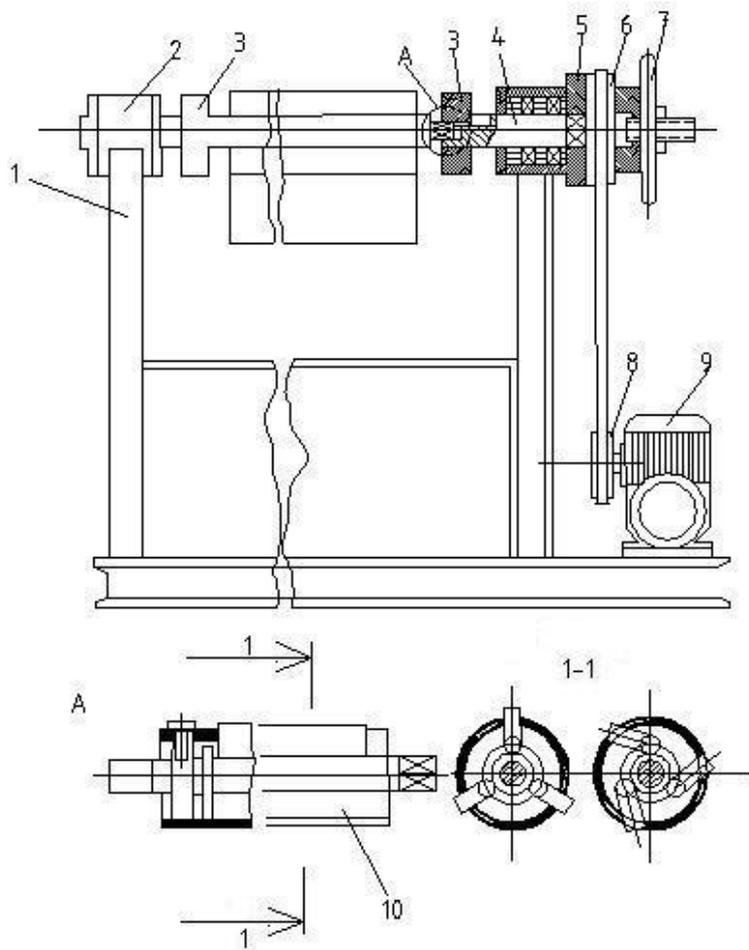
Каландрируют резиновые и полимерные смеси. Скорость каландрирования до 30 м/мин. Температура первых двух каландрирующих валков находится в пределах от 50 °С до 90 °С. При работе каландра на заданном режиме толщина пленки определяется и регулируется автоматическими приборами. В процессе каландрирования с формированием пленки осуществляется вытягивание, перемешивание, прессование и истечение. На рисунке 22 показаны схемы взаимодействия валков и каландрируемой массы.



1 – подача массы с лотка с большим запасом; 2 – подача массы с лотка с нормальным запасом; 3 – подача массы со шприц-машины (наилучший вариант); 4 – подача массы без лотка с большим запасом; 5 – подача массы без лотка с нормальным запасом; 6 – нормальный процесс каландрования

Рисунок 22 - Схема взаимодействия валков каландра и каландрируемой массы

Кромки образующегося полотна обрезаются с обеих сторон на ширину от 50 до 70 мм, что устраняет сбег ленты со средней линии, исключает усадку полотна, имеющую место по краям пленки. Для исключения слипания пленки в рулонах её перед намоткой посыпают тальком. Намотка осуществляется на бумажные втулки или деревянные скалки. Схема намоточного станка представлена на рисунке 23.



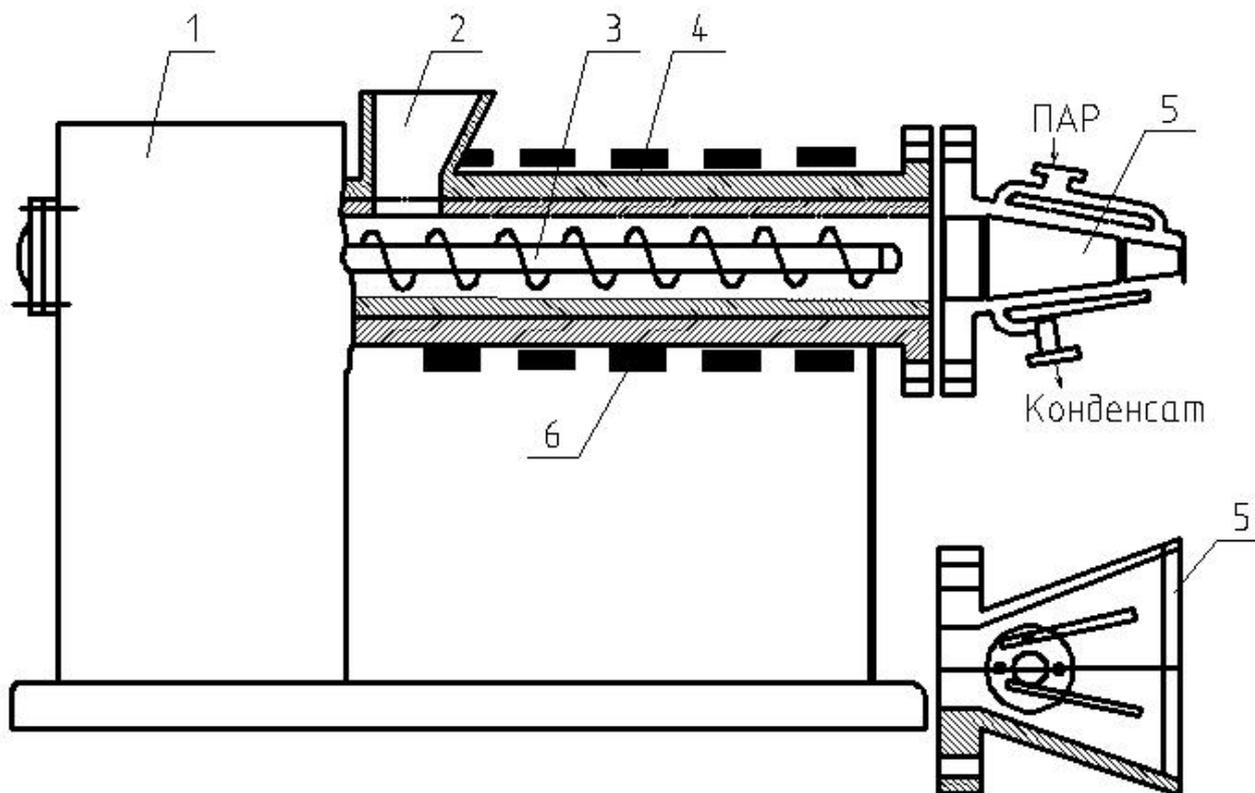
1 – стойки; 2 – корпуса подшипников; 3 – запорное устройство; 4 – ось ведущего привода; 5 – диск фракционный стационарный; 6 – шкив тиксотропный ведомый; 7 – штурвал регулировки силы прижатия ведомого шкива к фрикционному диску; 8 – шкив тиксотропного привода (ведущий); 9 – редуктор червячный; 10 – квадрат скалки

Рисунок 23 - Схема намоточного станка

К формированию и уплотнению относят ещё две технологические операции – экструзия и прессование.

Экструзия – это операция непрерывного выдавливания размягченного материала через отверстие определенного сечения – мундштук. Осуществляется в экструдере – шнековом (червячном) либо с помощью шприц-машины, представленной на рисунке 24.

Прессование осуществляют с помощью обогреваемых прессов при изготовлении листовых материалов и плит. В технологии гидроизоляционных материалов таким образом перерабатывают термореактивные полимеры. Обогрев прессов осуществляется паром или водой. Усилие прессования – от 100 до 500 кН.



1 – редуктор с электродвигателем; 2 – загрузочный люк; 3 – шнек; 4 – корпус;
5 – щелевая головка; 6 – позонный обогрев корпуса

Рисунок 24 - Шприц-машина со щелевой головкой

Вспенивание – способ изготовления пористых герметизирующих прокладок и жгутов обработкой жидких или вязкотекучих полимеров с помощью газов. Послед-

ние выделяются при протекании реакций между компонентами или при разложении порофоров, выделяющих газ при нагревании до температуры текучести полимера. Порофоры - $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ и NaHCO_3 , для которых характерны обратимые термические разложения и органические соединения - необратимые разложения.

Напыление – нанесение вещества в дисперсном состоянии на поверхность изделий или полуфабрикатов для получения тонких пленок, предохраняющих изделие от коррозии или физического износа. Используют порошкообразные полимеры, которые наносят на подогретую поверхность защищаемой конструкции. Последующее самослипание напыленных частиц создает покрытие в виде сплошной пленки. Для напыления используют газопламенный, вихревой и псевдооживленный способы.

Пропитка и допропитка кровельного картона горячим битумом и битумнополимерной массой – одна из важнейших операций в технологии гидроизоляционных материалов. Процесс проводится в пропиточных ваннах при температуре 180-200 °С. При погружении картона в расплавленный битум наблюдается испарение влаги с поверхности волокон. Часть пара, устремляясь во внутренние слои картона, подсушивает его и частично защемляется там битумом. Благодаря этому до 30 % пор остается незаполненными битумом. Для большей полноты пропитки необходимо охладить полотно картона от 180 °С до 140 °С (воздухом либо более холодным битумом); при этом перегретый пар сорбируется волокнами картона, что способствует допропитке картона битумом.

5 Сырье и полуфабрикаты для производства ГИМ

Используются органическое сырье: битумы, дегти, полимеры, растворители, пластификаторы и др.; неорганические – порошкообразные и волокнистые наполнители, сыпучие вещества: песок, отходы слюды, мелкозернистый щебень и т.п.

5.1 Органические вяжущие вещества

К органическим вяжущим относят вещества на основе высокомолекулярных углеводородов. Основными из них являются битумы, дегти, полимеры.

5.1.1 Битумы

Битумы и дёгти являются вязущими коагуляционного твердения. Они представляют собой продукты химической переработки нефти, углей, горючих сланцев, древесины.

Битумы - органические вязущие чёрного или тёмно-бурого цвета, состоящие из смеси высокомолекулярных углеводородов и их неметаллических производных, т.е. соединений с серой, азотом и кислородом. При комнатной температуре битумы могут быть жидкими, вязкими и жидко-вязкими, при нагревании переходят в легко-подвижные жидкости, при охлаждении вновь застывают. Плотность - около 1 г/см³. Хорошо растворяются в органических растворителях. По происхождению битумы бывают природные и искусственные - нефтяные.

5.1.1.1 Химический и групповой состав

Химический состав битумов, %: С - от 70-80; Н – от 10 до 15; О – от 5 до 10; S – от 1 до 5; N - до 1. S, N, O - входят в состав активных функциональных групп.

В состав битумов входят углеводороды метанового (C_NH_{2N+2}), нафтенового (C_NH_{2N}) и ароматического (C_NH_{2N-6}) рядов. В состав основной части молекул битума входит от 25 до 150 атомов углерода. Молекулярная масса составляет от 400 до 5000 кислородных единиц.

Ароматические углеводороды более устойчивы к атмосферным воздействиям.

Метановые (парафины) имеют прямую цепь; при охлаждении способны выкристаллизовываться, ухудшая свойства битумов.

Нафтеновые углеводороды при окислении частично переходят в смолы.

Свойства битумов определяются их групповым составом, который устанавливают по различию растворимости битумов в органических растворителях и адсорбируемости на различных адсорбентах.

Групповой состав битумов представлен маслами, смолами, асфальтенами, карбенами, карбоидами, асфальтогеновыми кислотами, парафинами.

Указанные компоненты группового состава различаются между собой химическим составом, длиной и типом молекулы, свойствами, содержанием в битуме.

Масла - растворяются в бензине или эфире. Молекулярная масса – от 300 до 600; содержание в битуме – от 30 % до 60 %.

Смолы - молекулы циклические или гетероциклические, молекулярная масса – от 600 до 1000; высокое содержание S, O, N обуславливает их повышенную поверхностную активность (адгезию); содержание в битумах – от 20 % до 40 %.

Асфальтены - твердые неплавкие вещества плотностью более 1 г/см^3 , молекулярная масса изменяется от 1200 до 6000; в бензине нерастворимы; растворимы в хлороформе и горячем бензоле; содержание в битуме – от 10 % до 40 %; повышают температуростойкость, вязкость и твёрдость битумов; под действием ультрафиолета переходят в карбены.

Карбены и карбоиды - содержатся в крекинг-битумах в количестве от 1 % до 3 %. По свойствам карбены близки асфальтенам, но содержат больше углерода и имеют большую плотность; растворимы только в сероуглероде CS_2 . Карбоиды не растворимы в известных растворителях.

Асфальтогеновые кислоты растворяются в этиловом спирте, полярны, относятся к ПАВ. Содержание в битумах достигает 3 %. Обеспечивают высокую адгезию битумов к каменным материалам.

Парафины - твердые метановые углеводороды. Ухудшают свойства битумов (повышают хрупкость). В битумах содержатся в количестве от 6 % до 8 %.

По внутреннему строению битумы - коллоидная система, дисперсной средой в которой является раствор смол в маслах, а дисперсной фазой - асфальтены, карбены и карбоиды с размером частиц от 18 до 20 мкм.

5.1.1.2 Получение битумов

Природные битумы образовались из нефти под воздействием биологических и климатических факторов, в результате чего из нефти частично испарялись лёгкие соединения, происходили процессы окисления и полимеризации.

Содержатся в пористых горных породах либо скапливаются на поверхности земной коры в виде озёр. Содержание битума в породах составляет от 5 % до 20 %.

Нефтяные битумы получают при переработке нефти следующими способами:

1) атмосферно-вакуумной перегонкой получают остаточные битумы - гудроны;

2) окислением нефтяных остатков (гудронов) кислородом воздуха - окисленные битумы;

3) окислением (путём продувки воздухом) крекинг-остатков, образующихся при переработке мазута способом крекинга (при высоких температурах и давлениях) - крекинговые битумы.

Наиболее распространены окисленные битумы. Характер процесса окисления определяется исходной температурой размягчения гудрона (от 18 °С до 22 °С по КиШ – прибору «кольцо и шар»), расходом воздуха, продолжительностью и температурой окисления (от 250 °С до 280 °С).

Окисление может осуществляться в аппаратах периодического либо непрерывного действия. Агрегатами периодического действия являются аппараты полукolonного типа, при объединении их в группу из трёх аппаратов они могут работать по непрерывной схеме.

Схема работы аппарата полукolonного типа представлена на рисунке 25, а конструктивные особенности подобных аппаратов на рисунке 26. Технологическая схема окисления битума в этих установках изображена на рисунке 27.

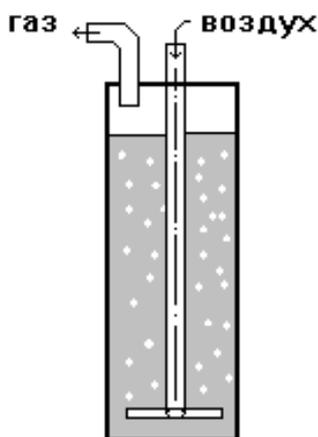
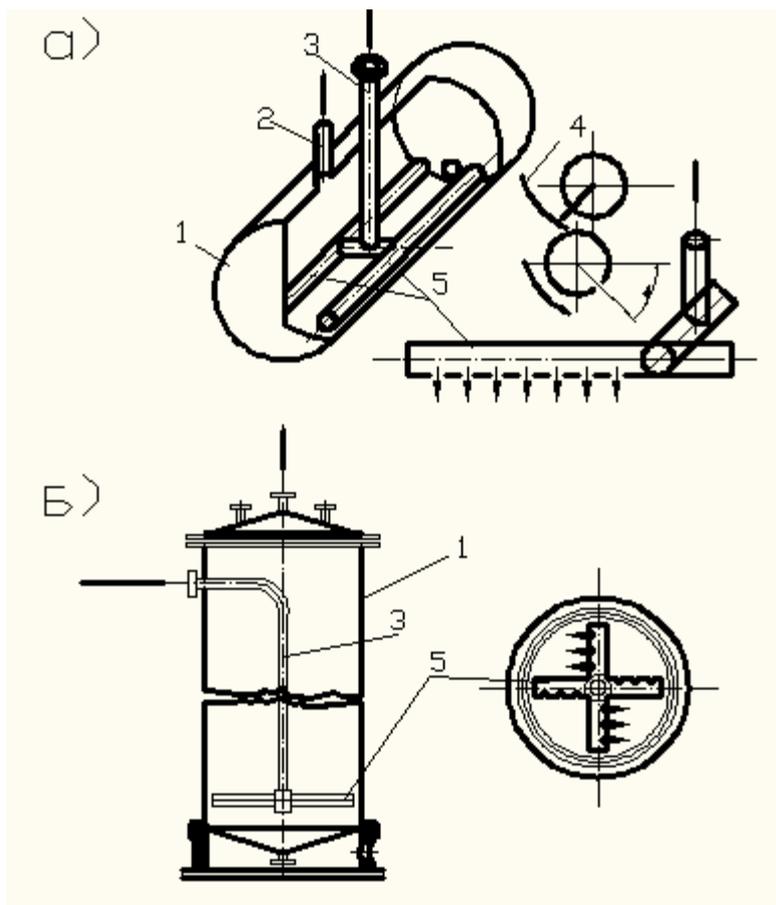


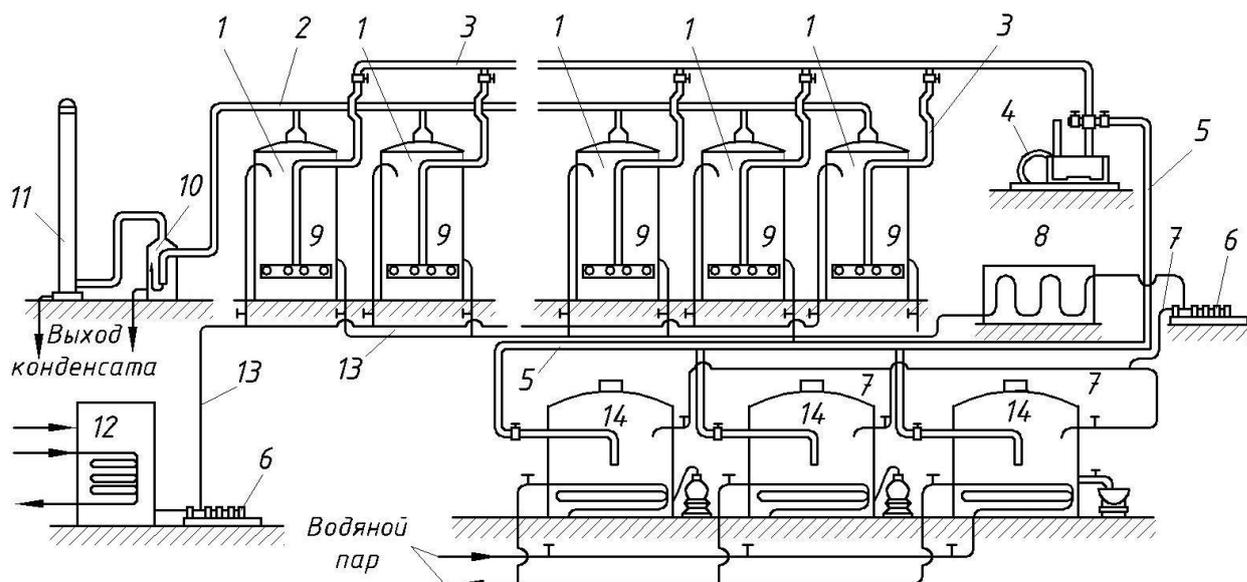
Рисунок 25– Полукolonный аппарат



1- корпус; 2 - штуцер для отвода газа; 3 - стояк; 4 - часть стенки корпуса; 5 - маточник

Рисунок 26 - Схема маточников (барботеров) в горизонтальном (а) и вертикальном (б) конвертерах

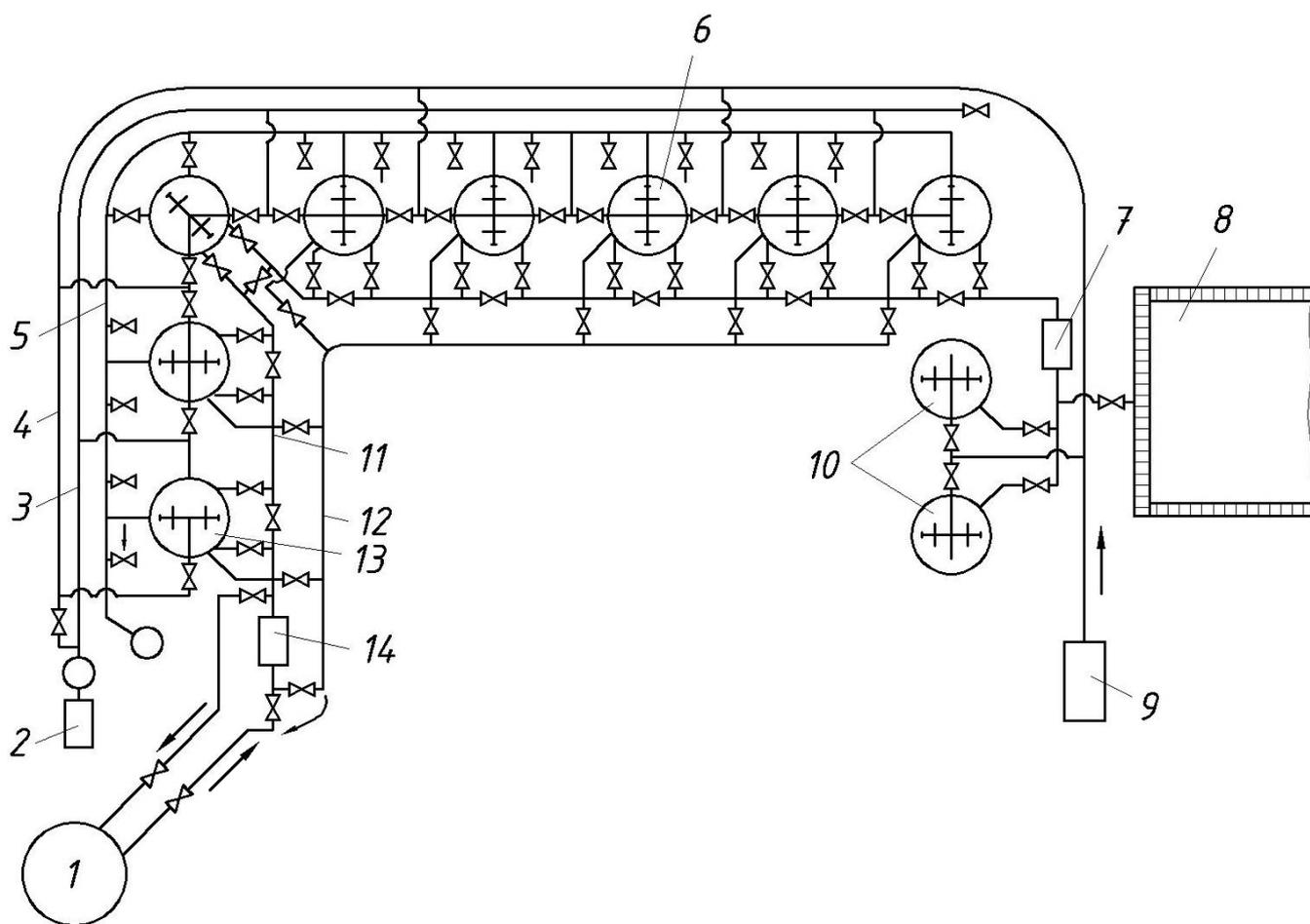
Аппарат полуколонного типа представляет собой вертикально расположенный цилиндрический сосуд диаметром 2,5 м и высотой 15 м. Рабочая вместимость 50 м³. По центру расположена труба для подачи воздуха, которая до дна не доходит на расстояние от 0,5 до 0,6 м и заканчивается крестообразным барботёром. Последний имеет отверстия, расположенные под углом 30 ° к осям труб. Через отверстия подаётся воздух под давлением 0,2 МПа, под действием струй которого битум приводится во вращение, а воздух поднимается вверх, насыщая и окисляя битум.



1 – битумный куб; 2 – труба для отвода отработанного воздуха и газа; 3 – труба для подачи воздуха; 4 – компрессор; 5 – воздушная магистраль; 6 – насосы; 7 – магистраль для подачи битума; 8 – холодильник для охлаждения битума; 9 – маточник; 10 – газосборник; 11 – дымовая труба; 12 – теплообменник (ёмкость) для тяжелого нефтяного остатка; 13 – магистраль для подачи гудрона; 14 - раздаточник

Рисунок 27 – Технологическая схема производства окисленного битума в установках периодического действия

Горизонтальные конвертеры имеют емкость 35 м^3 , диаметр 3 м и длину 5 м. Внутри конвертера на расстоянии от 0,3 до 0,5 м от дна расположены две трубы с отверстиями, направленными вниз под углом 45° . Размеры отверстий увеличиваются от середины к концам труб. Эти трубы-маточники (барботеры) по середине соединены общим патрубком с приваренным к нему стояком (такая же труба). Конец стояка выведен наружу, по нему подается воздух от воздуходувки в барботеры. Вверху корпуса имеется штуцер для отвода газов из конвертера, люк с крышкой для наблюдения и штуцеры для установки измерительных приборов. Конвертеры облицованы кирпичом; снизу имеются топki для сжигания топлива - газа или мазута.



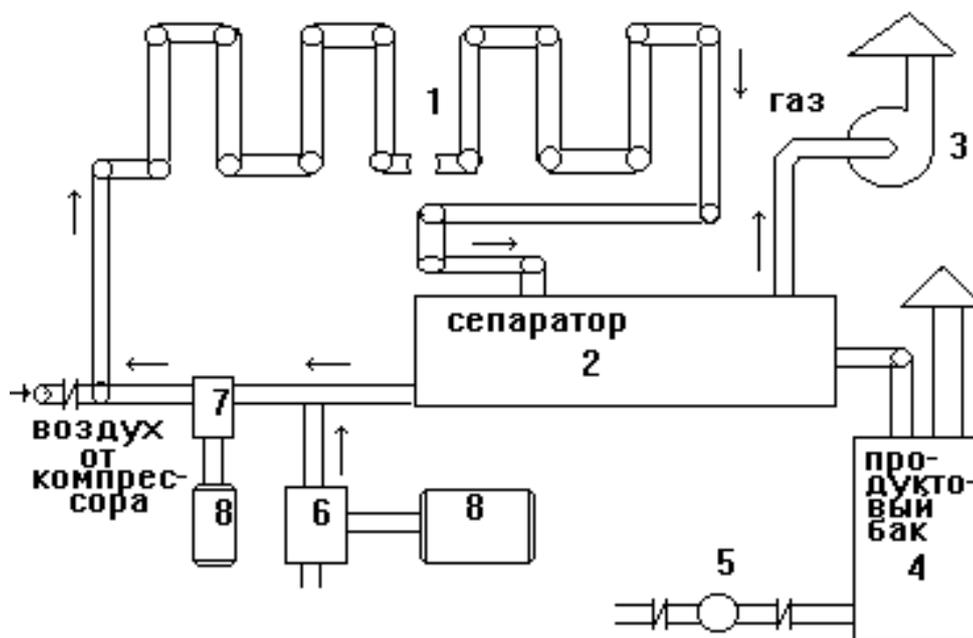
1 – ёмкость для сырья; 2 – компрессорная установка; 3 – воздушная магистраль; 4 – паровая магистраль; 5 – обратная воздушная магистраль с ловушками; 6 – битумные кубы; 7 – насос; 8 – аварийная ёмкость; 9 – парообразователь; 10 – раздаточник; 11 – подающая магистраль; 12 – обратная магистраль; 13 – насос; 14 – куб

Рисунок 28 – Технологическая схема производства окисленного битума в установках непрерывного действия

Нефтяной битум более высокого качества получается в аппаратах трубчатого типа, работающих по непрерывной схеме. Трубчатый реактор состоит из серии вертикальных труб диаметром 200 мм и высотой 10 м, соединенных между собой переходными звеньями. Общая длина труб реактора - 310 м, рабочая вместимость - $9,75 \text{ м}^3$.

С одного конца реактора осуществляется подача в него воздуха и битума - исходного и рециркулята, - а другой конец реактора соединен с сепаратором, где про-

исходит отделение газа от битума. Газ сжигается в печи дожига, а битум частично идет на рециркуляцию, а частично в продуктовый бак.



1 - реактор; 2 – сепаратор; 3 – циклонная печь; 4 – продуктовый бак; 5 – продуктовый насос; 6 – насос сырьевой паровой; 7 – насос циркуляционный паровой; 8 – электродвигатель

Рисунок 29 - Аппарат трубчатого типа

Реакция окисления протекает при температуре от 260 °С до 270 °С. Производительность реактора – от 15 до 17 т/ч при получении битума с температурой размягчения в интервале от 85 °С до 95 °С по КиШ. Рециркуляция окисленного битума позволяет обеспечить устойчивость процесса окисления битума в реакторе. Чем больше кратность циркуляции, тем устойчивее протекает процесс окисления. Но увеличение коэффициента кратности циркуляции повышает расход электроэнергии, поэтому значение коэффициента поддерживают в пределах от 6 до 10.

5.1.1.3 Свойства битумов

Свойства зависят от структуры, состава и температуры. Полярность молекул характеризует распределение электрических зарядов на молекулах компонентов битумов. Она определяет адгезию, когезию, величину и скорость смачивания.

О полярности органических вяжущих судят по коэффициенту растворимости, рассчитываемому по формуле

$$\alpha = \frac{A}{B} \cdot 100 \quad (7)$$

где А - растворимость битума в метиловом спирте, %;

В - растворимость битума в бензоле, %.

Для нефтяных битумов значения коэффициента растворимости α изменяются от 5 до 35. Чем больше коэффициент растворимости, тем выше полярность и тем лучше сцепление битума с минеральными материалами. Адгезия битумов в отношении каменных материалов оценивается по сохранению плёнки на щебне в процессе кипячения его зёрен в воде.

Вязкость вязких битумов определяется по глубине проникновения иглы в битум в течение 5 с при температуре 25 °С либо в течение 60 с при температуре 0 °С. Определяемая при этом пенетрация является величиной обратной вязкости. Переход от пенетрации к динамической вязкости осуществляется по формуле Заала

$$\eta_n = \frac{1,58 \cdot 10^9}{P \cdot 2,16} \quad (8)$$

где η_n - динамическая вязкость, Па·с;

П - пенетрация, град.

Вязкость жидких битумов характеризуется временем истечения, с, определённого количества битума через отверстие вискозиметра при стандартной температуре. Обозначение вязкости C_{25}^5 либо C_{60}^{10} , где верхний индекс характеризует диаметр отверстия, мм; нижний - температуру испытания, °С.

При повышении температуры вязкость битумов снижается. Графическая зависимость вязкости битумов от температуры представлена на рисунке 30.

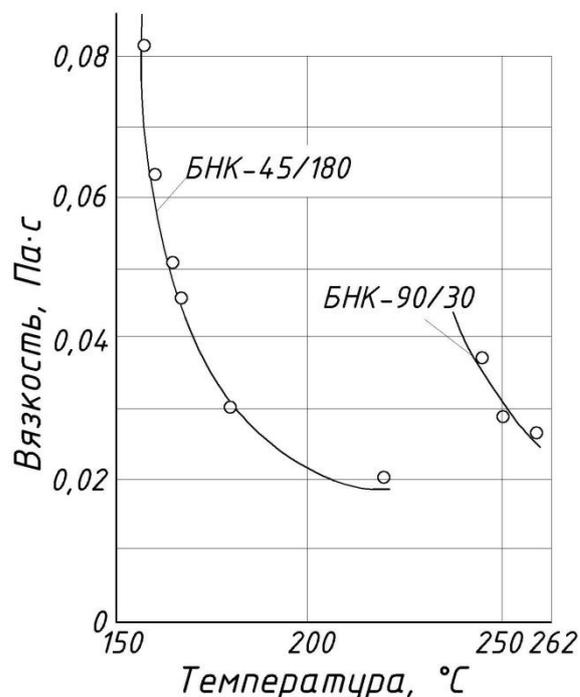


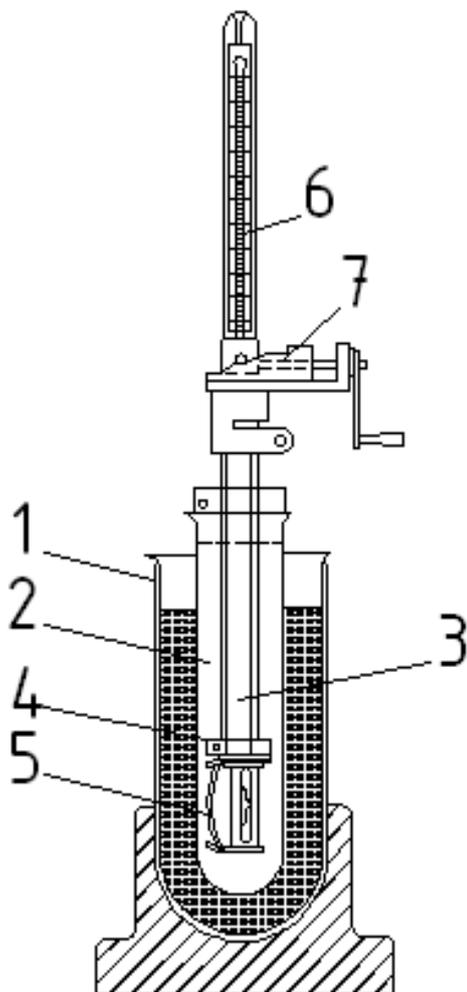
Рисунок 30 – Изменение вязкости битумов при нагревании

Пластичность вязких битумов характеризуется их растяжимостью (дуктильностью). Определяется при температурах 0 °C и 25 °C и обозначается D_0 и D_{25} ; измеряется в см.

Температура размягчения характеризует переход битума из твёрдого или вязкопластического состояния в жидкое. Определяется на приборе “кольцо и шар” (КиШ).

Переход битума в хрупкое состояние наблюдается при *температуре затвердевания*, которую определяют на приборе Фрааса, схема которого представлена на рисунке 31. Ей соответствует появление первой трещины в слое битума, нанесённого на стальную пластинку, подвергаемую изгибу при охлаждении со скоростью 1 °C в минуту. Чем ниже температура хрупкости, тем более трещиностойки материалы на основе этого вяжущего.

Количественной характеристикой вязкого состояния является *интервал пластичности* - разность температур размягчения и хрупкости битумов. Чем больше интервал, тем выше качество битума.



1 – сосуд Дьюара; 2 – пробирка; 3 – соосные трубки; 4 – захваты; 5 – латунная пластинка с испытуемым образцом; 6 – термометр; 7 – механизм перемещения внутренней трубки

Рисунок 31 – Прибор для определения температуры хрупкости битума (Фрааса)

Теплоустойчивость битумов характеризуется не только температурой размягчения, но и *индексом пенетрации*

$$ИП = \frac{30}{1 + 50A} - 10 \quad (9)$$

где A - коэффициент, рассчитываемый по формуле

$$A = \frac{2,9031 - \log P_{25}}{t_p - 25} \quad (10)$$

где P_{25} - пенетрация при 25 °С;
 t_p - температура размягчения, °С по КиШ.

Битумы с ИП менее 2 имеют повышенную чувствительность к изменению температуры, а с ИП более 2 характеризуются высокой термоустойчивостью и малой хрупкостью при низких температурах.

Температура вспышки определяется нагревом открытого тигля с битумом. Периодически к поверхности битума подносят зажженную спичку. За характеристику принимают температуру, при которой пары образуют с воздухом смесь, вспыхивающую при поднесении к ней пламени.

Начальную температуру, когда пламя держится более 5 с, называют *температурой воспламенения*.

Теплопроводность битума составляет от 1,45 до 1,47 Вт/(м·К).

В зависимости от основных свойств и назначения битумы подразделяют на следующие разновидности и марки.

Нефтяные дорожные: БНД 40/60, БНД 60/90, БНД 90/130, БНД 130/200, БНД 200/300, БН 60/90, БН 90/130, БН 130/200, БН 200/300 [24].

Цифры дроби показывают на допустимые для данной марки пределы показателей пенетрации при 25 °С.

Кровельные и гидроизоляционные битумы: пропиточные – БНК-40/180 и БНК-45/190; покровные – БНК-90/40 и БНК-90/30 [12]. Числитель дроби указывает среднее значение показателей температуры размягчения, в °С, знаменатель - среднее значение пенетрации при 25 °С.

Твердые строительные битумы: БН 50/50, БН 70/30, БН 90/10 предназначены для изоляции нефте- и газопроводов [10]. Числитель указывает температуру размягчения, а знаменатель - средние значения пределов изменения пенетрации.

Битумы нефтяные изоляционные: БНИ-IV-3, БНИ-IV, БНИ-V; применяют для изоляции трубопроводов от коррозии [13].

Битумы хрупкие марок Б, В и Г выпускают для лакокрасочной промышленности [22]. Характеризуются высокой температурой размягчения (от 100 °С до 135 °С), малой пенетрацией (от 5 ° до 10 °) при 25 °С, полной растворимостью в льняном масле.

Жидкие битумы при нормальных условиях характеризуются жидкой консистенцией [16]. В зависимости от класса и вязкости различают марки:

- среднегустеющие - СГ 40/70 , СГ 70/130, СГ 130/200;
- медленногустеющие - МГ 40/70, МГ 70/130, МГ 130/200, МГО 40/70, МГО 70/130, МГО 130/200. Битумы марок МГО получают из остаточных или частично окисленных нефтепродуктов или из их смесей.

Цифры в маркировке - условная вязкость по вискозиметру с отверстием 5 мм при температуре 60 °С.

Битумы класса СГ - среднегустеющие, получают разжижением вязких дорожных битумов легкими фракциями нефтепродуктов; классов МГ и МГО - медленногустеющие. Битумы класса МГ получают разжижением вязких дорожных битумов жидкими нефтепродуктами.

При получении битумов класса СГ в качестве разжижителя используют бензин, лигроин, керосин; при получении медленногустеющих - масляные нефтепродукты, природные смолистые нефти, мазут.

При разжижении битумов вязкие битумы нагревают до температуры от 80 °С до 90 °С, если применяют лёгкие разжижители, и от 130 °С до 140 °С при использовании более тяжелых разжижителей. Последние также предварительно нагревают в отдельной емкости, а затем добавляют в разжижаемый битум при перемешивании.

Жидкие битумы используют как подогретыми до 100 °С, так и в холодном состоянии (при температуре от 15 °С до 20 °С). Со временем жидкие битумы загустевают за счет испарения летучих фракций, окисления и других процессов.

К основным свойствам жидких битумов относят условную вязкость, скорость загустевания, свойства остатка после испарения летучих фракций (температура размягчения), адгезию, температуру вспышки, погодоустойчивость.

5.1.2 Дёгти

Дегти представляют собой органические вязущие вязкой или жидкой консистенции, получаемые при сухой (деструктивной, без доступа воздуха) перегонке твёрдых видов топлива (каменного или бурого угля, торфа, сланцев, древесины). Наилучшими являются каменноугольные; их применяют для гидроизоляции.

5.1.2.1 Химический и групповой состав

Дёгти состоят из высокомолекулярных углеводородов, в основном ароматического ряда, и их производных, т.е. соединений углеводородов с S, N, O.

Дёгти характеризуются переменным групповым составом, который определяют при фракционной разгонке.

В дёгтях содержатся:

- твёрдые углистые неплавкие вещества, нерастворимые в органических растворителях - “свободный углерод”;
- твёрдые неплавкие дёгтевые смолы, растворимые в пиридине;
- вязкопластичные плавкие дёгтевые смолы, растворимые в бензоле и хлороформе (придают дёгтям эластичность);
- жидкие дёгтевые масла (лёгкие - с температурой кипения ниже 170 °С, средние – от 170 °С до 270 °С, тяжёлые – от 270 °С до 300 °С, антраценовые – от 300 °С до 360 °С). При перегонке сырых дегтевых смол получают жидкие фракции и твердый остаток – пек. Пек – черная хрупкая масса плотностью от 1,25 до 1,3 г/см³. В его состав входят смолистые вещества, свободный углерод и дисперсные частицы угля и кокса.

Дегти – сложная дисперсная система, в которой средой являются масла, а дисперсной фазой – “свободный углерод” и твердые смолы. На поверхности частиц углерода находятся слои молекул вязкопластичных смол, кислых и основных ве-

ществ. В дегте имеются как анион-, так и катионактивные вещества, благодаря которым дегти имеют хорошую адгезию как к основным, так и к кислым подкладкам. В присутствии ПАВ дегти быстро окисляются и полимеризуются, а, следовательно, и стареют быстрее, чем битумы. Их структура менее устойчива, чем у битумов.

Примерный состав каменноугольных дёгтей, %:

- дёгтевые масла - от 60 до 80;
- вязкопластичные смолы - от 10 до 15;
- твёрдые смолы - от 5 до 10;
- свободный углерод (нерастворимая часть) - от 5 до 25;
- нафталин - не более 7;
- антрацен - не более 10;
- фенолы - не более 5.

5.1.2.2 Получение дёгтей

Дегти производят главным образом из каменных обогащённых углей в процессе коксования последних. В зависимости от конструкции печи процесс может протекать при различных температурных режимах:

- высокотемпературный - от 1250 °С до 1300 °С;
- среднетемпературный - от 1100 °С до 1200 °С;
- низкотемпературный – от 500 °С до 700 °С.

Чем ниже температура переработки, тем в большем количестве образуются летучие вещества, которые направляются в холодильники и конденсируются. В состав конденсата входит сырой дёготь и аммиачная вода. Выход дёгтя около 5 % от массы угля.

Отделение дёгтей от воды осуществляется в дёгтеотстойниках, из которых дёготь направляется в дёгтеперегонную установку. Дёгтеперегонные установки бывают периодического и непрерывного действия.

Установка периодического действия, схема которой представлена на рисунке 32, имеет в своём составе теплообменник-обезвоживатель, из которого обезвоженный дёготь направляется в перегонный куб, а пары воды в холодильник, а затем в

виде конденсата в накопительную ёмкость. Из перегонного куба, имеющего автономный подогрев, пары дёгтя отправляются в теплообменник-обезвоживатель, а затем в холодильники, а из них конденсат сливается в сборники продуктов перегонки, в каждом из которых собирается определённая фракция. Отбор фракций осуществляется поочерёдно от низкотемпературной к высокотемпературной.

По окончании перегонки в кубе остаётся пек, который затем сливается в пеко-тушитель (пеки воспламеняются при температуре около 400 °С).

5.1.2.3 Свойства дёгтей

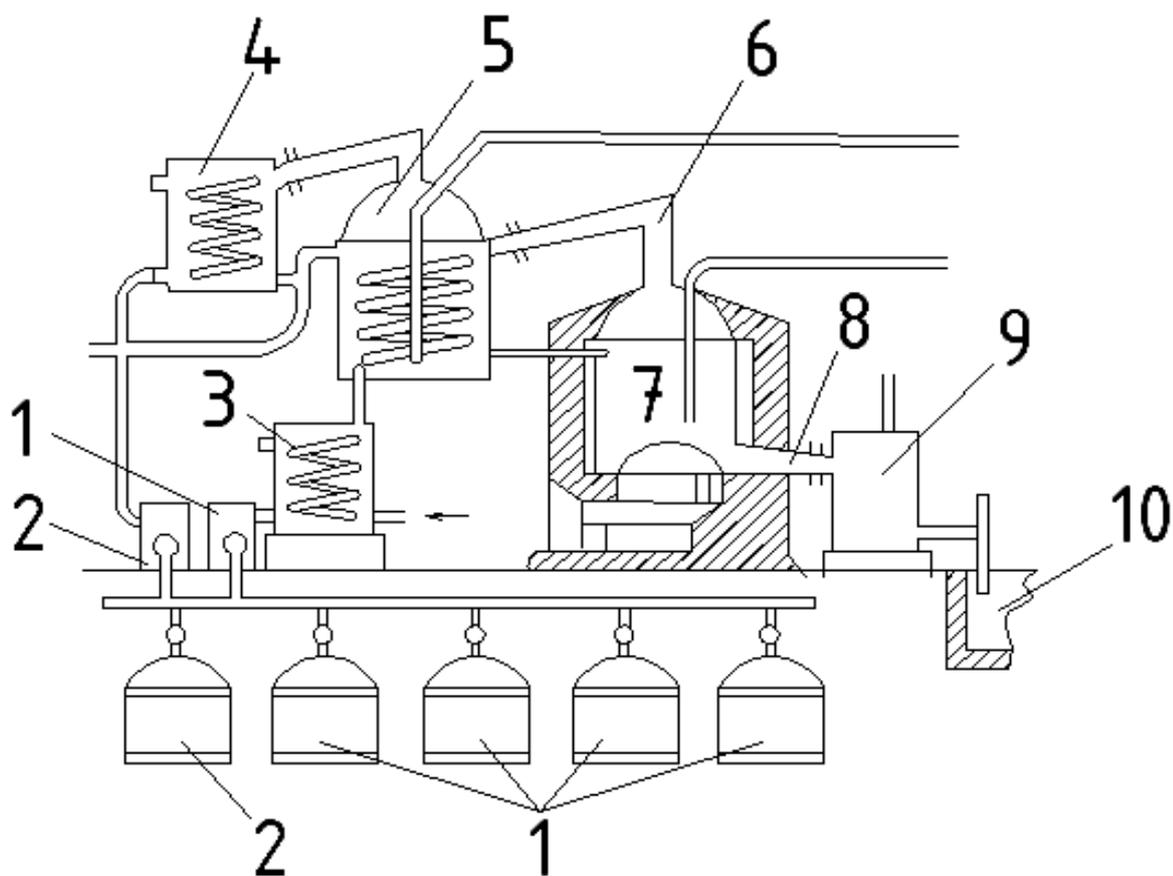
Свойства дёгтей зависят от их состава и структуры. Основным свойством является вязкость, быстро понижающаяся при повышении температуры. Условная вязкость характеризуется временем истечения в секундах 50 мл дёгтя через отверстие диаметром 5 или 10 мм при температурах 30 °С или 50 °С. Определение проводят на стандартных вискозиметрах. В зависимости от вязкости выделяют марки: Д-1, Д-2, Д-3, Д-4, Д-5 и Д-6.

Для получения дёгтя требуемой вязкости часто сплавляют два дёгтя различной вязкости либо сплавляют дёготь с пеком. Такие дёгти называют составленными, в то время как полученные перегонкой - отогнанные.

Дёгти - биостойки, имеют чёрный цвет, токсичны. Температура вспышки - от 150 °С до 190 °С, а воспламенения – от 180 °С до 270 °С. Истинная плотность – от 1,1 до 1,3 г/см³.

Вследствие испарения легколетучих фракций, а также окисления и полимеризации ненасыщенных высокомолекулярных углеводородов дёгти быстро стареют и теряют погодоустойчивость.

Для повышения вязкости, теплоустойчивости и улучшения других свойств в каменноугольную смолу или низкомарочный дёготь при температуре от 180 °С до 200 °С вводят серу и серусодержащие материалы. При этом наблюдается дегидратация углеводородов и изменение межмолекулярных связей.



1, 2 – сборники продуктов перегонки; 3, 4 – водяные холодильники; 5 – теплообменник-обезвоживатель; 6 – шлемовая труба; 7 – вертикальный куб; 8 – сливная труба; 9 – пекотушитель; 10 – пековая емкость

Рисунок 32 – Технологическая схема дегтеперегонной установки периодического действия

Улучшения качества дёгтей также достигают введением минеральных дисперсных наполнителей в количестве до 30 % (молотый известняк, доломит, каменноугольная и цементная пыль). Такие дёгти называют наполненными. Их марки: ДН-7 с вязкостью C_{50}^{10} от 3 до 70 с и ДН-8 с вязкостью C_{50}^{10} от 70 до 120 с.

5.1.3 Основные мономеры, олигомеры, полимеры и сополимеры

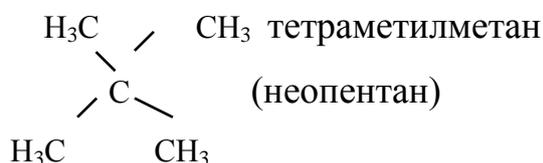
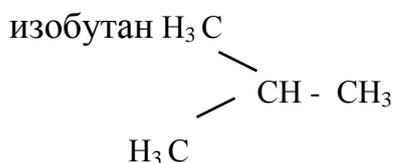
В технологии гидроизоляционных материалов всё большее применение находят полимеры, которые используются в качестве добавок в ГИМ.

Исходным сырьем для получения полимеров являются мономеры и олигомеры. Мономеры представляют собой простейшие углеводороды с различным характером цепи. Простейшим из них является метан CH_4 , молекулы которого не склонны к полимеризации.

Более сложные углеводороды с многоатомными цепями уже обладают способностью к полимеризации. Различают мономеры:

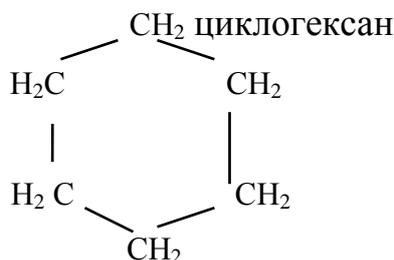
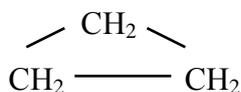
1) с неразветвлёнными (нормальными) цепями, например, этан $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_3$, пропан $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$, бутан $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ и т.д.;

2) с разветвлёнными цепями, например,



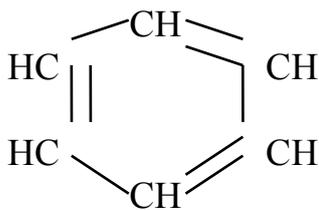
3) с кольцевыми (циклическими) цепями, например,

циклопропан



Углеводороды с насыщенными связями обладают малой химической активностью. Углеводороды с разветвлёнными цепями называют парафинами, а с кольцевыми - циклопарафинами. Они входят в состав битумов, существенно снижая их активность.

Благодаря способности атомов углерода соединяться между собой не только одной, но и несколькими валентностями, в молекулах углеводородов могут наблюдаться как двойные, так и тройные связи. Такие углеводороды называются ненасыщенными. В качестве примера можно рассмотреть: этилен $\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2$ - с двойной связью; ацетилен $\text{HC} \equiv \text{CH}$ - с тройной связью и циклическое соединение - бензол - с двойными связями



Соединения, содержащие двойные и тройные связи, легко вступают во взаимодействие с другими веществами либо между собой; при этом наблюдается процесс полимеризации, т.е. увеличения длины цепи и образования полимера. Полимер со сравнительно короткой цепью - три, пять и более мономеров - носит название олигомера.

Как правило, полимеры наряду с углеводородом и водородом в своей цепи содержат и другие атомы в виде так называемых функциональных групп, например, Cl, NO, O, NH₂, SH, N, SO₃H, NO₂, OH, CO, COOH.

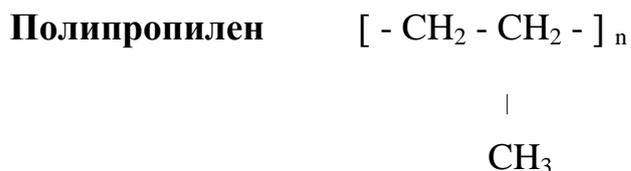
Сополимеры - полимеры, получаемые совместной полимеризацией двух и более различных мономеров, что обеспечивает приобретение ими комплекса более универсальных свойств.

Наибольшее распространение в технологии ГИМ имеют следующие полимеры.

Полиэтилен [- CH₂ - CH₂ -]_n.

Относится к термопластичным полимерам, т.е. при нагревании размягчается, а при охлаждении затвердевает, причём такое превращение может наблюдаться многократно.

Полиэтилен получают из этилена способом полимеризации тремя методами: 1) при высоком; 2) при среднем; 3) при низком давлении. Полиэтилен низкой плотности и высокой эластичности, т.е. наиболее ценный, получают при высоком давлении (от 120 до 250 МПа) и повышенной температуре (от 170 °С до 270 °С). В технологии ГИМ полиэтилен используют в виде пленок, лент, защитных покрытий. Может входить в состав смешанного вяжущего. Химически стоек, но теряет эластичность и стареет на свету и под действием кислорода.

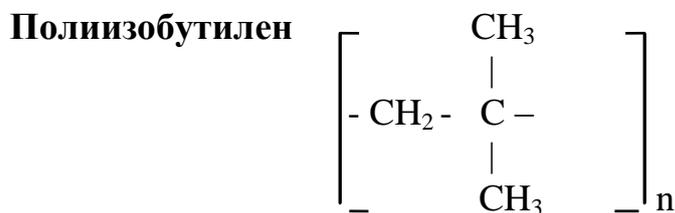


Относится к термопластичным полимерам. Используют при изготовлении пленок для парогидроизоляции, листов для облицовки ёмкостей с агрессивными жидкостями. Также как и полиэтилен, быстро стареет и становится хрупким под действием кислорода и ультрафиолетовых лучей.

Процессы старения замедляются при вводе в полиэтилен от 2 % до 3 % сажи, фенолов и аминов, а в состав полипропилена – от 1 % до 2 % пигментов.

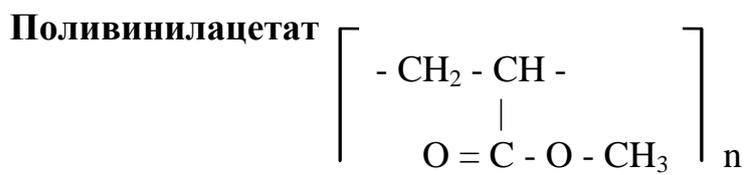


Термопластичный полимер, растворяется в органических растворителях. При нагревании до температуры от 140 °С до 150 °С разлагается с выделением хлористого водорода. Обладает низкой светостойкостью, хрупкостью при отрицательной температуре, низкой адгезией к другим материалам. Для гидроизоляции используют в виде плёнок, листов, прокладок.

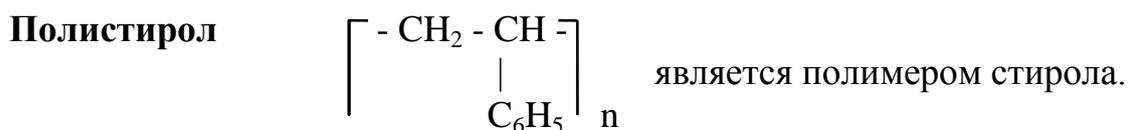


Представляет собой продукт полимеризации изобутилена - газа, получаемого при крекинге нефти. Относится к каучукоподобным термопластам. Для гидроизоляции применяют высокомолекулярный полиизобутилен (молекулярная масса от 150000 до 225000), близкий по своим свойствам к каучуку, с высокой химической стойкостью, водонепроницаемостью, но с низкой атмосферостойкостью. Растворяется в ароматических и хлорированных углеводородах. Обладает хорошей, холодной адгезией к металлу и бетону.

Для гидроизоляции применяют в виде листов и плёнок, для изготовления не отверждающих герметиков, в качестве добавки к битумам. Асфальтобетоны на таких битумах имеют повышенные упругоэластические свойства, прочность и водоустойчивость.



Получают полимеризацией винилацетата, который в свою очередь синтезируют из ацетилена и уксусной кислоты. Используется в виде водной дисперсии в качестве связующего водоэмульсионных красок при производстве полимерцементных и полимербетонных материалов, клеящих мастик.



Выпускается эмульсионный, в виде порошка, либо "блочный" - прозрачное твердое вещество. Молекулярная масса от 50000 до 300000. Стоек к действию воды, минеральных кислот, щелочей. Имеет высокую прочность, светостоек. Легко перерабатывается литьем под давлением при температуре от 180 °С до 230 °С. Хорошо склеивается синтетическими клеями, но он горюч, хрупок, имеет низкую теплостойкость. Используется в гидроизоляционных покрытиях в виде пленок.

Улучшение свойств полистирола достигают путем его сополимеризации с другими мономерами, каучуками, введением волокнистых наполнителей.

Полиакрилаты - полимеры производных акриловой и метакриловой кислот, чаще всего используют метилметакрилаты и акрилонитрил.



представляет собой бесцветную жидкость.

Акрилонитрил $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CN}$ также бесцветная жидкость.

Получение полиметилметакрилата осуществляют блочным, суспензионным и эмульсионным способами.

Полиакрилаты представляют собой прозрачные твердые, эластичные или мягкие термопластичные полимеры. Обладают высокой водо-, тепло- и химической стойкостью, свето- и атмосферостойкостью.

Листовой полиметилметакрилат используют для изготовления светопрозрачных ограждений, а эмульсионный - для изготовления лаков, красок, добавок в бетоны.

Полиуретан - гетероцепные полимеры; в основной цепи макромолекулы наряду с углеродом содержат кислород и азот. Получают путем ступенчатой полимеризации диизоцианитов с многоатомными спиртами. В зависимости от вида исходного сырья могут быть термопластичными или термореактивными. Характеризуются достаточно высокой химической стойкостью, устойчивостью против действия кислорода и озона. Растворяются фенолами, концентрированными серной и муравьиной кислотами. Имеют высокую механическую прочность.

Используются для изготовления клеев, лакокрасочных покрытий, герметиков, гидроизоляционных пленок.

Инден-кумароновые полимеры - смеси продуктов полимеризации индена и кумарона. Инден C_9H_8 и кумарон C_8H_6O - бесцветные маслянистые жидкости, являющиеся продуктами переработки каменноугольных и сланцевых смол и нефти. Полимеры представляют собой твердые продукты, молекулярной массой от 1000 до 3000 и плотностью от 1050 до 1200 $кг/м^3$. Хорошо растворяются в органических растворителях (бензол, толуол, скипидар); при нагревании совмещаются с растительными маслами, синтетическими жирными кислотами. Могут быть получены и в виде смол.

Используют для изготовления лаков, красок, клеевых мастик, плиток для полов.

Фенолформальдегидные полимеры получают реакцией поликонденсации, которая протекает по механизму замещения и сопровождается выделением низкомолекулярных побочных продуктов (воды, спирта, аммиака и др.). Могут быть получены термопластичными (новолачные) и термореактивными (резольные).

Реакция образования полимера протекает по схеме



Новолачные полимеры и олигомеры - твердые вещества, хорошо растворимые в ацетоне, метиловом и этиловом спиртах и нерастворимые в ароматических угле-

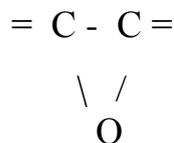
водородах. Резольные олигомеры и особенно полимеры - химически более стойки; характеризуются и большей теплостойкостью. Перевод новолачных олигомеров в резольные осуществляют введением отвердителя - уротропина (от 10 % до 15 %).

Применяют для изготовления твердеющих мастик, лаков, клеев, пластмасс.

Фурановые полимеры получают в результате взаимодействия фурфурола $C_5H_4O_2$ либо фурилового спирта $C_5H_6O_2$ с ацетоном CH_3COCH_3 . При этом получают фурфурацетоновые олигомеры (низкомолекулярные полимеры), которые хорошо сочетаются с различными термопластичными и термореактивными полимерами, синтетическими каучуками и битумами.

При повышении температуры они переходят в неплавкое и нерастворимое (термореактивное) состояние без отвердителей. Используют в качестве связующего полимербетонов, противокоррозионных мастик, при производстве клеев и лаков.

Эпоксидные полимеры - отвержденные продукты, получаемые на основе соединений, содержащих эпоксидную группу



Сначала получают эпоксидные олигомеры с низкой молекулярной массой (от 400 до 600), представляющие собой вязкие жидкости. Превращение олигомера в нерастворимое состояние (полимер) происходит как на холоде, так и при повышенных температурах, в зависимости от вида отвердителя. Отверждение олигомера не сопровождается образованием побочных продуктов.

Эпоксидные полимеры менее хрупки, чем другие, например фенолформальдегидные; имеют высокую прочность - от 100 до 130 МПа при сжатии; химически и водостойки.

Олигомеры выпускают немодифицированными и модифицированными каучуками, фторопластами и др.

В строительстве используют для изготовления плёнок, лаков, герметиков.

Кремнийорганические полимеры (полиоргансилоксаны) - высокомолекулярные соединения, содержащие в основной цепи макромолекул атомы кремния.

Исходными компонентами для их производства служат алкил(арил)хлорсиланы и замещенные эфиры ортокремневой кислоты. Алкил (арил) хлорсиланы $R-Si-Cl_3$, $R_2-Si-Cl_2$, $R_3-Si-Cl$ (где R - органический радикал) - бесцветные жидкости. Замещённые эфиры ортокремневой кислоты $R-Si-(OR)_3$, $R-Si-(OR')_2$, $R-Si-OR''$ - также бесцветные жидкости.

Процесс синтеза полимеров сводится к поликонденсации исходных вышеперечисленных компонентов. В зависимости от свойств исходных веществ образуются как термопластичные, так и терморезистивные полимеры жидкой, высокоэластичной или твёрдой консистенции.

Для изготовления лаков твёрдые полимеры растворяют в толуоле.

Полиоргансилоксаны - нетоксичны, не обладают коррозионной активностью, плотность от 920 до 2000 кг/м³, водо- и термостойки.

Для гидроизоляции используют кремнеорганические жидкости ГКЖ-10, ГКЖ-11, ГКЖ-94 и ГКЖ-94М, представляющие собой растворы в органических растворителях либо водные эмульсии этих растворов.

Недостаток полиоргансилоксанов - слабая адгезия к древесине, металлам и ряду других материалов. Полимеры можно использовать для изготовления низкомолекулярных каучуков, герметизирующих мастик.

Синтетические каучуки

Представляют собой продукты полимеризации мономеров: бутадиена, дивинила, стирола, акрилонитрила, хлоропрена, изобутилена, дихлорэтана, силанов, изоцианитов, фторсоединений и др.

Основной способ их производства - полимеризация в водных эмульсиях. Выпускают в виде водных дисперсий (латексов), а также в виде кусков, брикетов, полотнищ, скатанных в рулоны.

Структура каучуков линейная; макромолекулы его представляют собой гибкие длинные цепи, чем и объясняется эластичность каучуков.

В промышленности каучуки в чистом виде практически не применяют. Более популярны резина или вулканизированный каучук. Вулканизация заключается в сшивке линейных молекул каучука поперечными связями и осуществляется с по-

мощью вулканизаторов (как правило, серы) и ускорителей вулканизации (окись цинка, тиурам, дифенилгуанидин).

Каучуки используют при производстве гидроизоляционных и герметизирующих материалов, клеев, вододисперсионных красок, полимербетонов.

В технологии ГИМ наибольшее распространение получили следующие разновидности каучуков.

Хлорпреновый каучук. Имеет высокую свето- и атмосферостойкость, хорошую эластичность, прочность. Наиболее дешевыми с высокой адгезией хлорпреновыми каучуками являются наириты; добавленные в небольшом количестве в виде латекса в битум они существенно улучшают его растяжимость. Их используют и для изготовления герметиков.

Тиоколовые или полисульфидные каучуки. Имеют высокую морозостойкость, стойкость к органическим растворителям, но теплостойкость и атмосферостойкость у них ограничены. Применяют для изготовления герметизирующих замазок и мастик, в качестве антикоррозионного покрытия, наносимого газопламенным напылением.

Бутилкаучук. Продукт сополимеризации изобутилена и изопрена. Может вулканизироваться, имеет высокую химическую стойкость. Относительное удлинение от 600 % до 750 %, предел прочности при растяжении от 12,8 до 19,2 МПа. Используют при изготовлении герметизирующих мастик и прокладок.

Бутадиеновые каучуки. Являются наиболее распространёнными. До 90 % синтетических каучуков выпускаются с использованием бутадиена. Из них наиболее широко используемым является бутадиенстирольный СКС-30. Характеризуется большой эластичностью, теплостойкостью.

В гидроизоляционных работах каучуки чаще всего используются в виде синтетических латексов, представляющих собой водные дисперсии полимеров и синтетических каучуков. В состав латексов также входят эмульгаторы, противостарители, регуляторы полимеризации, а для улучшения качественных характеристик плёнок также вводят наполнители, смолы, пластификаторы.

5.1.4 Битумно-дегтевые вяжущие материалы

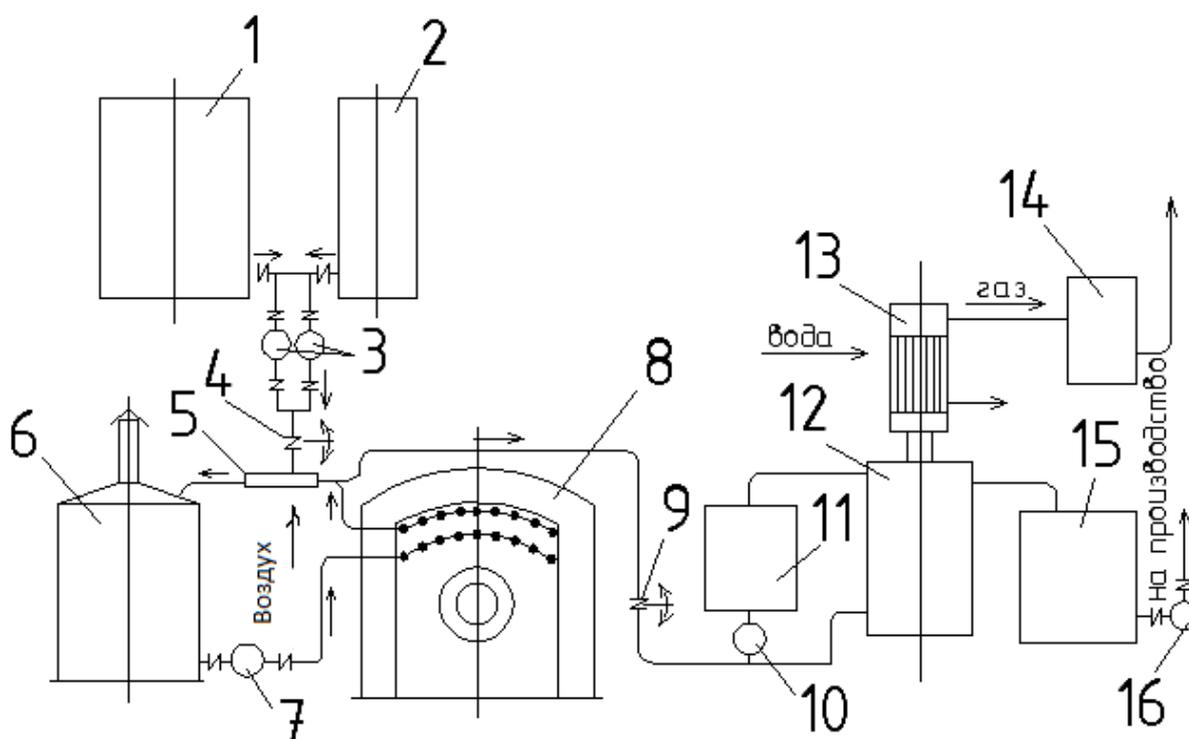
Получают смешением битумов с дегтями или с дегтевыми продуктами. Они обладают повышенной активностью к взаимодействию с минеральными материалами и органической основой (картон, ткань), более высокой смачивающей и адгезионной способностью, повышенной биологической и химической стойкостью.

Содержание дегтя не должно превышать значений от 20 % до 30 %, что обеспечивает устойчивость и однородность композиции. При увеличении количества дегтя следует выбирать маловязкие дегти, т.е. с малым содержанием «свободного углерода», который повышает вязкость и температуру размягчения дегтевых материалов. При смешивании битумов с дегтевыми маслами достигается полная смешиваемость при высоких концентрациях масел.

К битумно-дегтевым материалам может быть отнесен *гудрокам*. Имеет повышенную биологическую и химическую стойкость, эластичность, адгезию; однороден; сохраняет свойства при многократных разогревах. Получают совместным окислением гудрона или битума с антраценовым маслом (или другой антисептической добавкой) в реакторах периодического или непрерывного действия. Технологическая схема производства гудрокама в трубчатом реакторе непрерывного действия представлена на рисунке 33.

Окисление циркулирующей массы до необходимой вязкости гудрокама проводится при температуре от 240 °С до 250 °С воздухом, подаваемым через смеситель из компрессора. При совместном окислении вяжущее имеет повышенную термостойкость, более стойко к атмосферным воздействиям.

Гудрокампек получают окислением предварительно смешанного антраценового масла с пеком и битума. В дальнейшем технология гудрампека не отличается от таковой для гудрокама.



1 - битумохранилище; 2 - емкость дегтя; 3 - насосы; 4 - кран дозирующий; 5 - емкость предварительного смешения; 6 - аккумулятор; 7 - насос циркуляционный; 8 - печь трубчатая; 9 - кран для дозирования смеси в реактор; 10 - насос циркуляционный; 11 - реактор трубчатый; 12 - сепаратор; 13 - конденсатор; 14 - печь для сжигания газов; 15 - емкость для продукта; 16 - насос продуктовый

Рисунок 33 – Технологическая схема производства гудрокама в трубчатом реакторе

5.1.5 Битумно-резиновые вяжущие материалы

С целью повышения эластичности, теплостойкости, долговечности и прочности битумов в них вводят каучук или менее дефицитную регенерированную резину, получая таким образом битумно-резиновые или резиново-битумные вяжущие.

Получение регенерированной резины осуществляют из износившихся автопокрышек, содержащих более 50 % каучука, либо из отходов заводов резинотехнических изделий. Старую резину предварительно измельчают в крошку размером от 1,0 до 1,5 мм и очищают с помощью кислот и щелочей, нагревают, добавляют мягчители. При производстве гидроизоляционных материалов регенерация резины упроща-

ется; на резину находящуюся в среде горячего битума или дегтя, воздействуют механически, что приводит к девулканизации резины.

Получение резиновой крошки из покрышек осуществляется следующим образом (рисунок 34):

1) от покрышек отрезают бортовые кольца;

2) режут покрышки ножницами на некрупные куски, которые затем подают на размалывающие вальцы, валки которых имеют винтовую нарезку на поверхности. Нарезки направлены в противоположные стороны. Валки вращаются с разной скоростью; отношение окружных скоростей поверхностей валков составляет от 2,48 до 2,54. При такой обработке куски покрышек измельчаются на мелкие кусочки. От резины отделяется кордное волокно;

3) смесь поступает на сита; здесь отделяется мелкая фракция, с размером частиц менее 1 мм. Кордное волокно отбирается посредством воздушного сепаратора, а крупные куски поступают на следующие дробильные вальцы. Дальнейшая обработка проводится по той же схеме.

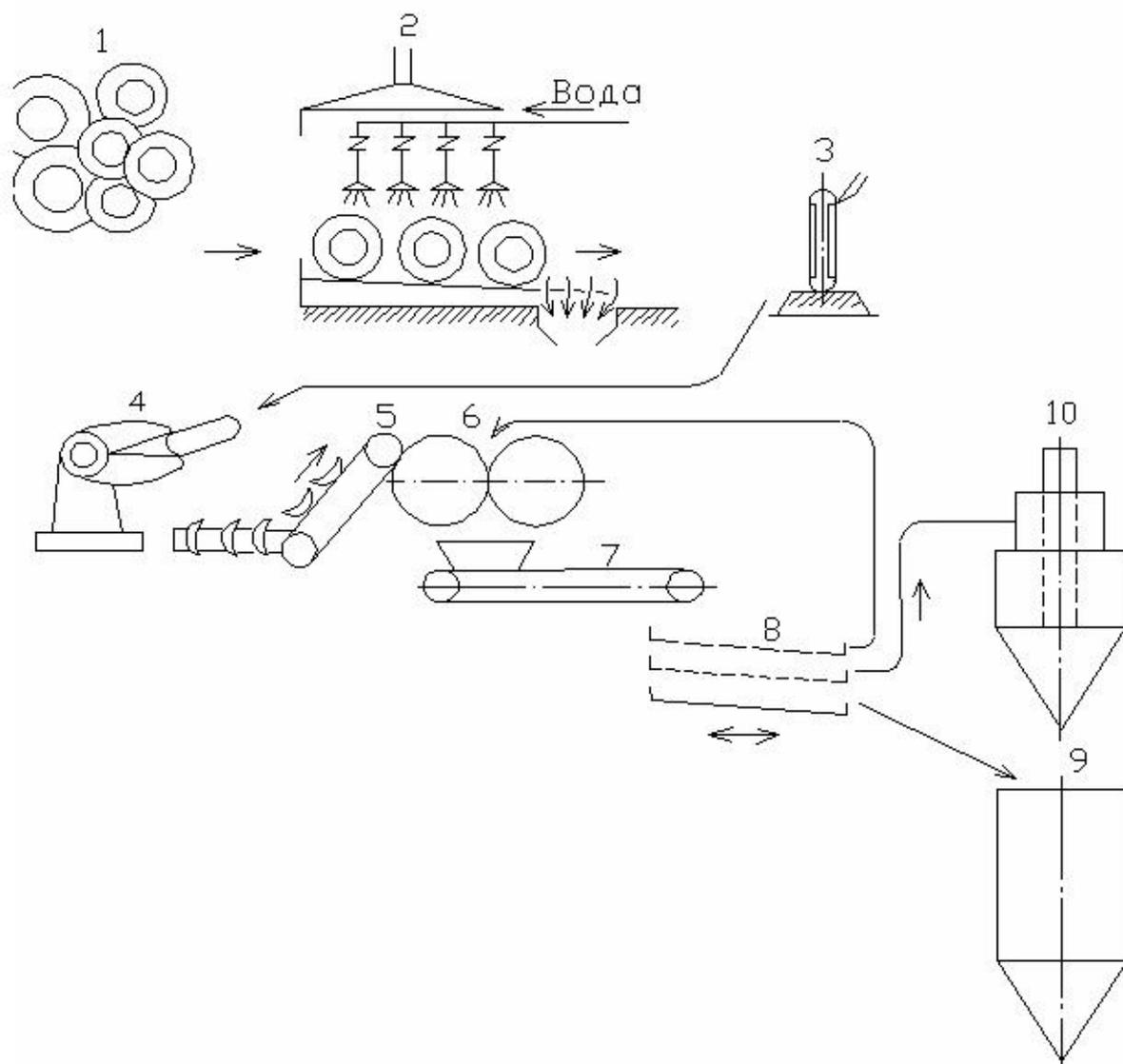
Готовая крошка собирается в бункере.

5.1.6 Битумно-полимерные и дегте-полимерные вяжущие

Эти материалы имеют лучшие характеристики, чем рядовые битумные или дегтевые; у них ниже стоимость, чем у чисто полимерных.

Битумно-полимерные материалы используют для гидроизоляционных покрытий во всех климатических зонах страны. Чем ниже расчетная температура, тем больше добавка полимера

Полимерные добавки являются структурирующими, но следует выбирать атмосферостойкие. Они трудно совмещаются с битумами. Улучшают упругие свойства, растяжимость, когезию органических вяжущих (битумов и дегтей). Наибольшее применение получили эпоксидные смолы, поливинилацетат, полистирол, синтетический каучук и латекс, натуральный латекс. Их содержание достигает от 1 % до 6 % от массы вяжущего.



1 – склад отработанных автопокрышек и других резиновых изделий; 2 – мойка; 3 – отрезка бортовых колец; 4 – шинорез; 5 – транспортер; 6 – дробильные вальцы; 7 – транспортер; 8 – вибросита; 9 – бункер резиновой крошки; 10 – сепаратор кордного волокна

Рисунок 34 – Технологическая схема производства резиновой крошки

При смешивании с битумами каучуки создают в битуме самостоятельную решетку, способную воспринимать деформации битума. Для повышения его прочности можно частично или полностью вулканизировать каучук.

Наиболее технологичными добавками к битумам являются дивинилстирольные и изопренстирольные термоэластопласты, т.к. при нагревании они расплавляются и при перемешивании быстро образуют гомогенную смесь. Эти сплавы пре-

восходят битумно-каучуковые за счет их более равномерного распределения в битумах при перемешивании.

Для совмещения битумов с полимерами и каучуками, находящимися в состоянии растворов, битум вводят при температуре ниже температуры вспышки растворителя (толуол – 70 °С, сольвент – 150 °С), а затем при постоянном перемешивании смесь медленно нагревается до полного испарения растворителя и достижения сплавом рабочей температуры от 150 °С до 170 °С.

При введении латекса битум после нагревания до температуры в пределах от 100 °С до 110 °С соединяется с латексом при интенсивном перемешивании. Для предотвращения вспенивания битума в смесь можно добавить пеногасящую добавку в количестве 2,5 г на 1 т битума. Нагрев продолжается до полного испарения воды и достижения рабочей температуры.

5.2 Наполнители, заполнители и добавочные вещества

Наполнители предназначены для повышения механических свойств гидроизоляционных материалов (прочности, твердости), битумов, дегтей, полимеров и других вяжущих, связывающих остальные компоненты гидроизоляционных материалов. Они также повышают тепло- и атмосферостойкость, долговечность гидроизоляционных материалов, позволяют экономить связующее, что снижает стоимость гидроизоляции.

Наиболее распространенными для битумов наполнителями являются тонкодисперсные порошки естественного происхождения или полученные помолом горных пород. Это главным образом карбонатные породы (известняки), содержащие не более 5 % примесей, а также доломиты, магнезиты, мраморы, шлаки доменные и мартеновские, золы и др.

Наполнители для дегтей – порошки из полевошпатных, асбестовых и прочих кислых пород.

Порошки из кварца, каолинита, гранита, имеющие высокий отрицательный заряд и значительное количество адсорбционных центров на поверхности частиц в

виде ионов O^{2-} , можно использовать как в качестве наполнителей дегтей, так и после обработки их гидрофобными веществами для битумов.

В качестве наполнителей в битумы можно вводить органические вещества: канифоль, асфальтит, резину и др.

В полимерах в качестве наполнителей используют древесную и бакелитовую муку, каолин, кварцевую и асбестовую пыль, мел, тальк, пемзу, углеродистую и белую сажу, молотую слюду, диатомит, шлаковый и кирпичный порошки, неорганические пигменты и т.п.

Могут быть использованы и волокнистые наполнители (длина волокна от 3 до 7 мм), такие как целлюлозное, асбестовое, стеклянное волокно, волокна из капрона, лавсана, нейлона. Волокнистый наполнитель в составе пленок увеличивает прочность материала, уменьшает анизотропию.

Заполнители. В их составе используют гравий, щебень и песок. Щебень природный с размером зерен от 5 до 70 мм или искусственный. Щебень из основных горных пород (известняки, доломиты, диабазы) имеет повышенное сцепление с битумом, поэтому его следует использовать в гидроизоляционных бетонах и растворах.

Песок – зерна размером от 0,16 до 5 мм из горных пород, представленных, главным образом, зернами кварца, полевого шпата, каолинита, слюды. Получают пески также дроблением горных пород и отходов.

Пески и особенно щебни (гравий) имеют меньшую удельную поверхность в сравнении с порошками и поэтому сила связи их с органическим вяжущим меньше чем у наполнителя. Для повышения адгезии прибегают к активации поверхности обработкой ПАВ или припудриванием активаторами (известь, оксид магния, портландцемент, шлакопортландцемент).

Для асфальтовых материалов в качестве ПАВ используют ферролигносульфонат (ФЛС), ферросоапсток (ФС), феррорисайкл (ФР), феррожировой гудрон (ФЖГ), ферроокисленный керосин (ФОК). Характерным признаком ПАВ является ассиметрично-полярное строение молекул; они состоят из органического радикала и поляр-

ной группы, представляющей собой гидроксиды (OH^-), карбоксилы (COOH^-), аминоксиды (NH_2^-) и сульфогруппы (SO_4^{2-} , SO_3^{2-}).

Анионактивные добавки: окисленный петролатум, госсиполовая смола, соап-сток, нафтеновые кислоты, фенолы, парафиновый оксидат, древесная и торфяная смола, каменноугольный деготь, - применяют в количестве от 3 % до 10 % для улучшения сцепления органических вяжущих с заполнителями из карбонатных и основных горных пород.

Катионактивные добавки: соли алифатических и ароматических аминов, катионы, их жирные амины, стеариламин, каприламин и др. Их применяют при использовании заполнителей и наполнителей из кислых горных пород. Количество добавки от 0,5 % до 3 % от массы вяжущего.

Стабилизаторы – вещества, замедляющие процессы старения полимеров и пластмасс, которые происходят под действием кислорода воздуха, солнечных лучей, повышенных температур, бактерий. При изготовлении гидроизоляционных материалов на основе полимеров используют органические стабилизаторы: казеин, мыла; неорганические стабилизаторы: метафосфаты, полиметафосфаты.

Для повышения водостойкости латексных и каучукоцементных материалов применяют добавки - эмульсии битума, масел или парафина, а для повышения водостойкости асфальтовых материалов в готовую смесь из смесителя добавляют жидкое тесто или молоко, изготовленные из гидравлического вяжущего (гидравлической извести).

Красители и пигменты вводят в некоторые гидроизоляционные материалы для придания им окраски. Пигменты должны быть стойки к термообработке и среде композиции. Применяют охра, сурик, хромовую зелень, сажу; для получения светлых тонов - мел, цинковые белила. Органические красители - нитрозин, хризоидин.

Пластификаторы – вещества, придающие повышенную эластичность и гибкость материалу при низких температурах. Представляют собой высококипящие жидкости либо твердые вещества: олеиновая кислота, дибутилфталат с добавкой хлорпарафина, стеарат алюминия, камфара, фталаты жирных кислот и др.

Для битумных и дегтевых гидроизоляционных материалов в качестве пластификаторов используют, в основном, минеральные масла, полученные при перегонке нефти и дегтя: неокисленный петролатум, антраценовое масло. Пластификатор вводят в количестве от 2 % до 40 %.

Введение пластификаторов понижает теплостойкость, ускоряет старение гидроизоляционных материалов, снижает вязкость и химическую стойкость.

Растворители вводят в композиционные материалы для повышения текучести и облегчения гидроизоляционных работ. Представляют собой органические вещества жидкой консистенции, которые сравнительно быстро испаряются с восстановлением первоначальных свойств и структуры исходного материала. Их также используют для очистки и промывки оборудования и инструментов, применяемых для изготовления и нанесения гидроизоляционных материалов.

Растворители: легкие – бензол; средние – толуол, ксилол, уайт-спирит, спирты (метилловый, этиловый, бутиловый, изопропиловый), сложные и простые эфиры, бутилацетат, этилацетат, ацетон; тяжелые – керосин, сольвент, мазут. Используют комплексные растворители на основе вышеперечисленных.

Отвердители – химические вещества, вводимые в смесь для перевода в процессе производства термопластичных смол в терморезистивные. К ним относятся уротропин, оксиды и гидроксиды кальция и магния.

Антисептики используют для предохранения битумных и других гидроизоляционных материалов от разрушения грибами. В их качестве применяют антраценовое и креозотовое масла, органические соединения олова, производные ртути, меди, цинка, марганца, мышьяка, сурьмы. Также можно использовать пентахлорфенол и кремнефтористый натрий Na_2SiF_6 , которые вводят в количестве 1 % и от 4 % до 5 % от массы битума соответственно.

Смазочные материалы применяют для предотвращения прилипания формовочных масс к рабочим поверхностям оборудования, инструмента, битумно-минеральных масс к формам и уплотняющим вальцам. Стеарин, олеиновую кислоту, стеарат алюминия вводят в состав композиции; талько-декстриновую суспензию,

минеральное масло наносят тонким слоем на поверхность емкостей и оборудования при изготовлении битумных материалов.

Посыпочные вещества наносят на поверхность гидроизоляционных материалов для замедления их старения, повышения атмосферостойкости и огнестойкости, улучшения декоративности, предотвращения от слипаемости при свертывании материала в рулоны. Выделяют крупнозернистые, мелкозернистые, пылевидные и чешуйчатые посыпки.

Крупнозернистая посыпка – речной или горный песок с размером зерен от 0,5 до 3 мм, но с рассевом по фракциям от 0,5 до 1 мм, от 1 до 2 мм и от 2 до 3 мм. Песок с пылеватыми, глинистыми и илистыми частицами не должен использоваться для посыпок.

Мелкозернистая посыпка имеет размер зерен от 0,315 до 1 мм. В ней также должно содержаться минимальное количество пыли.

Пылевидную посыпку получают измельчением талькового камня; чешуйчатую – из слюдяного скрапа – отхода добычи и переработки слюды.

5.3 Картоны

Картоны используют в качестве основы рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов. Представляют собой полотна, получаемые из беспорядочно и плотно сплетенных волокон органического и минерального происхождения. Картоны подразделяют по их производственному назначению; для гидроизоляционных работ используют, главным образом, картон кровельный и реже картон асбестовый. В последние годы широкое применение нашли основы из минеральных и синтетических волокон.

Картон кровельный изготавливают из размолотого вторичного текстильного натурального или из смеси натурального и синтетического сырья, древесной муки и макулатуры. В основном используют тряпичные (хлопчатобумажные, льняные, пеньковые, шерстяные), макулатурные и древесные (древесная бурая масса, целлюлоза) волокна. Чем больше в картоне тряпья, тем выше его качественные характеристики - возрастает поглощаемость вяжущего, возрастает гибкость полотен.

Кровельный картон выпускается в рулонах шириной полотна 1000, 1025 и 1050 мм, массой от 250 до 600 кг. Картон выпускается по нормативным документам предприятий-производителей. Согласно ТУ 5770-502-00284-718-94 Нижегородского картонно-рубериоидного завода картон выпускается массой 1 м² полотна 500, 450, 400, 350 и 300 г. Впитывающая способность картона не менее 140 % для картона развесом 500 и 450 г/м² и 135 % при развесе 400 г/м² и менее. Вероятная скорость пропитки – не более 40 с для всех марок картона. Разрывная нагрузка картона в зависимости от массы 1 м² его полотна изменяется от 24 до 19 кг.

Влажность картона не должна превышать 6 %, так как при влажности более 6 % снижается его прочность. Прочность выражается величиной разрывной нагрузки при испытании стандартного образца. Кроме того, при обработке чрезмерно влажного картона органическим вяжущим образуется стойкая эмульсия и пена; картон размокает, поэтому возможны его обрывы. При влажности картона менее 6 % в случае горячей пропитки битумом или дегтем вода успевает испариться.

Чем больше впитываемость картона, тем лучше гидрофобность гидроизоляционного материала на его основе. Впитываемость оценивается количеством керосина, поглощаемого образцом размером 50x100 мм.

Важной характеристикой картона является вероятная скорость пропитки, которая должна обеспечить пропитывание картона в течение времени его контакта с битумом. Время пропитки определяется продолжительностью поднятия ксилола на 30 мм высоты полоски картона. Используют 9 полосок размером 15x200 мм и учитывают обе стороны. Время пропитки не должно превышать 40 с.

Прочностные характеристики картона зависят от прочности и длины исходного волокна, режимов размола и обезвоживания массы при производстве картона. Лучшие виды картона имеют отношение длины волокна к его диаметру более 500; минимально допустимое – 30. У пенькового это отношение достигает 1000, у льняного – 1200. Чем больше длина волокна, тем лучше их способность к самосплетению и расщеплению при размоле.

5.3.1 Технология изготовления картона

Технология изготовления картона включает в себя следующие переделы:

- 1) предварительная сортировка и обработка сырья;
- 2) измельчение (размол) сырья на отдельные волокна и получение картонной массы;
- 3) отливка картона.

Технологическая схема производства кровельного картона представлена на рисунке 35.

Предварительной сортировке подвергается, в основном, тряпье, которое обеспыливается на отпыловочном барабане. В барабане тряпье разрыхляется; при подъеме и падении из него выбивается песок, проваливающийся в камеру через отверстия барабана. Из барабана по транспортеру (с магнитным барабаном для удаления металлических включений) тряпье поступает в тряпкорубку барабанного типа. Рубку тряпья проводят в две стадии (две тряпкорубки) с целью более тщательной его переработки. Затем сырье пневмотранспортом подается в ролы для его переработки в массу.

Размол может проводиться как по периодической, так и по непрерывной схеме. В последнем случае устанавливают последовательно от 4 до 5 ролов. Далее масса концентрацией от 2 % до 3 % поступает в мешальный бассейн.

Макулатура и целлюлоза распускаются на вертикальном гидроразбивателе, состоящем из ванны с перфорированным дном, через которое проходит вал, на котором закреплен вращающийся диск с лопастями. Можно использовать и горизонтальный гидроразбиватель с боковым расположением лопастного диска и вращением в вертикальной плоскости.

Домол волокнистой массы и гомогенизация осуществляются в конической мельнице пульсационного типа непрерывного действия марок МП-03 и МП-04. Домолотая масса поступает в мешально-черпальные бассейны, оборудованные черпальным колесом, на котором закреплено от 15 до 20 ковшей.

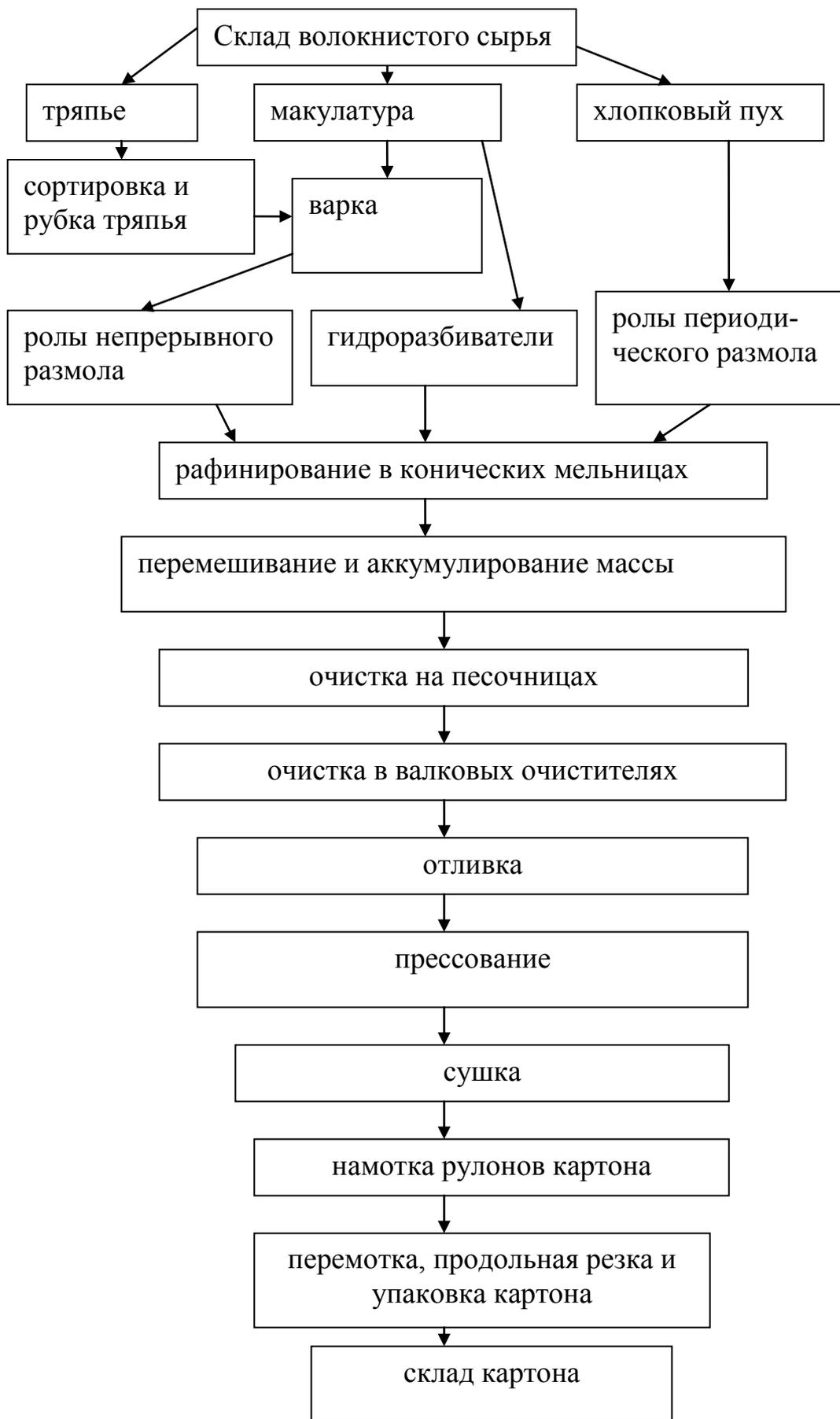


Рисунок 35 - Технологическая схема производства кровельного картона

Размешанная масса разбавляется водой до концентрации от 0,6 % до 0,7 % и поступает на очистные устройства. В начале очистка осуществляется на плоских песочницах – деревянных или железобетонных желобах длиной до 20 м, шириной от 1 до 2 м и глубиной до 0,5 м. Кроме очистки на песочницах применяют центробежные песочницы марки К 5-03.

Для очистки волокнистой массы от не размолотых кусочков тряпья и других посторонних примесей используют валиковый очиститель. Он прост по конструкции, бесшумен в работе, имеет малый удельный расход электроэнергии. Масса по желобу поступает на быстровращающиеся валики фильтрующего транспортера; проходит через зазоры между валиками и поступает в бункерную течку, а из неё по желобу направляется в напускной ящик картоноделательной машины. Посторонние включения, крупные частицы тряпья, размеры которых больше зазора между валиками, перебрасываются с валика на валик по направлению их вращения и сбрасываются в бункер для отходов.

Отлив картона и его обезвоживание производится на картоноделательной машине, представляющей собой непрерывно действующую комплексно-механизированную и частично автоматизированную технологическую линию.

Непосредственно отлив картона происходит за счет свободного стекания воды и удаления её под воздействием вакуума на сеточной части машины, а прессование путем механического обезвоживания полотна и отсоса влаги в прессовой части. Сушка полотна осуществляется в сушильной части машины за счет термического воздействия на полотно.

5.3.2 Оборудование картоноделательного цеха

5.3.2.1 Подготовительное отделение

Машина для обеспыливания (волк-машина)

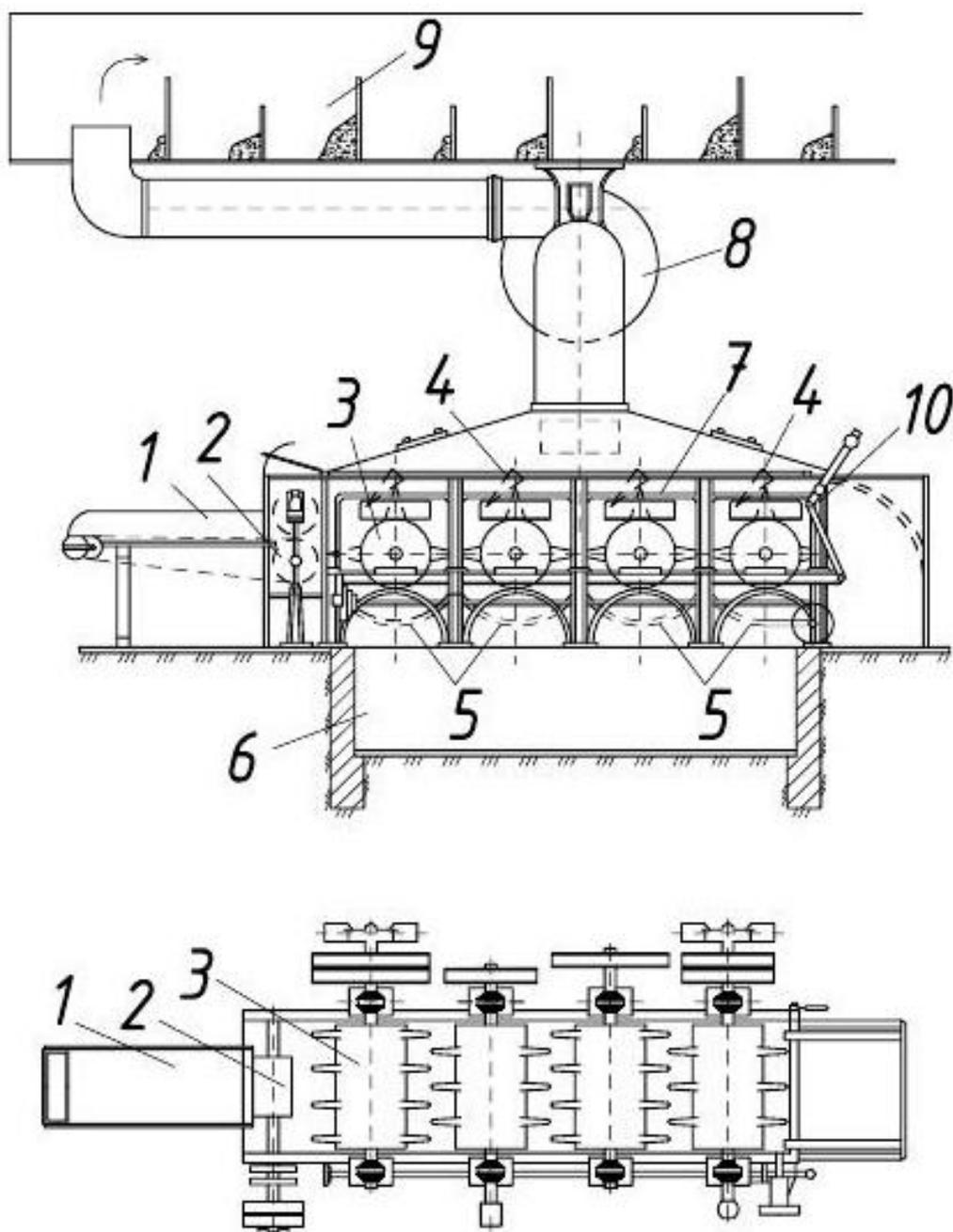
Основным сырьем для производства мягкой кровли является тряпье, поступающее с заготовительных фабрик продезинфицированным, просушенным и предварительно обеспыленным. На картонно-рубероидном заводе оно должно подвер-

гаться дополнительной обработке – обеспылеванию [7]. Из него удаляется песок, пыль и другие мелкие механические примеси. Это повышает впитывающую способность картона, улучшает качество кровельного материала. Обеспыливание тряпья осуществляется на обеспыловочной машине, конструкция которой представлена на рисунке 36. Принцип действия ее следующий: тряпье накладывается на транспортер, который подает его к валикам, вытягивающим и проталкивающим сырье в кожух отпылителя.

Затем сырье подхватывается билами первого барабана и перебрасывается к трем другим вращающимся барабанам, ударяясь по пути о верхние неподвижные била. Длина барабанов 1000 мм, диаметр – 750 мм. Барабаны вращаются в одном направлении, но с разной скоростью от 100 до 130 мин⁻¹. Тряпье, попадая между билами барабана и корпуса, выбивается и обеспыливается: тяжелые частицы и песок выпадают через отверстия сит в расположенный под установкой приямок, откуда они периодически выгребаются. Лёгкая пыль отсасывается через верхнюю крупную металлическую решетку вентилятором и направляется в пыльную камеру, расположенную на втором этаже. Очищенное сырье выбрасывается каждые 30 с через выпускные отверстия на сортировочный конвейер или на тележки.

Таблица 1 - Технические характеристики машины для обеспыливания

Показатели	Значения	
	Модель 2	Модель 3
Габаритные размеры, мм:		
длина	6000	7000
ширина	2200	2600
Число барабанов, шт.	3	4
Производительность, кг/ч	850	1250
Мощность, кВт	6	7,5
Коэффициент выхода тряпья	0,99-0,89	0,99-0,89



1 – транспортёр; 2 – валики; 3 – барабаны; 4 – неподвижные била; 5 – сита; 6 – приёмный бункер; 7 - решётка; 8 – вентилятор; 9 – пыльная камера; 10 – выпускной люк

Рисунок 36 - Машина для обеспыливания

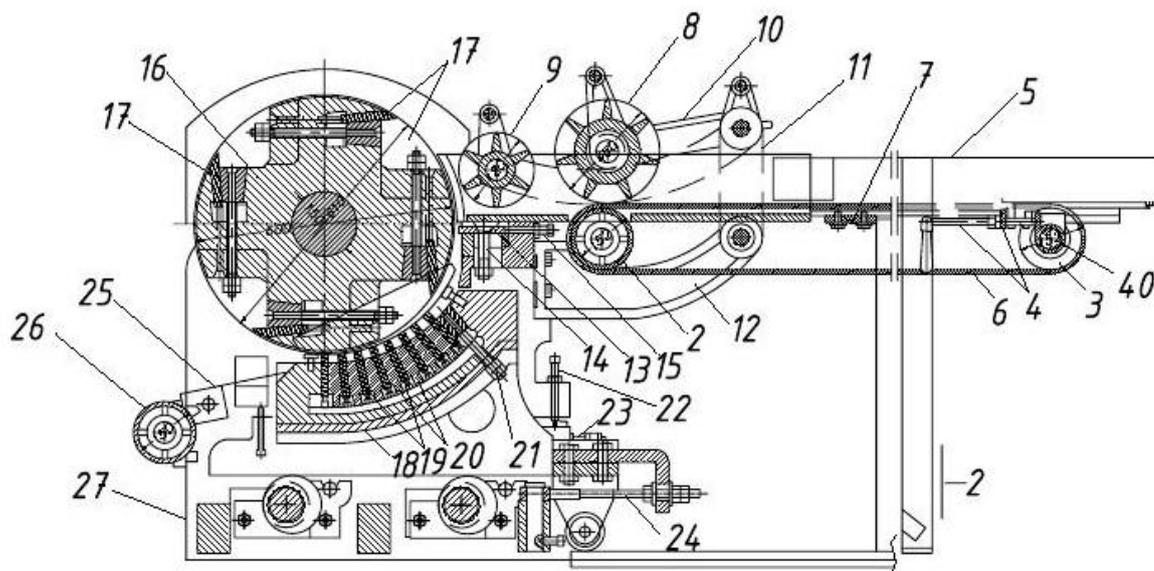
Барабанная тряпкорубка

Обработке (размолу) тряпья в роллах предшествует рубка его в тряпкорубке. При этом различные по размеру куски материала превращаются в однородные мелкие изрубленные кусочки. Ранее использовались три типа тряпкорубок: гильотинные, с круглыми ножами и барабанные. Первые два типа из-за сложности обслуживания и низкой производительности сняты с производства.

Барабанная тряпкорубка (представлена на рисунке 37) имеет высокую производительность и обеспечивает мелкую рубку материала. Принцип действия заключается в следующем. Отсортированное сырье с ленты транспортера поступает на транспортер-питатель, которым подаются к питательной каретке тряпкорубки, состоящей из двух вращающихся питательных (ребристых) валков, установленных на кронштейнах. Последние могут шарнирно перемещаться по направляющим, что позволяет валкам приподниматься и опускаться в зависимости от толщины слоя тряпья, что облегчает очистку тряпкорубки и смену лобового ножа. Первый валок расположен у места выхода тряпья с транспортера, второй - непосредственно у неподвижного ножа, что позволяет непрерывно передавать тряпье на ротор тряпкорубки.

Неподвижный нож располагается под валком и крепится болтами к станине. Для перемещения его относительно ножей барабана служат регулировочные винты. Цилиндрический барабан имеет четыре плоских ножа, расположенных по окружности барабана в специальных пазах. Барабан вращается со скоростью 725 мин^{-1} .

Первичная разрезка тряпья осуществляется при прохождении лезвий барабана мимо лобового ножа. Отрубленное тряпье попадает на неподвижные ножи каретки, где происходит разрезка его на более мелкие куски. Ножи в количестве восьми штук располагаются радиально относительно оси барабана. Расклинивание ножей в каретке осуществляется чугунными прокладками. Ножи каретки изготавливаются из более твердой стали, чем ножи барабана, чтобы происходило самозатягивание последних. Первые по ходу вращения барабана ножи каретки отстоят от ножей барабана на большем расстоянии - 3 мм - чем последние, чтобы исключить перегрузку двигателя при прохождении крупных кусков через первые ножи каретки. Регулирование ножей каретки осуществляется подтяжкой винтов на холостом ходу.



1 – рама; 2, 3 - приводной и натяжной барабаны; 4 – винтовое натяжное устройство; 5 – направляющий желоб; 6 – транспортерная лента; 7 – деревянные планки; 8, 9 – питающие валки; 10, 12 – кронштейны; 13 – лобовой нож; 14 – болты; 15 – регулировочные винты; 16- барабан; 17 – плоские ножи; 18 – литая коробка; 19 – ножи неподвижные; 20 – прокладки чугунные; 21 – болты; 22, 23, 24 - регулировочные винты; 25 - лоток; 26 – приёмный транспортер; 27 - станина

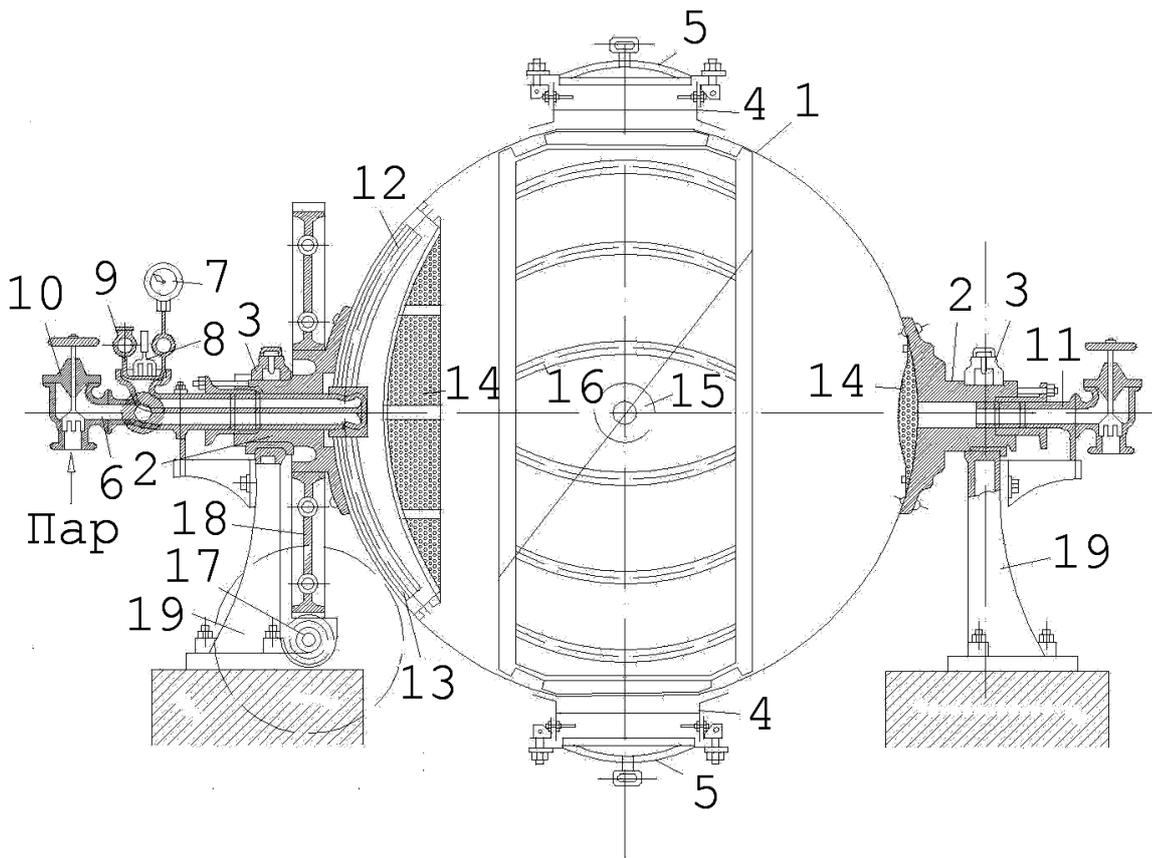
Рисунок 37 - Барабанная тряпкорубка

После второй стадии разрубки (первая стадия – лобовой нож, вторая – ножи каретки) измельченное сырье выбрасывается барабаном на лоток, а с него попадает на приемный транспортер, которым направляется на склад.

Шаровой варочный котел

Предназначен для варки соломы, макулатуры и тряпья. Цель варки разрушить предварительно окраску волокон, подвергнуть зажиренное сырье обмыливанию и освободить волокнистый материал от воска, жиров, масла, краски, грязи. Также облегчается дальнейшее диспергирование волон, резко повышается впитываемость кровельного картона, что позволяет снизить в картоне содержание тряпья, за счет увеличения содержания макулатуры. Варка проводится в присутствии пара и 2,5 % раствора СаО.

Корпус котла представляет собой шар клепанной конструкции диаметром от 2,2 до 3 м. С боковых сторон на котле закреплены полые стальные цапфы, которыми котел опирается на подшипники скольжения, расположенные на опорах. Для загрузки и выгрузки волокнистого материала котел имеет 1 или 2 люка диаметром от 550 до 650 мм.



1 - корпус; 2 – цапфы; 3 – подшипники; 4 – люки; 5 – крышки; 6, 11 – штуцеры; 7 – манометр; 8 – клапан предохранительный; 9 – кран воздушный; 10 – паровой вентиль; 12, 13 – трубки пароподводящие; 14 – листы перфорированные; 15 – кран аварийного сброса давления; 16 – штырь; 17 – червячный вал; 18 – червячное колесо; 19 -стойки

Рисунок 38 - Шаровой варочный котел

Через полые цапфы проходят штуцеры. Один из штуцеров разделен на два канала: через один канал производится подача пара в котел, а другой канал соединен с манометром, предохранительным клапаном и воздушным клапаном. Второй штуцер

служит для выпуска из котла пара и щелока после окончания варки. Штуцеры защищены от попадания в них массы медными перфорированными листами.

Внутри котла закрепляются угольники или штыри, улучшающие перемешивание материала. Вращение котла осуществляется через червячную передачу; шестерня червячной пары надета на одну из цапф. Монтируется котел на двух массивных стойках, которые установлены на фундаментах.

Заполнение котла материалом осуществляется в люк через загрузочную воронку. Массой котел загружается полностью на весь свой объем, и она дополнительно утрамбовывается. Затем в котел заливается раствор извести; крышка закрывается и котел приводится во вращение. После этого в котел начинают подавать пар; при этом открывают выпускной вентиль для удаления из котла воздуха. Варка проводится при давлении пара от 0,3 до 0,4 МПа.

Выгрузка массы осуществляется при открытых люках; котел при этом вращается. Поверхность котла теплоизолируется снаружи для снижения тепловых потерь при варке массы.

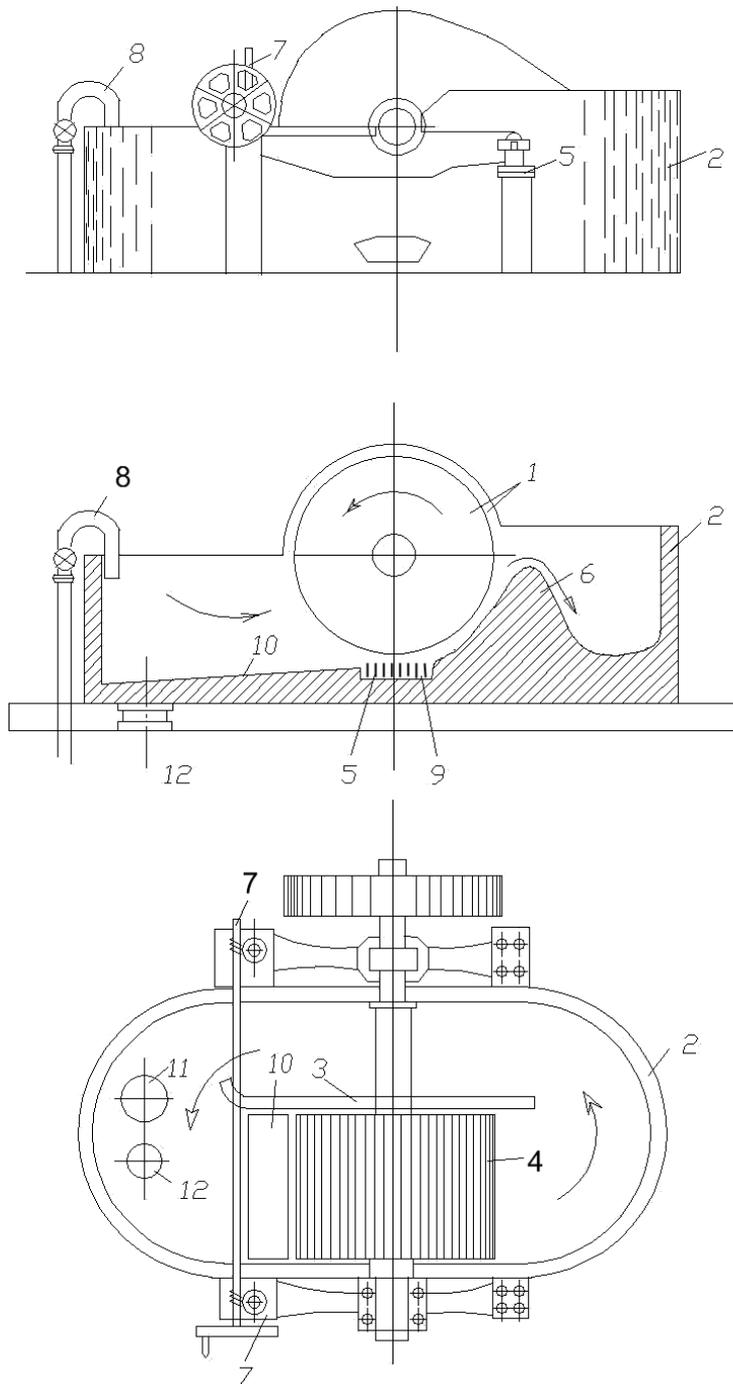
5.3.2.2 Отделение подготовки картонной массы

Размол картонной массы производится в **ролах**. Представляют собой железобетонную ванну, разделенную в центральной части вертикальной перегородкой на два канала: один – рабочий, второй - обратный. В рабочем канале располагается барабан, на котором радиально закреплены ножи. Барабан закреплен на валу, который размещен в подшипниках качения.

Под барабаном на дне рола размещена планка с жестко закрепленными на ней ножами. За планкой размещена горка – резко поднимающийся вверх участок днища.

Ролл снабжен подъемным устройством, посредством которого вал с барабаном может перемещаться в вертикальной плоскости, что позволяет изменять величину зазора между ножами барабана и планки. Перед рабочим каналом установлена песочница для улавливания крупных твердых частиц. В передней части рола располо-

жены два штуцера: один для спуска готовой массы, а второй – для подачи воды на промывку и ее спуска.



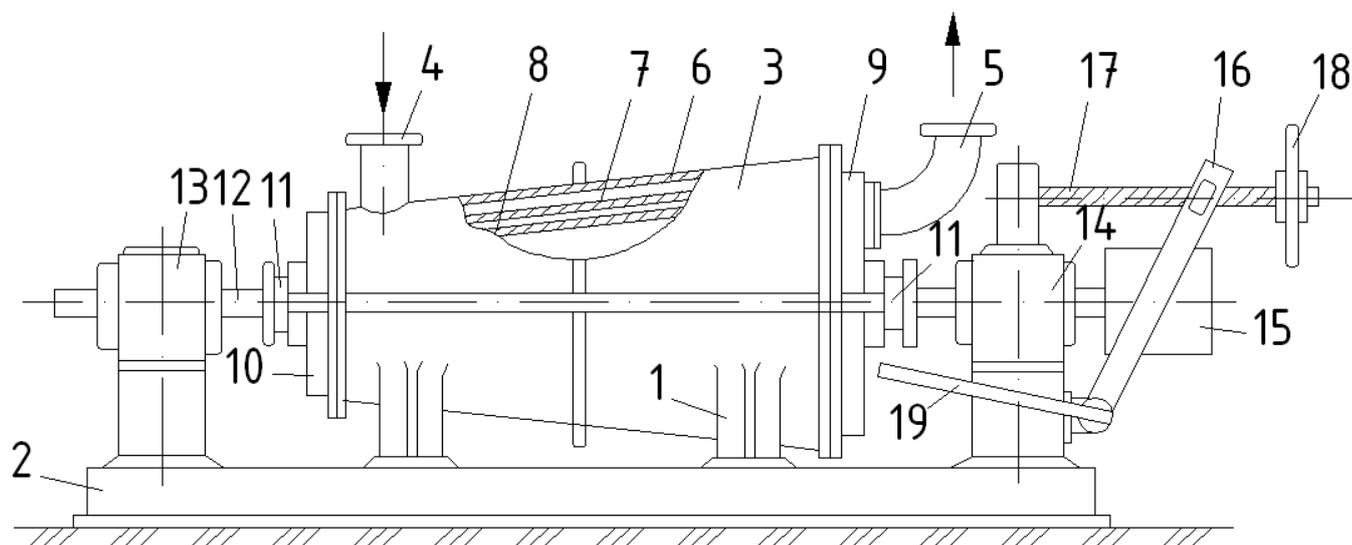
1 – барабан; 2 – ванна; 3 – разделительная стенка; 4 – ножи; 5 – планка; 6 – горка; 7 – подъемный механизм; 8 – труба; 9 – коробка; 10 – песочница; 11 – штуцер спуска размолотой массы; 12 – штуцер подачи спуска промывочных вод

Рисунок 39 - Схема рола

Подача массы осуществляется в переднюю часть машины. Измельчение частиц происходит при прохождении массы в зазоре между ножами барабана и планки вследствие значительной турбулентности потока.

Ёмкость ванны рола достигает 8 м^3 ; концентрация массы – от 2 % до 3 %.

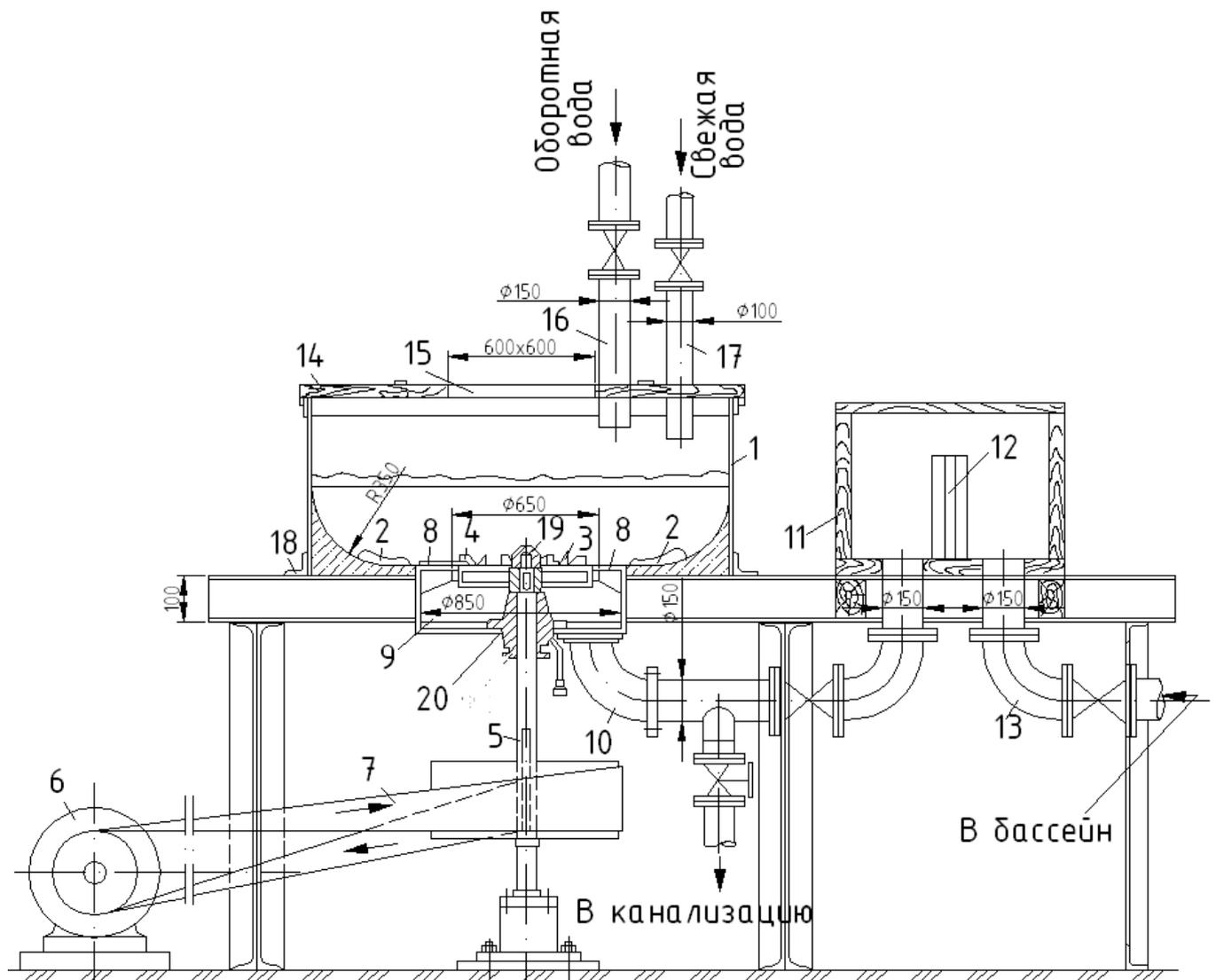
Окончательный размол массы производится в **конической мельнице**, представляющей собой пустотелый чугунный неподвижный корпус в форме усеченного конуса, установленный на четырех стойках. Внутри корпуса размещен полый ротор, также имеющий форму усеченного конуса. На внутренней поверхности корпуса и наружной ротора размещены радиально расположенные ножи с незначительным зазором между ними. С обеих сторон корпуса расположены торцевые крышки, через отверстия которых проходит вал, на котором крепится ротор. Число оборотов ротора – 428 об/мин. Загрузка материала производится через патрубок, расположенный в верхней части корпуса меньшего диаметра, а разгрузка через патрубок, расположенный в верхней части торцевой крышки большего диаметра.



1 – стойки; 2 – фундаментная плита; 3 – корпус; 4 – патрубок приемный; 5 – разгрузочная горловина; 6, 8 - ножи; 7 ротор; 9, 10 – торцевые крышки; 11 – сальники; 12 – вал ротора; 13, 14 – подшипники; 15 – упорный подшипник; 16, 19 – рычаги; 17 – винт; 18 – маховик

Рисунок 40 – Коническая мельница

Для роспуска в воде макулатуры и целлюлозы используют **гидроразбиватель**. Вертикальный гидроразбиватель представляет собой ванну с перфорированным дном, по центру которой проходит вертикальный вал, на котором закреплен вращающийся диск с лопастями. На рисунке 41 представлена конструкция гидроразбивателя производительностью 20 т воздушно-сухого волокна в сутки.



1 – резервуар; 2 – лопасти неподвижные; 3 – диск; 4 – лопасти; 5 - вертикальный вал; 6 – электродвигатель; 7 – ременная передача; 8 – сито; 9 – приёмная коробка; 10, 13 – сливные трубы; 11 – приемный бак; 12 – перегородка; 14 - крышка; 15 – загрузочное отверстие; 16, 17 – трубы для подачи воды; 18 – уголки; 19 – колпак; 20 – втулка

Рисунок 41 – Гидроразбиватель

Состоит из металлического резервуара, на дне которого расположены неподвижные лопасти. По центру резервуара расположен вал, на котором закреплен диск с лопастями. Во вращение вал приводится от электродвигателя 6 посредством ременной передачи. Волокнистый материал непрерывно подается в резервуар при постоянном поступлении воды. Измельчение материала происходит за счет перетирания между неподвижными лопастями корпуса и лопастями вращающегося диска.

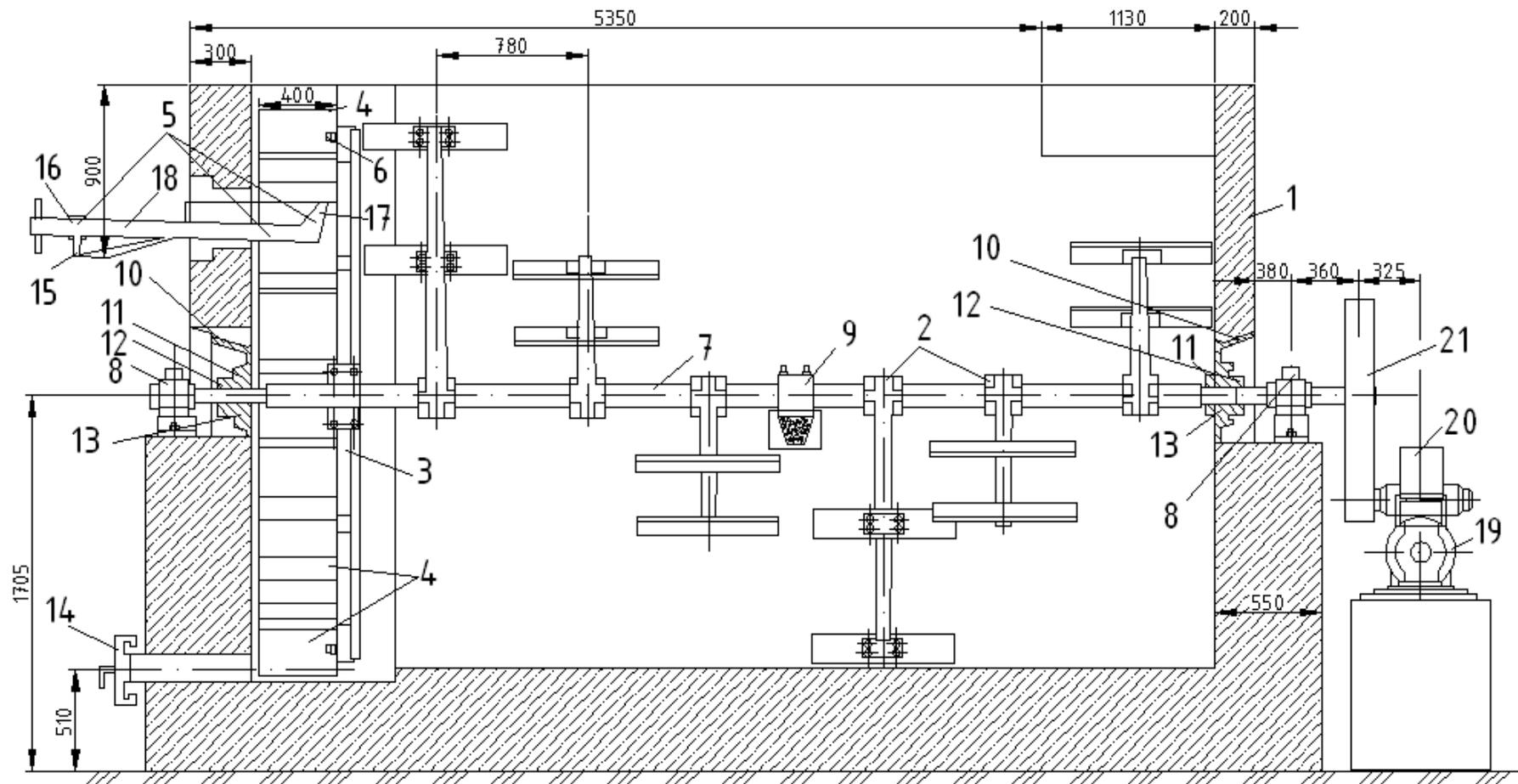
Суспензия под воздействием центробежных сил отбрасывается к стенкам резервуара, поднимается по ним вверх и вновь опускается вниз, но уже по центральной части агрегата. Измельченный материал вместе с водой через отверстия сит поступает в неподвижную приемную коробку и далее по трубе перетекает в приемный бак, в котором установлена перегородка. Суспензия переливается через перегородку и по трубе направляется в мешальный бассейн (рисунок 42).

Гомогенизация и создание запаса готовой картонной массы определенного состава осуществляется в **мешальных и мешально-черпальных бассейнах**.

Наряду с этим при наличии черпального колеса они могут обеспечивать равномерное питание картоноделательной машины. Мешальные бассейны характеризуются большей емкостью и отсутствием черпального колеса. Мешальные бассейны обычно располагаются в подрольном отделении, а мешально-черпальные - у картоноделательной машины, перед песочницей.

Состоят из железобетонной ванны овального сечения, по горизонтальной оси которой размещен вал с закрепленными на нем лопастями. Длина ванны мешального бассейна 9 м, ширина – 3 м и высота 2,7 м. Ванна имеет уклон в сторону выгрузки массы.

Вал мешально-черпального бассейна устанавливается на трёх подшипниках: два наружных и один расположен внутри бассейна. Крепятся подшипники на швеллерных балках, уложенных поперек бассейна. В местах выхода вала наружу, в торцовых стенках бассейна, установлены чугунные коробки, на которых монтируются сальниковые устройства, состоящие из чугунной втулки, грундбоксы и набивки.

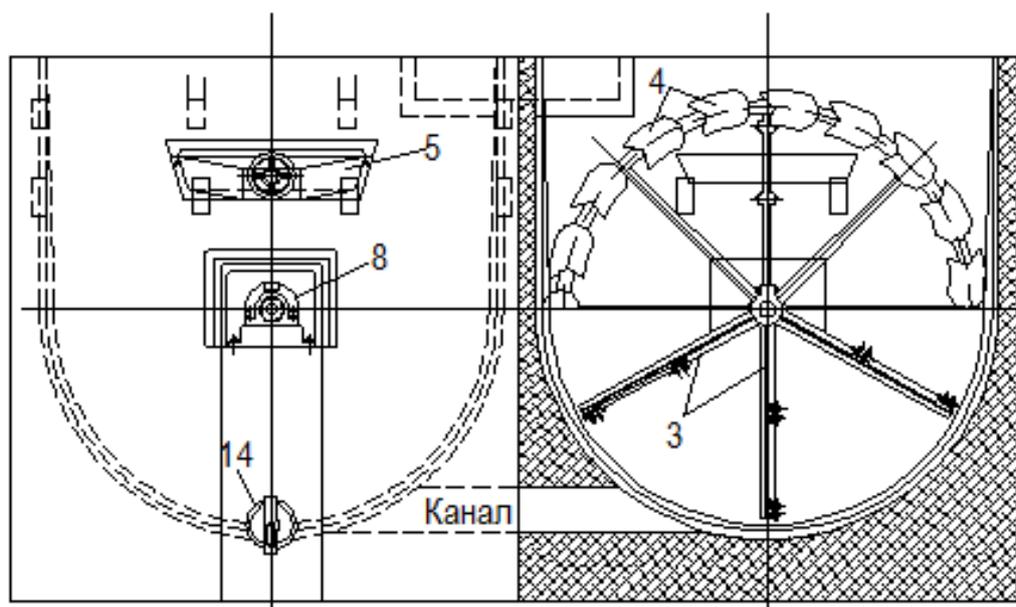


1 – корпус бассейна; 2 – мешалка; 3 – черпальное колесо; 4 – ковши; 5 – регулирующий ящик; 6 – болты; 7 – вал мешалки; 8, 9 – подшипники; 10 – чугунные коробки; 11 – втулки; 12 – грундбуksы; 13 – уплотняющая набивка; 14 – крышка сливного отверстия; 15 – желоб; 16 – шпindelь; 17 – шибep; 18 – втулка; 19 – электродвигатель; 20 – редуктор; 21 – зубчатые колеса

Рисунок 42 – Мешально-черпальный бассейн

Для очистки бассейна от тяжелых примесей и периодической его промывки со стороны разгрузочного конца, в нижней его части расположено сливное отверстие, закрытое при работе бассейна крышкой 14.

Черпальное колесо изготавливается разъемным и крепится на валу мешалки со стороны разгрузочного конца. Диаметр колеса несколько больше внутреннего диаметра бассейна, поэтому в месте установки колеса в бассейне делается выемка, что обеспечивает полную выборку массы при остановке бассейна.



3 - спицы черпального колеса; 4 – черпаки; 5 - ящик регулирующий; 8 - подшипник наружный; 14 - крышка сливного отверстия

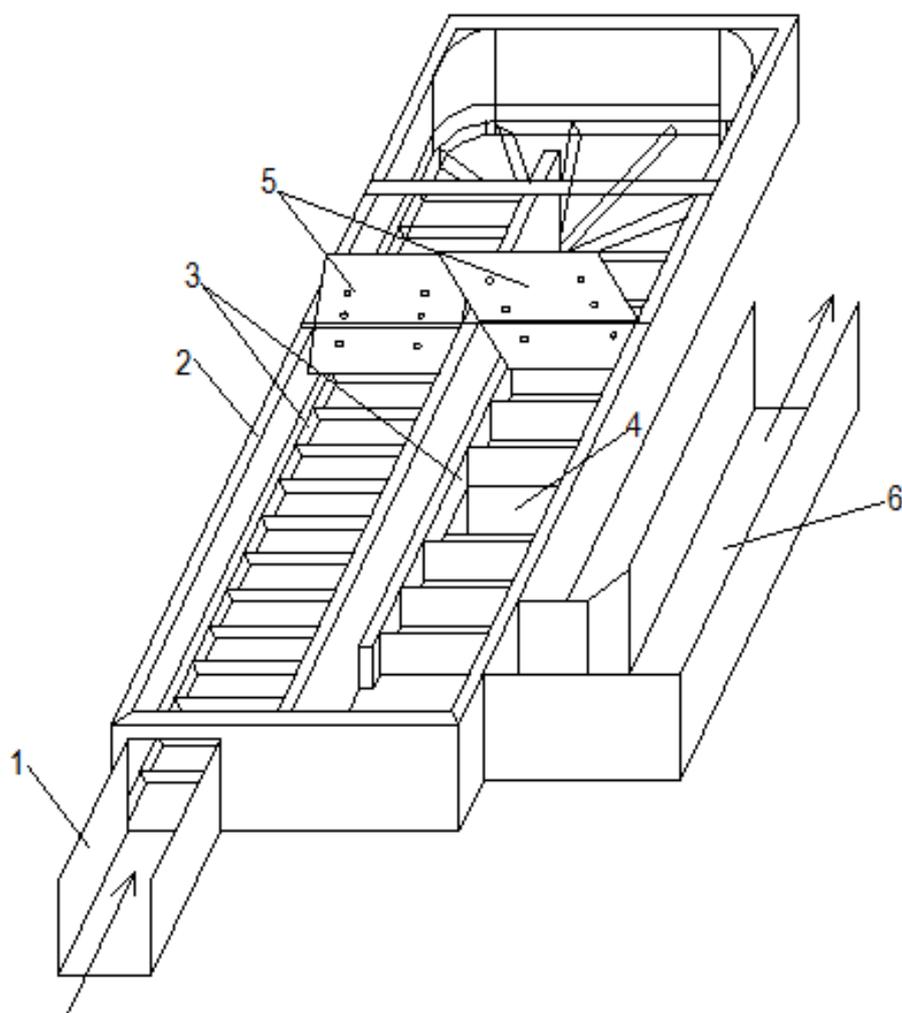
Рисунок 43 – Черпальное колесо

Черпаки изготавливаются литыми из чугуна либо стали и покрываются эмалью. Емкость черпака от 5 до 6 л; на колесе размещается от 15 до 20 шт. черпаков. Крепление черпаков к колесу осуществляется болтами. Масса из ковшей сливается в ящик, по которому направляется в отводной желоб, расположенный вдоль передних стенок бассейнов. Дозирование массы осуществляется посредством шибера, изменяющего свое положение с помощью шпинделя, вкручивающегося во втулку.

Привод вала мешалки и черпального колеса осуществляется от электродвигателя через червячный редуктор и зубчатые колеса.

Песочница используется для очистки картонной массы от тяжелых примесей. Представляет собой деревянный желоб длиной до 20 м, шириной до 1 м и глубиной до 0,5 м. Для сокращения его габаритов желоб делают зигзагообразным в два, три или четыре захода.

Очистка массы осуществляется следующим образом. При выходе из мешально-черпального бассейна масса разбавляется водой до концентрации 0,7 % и поступает через узкий желоб 1 в широкий желоб 2, где теряет скорость. При этом и при дальнейшем движении по желобу тяжелые частицы оседают и задерживаются перегородками 3.

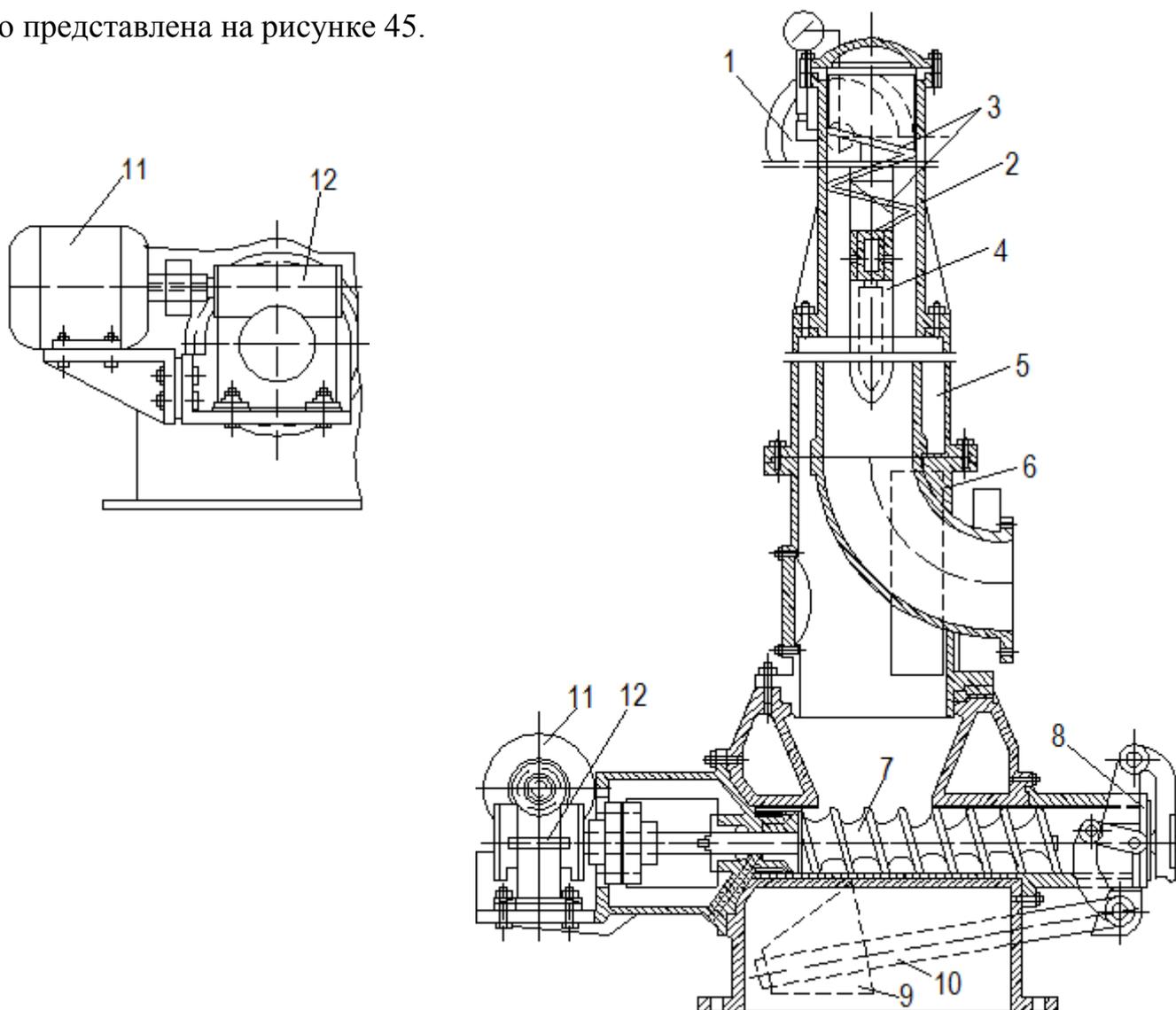


1 – узкий желоб; 2 - широкий желоб; 3 – перегородки; 4 – карманы; 5 - деревянные щитки; 6 – выходной желоб

Рисунок 44 – Песочница

Для повышения эффективности работы в желобе делают специальные карманы, в которые проваливаются примеси, движущиеся в общем потоке. Для улавливания плавающих примесей (древесина, кора, резина и т.п.) в желобах песочницы устанавливают деревянные щитки 5. Выгрузка массы осуществляется через желоб 6.

Более эффективно очистка осуществляется в гидроклоне, конструкция которого представлена на рисунке 45.



1 – патрубок; 2 – впускная камера; 3 – направляющая спираль; 4 – стержень; 5 – камера гидроклона; 6 – выходная труба; 7 – винт; 8 - обратный клапан; 9 – груз; 10 – рычаг; 11 – электродвигатель; 12 - редуктор

Рисунок 45 – Гидроклон

Работа гидроклона протекает следующим образом. Масса концентрацией около 0,9 % подается насосом через конический патрубок 1 во впускную камеру 2. Патрубок расположен тангенциально относительно камеры и с некоторым уклоном. Поэтому дальнейшее движение массы проходит по спирали 3 вокруг центрального стержня 4. При этом включения, с плотностью превышающей плотность воды, отбрасываются к стенкам камеры и стекают в выгрузочное устройство, оборудованное винтом 7 и выходным клапаном 8. По мере накопления отходы выгружаются. Клапан прижимается к камере под действием грузов 9, закрепляемых на рычагах 10. Привод винта осуществляется от электродвигателя 11 через редуктор 12.

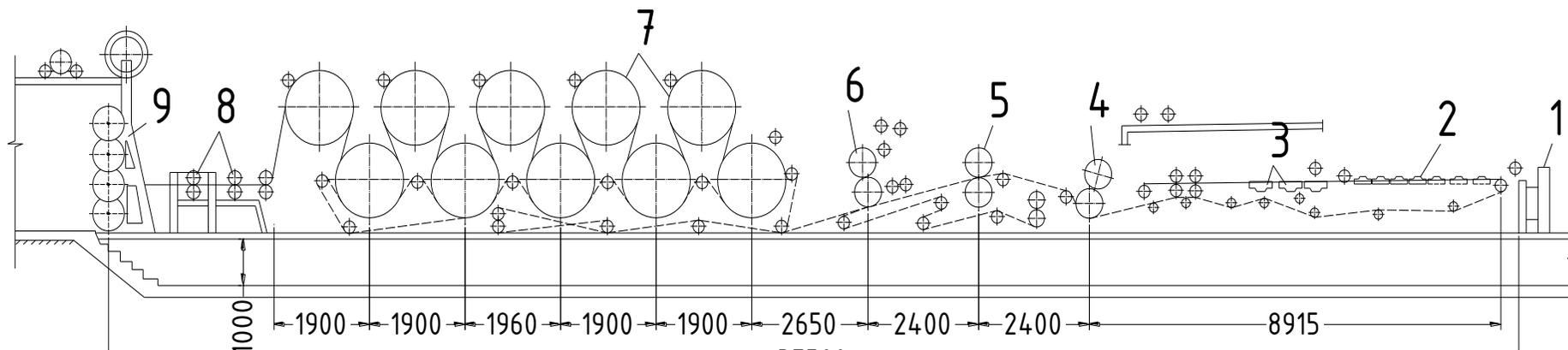
Очищенная масса поступает в выходную трубу 6 и направляется на вторую стадию очистки от легких примесей (древесина, кора, резина и т.п.). Наиболее эффективно подобная очистка протекает на валиковых очистителях, представляющих собой систему последовательно расположенных металлических валиков с минимальным зазором между ними (от 1,5 до 2 мм). Валики вращаются в одном направлении, поэтому при подаче массы на загрузочный конец очистителя наблюдается перебрасывание включений с одного валика на другой в сторону разгрузочного конца, а очищенная масса просачивается через зазоры между валиками.

5.3.2.3 Картоноделательная машина

Используются тихоходные длинносеточные машины. На машине производится отливка полотна картона, его обезвоживание посредством отсоса воды, прессование и сушка; затем продольная резка и намотка картона в рулоны.

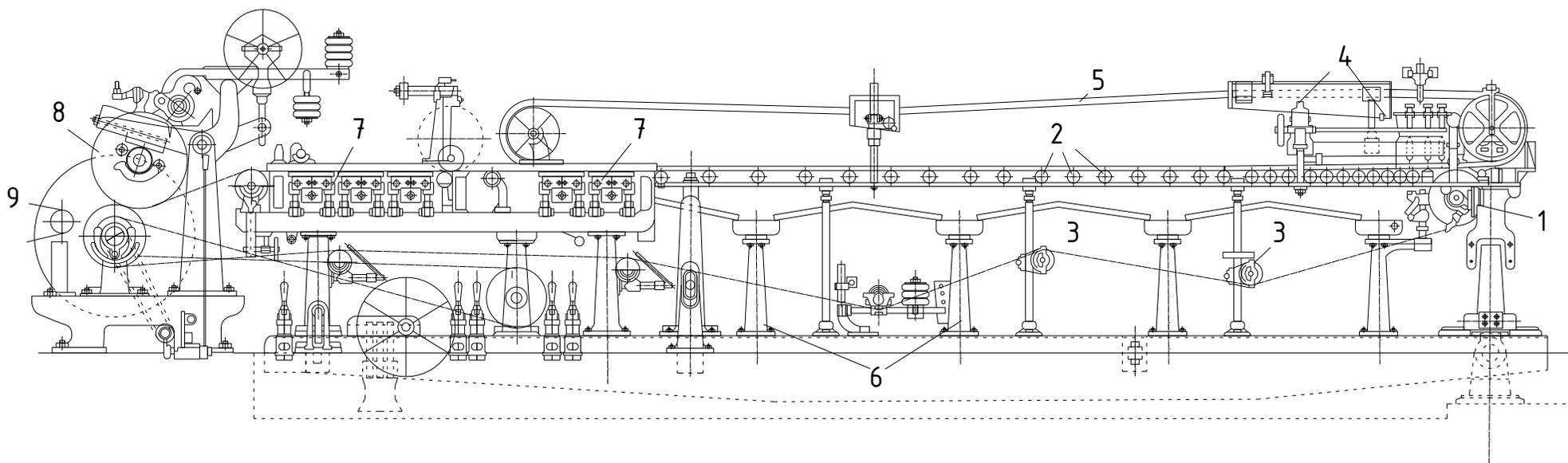
Состоит из мокрой и сушильной частей, продольно-резательного устройства и наката. Мокрая часть делится на сеточную и прессовую. Схема длинносеточной машины представлена на рисунке 46, а сеточной (мокрой) части этой машины на рисунке 47.

Картонная масса концентрацией 1 % поступает в напорный ящик, а из него равномерно разливается по сетке машины, на которой происходит отлив и формование полотна картона.



1- напорный ящик; 2 – сетка; 3 – вакуум-ящики; 4 – гауч-пресс; 5, 6 – мокрые прессы; 7 – сушильные цилиндры; 8 – продольно-резательное устройство; 9 - намоточный станок

Рисунок 46 – Картоноделательная машина (общий вид)



1 – грудной вал; 2 – регистровые валики; 3 – сетконатяжные и сеткоправильные валики; 4 – форматная каретка; 5 – бортовые ремни; 6 – станина; 7 – вакуумные ящики; 8 – гауч-пресс; 9 – сукно

Рисунок 47 - Картоноделательная машина (мокрая часть)

Этот процесс продолжается непрерывно на бесконечной, движущейся по валикам сетке. Обезвоживание полотна сначала проходит за счет свободного стекания воды, а затем путем отсасывания её на вакуум-ящике. Здесь содержание абсолютно сухого волокна доходит до величины от 10 % до 12 %.

Затем картонное полотно проходит через гауч-пресс, на котором происходит эластичное отжатие воды. Содержание сухого вещества доводится до 22 %. Дальнейшее отжатие воды осуществляется на двух мокрых прессах, где производится упругое прессование полотна. Содержание сухого волокна достигает значений от 46 % до 48 %.

Дальнейшее обезвоживание полотна картона продолжается на сушильной части машины. С этой целью полотно проводится через сушильные цилиндры, обогреваемые паром. Остаточная влажность полотна после сушки составляет от 3 % до 5 %.

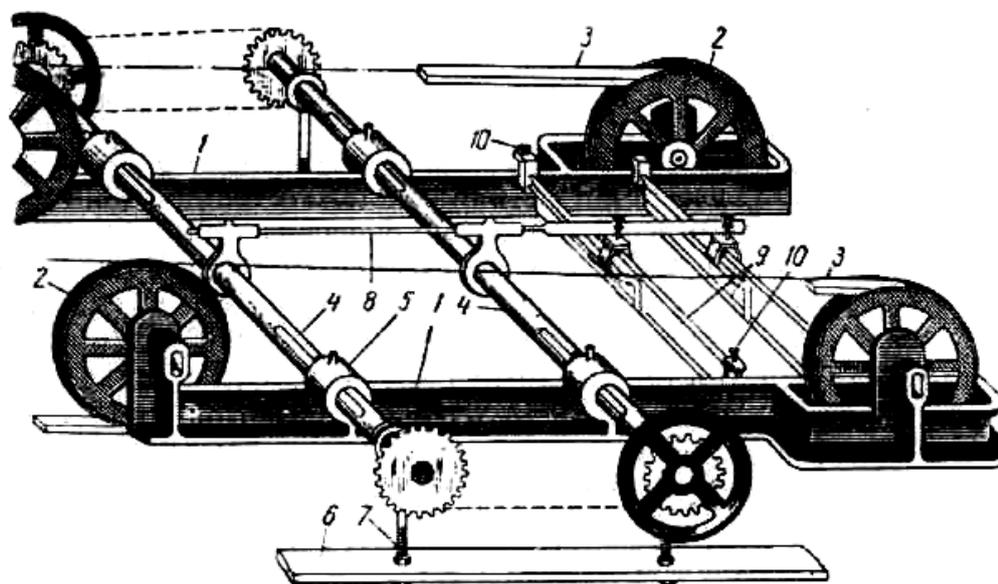
На продольно-резательном устройстве полотно разрезается на полосы шириной от 750 до 1050 мм и сматывается в рулоны на намоточном станке.

Конструктивно картоноделательная машина выглядит следующим образом. В загрузочном конце сеточной части машины располагается **грудной вал**, который охватывается сеткой. Вал изготавливается сварным из толстостенной металлической трубы, с последующей обтяжкой его медной рубашкой. Может отливаться из чугуна. Диаметр вала от 350 до 400 мм, длина 2400 мм. Во вращение вал приводится движением сетки. Вал размещается в роликовых подшипниках.

Форматная каретка (рисунок 48) размещается над загрузочной частью машины. Она предназначена для ограничения потока массы с боковых сторон сетки и со стороны грудного вала, для получения ровной кромки полотна и регулирования толщины слоя массы. Каретка состоит из двух боковых бронзовых щитков, на которых по концам устанавливаются по два шкива, предназначенных для поддержания и натяжения бортовых ремней. На сеточной части машины каретка закрепляется посредством шин 6 и стоек 7.

Бортовые ремни ограничивают разливание массы и обеспечивают получение ровной кромки. Бортовые ремни свободно лежат на сетке и движутся вместе с ней.

Изготавливаются из резины сечением 50x50 мм. Регулирование слоя, вытекающей на сетку массы, осуществляется линейками 9, закрепленными на поперечине 8. Положение линеек по высоте изменяется винтами 10.



1 – боковые щитки; 2 – шкивы; 3 – бортовые ремни; 4 – валы; 5 – гайки; 6 – шины; 7 – стойки; 8 – поперечина; 9 – линейки; 10 - винты

Рисунок 48 – Форматная каретка

Сетка в горизонтальном положении поддерживается регистровыми валиками. Их количество составляет от 38 до 50 штук. Изготавливают из металлических обрезиненных труб. Валики размещаются в подшипниках.

Натяжные и сетководущие валики располагаются на обратной ветви сетки.

Под верхней ветвью сетки размещаются вакуумные ящики (коробки) в количестве от 3 до 5 штук. В них создается разрежение величиной 350 мм ртутного столба. В верхней части коробки размещается перфорированная пластина с отверстиями диаметром от 15 до 20 мм.

Гауч-пресс выполняет работу по механическому обезвоживанию и уплотнению полотна картона и одновременно приводит в движение сетку. Он снабжен очистными и отжимающими приспособлениями.

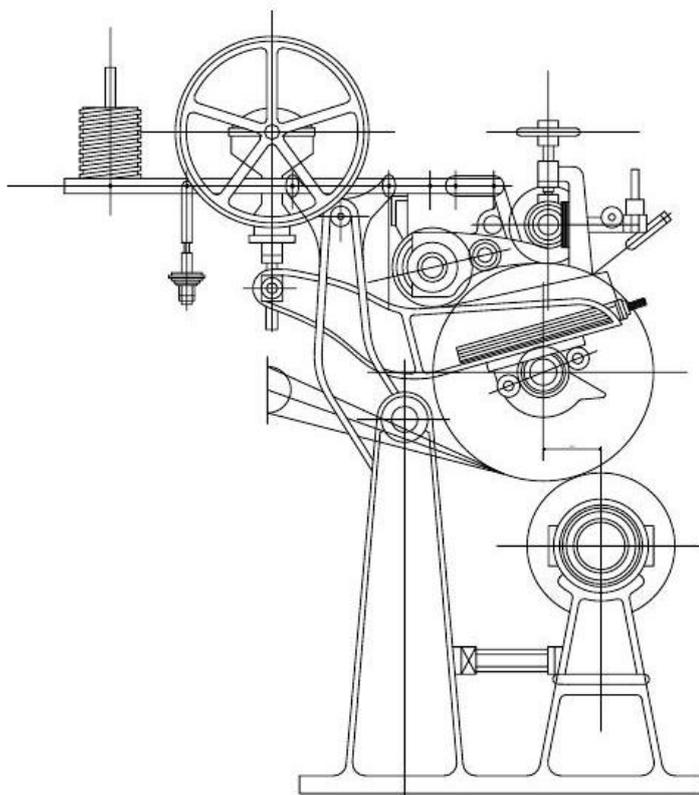


Рисунок 49 – Гауч-пресс

Гауч-пресс состоит из двух прессовых валов – нижнего диаметром от 380 до 420 мм и верхнего диаметром 680 мм. Нижний вал – чугунный с упругой резиновой оболочкой; верхний – чугунный или стальной с медной рубашкой. На верхний вал одевается фетровая оболочка (чулок). Для очистки её от налипающей массы над валом установлена щетка. За щеткой установлен чугунный обрезиненный отжимной валик.

Для создания условий упругого прессования ось верхнего вала смещена по отношению к оси нижнего вала на 120 мм в сторону сеточного стола. Благодаря этому верхний вал нажимает на полотно картона с силой, которая постепенно возрастает. Постепенно нарастающее давление предохраняет полотно от раздавливания и создает лучшие условия для обезвоживания. Мягкий шерстяной чулок на верхнем валу также предупреждает раздавливание картона.

На ряде высокопроизводительных машин гауч-пресс заменяется отсасывающими валами, обеспечивающими более интенсивное обезвоживание картона.

Прессовая часть картоноделательной машины предназначена для механического обезвоживания полотна картона, его уплотнения, повышающего механическую прочность, а также для транспортировки полотна картона на сушильную часть машины.

Машина оборудована двумя или тремя прессами. Каждый пресс состоит из двух валов, горизонтально расположенных внутри станины и вращающихся навстречу друг другу. Нижний обрешиненный вал расположен в подшипниках скольжения; верхний, чугунный шлифованный, устанавливается в подшипниках на консоли рычага, перемещающегося в вертикальной плоскости. Для лучшего отжатия и стекания отжатой воды ось верхнего вала смещена по отношению к оси нижнего вала в сторону входа полотна на 80 мм.

После гауч-пресса полотно картона передается на сукно первого мокрого пресса, где и подвергается первому упругому прессованию. Прессование осуществляется за счет давления верхнего вала на нижний своей массой и усилием, создаваемым прижимным устройством.

Пройдя первый пресс, полотно картона попадает на сукно второго пресса, где процесс прессования повторяется. Усилие прессования на втором прессе выше, чем на первом.

Прессовые сукна выполняют также роль транспортерных лент. Их натяжение регулируется системой сукнонатяжных и разгонных валиков.

Валы прессов выполняются полыми из чугунных отливок. По концам в них вставляют цапфы, которыми они опираются на подшипники. Диаметр валов от 400 до 450 мм, длина 2250 мм. Нижний вал покрыт резиновой оболочкой, у верхнего поверхность шлифуется.

Сушильная часть служит для удаления влаги, оставшейся в полотне картона после механического обезвоживания на прессах. Её конструкция представлена на рисунке 50, а устройство сушильного цилиндра – на рисунке 51.

Состоит обычно из двух или трех групп цилиндров диаметром от 1050 до 1800 мм. Сушильные цилиндры располагаются в два яруса в шахматном порядке. В каждой группе от 4 до 10 цилиндров. Каждая группа цилиндров имеет отдельный привод. Сушильная поверхность машин колеблется от 70 до 220 м², с производительностью от 15 до 45 т картона в сутки.

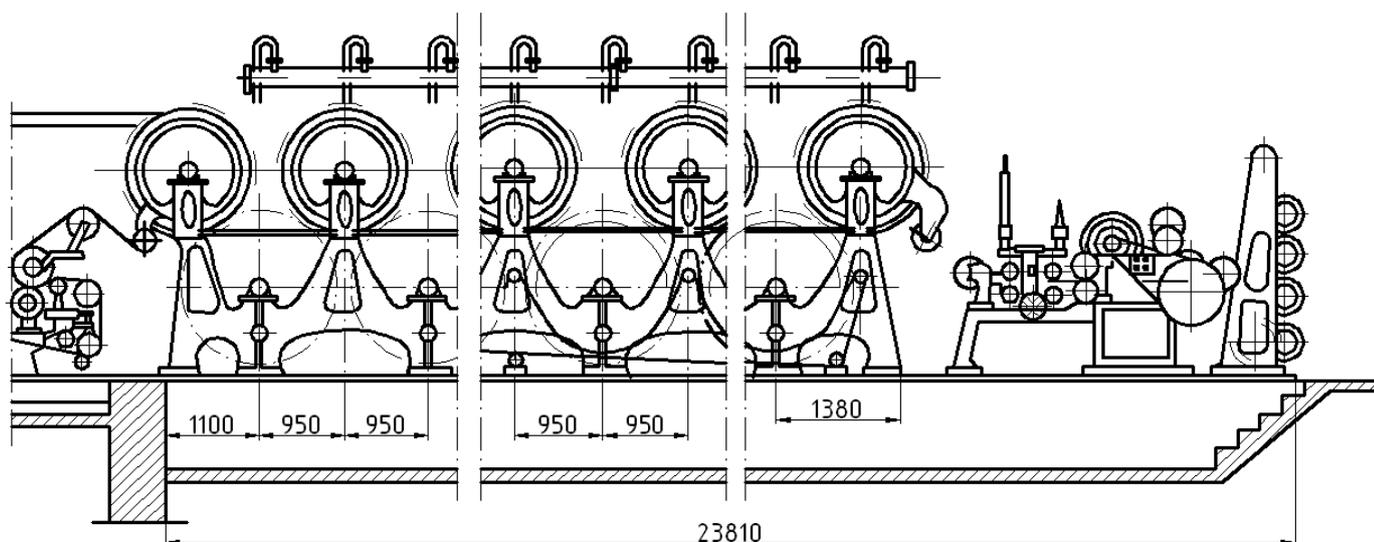
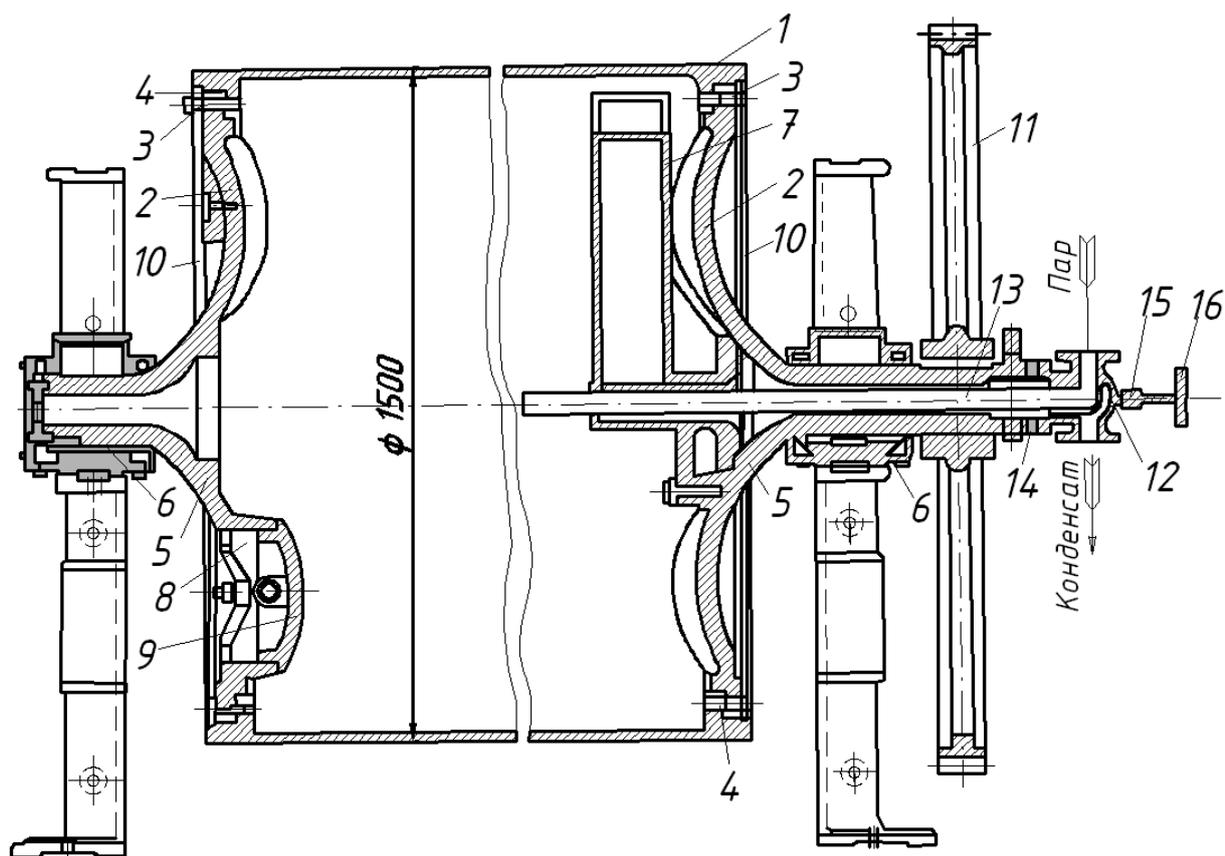


Рисунок 50 – Сушильная часть

Полотно картона огибает обогреваемые паром цилиндры и при соприкосновении с их горячей поверхностью, содержащаяся в нем вода, нагревается и испаряется. Цилиндры обогреваются, поступающим в них под давлением 0,3 МПа (первый цилиндр) паром, который, конденсируясь, отдает цилиндрам тепло. Прижим полотна к поверхности цилиндров осуществляется сушильным хлопчатобумажным сукном и системой валиков. Сушка сукна осуществляется сукносушителем. Образующийся пар отводится системой вентиляции.

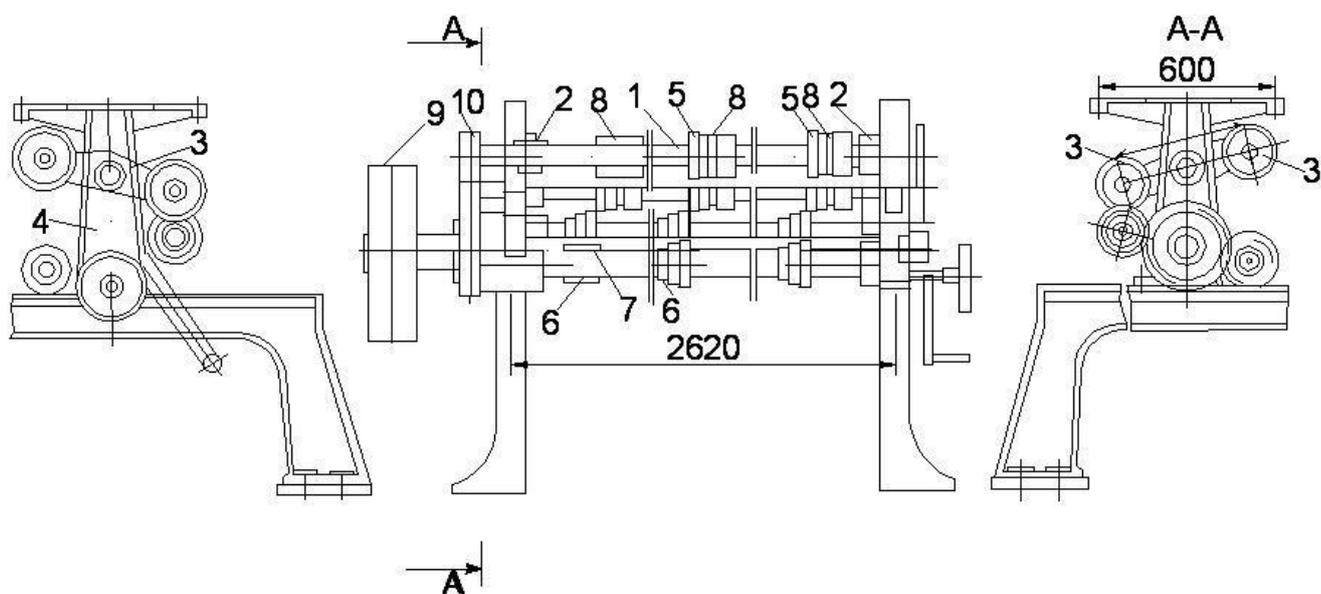
Температура поверхности цилиндров постепенно повышается от первого цилиндра к последнему, в который пар подается под давлением 0,5 МПа. Это обеспечивает постоянно высокую скорость сушки картона.



1 – корпус; 2 – крышки; 3 – болты; 4 – асбестовые прокладки; 5 – цапфы; 6 – подшипники; 7 – черпак; 8 – лаз; 9 – люк лаза; 10 – щиты; 11 – зубчатое колесо; 12 – паровпускной тройник; 13 – паропроводящая трубка; 14 – уплотняющее кольцо; 15 – скоба прижима; 16 – упорный винт

Рисунок 51 – Сушильный цилиндр

Продольно-резательный станок осуществляет резку картона на полосы стандартной ширины и обрезку кромок. Представляет собой две пары горизонтально расположенных стальных валов, на которых закреплены дисковые ножи. При работе первой пары ножей, вторая находится в резерве. Ножи сменные. Во время работы основной пары ножей может проводиться смена ножей на резервной паре. Валы приводятся во вращение от электродвигателя через редуктор, цепные передачи и через цилиндрические зубчатые колеса, насаженные на ножевые валы. Окружная скорость ножей на величину от 10 % до 15 % больше линейной скорости полотна картона. Направление вращения ножей – по ходу полотна картона



1 – стальные валы; 2 – подшипники; 3 – поворотные рычаги; 4 – зубчатые секторы; 5 – ножи; 6 – тумбы; 7 – болты; 8 – пружины; 9 – шкив; 10 – зубчатые колёса

Рисунок 52 – Продольно-резательный станок

Станок для накатки картона предназначен для сматывания полотна картона в рулоны массой от 200 до 600 кг. Накатные станки имеют от двух до четырех комплектов валиков одинаковой конструкции.

5.3.3 Другие виды основ кровельных и гидроизоляционных материалов

Картон асбестовый изготавливается из волокон хризотил асбеста. Используется асбест четвертого и пятого сортов (первый, второй и третий сорта идут на производство асбестовых тканей).

Изготавливаются следующие разновидности асбестового картона. Картон асбестовый общего назначения марок КАОН-1 и КАОН-2. Картон марок КАОН-1 и КАОН-2 имеет толщину от 3 до 6 мм; размер листов: ширина – от 600 до 1000 мм, длина от 980 до 1040 мм. Картон асбестовый подкладочный марки КАП; выпускается в виде листа размером 780x460 мм при толщине 1,3; 1,6; 1,9 и 2,5 мм.

Наряду с картонами в качестве основы гидроизоляционных материалов применяют бумагу асбестовую, стеклоткань (в том числе стеклосетку, стеклохолст, стеклоджут), ткани льноджутовые и асбестовые, хлопчатобумажные.

Бумага асбестовая гидроизоляционная марок БГ-М (высшей категории качества) и БГ-К (первой категории качества) используются в качестве основы в гидроизоле. Поверхность бумаги должна быть гладкой без поверхностных дефектов, посторонних включений. Масса 1 м² бумаги марки БГ-М – не более 590 г, БГ-К – не более 650 г. Ширина листов – 950 мм, толщина – 0,65 мм.

Ткани технического назначения, используемые в производстве гидроизоляционных материалов, вырабатывают из грубых лубяных волокон (джут, кенаф) с использованием химических волокон и нитей в количестве не менее 10 %. В зависимости от качественных показателей и наличия пороков, внешнего вида выпускаются два сорта тканей. Длина куска ткани равна 100 м при ширине от 112 до 150 см; 80 м – при ширине более 150 см.

Производят также холсты из органических волокон: полиэфирных, полиамидных, полиакрилонитрильных и т.д.

Стекловолокнистые материалы обладают рядом ценных свойств: высокой гибкостью, большой механической прочностью. Прочность стекловолокон превышает прочность природных и синтетических волокон и зависит от химического состава стекла, диаметра волокон и технологии изготовления. Наиболее прочно волокно, полученное из бесщелочного стекла. Для стекловолокнистых тканей применяют стекловолокно диаметром около 7 мкм; волокна диаметром от 15 до 20 мкм используют для изготовления более грубого стекломатериала.

Стекловолокнистый холст изготавливают из штапельного стекловолокна, получаемого дутьевым способом. Волокно в холстах удерживается с помощью небольших количеств связующих (химический способ соединения) – поливинилацетатной эмульсии, мочевиноформальдегидной смолы, наиритового латекса Л-3 и Л-4 или компаундов из однородных связующих.

Алюминиевая рулонная фольга изготавливается из алюминия марок АД0, АД1, АД, АМц, А0, А5, А6, и А7 способом проката. По такой же технологии может быть прокатан в фольгу и другой металл.

Ширина рулона от 10 до 1500 мм при толщине от 0,007 до 0,2 мм. Фольга должна быть однородной как по толщине, так и по характеру поверхности. Прочность при разрыве – не менее 30 МПа, а относительное удлинение – не менее 2,0 %. Фольга может выпускаться мягкой М (отожженной) и твердой Т (неотожженной).

6 Жидкие гидроизоляционные вещества

Долговечность строительных конструкций определяется водонепроницаемостью их поверхности. Наибольший эффект достигается при заполнении пор и капилляров жидким гидрофобным веществом, а затем нанесении на поверхность водозащитного покрытия. Такой способ является наиболее простым и доступным. Надёжность покрытия зависит от правильного подбора гидроизоляционного материала и технологии проведения работ.

К жидким гидроизоляционным материалам относят пропиточные, инъекционные, пленкообразующие и грунтовочные материалы с низкой вязкостью в холодном или горячем состоянии. Они должны хорошо смачивать поверхность конструкционного материала, стенки пор и капилляров, обладать высокой адгезией, а после применения быстро отвердевать.

6.1 Пропиточные вещества

Пропиточные вещества – жидкие вещества, которые способны хорошо смачивать конструкцию, изделия и детали, заполняя поры, различные дефекты и легко проникать вовнутрь, на некоторую глубину материала. Слой пропиточных веществ надёжно предохраняет конструкцию от проникновения воды. В качестве пропиточных веществ применяют битумы, каменноугольные дегти и пеки, петролатум, стирол, метилметакрилат, низкомолекулярный полиэтилен и т. п. [3].

Наибольшее распространение имеет битум, который употребляется в холодном или подогретом состоянии (разжиженный или жидкий битум), в виде битумной эмульсии; для горячей пропитки используют вязкие битумы.

В гидроизоляционном слое битум должен быть достаточно пластичным, чтобы при низких температурах и деформациях конструкций в нем не образовывались трещины. Он также должен обладать теплостойкостью, чтобы при высоких температурах эксплуатации не вытекал из пор. Наиболее пригоден битум марки БНД 40/60, а также БНД 60/90 и БНД 40/180.

Растворители битума должны быстро улетучиваться из пропиточного вещества при комнатной температуре; к ним относятся лигроино–керосиновые фракции нефти, бензин, бензол, толуол, четыреххлористый этилен (при температуре около 100 °С), смесь бензина с уайт-спиритом и т.д.

Холодный способ изготовления битумного раствора заключается в перетирании кусков битума в присутствии растворителей без нагрева. Соотношение битум:растворитель равно 1:1. Такие растворы имеют сравнительную однородную структуру, форма глобул близка к шаровидной, размеры их от 2 до 3 раз меньше, а количество в объеме раствора больше, чем в растворах горячего приготовления.

При горячем способе растворения битум предварительно расплавляется, а затем подается в котел для смешения с разжижителем, например, со смесью керосина и лигроина. Количество растворителя должно обеспечивать получение разжиженного битума с вязкостью, соответствующей жидким битумам.

Иногда пропитку проводят дегтями (каменноугольный и сланцевый). Каменноугольные дегти марок Д-1, Д-2, Д-3, Д-4, Д-5, Д-6 – сплавы высококипящих каменноугольных масел и пеков. В сравнении с битумами, дегти обладают меньшей стойкостью к солнечной радиации; вязкость их в порах быстро увеличивается, что понижает их адгезию со стенками пор и приводит к выкрошиванию с поверхности защищаемого материала.

Холодная пропитка проводится битумными эмульсиями, которые можно модифицировать полимерами, каучуками, латексами. Использование в составе эмульсии ПАВ (эмульгаторов) позволяет получить устойчивую эмульсию с размером час-

тиц битума менее 1 мкм. Содержание битума в эмульсиях не менее 50 %, а водорастворимых эмульгаторов – не более значений от 1 % до 3 %.

Схема производства битумных эмульсий представлена на рисунке 53.

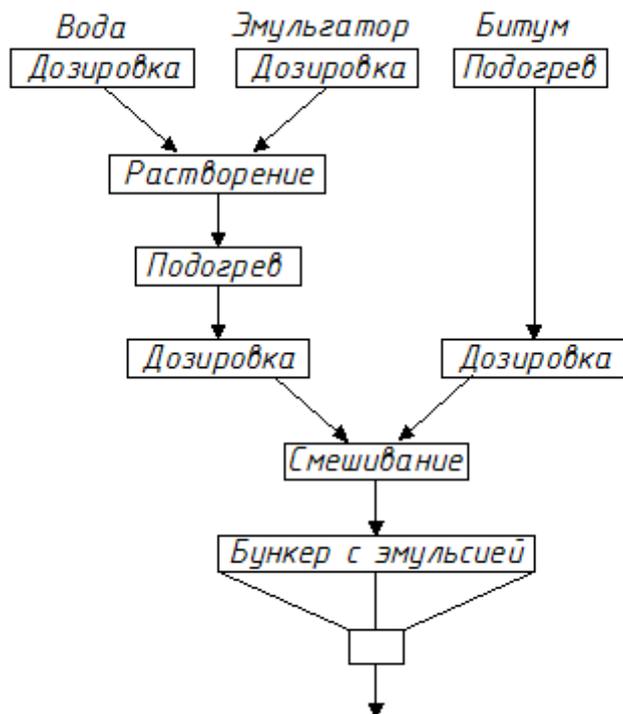
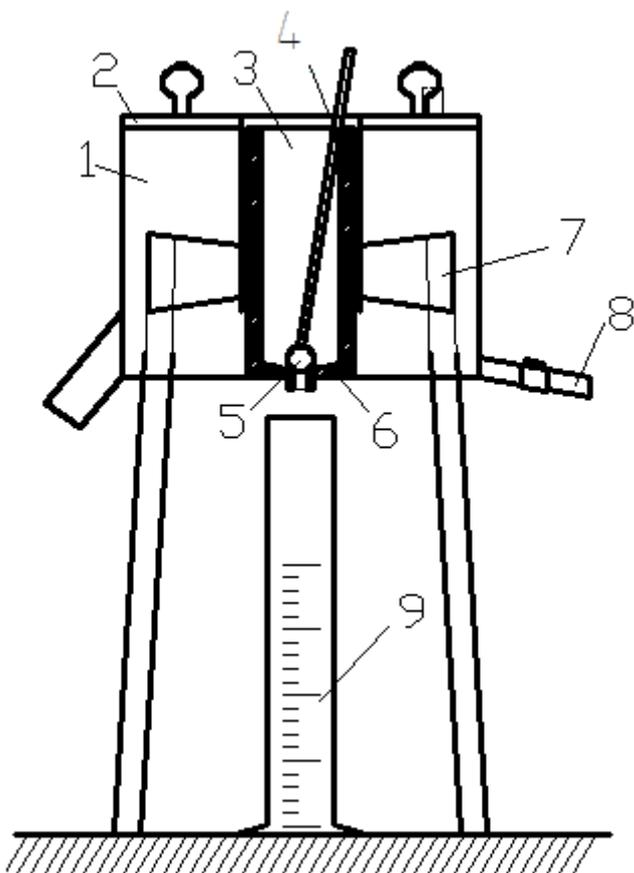


Рисунок 53 – Схема производства битумных эмульсий

Рабочую вязкость эмульсии определяют стандартным вискозиметром, устройство которого представлено на рисунке 54, с отверстием 3 мм при температуре 20 °С. Вязкость не должна превышать 25 с. Качество эмульсии проверяют по скорости распада ее при контакте с обрабатываемой поверхностью материала; она зависит главным образом от типа и количества введенного эмульгатора. Определяется методом погружения в эмульсию двух проб чистого сухого гравия с размером зерен от 6 до 12 мм, массой каждая 1 кг.

Технология приготовления битумных эмульсий заключается в диспергировании битума в воде, содержащей эмульгатор. С повышением дисперсности растут устойчивость и однородность эмульсии. Диспергирование проводится в смесителе лопастного типа либо гомогенизаторе.

Гомогенизатор, конструкция которого приведена на рисунке 55, состоит из кожуха – коробки, в котором вращается ротор в виде двух рифленных дисков, соединенных между собой. Скорость вращения ротора 3000 мин^{-1} .



1- водяная баня; 2 – крышка; 3 – цилиндр; 4 – штифт; 5 – шариковый клапан; 6 – донный вкладыш; 7 – лопасть; 8 – кран для слива воды; 9 – мерный цилиндр

Рисунок 54 – Стандартный вискозиметр

В кольцевой зазор шириной от 0,1 до 0,3 мм между кожухом и ротором вводится тонкой струйкой горячий битум и вода с эмульгатором при температуре от 85°C до 90°C . При этом происходит интенсивное механическое перетирание компонентов, а образующиеся мельчайшие частицы битума адсорбирует эмульгатор.

Кремнеорганические гидрофобизирующие жидкости производят с применением различных растворителей, в основном водно-спиртовых смесей. Выпускаются полиоргансиликонаты щелочных металлов ГКЖ-10, ГКЖ-11 и полиорганогидросилоксановые жидкости типа ГКЖ-94 и ГКЖ-94М.

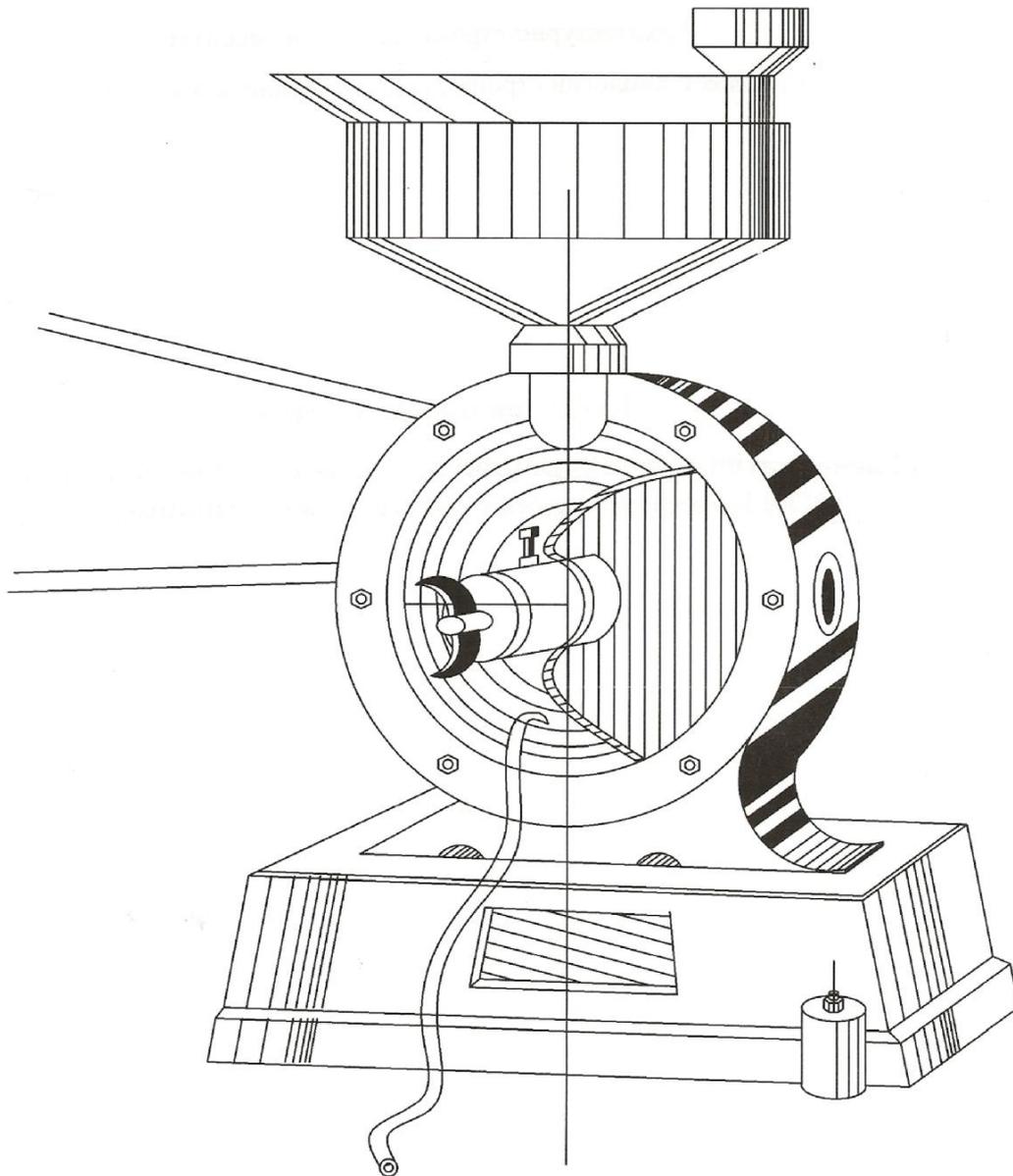


Рисунок 55 - Гомогенизатор для получения битумных эмульсий

ГКЖ-10 представляет собой водно-спиртовой раствор этилсиликоната натрия концентрацией от 10 % до 15 %, а ГКЖ-11 - 20 % водно-спиртовой раствор метилсиликоната натрия. Для гидрофобизации ГКЖ-10 и ГКЖ-11 разбавляют в воде до 5 % концентрации и в таком состоянии ими обрабатывают бетон, кирпич, штукатурку. Водопоглощение контрольных цементно-песчаных образцов после их гидрофобизации за 24 часа не должно превышать 2 % по массе.

ГКЖ-94 – жидкий стопроцентный полиэтилгидросилоксан или 50 % водная эмульсия этого вещества, нерастворимого в воде. Для обработки используют раствор ГКЖ-94 в ароматическом растворителе концентрацией от 0,5 % до 10 % или его водную эмульсию концентрацией от 0,5 % до 3 %. После высыхания образуется водонепроницаемая пленка. Силиконы улучшают сцепление изолируемой поверхности с органическими веществами и мастиками.

Наиболее простой способ пропитки горячим битумом марки БНД 40/60 при температуре от 150 °С до 180 °С осуществляется путем разлива по поверхности изолируемого элемента, предварительно подогретого до температуры от 35 °С до 40 °С, или путем погружения элемента, например, железобетонной конструкции, в расплавленный битум на время от 2 до 8 ч перед монтажом. Глубина пропитки достигает величины от 2 до 20 мм.

Одним из способов горячей пропитки является пропитка стирол-мономером (винил-бензол) $C_6H_5-CH=CH_2$. Это нерастворимая в воде бесцветная жидкость, обладающая малой вязкостью и легко проникающая в бетон. Мономер, находясь в порах, полимеризуется после кратковременного прогрева при температуре от 60 °С до 80 °С. Перед пропиткой изолируемую поверхность следует прогреть (высушить).

Существует несколько способов пропитки:

- 1) пропитка изделий в открытых ваннах (более длительный);
 - 2) автоклавная пропитка (более сложен, размер обрабатываемых изделий ограничен);
 - 3) пропитка с внутренним вакуумированием (наиболее быстрый способ).
- Изделия предварительно вакуумируют в вакуумных камерах, а затем обрабатывают пропиточными веществами.

6.2 Инъекционные материалы

Инъекционные материалы – такие материалы, которые хорошо проникают внутрь конструкционного элемента под воздействием давления (впрыскивания), заполняя трещины, поры, капилляры и другие полости.

При принудительном нагнетании гидроизоляционного материала в конструкцию обеспечивается более высокая водонепроницаемость защитного слоя, чем при свободной пропитке, но такая технология более сложна и дорога.

Инъекционные материалы могут иметь большую вязкость, чем пропиточные, т. к. внедряются в конструкцию под давлением. В их качестве применяются битумные расплавы и эмульсии, битумно-латексные композиции, эпоксидные, карбамидные, фенолформальдегидные и другие смолы.

Битумно-резиновая дисперсия, как инъекционный материал, имеет состав, в %: нефтебитум – 35, резина – 15, водный раствор эмульгатора – 50. Битумно-резиновая дисперсия, обладает большей устойчивостью против распада, лучшей укрывистостью, теплостойкостью и эластичностью в пленочном состоянии в сравнении с битумными эмульсиями. При изготовлении битумно-резиновой дисперсии сначала получают дисперсию резины в воде с эмульгатором; это достигается перетиранием на подогретых вальцах дробленой резины в присутствии эмульгаторов. Затем дисперсия резины разбавляется водой и смешивается с обычной битумной эмульсией. Таким образом, битумно-резиновая дисперсия – это коллоидная система, в которой дисперсной средой является вода, а дисперсной фазой – битум и резина.

Вязкий битум применяют в горячем состоянии под давлением. Он хорошо впитывается в пористые горные породы, бетоны, грунты. Используется для битумизации оснований гидросооружений. Битумы химически инертны к грунтовым водам; сравнительно быстро отвердевают в порах.

Дегтевые материалы применяют лишь в тех случаях, когда отсутствует битум либо требуется повысить биостойкость конструкционного материала. В этом случае применяют каменноугольные дегти марок Д-3 и Д-4 либо соответствующие им по вязкости сланцевые дегти.

Хороший полимерный инъекционный материал – поливинилацетатная эмульсия (ПВАЭ), получаемая как продукт полимеризации винилацетата в водной среде в присутствии эмульгатора и инициатора. Состав ПВАЭ, массовых частей: винилацетат – 100; поливиниловый спирт – 7; перекись водорода – 1; уксусная (муравьиная) кислота – 1,5; сернокислое железо – 0,01; вода – 100. Приготовление производится в

смесителе. Затем эмульсия охлаждается до 30 °С и подвергается нейтрализации аммиаком. Пластифицируют ПВАЭ введением в нее водной эмульсии дибутилфталата и тщательного смешивания обеих эмульсий. Пластифицированную ПВАЭ выпускают марок: НВ – низковязкая с вязкостью от 10 до 15 с; СВ – средневязкая с вязкостью от 15 до 40 с; ВВ – высоковязкая с вязкостью более 40 с. Водородный показатель (рН) эмульсий составляет от 4,5 до 6; количество пластификатора – от 5% до 15 %, а для ВВ эмульсий до 35 %. Для инъекций лучше использовать эмульсии марок НВ.

Для инъекций также можно использовать кремнеорганические жидкости.

Эффективным гидроизоляционным материалом для пористых оснований, фундаментов, сводов и других элементов подземных или гидротехнических сооружений могут быть минеральные вяжущие вещества в виде паст и суспензий, в частности вяжущее «Микродур». «Микродур» - это особо тонкодисперсное минеральное вяжущее с гарантированным узким гранулометрическим составом. Производят путем размолла портландцементного клинкера с доменным гранулированным шлаком. Высокие прочностные характеристики и проницаемость он приобретает благодаря высокой дисперсности: размер частиц составляет от 5 до 10 мкм при удельной поверхности порядка 24000 см²/г. По сравнению с наиболее распространенным портландцементом, особо тонкодисперсное вяжущее «Микродур» обладает рядом особенностей: высокая проницаемость суспензии в грунты и пористые материалы; высокая водоудерживающая способность при В/Ц не более 6,0; сохранение заданной вязкости суспензии до 120 мин; быстрое затвердевание (набор от 50 % до 70 % марочной прочности через 2 суток).

Инъекционная пропитка выполняется под давлением; например, за счет внутреннего вакуумирования (из внутренней полости конструкции отсасывают воздух). Наиболее эффективна принудительная инъекция в автоклавах. С этой целью очищенные и прогретые сборные элементы помещают в автоклав и вакуумируют в течение времени от 1 до 2 ч; затем подают пропиточный материал и создают избыточное давление от 0,8 до 1,2 МПа. Пропитка проводится при постоянной температуре. При многократном использовании пропиточного материала вязкость его по-

вышается, что увеличивает продолжительность пропитки. Для снижения вязкости требуется добавлять мягчители, например, менее вязкие битумы БНД 130/200, БНД 200/300.

6.3 Пленкообразующие материалы

Пленкообразующими называются материалы, которые после их нанесения на поверхность конструкционного элемента образуют тонкий слой в виде водонепроницаемой пленки, образование которой связано либо с улетучиванием растворителя, либо с процессами окисления и полимеризации под влиянием сиккативов.

Пленка предохраняет преимущественно наружные поверхности конструкций, поэтому ей стремятся придать не только гидрофобные, но и антикоррозийные свойства, высокую погодоустойчивость, трещиностойкость, окраску – белую, черную или цветную. Пленкообразующие вещества используют и как эффективные средства для создания оптимальных условий твердения свежешелюженного бетона, т. к. образуется плотная пленка, препятствующая испарению воды из тела бетона.

Пленкообразующие материалы наносятся с помощью поливочных машин, пистолета-распылителя, электрокраскопульты и другого механического оборудования.

Наиболее распространенными пленкообразующими веществами являются разжиженные битумы, битумные эмульсии, вязкие битумы (при горячем нанесении пленки), пасты, лаки и эмали.

При разжижении в растворителях можно использовать любые битумы, но вязкость составов не должна превышать значений от 15 до 25 с или от 25 до 40 с по стандартному вискозиметру при температуре 60 °С и диаметре отверстия 5 мм. Дегти использовать не рекомендуется, так как у них низка погодоустойчивость (наблюдаются старение, повышение хрупкости, образование трещин в покрытии), и они токсичны.

При многослойном нанесении пленок концентрация растворов постепенно возрастает: первый слой наносится менее вязким раствором, например, 25 % БНД 90/130 или БНД 60/90 и 75% бензина, бензола или смеси лигроина и керосина; вто-

рой слой – 50 % битума и 50 % растворителя; третий слой – от 75 % до 80 % битума и от 20 % до 25 % растворителя.

Битумные эмульсии применяют быстрораспадающиеся; расслоение их происходит вскоре после контакта с обрабатываемой поверхностью. К таким эмульсиям, но достаточно стабильным при хранении, относятся эмульсии, содержащие битумы БНД 130/200 и БНД 90/130 в количестве от 50 % до 60 % и водный раствор эмульгатора – от 40 % до 50 %. Компонентами последнего являются: вода – 98,74 %; контакт Петрова - 0,70 %; Na_2O – 0,12 % и жидкое натриевое стекло – 0,44 %.

Обширную группу жидких пленкообразующих веществ составляют лаки. Они относятся к дисперсным системам типа коллоидного раствора, где средой служат легколетучивающиеся растворители с добавлением высыхающих масел, а твердой фазой – диспергированные частицы битумов высоких марок, пеков или искусственных смол.

В некоторые виды лаков высыхающие масла можно не добавлять. На защищаемой поверхности лаки создают прочный и эластичный слой гидроизоляционной пленки. Образование лаковой пленки происходит не только вследствие испарения летучего растворителя, но и под влиянием химических процессов полимеризации вещества, составляющего дисперсную фазу.

Наиболее распространены битумный или асфальтовый лак. Представляют собой раствор тугоплавкого битума в ксилоле, сольвент-нафте, уайт-спирите и т. д. Уайт-спирит – нефтяная фракция с температурой кипения от 165 °С до 200 °С, плотностью 0,785 г/см³. В сложных составах битум перед растворением в среде сплавляется с натуральной или искусственной смолой, сгущенным маслом или смесью смол и масел. Добавки к битуму повышают качество лаковой основы, их атмосферо- и водостойкость, делают пленку более плотной. Качество лака повышают введением пластификатора и сиккатива.

Лаки с большим содержанием масел - жирные, предназначены для обработки наружных поверхностей, а с малым – тощие, - для обработки внутренних поверхностей. Состав асфальтовых лаков, %: смола – 20; битум - до 45; растворитель до 35.

Технология лаков сложного состава: при температуре от 250 °С до 270 °С варится лаковая основа – пленкообразующая его часть; затем основа охлаждается до температуры от 75 °С до 120 °С при дальнейшем использовании в качестве растворителя уайт-спирита; до величины от 120 °С до 130 °С – ксилола и сольвента; до значения от 170 °С до 175 °С – скипидара или до других температур, соответствующих безопасности вспышки растворителя. Далее добавляют растворитель и сиккатив, если последний не был введен при варке основы. Затем производят тщательное перемешивание состава до обеспечения однородного состояния.

Безмасляные асфальтовые лаки также широко применяют. Состоят из сплава природного тугоплавкого битума с природной смолой (канифоль) и растворителя. Можно использовать нефтяной тугоплавкий битум с температурой размягчения более 100 °С. Лаки различаются по вязкости. Более густые имеют лучшую укрывистость и дают пленку большей твердости и с меньшей продолжительностью ее формирования.

Битумный лак получают сплавлением нефтяных и природных твердых битумов (иногда одного нефтяного) с растительным маслом и с последующим растворением сплава в органических летучих растворителях. При температуре от 18 °С до 20 °С вязкость лака должна быть не менее 18 с по вискозиметру ВЗ-4. Вязкость выражается временем истечения пробы из отверстия диаметром 4 мм от момента появления первой капли.

Простейший вид дегтевого лака – кузбаслак, получаемый растворением пека в ароматических продуктах – толуоле или сольвенте (смесь ксилолов). Выпускается сорт А, полностью высыхающий через 24 часа, и сорт Б, у которого время высыхания не нормируется. Кузбаслак – вязкая однородная жидкость (выше вязкость у сорта А) черного цвета, без механических примесей. После полного высыхания дает гладкую блестящую пленку без трещин и пузырьков, обладает хорошей стойкостью в водных растворах серной, соляной и азотной кислот. Используют для защиты металлических и бетонных изделий, находящихся в воде или грунте. Недостаток лака – малая эластичность.

Среди лаков из синтетических смол чаще других используют перхлорвиниловые лаки. Изготавливают из перхлорвинилового смолы, используя в качестве растворителя ксилол, хлорбензол, бутилацетат, растворитель Р-4. Пленка хорошо противостоит атмосферным воздействиям, негигроскопична. Этот лак можно смешивать с пигментами, получая при этом эмали (лак ХС-76, эмаль ХС-26). Лаки обладают высокой адгезией, стойки к действию воды, кислот, щелочей, масел. Высыхают в течение 1 часа.

С применением кремнеорганических веществ изготавливают метилтрихлорсилановый лак, обладающий водоотталкивающими свойствами. Им обрабатывают пористые материалы, подвергающиеся увлажнению (кирпичную и каменную кладку, бетонную стенку и другие поверхности), для защиты от сырости, вымывания солей, появления пятен в течение длительного времени (более 10 лет).

К пленкообразующим веществам относят эмали – вещества, получаемые путем затворения пигментов на лаках. Для гидроизоляционных составов можно применять только водостойкие и водонепроницаемые лаки; пигменты, по возможности, должны обладать гидрофобностью.

Также используют битумные лаки с добавлением алюминиевого порошка, перхлорвиниловую краску и эмаль, эпоксинокаучуковые эмали, этинолевые лаки и эмали.

К горячим пленкообразующим веществам относятся вязкие битумы марок БНД 90/130 и БНД 60/90 с температурой от 185 °С до 190 °С, которые наносят на сухую, чистую и подогретую до температуры от 35 °С до 40 °С поверхность. Нанесение производят механическим способом – гудронатором или распылителем либо (реже) вручную – кистью.

Используют покрасочные и пропиточные составы (растворы) резины в жидких углеводородах, обладающие достаточной биостойкостью. Они высыхают при температуре от 140 °С до 200 °С, превращаясь в твердую не царапающуюся, тугоплавкую пленку обладающую водо- и кислотощелочестойкостью.

6.4 Грунтовочные материалы

Грунтовочные материалы – композиции, которые распределяют по поверхности защищаемой конструкции тончайшим слоем, для повышения сцепления между основанием и пленкообразующим материалом, уменьшения отсасывающей способности основания и увеличения смачиваемости поверхности при нанесении последующего шпаклевочного слоя, гидроизоляционного покрытия или декоративного покрытия. Грунтовочные материалы обладают меньшей вязкостью, чем окрасочные составы и гидроизоляционные мастики, наносимые поверх слоя грунтовки.

Холодные грунтовочные материалы должны быть жидкими, однородными, без комков нерастворенного вяжущего вещества и посторонних примесей. Они свободно наносятся (кисть, пистолет) при температуре 10 °С, обладают определенной теплостойкостью на уклоне 100 % (в пределах от 50 °С до 70°С). Растворители используют невязкие и нелетучие, содержащие большое количество углеводородов ароматического ряда, в которых полностью растворяются асфальтены битума. Подобным растворителем с высокой молекулярной массой является зеленое масло, получаемое как одна из фракций, выделяющихся при пиролизе газойля (продукт перегонки нефти, промежуточный между керосином и смазочными маслами) или других нефтепродуктов (фракции с температурой кипения в интервале от 260 °С до 350 °С). Не рекомендуется использовать легколетучие растворители, так как в этом случае не успевают проходить достаточное впитывание грунтовки в поверхностный слой стяжки.

При нанесении холодной асфальтовой штукатурки следует использовать в качестве грунта разжиженную битумную пасту в соотношении - битумная паста:вода = 1:1.

Под горячую битумную обмазку хорошей грунтовкой служит разведенная паста состава: нефтебитум с температурой размягчения от 40 °С до 60 °С по КиШ – 33 %; каолин – 33 %; вода – 34 % с небольшой добавкой КОН или NaOH. Состав пригоден для нанесения на бетон, кирпичную кладку, металл.

Грунтовочный материал выполняет важную роль при защите металлических конструкций от влаги и атмосферных воздействий. Окраска таких конструкций состоит из нижнего грунтовочного слоя и нескольких (от 2 до 3) верхних слоев. Хорошие результаты дают масляные краски с применением натуральной олифы и атмосферостойких пигментов – алюминиевого порошка, свинцового сурика, свинцового оранжевого крона. В качестве наполнителя используют мел, тальк и др. Натуральная олифа может быть заменена полунатуральной оксолью или оксоль-смесью, а также глифталевым и пентафталевым лаками.

Оксоль получают уплотнением льняного или конопляного масла путем продувки воздуха и нагревания в присутствии сиккативов с последующим растворением в уайт-спирите (50 %). Следует отметить, что полунатуральные олифы применяют при грунтовке сухих штукатурных поверхностей внутри и снаружи зданий.

Изготовление масляных и эмалевых красок производят путем тщательного перетирания пигмента на краскотерке с соответствующим количеством олифы или лака и с последующим разведением до рабочей консистенции.

Среди грунтовочных материалов широко используют этинолевые краски, наносимые как на сухую, так и на влажную поверхность. Этинолевую краску изготавливают на дисковой краскотерке за несколько дней (от одного до двух) до употребления. Для удлинения срока годности в нее добавляют древесно-смоляной антиокислитель; растворителем краски служит ксилол. Высыхание происходит в интервале времени от 8 до 10 часов.

При наклейке полиэтиленовой пленки с помощью мастики МПТ-70 огрунтовка производится 50 % раствором смеси битума БНД 60/90 с гудрокамом, взятых в соотношении 60:40, в легкой пиролизной смоле.

7 Пластично – вязкие ГИМ

Пластично – вязкие ГИМ имеют, как правило, коагуляционную структуру, а, следовательно, и низкие механические свойства; обладают ярко выраженной тиксотропией. Их используют в качестве обмазочных и приклеивающих мастик и паст,

вспомогательных материалов – затирочных и шпаклевочных материалов. Применяют в холодном, теплом и горячем состоянии.

7.1 Обмазочные материалы

В качестве обмазочных материалов применяют пасты и мастики.

Пасты бывают битумные и дегтевые. Имеют густую сметанообразную консистенцию. Получают путем диспергирования битума или дегтя в воде в присутствии твердого эмульгатора – глины или извести. Битум применяют с температурой размягчения от 35 °С до 52 °С по КиШ. Количество глины (число пластичности не менее 10) – до 55 % в битумных и до 50 % в дегтепечковых пастах (в пересчете на массу сухого вещества). Содержание песчаных примесей не должно превышать 10 %. Более водостойки пасты с известковым эмульгатором. Глины дают высокодисперсные и устойчивые, но недостаточно водостойкие пасты.

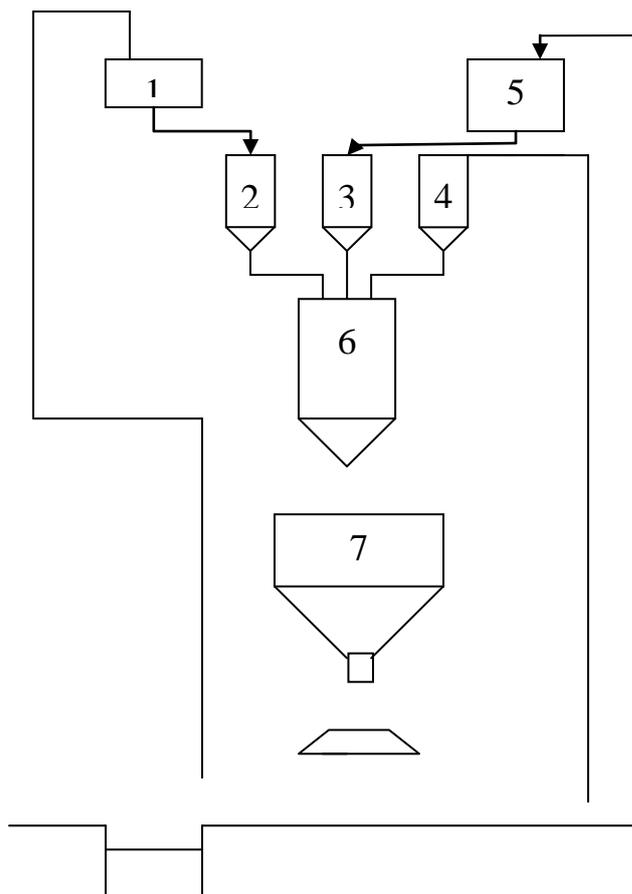
Технологический процесс изготовления паст представлен на рисунке 56.

Битум разогревается до температуры от 150 °С до 180 °С (дегтепечковый сплав до значений от 130 °С до 140 °С); глина замачивается водой (воды – 50 % от объема пасты); суспензия подогревается до температуры от 75 °С до 85 °С. Заполняется смеситель горячей глиняной суспензией. Затем в суспензию вводится струя расплавленного вяжущего при непрерывном перемешивании в лопастном смесителе со скоростью от 120 до 150 мин⁻¹. При использовании в качестве эмульгатора извести битум вводится в момент активного гашения извести водой в смесителе.

Перед приготовлением пасты барабан смесителя подогревают.

Полученная паста имеет высокую дисперсность частиц – менее 3 мкм; ее можно разбавлять водой и смешивать с различными материалами без коагуляции.

Устойчивость битумных паст выше, чем дегтевых. Качество пасты характеризуется однородностью, вязкостью, устойчивостью в воде. Однородность устанавливается путем процеживания разбавленной пасты через сито с размером ячеек 1 мм, промывки водой и высушивания при температуре от 105 °С до 110 °С. Остаток на сите, характеризующий степень однородности, не должен превышать 1 % по массе.



1 – подогреватель эмульгатора; 2 – дозатор эмульгатора; 3 – дозатор воды; 4 – дозатор битума; 5 – бойлер; 6 – смеситель; 7 – бункер готовой продукции

Рисунок 56 - Технологическая схема изготовления эмульсионных паст на битумной основе

Устойчивость устанавливается путем тщательного перемешивания пасты с десятикратным объемом воды. Если при этом не наблюдается распада пасты с выпадением битума, то устойчивость ее в водной среде считается удовлетворительной.

Вязкость определяется на стандартном вискозиметре; при 20 °С она должна быть в пределах от 3 до 20 с.

Пасты легко смешиваются с минеральными зернистыми материалами и легко наносятся на поверхность. Пленка образуется после нанесения пасты спустя время от 3 до 4 часов и отвердевает в интервале времени от 1 до 5 дней. Пленка из пасты в два раза толще, чем пленка из эмульсии. Для повышения механической прочности в

пасту добавляют минеральный порошок, а для повышения стойкости пленки в сырых условиях эксплуатации конструкций в пасту добавляют портландцемент.

Пасты применяют для обмазки древесины, при изготовлении плит из опилок, нанесения слоя гидроизоляции на конструкцию, подвергающуюся кратковременному воздействию воды. При длительном контакте с водой может происходить реэмульгация битума; деготь не реэмульгирует. Пасту применяют и при изготовлении холодных мастик.

Мастики – пластичные материалы, получаемые смешением органических вяжущих веществ с минеральными наполнителями и добавками (пластифицирующими, упрочняющими и другими).

По виду исходных органических вяжущих мастики подразделяют на: битумные, битумно-полимерные, битумно-резиновые, дегтевые, дегте-полимерные, гудрокамовые, гудрокам-полимерные; на основе полимеров – эпоксидные, фурановые, из каучукоподобных олигомеров.

Мастики употребляют горячие, теплые и холодные. Наиболее распространена битумная мастика, которая используется для обмазочной гидроизоляции [9]. Представляет собой пластично-вязкий материал, содержащий битум, наполнитель и добавки. Способна неоднократно плавиться и затвердевать; обеспечивает высокую адгезию к изолируемой поверхности, а после отверждения приобретает необходимые технические свойства.

В качестве наполнителей мастик применяют волокнистые и пылевидные хризотиласбест 6 и 7 сортов, молотый известняк, тальк, трепел, золу-унос и другие. Частицы волокнистого наполнителя должны полностью проходить через сито №04, а пылевидного через сито №02 при остатке на сите №009 не более 10 %. Наполнители повышают теплостойкость мастик, снижают хрупкость при пониженных температурах, повышают прочность. Но могут быть мастики и без наполнителя; их называют вяжущим веществом, раствором, сплавом или иначе.

Среди горячих мастик наиболее распространены кровельные битумные, применяемые для гидроизоляции в конструкциях, не подверженных прямым атмосферным воздействиям. Варьируя маркой битума и наполнителями, можно получить

мастики различной теплостойкости (характеризуется максимальной температурой, при которой ее слой толщиной 2 мм, склеивающий два образца пергамина, расположенных на уклоне 100 %, то есть под углом 45 °, не вытекает в течение 5 часов).

Выпускаются кровельно-гидроизоляционные мастики 5 марок, применяемых в горячем состоянии, цифры в обозначении марки соответствуют теплостойкости: МБК-Г-55, МБК-Г-65, МБК-Г-75, МБК-Г-85, МБК-Г-100. Наносится мастика на поверхность конструкции с помощью кистей, щеток, шпателей и прочих инструментов при температуре от 160 °С до 180 °С.

Для мастик также нормируют гибкость при температуре (18±2) °С. Для этого слой мастики толщиной 2 мм, нанесенный на пергамина, не должен давать трещин при изгибе по полуокружности стержня диаметром 10 мм для мастик МБК-Г-55 и до 40 мм для МБК-Г-100. Также нормируется температура размягчения по КиШ и температура хрупкости по Фраасу.

Технология приготовления мастики заключается в подготовке битума или битумно-полимерного вяжущего и наполнителя путем нагревания до температуры: битума – от 150 °С до 180 °С, наполнителя от 180 °С до 200 °С; дозировании вяжущего по объему, а наполнителя по массе; принудительного перемешивания компонентов в смесителях с внешним обогревом и внутренними лопастями в течение от 2 до 5 мин. Наполнитель вводят при непрерывном перемешивании до получения однородной массы.

Перед употреблением мастику разогревают до температуры от 160 °С до 180 °С, а зимой до 200 °С. Для улучшения удобообрабатываемости горячих мастик в них могут добавлять ПАВ (олеиновая кислота – 0,1 % от массы битума, нафтенат меди или алюминия – от 1 % до 2 %).

Для повышения качества битумной мастики вводят резиновую крошку или смесь ее с асбестом седьмого сорта. В результате температура размягчения повышается, а температура хрупкости снижается. Резиновая крошка вводится в количестве от 6 % до 12 %.

Битумно-резиновая мастика (марки МБР-Г-55, МБК-Г-65, МБК-Г-75, МБК-Г-85 и МБР-Г-100) может изготавливаться без волокнистого наполнителя за счет увеличения расхода резиновой крошки на величину от 5 % до 8 % [19].

Вязущее, используемое при изготовлении битумных мастик, представляет собой сплав битумов двух марок: легкоплавкого БНК-40/180 с температурой размягчения 40 °С и тугоплавкого БНК-90/30 с температурой размягчения 90 °С. Содержание в сплаве тугоплавкого битума БНК-90/30, %, определяют по формуле

$$B_T = \frac{t - t_m}{t_T - t_m} \cdot 100 \quad (12)$$

где t – температура размягчения вязущего для мастики, °С;

t_T, t_m – температура размягчения, соответственно, для более тугоплавкого и менее тугоплавкого битума, °С.

Соотношение между тугоплавким и легкоплавким битумами также может быть определено по «правилу креста».

Не допускается нагревание битумного вязущего и мастики более 220 °С.

Холодная битумная мастика выпускается трех марок: МБС-Х-70, МБС-Х-85, МБС-Х-100. В состав входят сплав битумов марок БНК-40/180 и БНК-90/30, растворитель (лигроин, уайт-спирит, зеленое масло), наполнитель (асбест седьмого сорта), добавки пластифицирующие и антисептирующие. При температуре 18 °С мастика подвижна и однородна. Ее теплостойкость на уклоне 100 % равна 70 °С, гибкость не нормируется, затвердевание происходит в течение двух суток. Прочность затвердевшей мастики устанавливается по расщеплению склеенных образцов пергамина при толщине слоя склейки в 1 мм и односуточном выдерживании образцов до испытания.

Технология холодной битумной мастики:

- 1) получают сплав битумов;
- 2) перемешивают наполнители с растворителем;

3) в сплав битумов при температуре от 160 °С до 165 °С при непрерывном перемешивании небольшими порциями добавляют полученную жидкую смесь растворителя и наполнителей.

При использовании легкоиспаряющегося растворителя операция смешения обратная - в растворитель вливают сплав битума. Перемешивание мастики проводят до полного прекращения вспенивания и образования однородной массы.

Дегтевые мастики получают на основе дегтевого связующего, составленного путем сплавления каменноугольного пека с антраценовым или каменноугольным маслом. Обязательный компонент – наполнитель. Пылевидные наполнители: для кислотостойких мастик – андезит, диабаз, базальт; для щелочестойких – известняк, шамот; рядовые мастики – трепел, диатомит, маршаллит и другие добавки. Волокнистые – асбестовые, стекловолокно, полимерные волокна.

Дегтевые мастики используют для гидроизоляции бетонных, деревянных, асбестоцементных и других конструкций, в основном временных сооружений, при облицовке производственных цехов химических заводов.

Марки мастик: МДК-Г-50, МДК-Г-55, МДК-Г-60, МДК-Г-65, МДК-Г-70, МДК-Г-80.

Технология дегтевых мастик. В смеситель типа СМ-391-А, оборудованный лопастной мешалкой с частотой вращения от 30 до 40 мин⁻¹, загружается антраценовое масло и от 20 % до 50 % необходимого количества пека. При температуре от 100 °С до 105 °С этот раствор нагревают и подсушивают для удаления возможно присутствующей в масле воды. Затем загружают оставшийся пек и при непрерывном перемешивании температуру сплава доводят до значений от 140 °С до 145 °С. Далее постепенно небольшими порциями вводят наполнители через сито с ячейками размером 4x4 мм.

Окончательная варка мастики проводится при температуре от 145 °С до 150 °С при постоянном перемешивании. Нагревать выше 165 °С мастику нельзя. Транспортируют ее при этой температуре в автогудронаторе или в утепленной таре. Можно хранить ее в охлажденном состоянии, а перед употреблением разогревать и перемешивать.

Качество контролируют по теплостойкости: мастика слоем 2 мм не должна вытекать или сползать со склеенных ею образцов толь-кожи при выдерживании в течение 5 ч под углом 45° при температурах, указанных в марках мастик (от 50°C до 80°C). Проверяется также гибкость мастики в слое толщиной 2 мм, нанесенном на толь-кожу: при изгибании вокруг полуокружности стержня при температуре $(18\pm 2)^\circ\text{C}$ не должно быть трещин; диаметр стержня меняется от 25 до 50 мм при увеличении теплостойкости от 50°C до 80°C .

Качество дегтевых мастик можно повысить путем добавления полимеров, например, эпоксидной смолы и виниловых производных, благодаря чему по температуре размягчения дегти приближаются к битумам. Смола вводится в количестве от 1 % до 5 % от массы дегтя, а пластификатор – до 45 % от массы смолы. Добавки вводятся в деготь, нагретый до температуры плавления смолы.

Гудрокамовая мастика изготавливается из гудрокама с температурой размягчения по КиШ равной $(130\pm 10)^\circ\text{C}$, нефтебитума БНД 60/90 и наполнителя; гудрокам-полимерная – из гудрокама, нефтебитума и синтетического каучука СКС-30АМ. Обе мастики характеризуются теплостойкостью, равной 70°C , и гибкостью при температуре 10°C и диаметре стержня 30 мм. Употребляется не только в горячем, но и холодном состояниях; в последнем случае в нее вводят разбавители (керосин и т.п.).

Битумно-бутилкаучуковая мастика – состоит из битума, бутилкаучука, наполнителя – талька и антисептика – каменноугольного масла. Выпускается марок МББГ-70 и МББГ-80. При температуре от 140°C до 160°C она находится в вязкопластическом состоянии и легко наносится на изолируемую поверхность. Используют для устройства безрулонного кровельного ковра по сборным железобетонным плитам: укладывается на кровли со скатом не более 10 % (МББГ-70); мастика МББГ-80 – для изоляции сопряжений и различных выступающих элементов под крышей.

Мастика «Изол» - пластичная масса, состоящая из резинобитумного вяжущего, наполнителя, пластификатора и антисептика. При применении в холодном состоянии к ней добавляется растворитель в количестве от 25 % до 30 %. Резиновую крошку получают измельчением отработанной резины, а резинобитумное вяжущее –

термомеханической обработкой вулканизированной резины или ее регенерата и нефтяного битума.

Оценка качества резинобитумного вяжущего производится по разности температур размягчения и хрупкости. Диапазон между этими температурами характеризует пластичность или механотермическую стабильность. Чем больше диапазон, тем меньшую текучесть имеет резинобитумное вяжущее при повышенной температуре и меньшую хрупкость при низкой. Увеличить диапазон пластичности можно добавлением к вяжущему минерального наполнителя. Лучший наполнитель – волокнистый, но он имеет большее водопоглощение (асбест), чем пылевидный.

Мастика «Изол» выпускается как горячей, так и холодной (растворители – бензин, лигроин, зеленое масло и т.п.). Используется, учитывая высокие клеящие свойства по отношению к бетону, металлу, стеклу, керамике, для гидроизоляции конструкций, изготовленных из этих материалов. Наносится с помощью распылителя в (2 ± 1) приема.

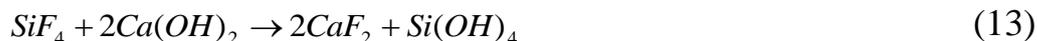
7.2 Обмазочно-уплотняемые материалы

Обмазочно-уплотняемые материалы – это разновидность ГИМ, используемых при гидротехническом, подземном и ирригационном строительстве. Уплотнение производится как путем затирки, так и приложением больших давлений с помощью машин и механизмов статического и вибрационного действия, торкретирования.

К обмазочно-уплотняемым материалам относят некоторые виды мастик повышенной вязкости, бетоны и растворы.

Бетоны и строительные растворы, изготавливаемые на основе обычных портландцементов, сравнительно легко пропускают воду, особенно при наличии гидравлического напора. Коэффициент фильтрации воды через толщу бетона достигает 0,0008 м/сутки. Значительно снизить коэффициент фильтрации можно за счет правильного подбора состава бетонной смеси, применения расширяющегося цемента, водонепроницаемого безусадочного цемента (ВБЦ), введения в бетон уплотняющих добавок, например, $KAlO_2$, $FeCl_3$. Но полной водонепроницаемости получить не удастся. Повышение плотности бетона автоклавного твердения достигают обработ-

кой его в автоклавах фтористым кремнием SiF_4 . Взаимодействие протекает по следующей реакции



$\text{Si}(\text{OH})_4$ уплотняет поры в поверхностном слое на глубину от 2 до 3 мм и повышает водонепроницаемость бетона.

Тем не менее, цементные бетоны практически всегда нуждаются в гидроизоляционной защите. Этим требованиям (водонепроницаемость) отвечают полимерцементные бетоны, полимербетоны и бетонополимеры, а также асфальтобетоны и асфальтовые растворы.

Полимерцементные бетоны – бетоны, в состав бетонной смеси которых при приготовлении были введены полимерные вещества в виде водных дисперсий. К таким полимерам относят ПВА, ПВХ, полистирол, синтетические латексы, эпоксидные смолы, мочевиноформальдегидные смолы и др.; из природных полимерных материалов – латекс, битум, казеин, декстрин. Полимерцементные бетонные смеси готовят по технологии обычных цементных бетонов. Сначала в смеситель подают и перемешивают дисперсию полимера и воду в течение от 30 до 60 с, а затем остальные компоненты и перемешивают от 3 до 5 мин.

Полимербетон – искусственный строительный конгломерат на основе полимерных связующих, минеральных наполнителей и заполнителей. Связующие – фурановые, эпоксидные, полиэфирные, карбамидные смолы. Наполнители – минеральные порошки, полученные при помолу горных пород (андезит, кварцит, гранит) и промышленных отходов. Заполнители – песок и щебень крупностью до 30 мм. Поскольку полимеры имеют кислый характер, то исключается использование карбонатных заполнителей.

Гидроизоляционные свойства бетонов обеспечиваются за счет гидрофобности связующего и высокой плотности бетона, получаемой при хорошем уплотнении бетонной смеси.

Технология приготовления полимербетонной смеси подобна таковой обычных цементных бетонов и сводится к тщательному перемешиванию заполнителей и наполнителей со смолой и отвердителем, а выбор подвижности бетонной смеси опре-

деляется характером гидроизоляционного слоя и основания под ним, способом уплотнения смеси и видом связующего.

Бетонополимеры – бетоны на основе неорганических вяжущих, обычно портландцементе, подвергнутые пропитке специальными веществами. К последним относятся: битумы, битумнополимерные компоненты, полимеры (эпоксидные, полиэфирные), мономеры жидкие (стирол, метилметакрилат, винилацетат) с последующей их полимеризацией в теле бетона путем подогрева в присутствии добавок (инициаторов, катализаторов). Для пропитки плотного бетона пропитывающего вещества требуется около 6 %, а для раствора около 9 %. Поэтому для снижения расхода полимера пропитку осуществляют на глубину от 4 до 5 мм. При пропитке бетона полимером также повышается и прочность.

Технологией предусмотрено высушивание изделия, вакуумирование его в камере, пропитка с последующей термообработкой в случае использования мономера и охлаждение.

Асфальтобетоны – разновидность пластичных бетонов, изготавливаемых с применением битумов. В этих бетонах имеются два основных структурных элемента – асфальтовое вяжущее вещество и плотная смесь зернистых минеральных материалов. Асфальтовое вяжущее – тесная смесь битума с минеральным порошком; плотная минеральная смесь состоит из щебня и песка. Используют вязкие битумы различных марок от БНД 200/300 до БНД 40/60 или жидкие марок СГ 130/200, СГ 70/130 или МГ 70/130. Выбор марки битума обусловлен разновидностью асфальтобетона, районом строительства, временем года и т.п.

Минеральные порошки можно использовать разные, но лучшим является асфальтовый, получаемый тонким помолом асфальтовых горных пород. Также используют известняковые, доломитовые, из доменных основных шлаков и другие. Тонкость помола порошка должна обеспечивать полное его прохождение через сито 1,25 мм при мокром рассеиве; содержание частиц мельче 0,071 мм должно быть не менее 60 % по массе. Порошки также оценивают по коэффициенту водостойкости (не менее 0,8), по показателю битумоёмкости, пористости (не более (43 ± 2) %).

Пески используют природные, реже полученные путем дробления горных пород, прочностью не ниже (110 ± 10) МПа для изверженных и метаморфических и не ниже (70 ± 10) МПа при использовании пород осадочного происхождения. Содержание пылеватых и глинистых частиц в песке не должно превышать 3 %.

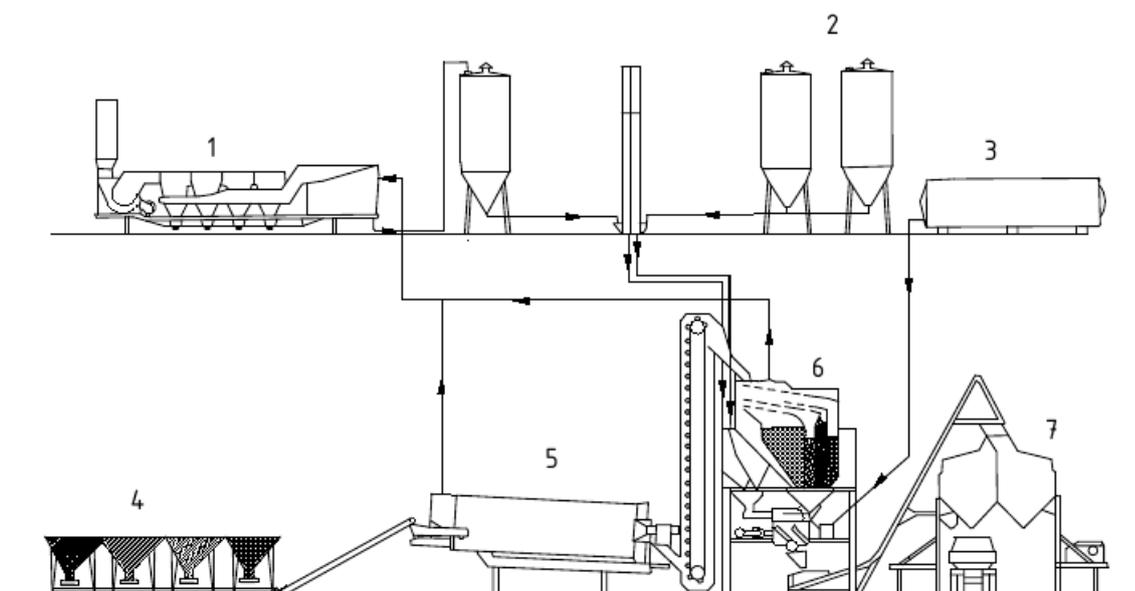
Щебень получают дроблением горных пород прочностью от 100 до 120 МПа для изверженных и метаморфических и не ниже от 60 до 80 МПа - для осадочных. Обычно используют граниты, габбро, диабазы, базальты, известняки, доломиты, а также прочные доменные шлаки. В щебне не допускаются комки глины или её примесь. Иногда добавляют ПАВ, улучшающие качество асфальтобетона.

Технология АБС (асфальтобетонных смесей) приведена на рисунке 57 и включает в себя просушивание и нагрев минеральных материалов и битума, фракционирование горячих минеральных материалов, дозирование горячих материалов (битума, песка, щебня), дозирование минерального порошка (холодного или горячего), смешение компонентов в смесителе принудительного действия, выгрузку АБС и её транспортирование к месту укладки и уплотнения. Температура горячей массы в зависимости от вида используемого битума – от $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $160\text{ }^{\circ}\text{C}$ для горячих смесей и от $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ для холодных.

При введении в состав АБС ПАВ их дозируют при помощи специального дозирующего устройства, обеспечивающего поступление добавок в мешалку одновременно с битумом. Расход добавок от 0,2 % до 0,5 %, редко до 1 % от массы минерального материала. Добавки включают в себя анионоактивные вещества - ферролигносульфонат, нафтенаты меди или алюминия; катионоактивные – высшие жирные амины, четырехзамещенные соли аммония, катапин.

Основные свойства асфальтобетона.

Прочность при сжатии до 2,5 МПа при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и около 1 МПа при $50\text{ }^{\circ}\text{C}$. С понижением температуры сопротивление сжатию резко возрастает (до значений от 15 до 20 МПа при $15\text{ }^{\circ}\text{C}$). Прочность при растяжении в (7 ± 1) раз меньше, чем прочность при сжатии. Водостойкость зависит от минерального материала и характеризуется величиной набухания и специальным коэффициентом водостойкости, который изменяется от 0,6 до 0,9; набухание образцов – не более 0,5 % по объему.



1-агрегат пылеулавливания; 2- бункера минерального порошка; 3 – битумоплавильный агрегат; 4- агрегат питания; 5-сушильный агрегат; 6- смесительный агрегат; 7- накопительный бункер

Рисунок 57 - Принципиальная технологическая схема производства асфальтобетонной смеси

Дегтебетон – материал аналогичный асфальтобетону. В качестве вяжущего в нем используют каменноугольный деготь (марка Д-5 или Д-6). Температура готовой дегтебетонной массы от 120 °С до 130 °С

Для улучшения эластических свойств и снижения температурной чувствительности в дегти вводят порошкообразные наполнители (при этом получают наполненные дегти), битум, олигомеры и полимеры. Вводят и комплексные добавки, например, полимер и дисперсный наполнитель, получая наполненное дегтеполимерное вяжущее. Для этого состава используют дегти марок от Д-2 до Д-5, в качестве полимерного вещества – полистирол, поливинилхлорид, а наполнителя – молотые каменные угли. Бетоны на основе наполненных дегтеполимерных вяжущих характеризуются более высокой прочностью при положительных температурах, особенно

при 50 °С в сравнении с обычным дегтебетоном и даже асфальтобетоном на битуме БНД 200/300. Они более коррозионно устойчивы, водостойки, эластичны.

Асфальтовые и дегтевые растворы используют для штукатурной гидроизоляции в виде покрытий толщиной от 5 до 20 мм. Отличаются достаточно высокой прочностью при статических и динамических нагрузках, а также химической стойкостью.

Горячая штукатурная гидроизоляция пластифицируется полимерными добавками и армируется стеклосетками.

Достоинством холодной асфальтовой штукатурной гидроизоляции является простота устройства, её надежность и недефицитность исходных материалов. Горячая штукатурная гидроизоляция изготавливается на основе битума БН 70/30, порошкообразного наполнителя (частиц менее 0,071мм не менее 60 %), песка кварцевого крупностью до 2 мм и полимерной добавки (каучук и другие эластомеры); холодная – на основе водной эмульсионной пасты битума с минеральным наполнителем (известняк, асбест), наносится по влажному основанию. Холодная гидроизоляция менее прочна и трещиностойка в сравнении с горячей.

Можно использовать для гидроизоляции и растворы на основе минеральных вяжущих. Цементно-песчаные растворы используют для устройства штукатурных и торкретных покрытий при гидроизоляции сооружений из монолитного бетона. В составах используют уплотняющие добавки, также используют безусадочные водонепроницаемые и расширяющиеся цементы.

Для гидроизоляции можно использовать составы на основе коллоидно-цементного клея (КЦК); наносят составы способом торкретирования, толщина наносимого слоя не менее 20 мм.

7.3 Приклеивающие материалы

Приклеивающие материалы, обладая хорошей адгезией к основанию и к кровному материалу, должны иметь необходимую прочность склейки (когезию), высокую гидроизолирующую способность и погодоустойчивость, тепло- и водо-

стойкость (в ряде случаев стойкость к щелочной или кислой среде) [4]. Желательно чтобы приклеивающие материалы быстро высыхали.

По фазовому составу приклеивающие материалы можно разделить на 2 группы:

- 1) многофазные или гетерогенные - к ним относятся клеевые мастики;
- 2) однофазные или гомогенные - к ним относят клеи.

Клеевые мастики содержат связующее вещество (клеевую основу), наполнитель и добавки в виде пластификатора, ПАВ и другие. Клеи являются в основном органическими растворами высокомолекулярных соединений.

Клеевые мастики в зависимости от вида связующего подразделяют на битумные, битумнополимерные, каучуковые и дегтевые – из каменноугольного или сланцевого дегтя. Клеевые мастики можно использовать и для заполнения трещин, пор, шероховатостей, других неровностей с целью обеспечения однородности и герметичности клеевых швов. Расход мастики на единицу склеиваемой поверхности – от 1,0 до 1,5 кг/м² (клея – от 0,1 до 0,4 кг/м²). Наиболее распространены битумные клеевые мастики. К ним относят:

- 1) горячие битумные мастики марок: МБК-Г-55, МБК-Г-65, МБК-Г-75, МБК-Г-85 и МБК-Г-100 (рассмотрены ранее в разделе «Обмазочные материалы»); битумно-резиновые мастики марок: МБР-Г-55, МБР-Г-65, МБР-Г-75, МБР-Г-85 и МБР-Г-100 (рассмотрены там же);

- 2) холодные битумные мастики, изготавливаемые на разжиженных битумах.

Мастики на основе битумных эмульсий и паст не пригодны, так как вода при испарении не находит выхода из мастики, что приводит к вздутиям и пузырчатости рулонного ковра. Добавки, повышающие тиксотропность мастик в рабочих слоях (например, активированная известь), создают наибольший эффект при использовании в производстве приклеивающих мастик.

Для приклеивания рулонных ГИМ большое распространение получили холодные битумные мастики, в которых в качестве растворителя битума используется соляровое масло. К ним относят мастики МБС-Х-70, МБС-Х-85 и МБС-Х-100. В состав входят, в %, для МБС-Х-70: битум - 40, известь-пушонка - 6, соляровое масло -

40, асбест седьмого сорта – 14. В качестве растворителя лучше использовать зелёное масло (для нефтебитума БН 90/10).

Схема производства холодных битумных мастик приведена на рисунке 58.

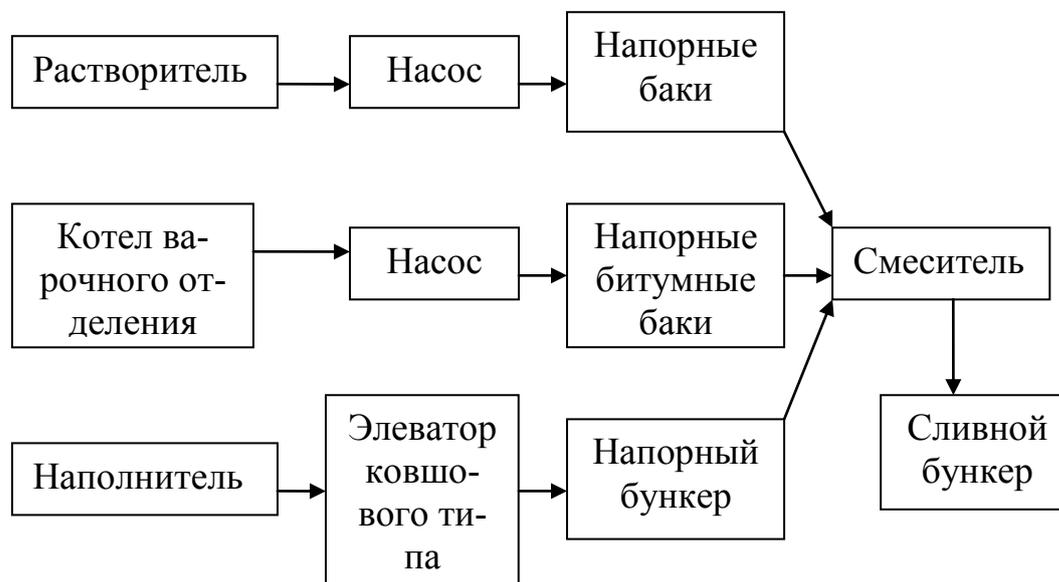


Рисунок 58 - Схема изготовления холодных приклеивающих мастик

В смеситель с пропеллерной мешалкой подаётся из дозатора горячий битум, разогретый до температуры (170 ± 10) °С, затем постепенно вводится растворитель. После полного растворения битума в смеситель загружают постепенно небольшими порциями порошкообразные или волокнистые наполнители (известь и асбест) и, перемешивая, доводят смесь до образования однородной массы.

Дёгтевые мастики МДК-Г-50, МДК-Г-55, МДК-Г-60, МДК-Г-65, МДК-Г-70 и МДК-Г-80, ранее рассмотренные как обмазочные, могут использоваться и как приклеивающие для склейки дёгтевых рулонных полотнищ (толь-кожа) между собой или с основанием. Основание при этом грунтуют дёгтевой грунтовкой. При оценке клеящей способности мастики (разрыв или расщепление двух склеенных полотен толь-кожи) расщепление должно проходить по толь-коже.

Хорошо клеит мастика изол в холодном и горячем состоянии (по бетону, керамике, пластмассам, дереву и т.д.).

Битумно-полимерная кровельная горячая мастика МБПК-Г-75 – пластичная масса, изготавливаемая из нефтебитума, полиизобутилена (либо бутадиевстирольного

СКС-30 или этиленпропиленового каучука), антисептика (лак-кукерсоль или сланцевое масло). Используется для приклеивания или склеивания кровельных рулонных материалов.

Клеи применяют с использованием синтетических смол: карбамидных, фенолформальдегидных, резорциновых, эпоксидных, полиэфирных.

Карбамидные используют с применением отвердителя (нашатырь NH_4Cl , щавелевая, уксусная, сульфонафтеновая и другие слабые органические кислоты), наполнителя (от 2 % до 8 % древесной муки, карбоксилметилцеллюлоза от 0,3 % до 0,1 %, иногда литопон). Имеют высокую адгезию, большую скорость отвердевания, недороги.

Фенолформальдегидные клеи обеспечивают высокую стойкость клеевых соединений. Изготавливают на основе фенолформальдегидных смол - термопластичных (новолачные) либо терморезистивных (резольные). В основном используют резольные. Растворители - ацетон, спирт или вода. Чаще используют водорастворимые смолы. Наполнитель – древесная мука, хлопковые очесы, асбест и т.д.; можно применять клеи и без наполнителя. Отвердитель – керосиновый контакт Петрова (побочный продукт очистки керосина, состоящий в основном из смеси сульфонафтеновых кислот). Возможно горячее склеивание; при этом отвердитель не вводят. При температуре 130 °С отверждение длится 13 мин; при 155 °С – 3 мин; при холодном отверждении – от 24 до 48 час. В процессе отверждения отделяется свободный фенол; его необходимо удалять. Для холодного отверждения используют клеи – КБ-3, СП-2 и др.; для горячего - БФ-2.

Фенольно-резорциновый клей ФР-12 получают смешиванием фенольно-резорциновой смолы и отвердителя – n-формальдегида. Клей пригоден к употреблению в течение от 2,5 до 3 ч после приготовления.

Эпоксидные клеи изготавливают на основе смол; в строительстве применяют марки ЭД-5 и ЭД-6. Используют с отвердителем. В состав клеев вводят наполнитель - цемент или молотый песок (от 50 % до 200 % от массы смолы). Пластификатор – дибутилфталат, трикрезилфосфат, полиэфиракрилат; растворители – ацетон, толуол, ксилол.

Полиэфирные клеи изготавливают на основе смолы ПН-1. Инициатор - гидроперекись изопропиленбензола (гипериз) – 2,7 %; ускоритель – десятипроцентный раствор нафтената кобальта в стироле - 7,3 % (90 % - смола). Дополнительно в состав клея вводят 10 % древесной муки и от 50 % до 100 % цемента.

На основе полистирола изготавливают клей (ПСЦ) – это раствор эмульсионного полистирола марки Б или суспензионно-блочного в ксилоле или другом растворителе (сольвент-нафт, бензол) в смеси с цементом. В структурированном состоянии содержит, %: полистирол – 12,5; цемент – 50; ксилол – 37,5. Используют для приклеивания к поверхности бетона древесины, асбестоцемента, полистирольных плиток.

Полиизобутиленовый клей изготавливают растворением низкомолекулярного полиизобутилена марок П-20, П-80, П-118 или высокомолекулярного П-155, П-200 в растворителе – бензине, уайт-спирите. Состав, %: полиизобутилен – от 18 до 25, растворитель – от 75 до 82.

Для склеивания химически стойких ГИМ на основе каучуков используют резиновые клеи, например для полиизобутилена – 88Н, 88НП; для бутилкара - С-БК-НМ.

Клеи 88Н и 88НП – каучуковые. В состав клея 88Н входят: резиновая смесь, бутилфенолформальдегидная смола, этилацетат и бензин БР-1. Клей – вязкая, липкая жидкость коричневого цвета; жизнеспособность при комнатной температуре – 3 месяца. Клеевые соединения на этом клее не меняют прочности при температуре от минус 40 °С до плюс 60 °С, но они склонны к ползучести при длительно действующих нагрузках.

Клей 88НП аналогичен 88Н, но жизнеспособность его около 9 месяцев.

Изготовление клеев осуществляется в клеесмесителях с механическим приводом и центральным или планетарным вращением лопастей; вместимость бачков – от 5 до 2000 л. Бачки снабжены водяными охлаждающими кожухами для регулирования температуры клеевой смеси, так как процесс смешения сопровождается экзотермическим эффектом.

7.4 Шпаклевочные материалы

Широкое применение шпаклевочные материалы, наряду с затирочными, получили в строительстве с развитием применения панельных и крупноблочных изделий. Затирочные материалы служат для заполнения местных углублений и дефектов (трещин, раковин, ямок) на поверхности конструкционного изделия, а шпаклевочные для выравнивания поверхности и придания ей однородности для последующей качественной отделки краской, покрытия защитными составами или оклейки пленочными материалами.

Эти материалы являются вспомогательными, так как не обеспечивают гидроизоляции, но при их выборе следует все же учитывать их гидроизоляционные свойства.

Затирочный материал должен прочно удерживаться в крупных углублениях защищаемой поверхности, обладая при этом большой адгезией и густой консистенцией. Шпаклевочные материалы должны хорошо сопротивляться ударным нагрузкам, обладать водонепроницаемостью, химической стойкостью, нерастворимостью в воде и другими заданными свойствами. Однако желательно избегать использования затирочных и шпаклевочных материалов, а вести гидроизоляцию непосредственно по поверхности, если не требуется особо ровной поверхности основания.

Шпаклевочные материалы приготавливают на основе природных смол и растительных масел, а чаще всего синтетических олигомеров, образующих после структурирования твердый продукт. Наиболее распространены эпоксидные шпаклевки на основе эпоксидных смол Э-40 марок Э-4020, Э-4021 и Э-4022. Шпаклевки представляют собой густую тестообразную массу, изготовленную из смеси компонентов: смола, пластификатор, растворитель, наполнитель, пигмент. Примерный состав, в %: Э-40 – 50; дибутилфталат – 9; наполнитель (тальк, диабазовая или андезитовая мука) – 36; органический растворитель – от 2 до 3; литопон – 3.

Для отверждения при нормальной температуре в шпаклевку добавляют отвердитель, например пятипроцентный раствор гексаметилендиамина в этиловом спирте

или полиэтиленполиамин. Обоих примерно 10 % от массы смолы. Жизнеспособность шпаклевки около 1,5 час.

Для выравнивания дефектов на стенах, потолках, плинтусах, подоконниках и других частях жилых зданий изготавливают шпаклевку «Карболат», в состав которой входят, в %: латекс СКС–65ГП – 9,4; КМЦ – 0,3; тальк молотый – 55; карбамид – 4; вода – до 100. Время полного отверждения – 24 часа.

7.5 Герметизирующие материалы

Герметизирующие материалы используются в крупнопанельном строительстве зданий для заделки стыков между панелями. Использование для этой цели цементных растворов неэффективно, так как при твердении они уменьшаются в объеме и не обеспечивают надежной герметизации.

Герметизирующие материалы должны отвечать требованиям: надежная герметизация при любой температуре наружного воздуха и ветровой нагрузке; хорошая адгезия к бетону; сохранение адгезионно–когезионных свойств неопределенно долго (на весь срок эксплуатации здания). При использовании битумных материалов в кровельных покрытиях герметик должен быть биостойким.

Среди герметизирующих материалов выделяют мастичные и штучные герметики, широко используемые в строительстве. Их подразделяют на:

- 1) вулканизирующиеся с последующим переходом в твердое состояние и приобретением упруго–эластичных свойств;
- 2) нетвердеющие и поэтому сохраняющие свои пластично–эластичные свойства в период эксплуатации сооружений;
- 3) высыхающие – со временем переходящие из пластичного состояния в твердое.

Вулканизирующиеся герметики наиболее распространены в строительстве. В зависимости от технических требований в их состав могут входить различные компоненты, но потребителю они поставляются в виде готовой мастики или укомплектованного полуфабриката (от 2 до 3 частей, уложенных в специальную тару). Первая часть – герметизирующая паста, содержащая полимерную основу, наполнитель и

при необходимости адгезив, тиксотропную и другие модифицирующие добавки; вторая часть – вулканизирующая паста, содержащая вулканизирующий агент, пластификатор, стабилизатор процесса вулканизации; третья часть – ускоритель вулканизации, а также может быть адгезив, растворитель или другой компонент. Иногда компоненты содержат от 4 до 5 частей и с подслоем (грунтовка) в отдельной упаковке. Подслои применяют тонким слоем в случае, если грунт имеет плохую адгезию к поверхностям стыковых соединений.

Выпускают и герметики, готовые к употреблению. Они состоят из одной части и упакованы в одну емкость. Их применение исключает операции по смешению и дозированию, а, следовательно, потребность в специальном оборудовании, но они имеют ограниченное применение, что связано с небольшой толщиной (от 3 до 4 мм) наносимого слоя; в закрытых стыках их вулканизация идет очень медленно; показатели физико–механических свойств ниже, чем у составных герметиков.

Вулканизирующиеся герметики изготавливают на основе жидких олигомеров, которые после вулканизации связывают компоненты и придают новому материалу (герметику) определенные свойства. Кроме связующей основы в их состав входят наполнители, вулканизирующий агент, отвердитель, ускоритель вулканизации, тиксотропные добавки, пластификаторы, красители. Могут быть использованы также жидкие синтетические каучуки и смолы, способные совмещаться с основой разрабатываемого герметика. В качестве жидких синтетических каучуков в отечественной промышленности используют: полисульфидные (тиоколовые), кремнеорганические (силоксановые), полиуретановые (уретановые), хлоропреновые (наиритовые), бутадиеновые, фторкаучуки, бутилкаучуки.

Полимерные основы вступают во взаимодействие с порошкообразными наполнителями. С изменением количества, дисперсности и активности вводимого наполнителя получают смеси различной консистенции и текучести, а герметики – с различными механическими и физико–химическими свойствами. Чаще всего используют белую сажу БС–50, сажу печную и термическую, кварц пылевидный, осажденный мел, микрослюда, оксид титана, графит, тальк, сульфид цинка, литопон, цемент и другие наполнители.

Грунтовочные материалы, используемые для повышения адгезии герметиков к бетону и металлам, представляют собой жидкие составы кумароно-наиритовых мастик КН–2 и КН–3, клей на основе хлорированного каучука 88Н, клей ПЭД–Б и ПНЭ. Наносят на очищенные поверхности одним или двумя тонкими слоями. После их высыхания применяют герметизирующие материалы.

Введение в герметик адгезивов позволяет не наносить подслоя (грунта).

Процесс вулканизации герметика разделяют условно на три периода: жизнеспособность, неполный и полный процессы вулканизации.

Жизнеспособность – период, определяемый временем, в течение которого герметик имеет хорошую адгезию к основе, легко вводится в стыковые соединения и размазывается шпателем. В этот период загерметизированные соединения не должны подвергаться деформациям.

Период неполного процесса вулканизации начинается с момента окончания жизнеспособности и определяется временем, в течение которого герметик переходит в резиноподобное состояние. При этом физико–механические показатели продолжают изменяться, но к концу этого периода уже можно проводить ряд монтажных работ, гидравлические испытания емкостей и трубопроводов при невысоких давлениях.

Полный процесс вулканизации определяется временем, необходимым на приобретение герметиком расчетных показателей физико–механических свойств, по которым устанавливают степень его пригодности согласно техническим требованиям.

Отвердители (вулканизаторы) могут использоваться в виде паст различной консистенции, порошкообразными или жидкостями.

Для герметиков на основе тиолполиэфира ТПМ–2 хорошим отвердителем являются аминоалкилимидазолин, вводимый в количестве от 4,5 % до 6,5 % на 100 % герметизирующей пасты. Представляет собой жидкость, которая при смешивании быстро и равномерно распределяется по всему объему герметизирующей пасты и позволяет регулировать жизнеспособность от 2 до 8 ч. Для тиоколовых герметиков в качестве отвердителя применяют PbO_2 – от 7 % до 9,5 %, MnO_2 – от 6 % до 14 % от массы герметика.

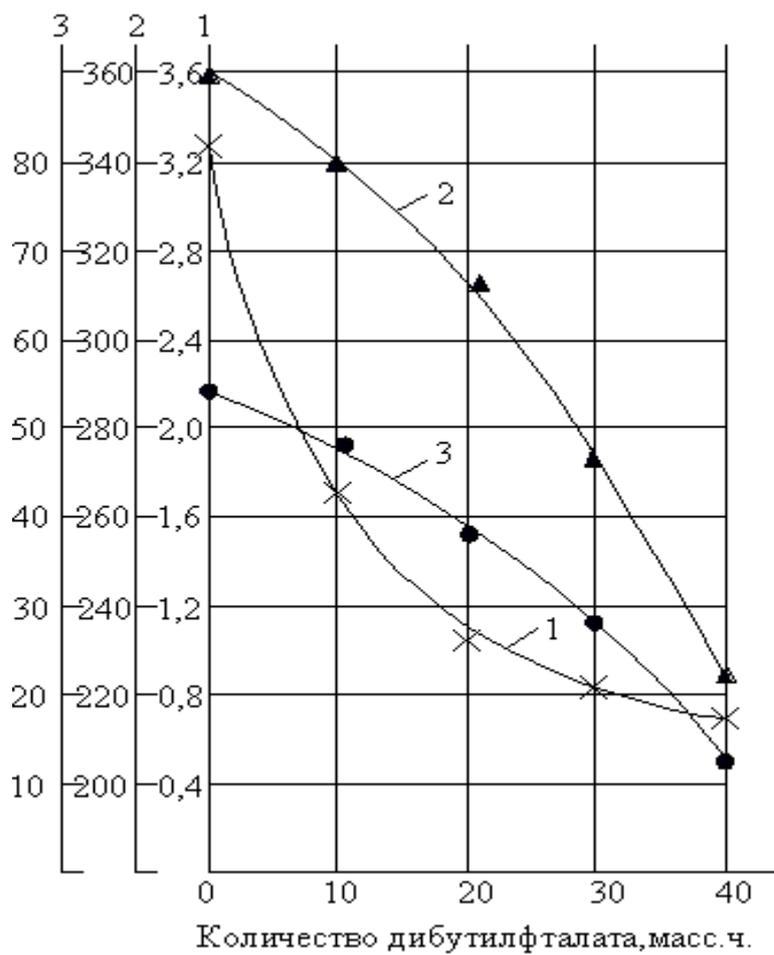
Сократить время полного процесса отверждения позволяет применение активаторов вулканизации, таких как дифенилгуанидин - от 0,5 % до 1 %, сера - от 0,1 % до 0,4 %, пиперидин - 0,2 %.

Вулканизация ускоряется при повышении влажности и температуры окружающей среды до 80 °С.

Герметики получают различной консистенции – от жидкой до вязкотекучей, - а также с тиксотропной консистенцией (способны к обратимому изменению их структуры и вязкости при механическом воздействии). Тиксотропная консистенция препятствует вытеканию герметика из горизонтальных и вертикальных стыков. С этой целью в состав герметика вводят тиксотропные добавки в виде высокодисперсных наполнителей – аэросила 175, аэросила 300, белой сажи БС–50, осажденного мела или водного раствора поливинилового спирта.

В составе герметика могут присутствовать пластификаторы, применяемые для увеличения текучести герметизирующей массы и придания отвержденному герметику большей эластичности. Это дибутилфталат, хлористый дифенил, битумы, каменноугольные смолы и т.п. Они должны хорошо совмещаться с основой герметика, обладать химической стойкостью. Количество пластификатора от 5 % до 40 % на 100 % полимера. Но при этом снижается адгезия герметика, когезионная прочность, появляется термопластичность при повышенных температурах. Изменение свойств герметика при добавлении пластификатора можно проследить на примере тиокола (смотри рисунок 59).

В состав герметиков также вводят модифицирующие добавки, позволяющие расширить их ассортимент, улучшить свойства и снизить себестоимость герметизирующего материала. Теплофизические (деформативные) и амортизирующие свойства герметиков улучшаются при введении в их состав порообразующих добавок (гидриды щелочных или щелочноземельных металлов и их соединений с бором или алюминием). Стоимость снижается при добавлении в тиокол жидких фактисов (каменноугольные смолы до 100 % на 100 % тиокола).



1 - предел прочности при разрыве, МПа; 2 - относительное удлинение, %;
3 - твердость по ТМ-2, усл. ед.

Рисунок 59 - Изменение свойств тиоколового герметика при добавлении дибутилфталата

Герметики необходимо получать с оптимальными структурами. Технология изготовления большинства герметиков в основном состоит из термомеханических операций и представлена на рисунке 60.

Компоненты герметизирующей пасты предварительно смешиваются в двухроторном смесителе закрытого типа. Окончательное смешение осуществляется на трех- или двухвалковых смесителях. Масса пропускается через валки многократно (по замкнутому циклу) до достижения однородности.

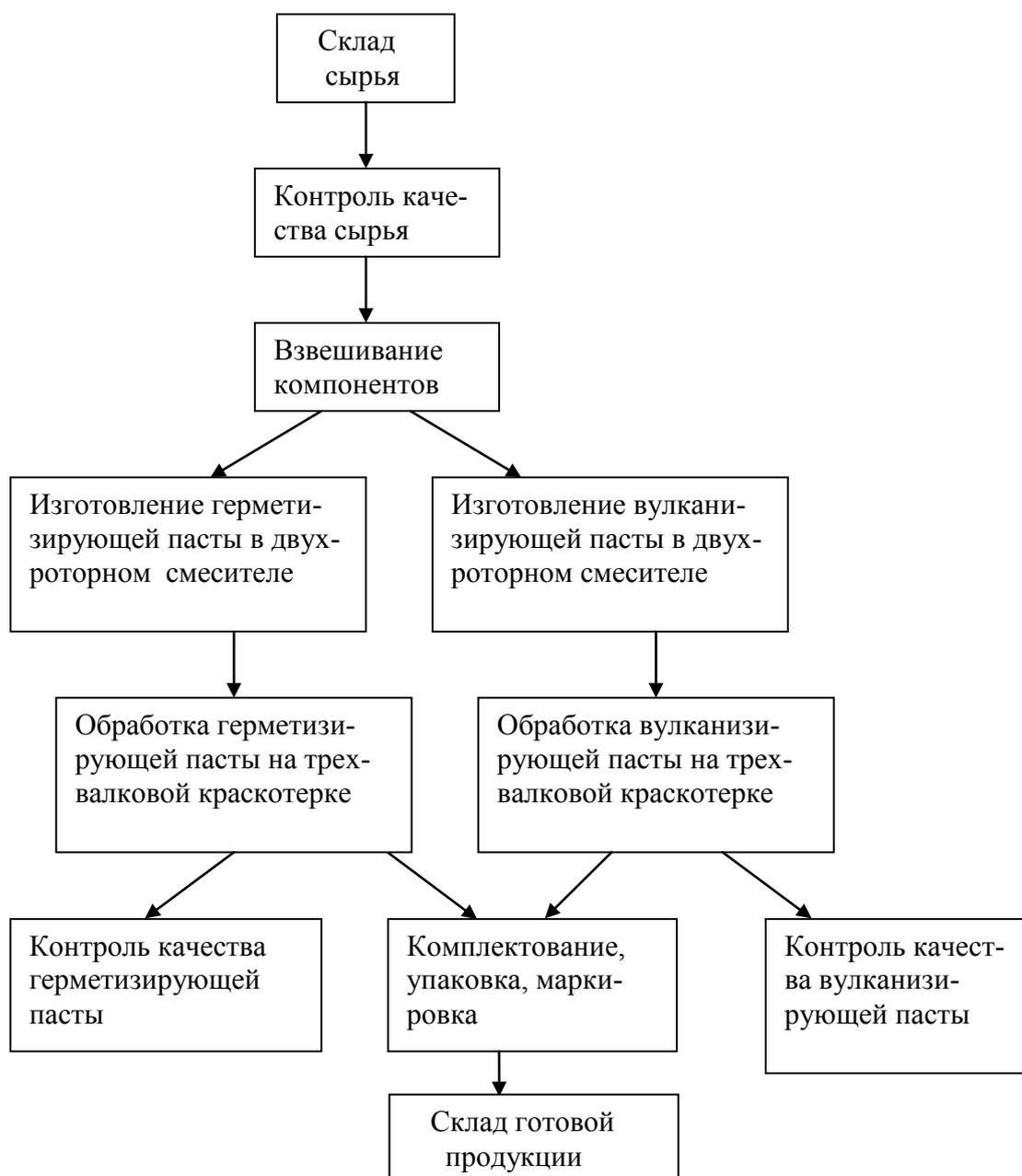


Рисунок 60 – Схема приготовления вулканизирующихся герметиков

Вулканизирующие пасты изготавливаются таким же образом, как и герметизирующие. При использовании в составе герметиков порошкообразных или жидких вулканизаторов их упаковывают отдельно в мелкую тару.

Контроль качества герметика и вулканизирующихся паст заключается в проверке их однородности и активности. Жизнеспособность каждой марки герметизирующего материала колеблется в пределах от 2 до 10 час.

Также проводят физико–механические испытания.

Нетвердеющие мастичные герметики также имеют широкое распространение. Изготавливают на основе высоко- либо низкомолекулярного полиизобутилена, а также бутилкаучука, бутадиенстирольного каучука, акрилатного каучука, битума и других.

В полиизобутилен добавляют другие эластомеры, наполнители, пластификаторы, тиксотропные добавки и т. д.

Пластификаторы – масла ПН–6, МВП, веретенное, цилиндрическое, промышленное, автол, вазелин. Количество пластификатора - от 1 % до 2 % от массы полимера.

Технология включает в себя следующие операции.

1 Подготовка сырья. Сырье подается со склада к месту переработки. Если сырье твердое, его нарезают на куски, а если жидкое - разогревают и перекачивают в емкость. Если в составе есть резина, то ее растворяют в жидких углеводородах при температуре около 180 °С.

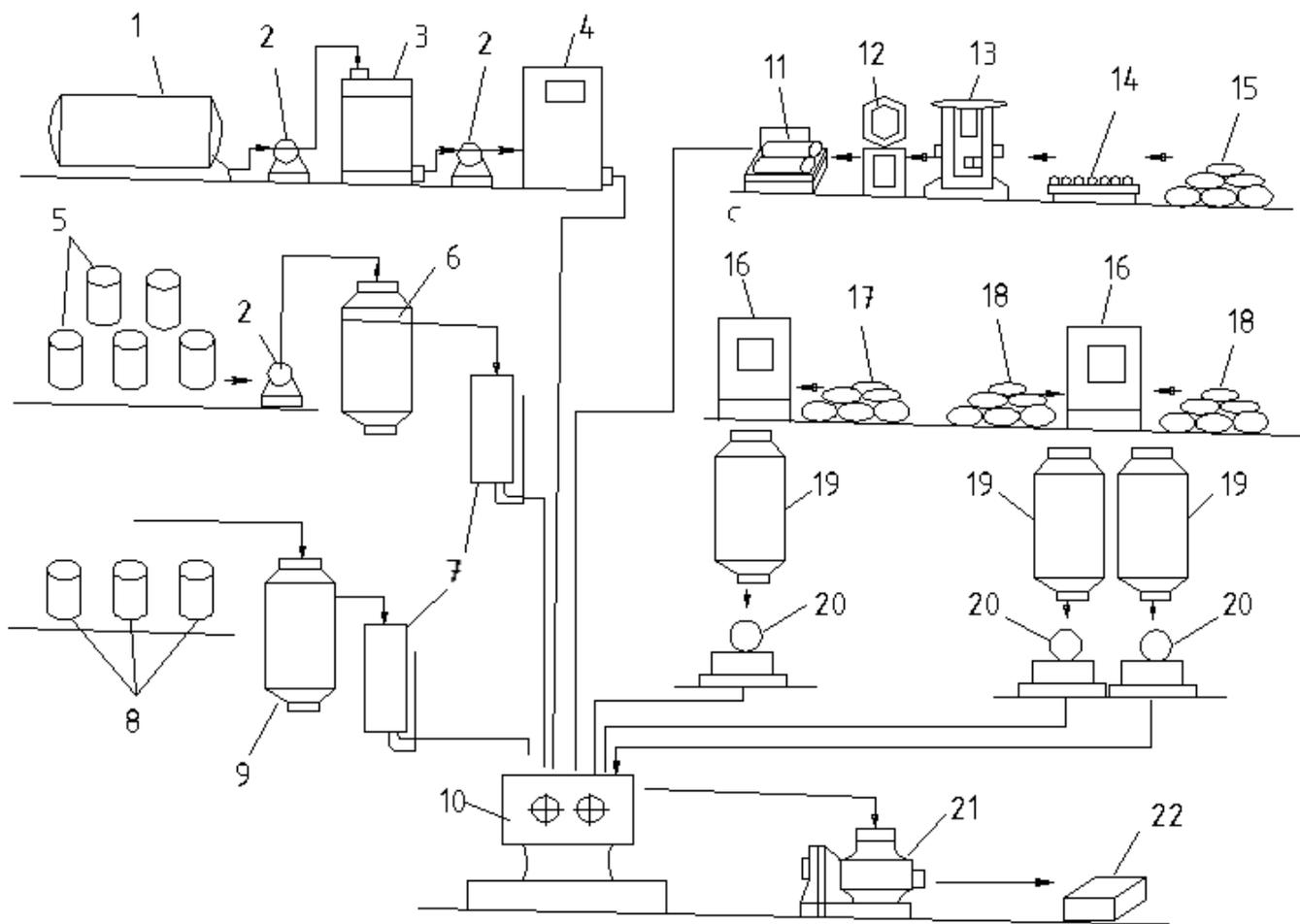
Наполнитель при необходимости размалывают в шнековых, валковых, конусных или молотковых дробилках, а затем в шаровых и вибрационных мельницах. Влажность наполнителя не должна превышать 2 %, поэтому его необходимо просушивать в барабанных, шнековых или камерных сушилках.

2 Компоненты дозируются.

3 Смешение осуществляется в смесителях, оборудованных мешалкой, шнеком для выгрузки и рубашкой водяного охлаждения. В качестве смесителя могут быть использованы и вальцы.

4 Упаковка производится автоматом, в котором осуществляется процесс заполнения патронов мастикой. Иногда после смешения производится экструдирование массы. Масса формируется в ленту требуемого сечения, которая затем накладывается на бумажную подложку – носитель. Готовая лента наматывается на гильзу, установленную на узле намотки. Рулоны упаковываются в коробки и транспортируются.

Технологическая схема производства нетвердеющих мастичных герметиков представлена на рисунке 61.



1 – цистерна с маслом; 2 – насос; 3 – емкость для масла; 4 – маслораздаточная колонка; 5 – бочки с маслом; 6 – емкость для масла; 7 – дозирующие бачки; 8 – бочки с жидкими добавками; 9 – емкость для жидких добавок; 10 – смеситель; 11 – вальцы; 12 – весы; 13 – гильотинный нож; 14 – рольганг; 15 – склад каучука; 16 – растирочная машина; 17 – склад наполнителя; 18 – склад сухих добавок; 19 – бункера; 20 – весовые дозаторы; 21 – устройство для упаковки; 22 – склад готовой продукции

Рисунок 61 - Технологическая схема производства нетвердеющей герметизирующей мастики

Высыхающие герметизирующие мастики готовят на основе растительных масел и с применением мелкодисперсных наполнителей. Обладают пластичны-

ми свойствами, хорошей адгезией к бетону, но после окисления масел эти мастики не только затвердевают и теряют пластичность, но и способны растрескиваться и быстро стареть. Поэтому имеют ограниченное применение; их заменяют герметиками на основе синтетических смол и каучуков. Срок их службы увеличивается с двух до десяти лет.

После нанесения мастики на поверхность органический растворитель испаряется, а герметизирующая мастика приобретает эластичность. Через некоторое время на поверхности образуется пленка высыхающего герметика. Используют бутадиенстирольные, бутадиеннитрильные, полихлоропреновые, карбоксилсодержащие каучуки вместе с фенолформальдегидной или инденкумароновой смолой.

Растворители – толуол, ксилол, ацетон, гептан, бутилацетат и другие – снижают начальную вязкость полимеров и придают пластичность смеси. Количество растворителя – до 65 % от состава мастики.

Мастика также содержит пластификатор и наполнитель. Наполнитель вводится в количестве 7 весовых частей на 1 весовую часть полимера. Модифицирующие добавки – полиэтилен, полистирол, поливинилхлорид.

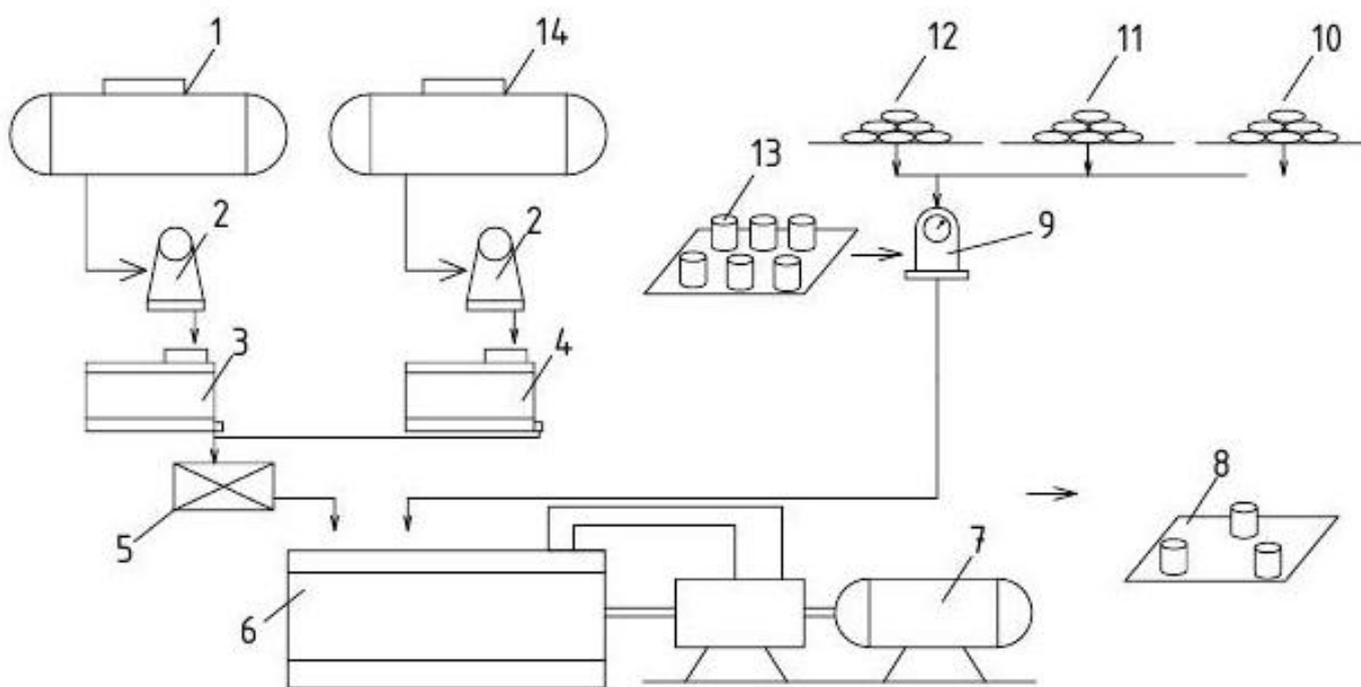
Технология высыхающих герметизирующих мастик:

- 1) подготовка и дозирование компонентов;
- 2) переработка резиновой смеси на вальцах или в резиносмесителе;
- 3) добавление растворителя;
- 4) перемешивание в клеесмесителе до получения однородной массы по цвету и консистенции.

Технологическая схема производства высыхающей мастики приведена на рисунке 62.

Высыхающие герметики выпускают готовыми к употреблению. Состоят из одной части, упакованной в металлическую банку или бидон с герметично закрывающейся крышкой.

В строительстве также используются пластично-вязкие штучные или профилированные герметики, которые выпускаются в твердом или упруго-вязком состоянии.



1 – цистерна с латексом; 2 – насосы; 3 – промежуточная емкость для хранения латекса; 4 - промежуточная емкость для хранения дисперсии; 5 – дозатор; 6 - промежуточная емкость роторно-пульсационного аппарата; 7 – роторно-пульсационный аппарат; 8 – готовая мастика; 9 – весы; 10 – крафт-мешки с мелом; 11 – крафт-мешки с тальком; 12 – крафт-мешки с диоксидом титана; 13 – бочки с низкомолекулярным полиизобутиленом; 14 – цистерна с дисперсией

Рисунок 62 – Технологическая схема производства высыхающей мастики

8 Твердые и упруго-вязкие гидроизоляционные материалы

Твердые и упруго-вязкие гидроизоляционные материалы являются наиболее массовым видом продукции для гидроизоляции и кровли. Они подразделяются на три подгруппы:

- 1) рулонные;
- 2) пленочные;
- 3) штучные.

Рулонные - гидроизоляционные материалы или изделия, отгружаемые на строительные объекты в виде полотна определенной длины, ширины и толщины, смотанного в рулон цилиндрической формы. Изготавливают двух типов:

1) с основой - картонной, тканевой, в виде стеклосетки, металлической фольги;

2) без основы, но обычно с порошковым или волокнистым наполнителем.

Могут выпускаться как покровными, так и беспокровными.

Объем производства рулонных материалов составляет около 90 % производства всех видов мягких кровельных материалов. Из них 60 % используют в качестве кровельного материала, остальные как гидроизоляционный материал и для других целей. На 2010 г. объем производства рубероида составил 200 млн. м², еврорубероида – 25 млн. м², битумной черепицы – 0,35 млн. м².

Объем производства рубероида снижается за счет замены его новыми рулонными материалами – наплавленными, битумно-полимерными или комбинированными. В них в качестве основы используют стеклоткани, стеклохолсты, нетканые синтетические материалы.

8.1 Рулонные основные материалы

Одним из наиболее представительных рулонных основных материалов является рубероид [15].

Рубероид - рулонный основной кровельный и гидроизоляционный материал, получаемый пропиткой кровельного картона легкоплавким нефтяным битумом с последующим нанесением на обе стороны полотна покровного слоя – тугоплавкого нефтебитума с наполнителем, - и посыпки.

Наполнители - известняковый, доломитовый, тальковый, талькомагнезитовый и прочие порошки, вводимые в состав битумной мастики в количестве не менее 20 % по массе; волокнистый (асбестовая галь и другие) - не менее 10 %; комбинированный - не менее 15 %.

Посыпка - крупнозернистая, крупнозернистая цветная, чешуйчатая и пылевидная. Повышает атмосферостойкость кровли, предотвращает слипание рулона, придает декоративность кровле.

Используется органическая основа в виде кровельного картона; но следует отметить, что картон не гниlostоек, поэтому в настоящее время более широко используют материалы с использованием гниlostойких основ.

Наиболее часто употребляют следующие виды основных рулонных материалов: рубероид, рубемаст, наплавляемый рубероид, рубэластобит, стеклорубероид, эластостеклобит, гидроизол, металлоизол, фольгоизол, гидростеклоизол, армобитэп.

Рубероид подразделяют на марки, отличающиеся между собой назначением, маркой картона и видом посыпки. В наименовании марки первая буква "Р", означает «рубероид»; вторая «К, П» – назначение: «кровельный» или «подкладочный»; третья буква «К, П, Ц» - вид посыпки: К- крупнозернистая, П- пылевидная, Ц- цветная.

Затем в наименовании марки следует число, соответствующее марке картона (РКК-400 - рубероид кровельный с крупно-зернистой посыпкой на основе картона марки 400, имеющего массу 400 г/м²).

Согласно ГОСТ 10923-93 выпускают рубероид следующих марок: РКК-400, РКК-350, РКЦ-400, РКП-350, РПП-300, РПЭ-300.

Для районов с холодным климатом производят рубероид с покровным слоем повышенной эластичности, что достигается модификацией битума путем растворения в нем полимеров (РПЭ-300).

Ширина полотен рубероида - 1000, 1025 и 1050 мм. Общая площадь полотна в рулоне составляет 10, 15 и 20 м². Марки РКК-400, РКЦ-400, РКК-350 имеют площадь (10±0,5) м²; РКП-350 – (15±0,5) м²; РПЭ-300 – (20±0,5) м². Рубероид марок РКК-400, РКЦ-400, РКК-350 с одного края лицевой поверхности, вдоль всего полотна, должен иметь недосыпанную кромку шириной (85±15) мм.

В зависимости от марки рубероид должен соответствовать определенным техническим требованиям и нормам, отраженным в ГОСТ 10923-93. Качество рубероида возрастает с увеличением слоя покровной массы с обеих сторон полотна. По этой причине существует тенденция к дальнейшему утолщению слоя покровной массы, а,

следовательно, утяжелению покровного слоя рубероида. На этом принципе разработаны наплавляемые рубероиды.

Предельным разрушением рубероида является такое разрушение, при котором трещины покровного слоя в эксплуатационный период достигают основы.

Водонепроницаемость оценивается под давлением 0,001 МПа в течение 72 часов, а *теплостойкость* - при температуре 80 °С в течение 2 часов.

Нормируется *разрывная нагрузка* при растяжении, которая оценивается нагрузкой, вызывающей разрыв образца рубероида шириной 50 мм.

8.1.1 Технология изготовления рубероида

Технология изготовления рубероида включает в себя четыре передела:

- 1) пропитка движущегося полотна картона мягким кровельным битумом (например, БНК 40/180);
- 2) нанесение тугоплавкого битумно-минерального покровного слоя;
- 3) образование защитного слоя из минеральной посыпки;
- 4) охлаждение готового материала.

Изготовление рубероида осуществляется на специальных рубероидных агрегатах СМА 184 и СМ 486Б, а также дополнительном оборудовании.

К кровельному картону предъявляют ряд требований.

Впитывающая способность – отношение массы пропитывающего вещества к массе картона. Как отмечалось ранее, впитывающая способность не менее 140 % для картона развесом 500 и 450 г/м² и 135 % при развесе 400 г/м² и менее.

Скорость пропитки картона зависит от его капиллярности и определяет размеры пропиточной ванны, конструкцию петлеобразующей насадки ванны. Этим показателем определяются и габариты магазина запаса картона.

Механическая прочность картона оценивается разрывной нагрузкой, при которой происходит разрушение полоски картона шириной 50 мм. Разрывная нагрузка картона в зависимости от массы 1 м² его полотна изменяется от 24 до 19 кг.

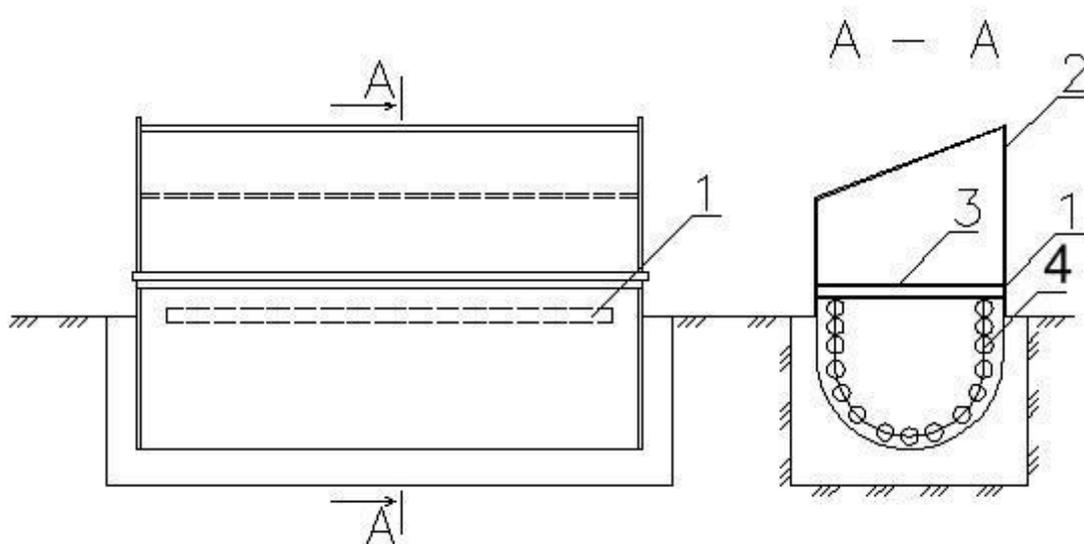
8.1.1.1 Прием битума

Битумы поступают на завод в автобитумовозах либо железнодорожных контейнерах, обычно в жидком состоянии. Выгружаются в паробогреваемые битумоприемники, а затем перекачиваются в битумохранилища, оборудованные паровыми змеевиками.

Битумоприемники. Корпус битумоприемника имеет корытообразную форму и изготавливается из листовой стали толщиной не менее 6 мм. Схема битумоприемника представлена на рисунке 63. Количество приемников определяется нужным фронтом слива, а также производительностью пропиточного цеха; колеблется в пределах от 2 до 5. Устанавливаются на бетонном фундаменте вдоль железнодорожных веток на расстоянии от 1 до 2 м от рельса. Корпус битумоприемника заглубляется в землю для максимального использования его емкости. Выступ борта резервуара от головки рельса – от 250 до 400 мм. Над битумоприемником устанавливается навес для исключения попадания в него влаги. Слив битума из цистерн производится после его разогрева паром до температуры от 70 °С до 100 °С при помощи насосов или самотеком.

Для приема битума из контейнеров в верхней части приемника монтируется рама из швеллеров или однотоавровых балок, воспринимающих усилие удара болванок битума массой в 10 т. Рама устанавливается на отдельном фундаменте и не должна быть связана с фундаментом битумоприемника. Под полками балок рамы монтируется обогреваемый змеевик, обеспечивающий быструю загрузку битума.

По днищу резервуара в полках угольников проложены трубы, обогреваемые паром, с помощью которых осуществляется разогрев битума. При достижении битумом температуры не ниже 85 °С осуществляется его перекачивание битумонасосом в битумохранилище, устройство которого представлено на рисунке 64.



1 – корпус; 2 – навес; 3 – рама; 4 - змеевик

Рисунок 63 - Схема битумоприемника

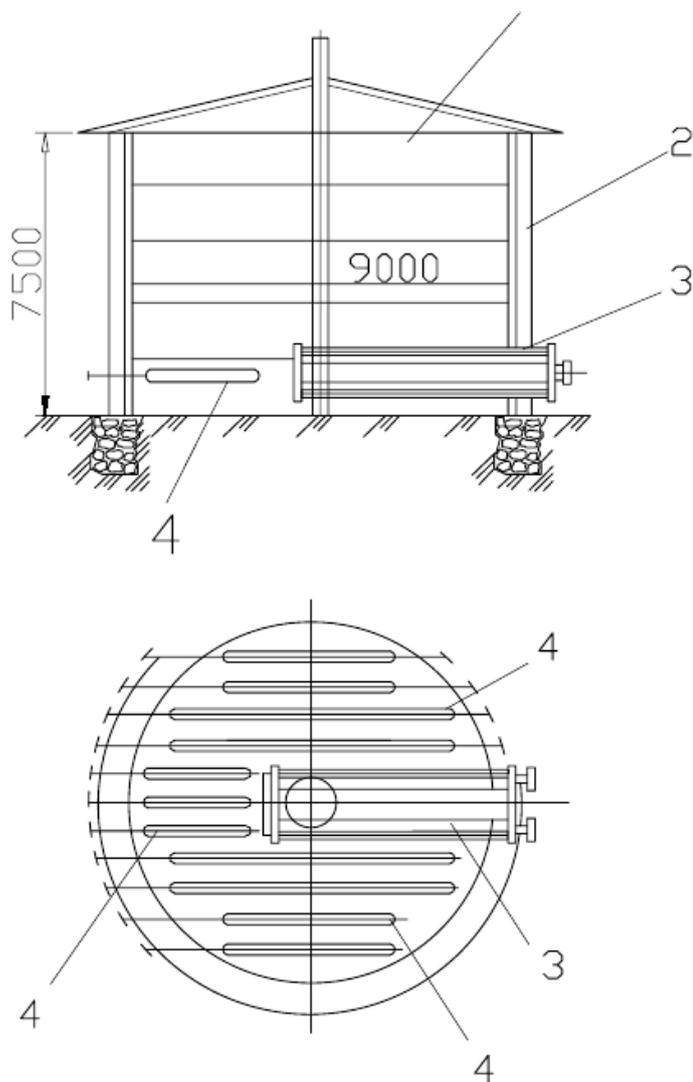
Битумохранилище представляет собой вертикально расположенный металлический бак. Внутри бака по днищу и по центру расположены нагреватели. Наружная поверхность емкости изолирована кирпичной кладкой с теплоизоляцией из шлака и асбестового волокна. Емкость битумохранилища составляет от 500 до 1000 т. Вокруг битумохранилища располагаются наземные битумоприемники с паровым обогревом емкостью 50 м³ каждый.

Для пропитки картона битум обезвоживают и затем нагревают до температуры от 180 °С до 210 °С. Для покровных составов, кроме того, проводится доокисление битума.

8.1.1.2 Обезвоживание и доокисление битума

Обезвоживание битума производится в аккумуляторных установках непрерывного действия. Схема такой установки представлена на рисунке 65. Битум в установку подается из хранилища непрерывно. Кроме битумохранилища в состав установки входят битумный насос, аккумулятор емкостью 50 м³, емкость аварийного сброса, циркуляционные насосы для перекачки битума между аккумулятором и трубчатой печью. Битумопроводы имеют паровые рубашки и покрытие из слоя теп-

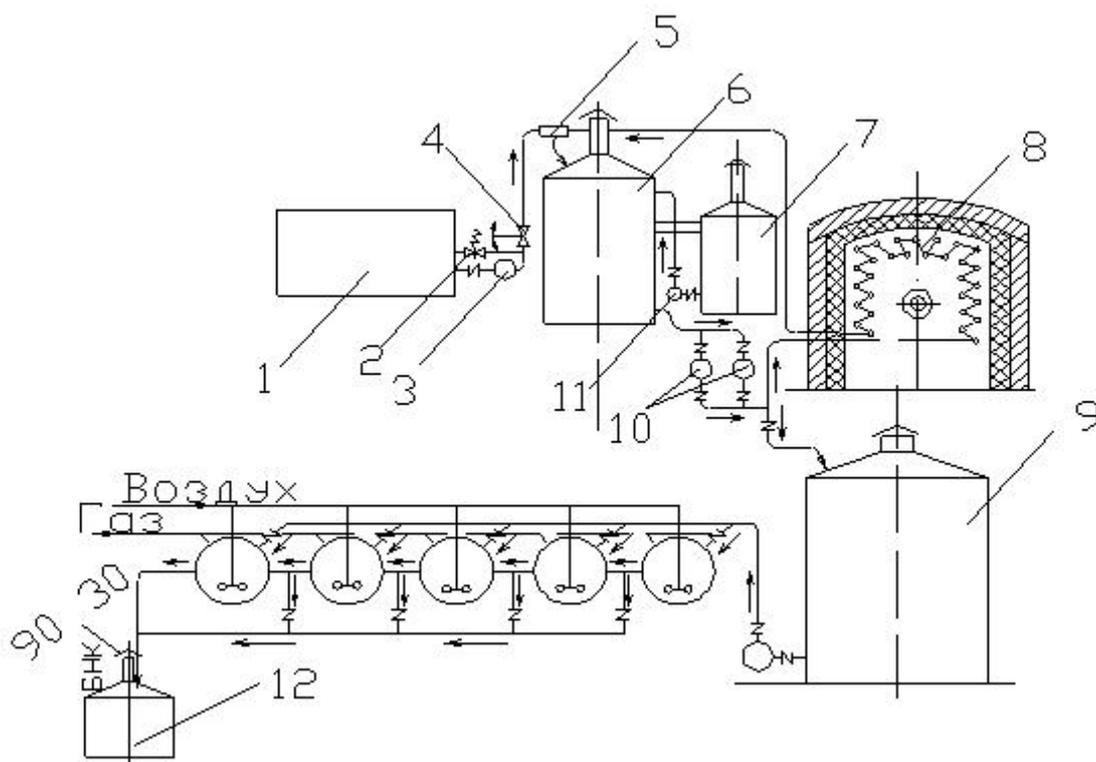
лоизоляции. Трубчатые печи различны по конструкции, наиболее эффективны радиационно-конвективные с беспламенным сжиганием топлива.



1 - резервуар; 2- теплоизоляция; 3 - центральный подогреватель;
4 - змеевики для нагревания битума

Рисунок 64 - Битумохранилище наземного типа

Аккумулятор состоит из корпуса цилиндрической формы с коническим дном и крышкой. Аккумулятор снаружи покрыт слоем теплоизоляции. Для регулирования и контроля уровня битума в аккумуляторе имеются указатели уровня и сигнализаторы появления пены. Установки оборудованы кранами для отключения подачи битума в битумопровод; краны - двухходовые при пропускании битума в одном направлении или трехходовые - в двух направлениях одновременно.



1—битумохранилище; 2 - регулятор давления; 3 - насос сырьевой; 4 - кран-дозатор; 5 - смеситель; 6 - аккумулятор; 7 - емкость аварийного сброса; 8 - трубчатая печь; 9 - емкость расходная для битума марки БНК 40/180; 10 - насосы циркуляционные; 11 - насос возврата; 12 - емкость расходная для битума марки БНК-90/30

Рисунок 65 - Аккумуляторная установка непрерывного действия

Транспортирование пропиточной массы осуществляется по трубопроводу находящемуся в паровой рубашке. Уровень битума в аккумуляторе – от 0,4 до 0,7 его высоты, температура битума – от 200 °С до 210 °С.

При подготовке *покровной массы* проводят доокисление битума. Процесс проводят в реакторах определенного размера. Увеличение их объема приводит к снижению однородности распределения компонентов и ухудшению процесса перемешивания. Длительное окисление снижает качество битума. Необходимость доокисления битумов связана с тем, что при поступлении с нефтеперегонных заводов они не отвечают требованиям, предъявляемым к покровной массе и, прежде всего, по групповому и химическому составам и вязкости.

Доокисление производят продувкой воздуха при температуре равной (260 ± 10) °С. Процесс проводится в окислительных аппаратах, представляющих собой емкости цилиндрической формы, расположенные горизонтально или вертикально (конвертеры), а также трубчатых реакторах (трубы с большим отношением длины к диаметру - от 1000 до 1500), свернутых в горизонтально или вертикально установленные змеевики.

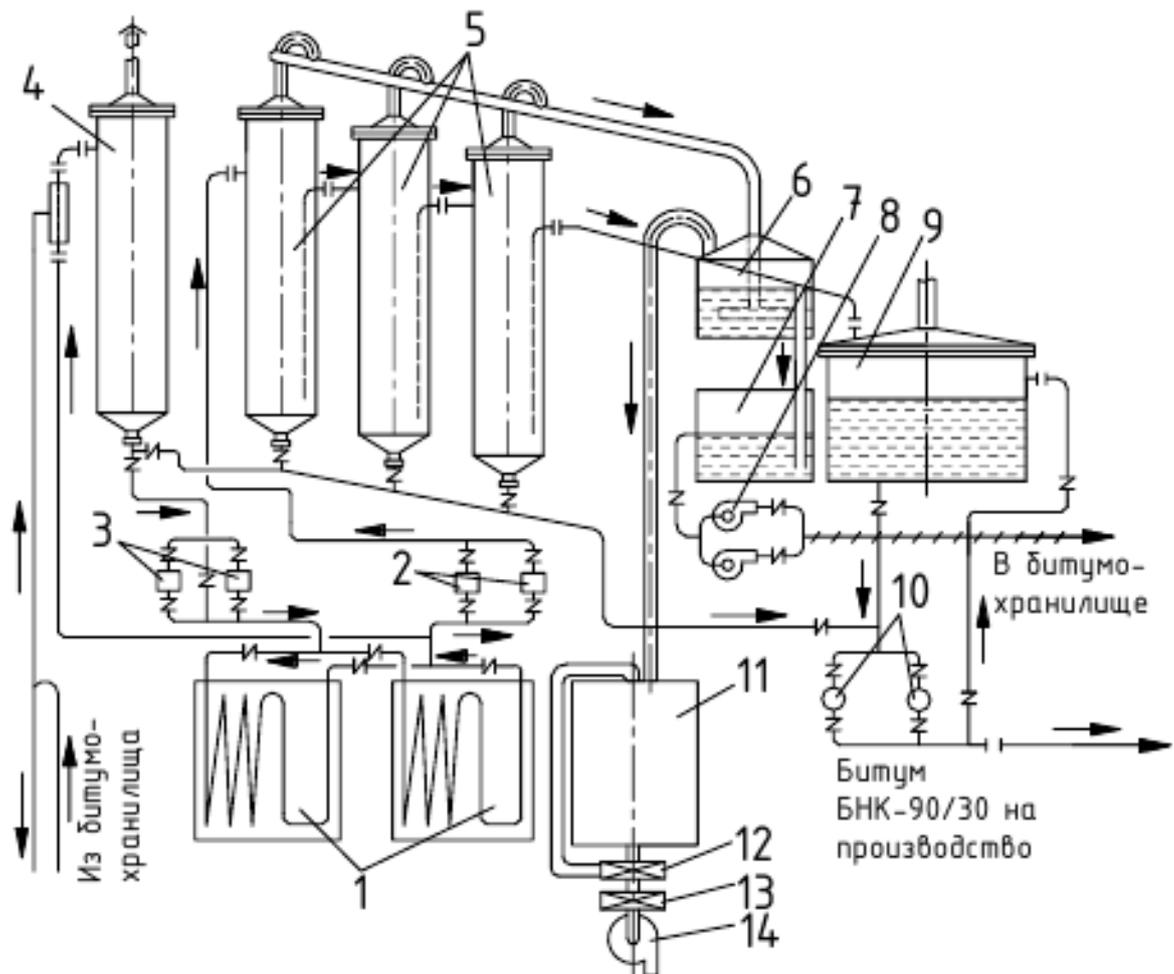
Конструкция и принцип действия конвертеров и трубчатых реакторов рассмотрены нами ранее в разделе 5. Конвертеры облицованы кирпичом; снизу имеются топки для сжигания топлива - газа или мазута.

При подготовке битума с использованием конвертерных окислительных установок в одном из двух конвертеров проводят обезвоживание битума с подогревом до температуры (145 ± 5) °С, из другого конвертера подается битум марки БНК-90/30 по турбосмесителям через циркуляционный контур. В остальных конвертерах (всего их семь) производится доокисление битума от марки БНК-40/180 до БНК-90/30. Доокисление происходит благодаря барботированию воздуха через битум в конвертере.

В трубчатых реакторах доокисляются битумы в эмульсионном состоянии (битум вспенивается воздухом). Одна установка состоит из двух реакторов, изготовленных из труб с внутренним диаметром 200 мм и длиной 300 м при рабочем объеме около 10 м^3 . Производительность каждого реактора по доокислению битума с получением температуры его размягчения 90 °С (при исходной 45 °С) – от 15 до 17 т/ч. Воздух для доокисления вводят при давлении порядка 0,5 МПа. В этих реакторах больше интенсивность окисления, чем в барботерах за счет большей интенсивности перемешивания; время окисления в десятки раз короче, чем в конвертерах, а, следовательно, и выше качество конечного продукта.

Трубчатые реакторы работают при условии многократной принудительной циркуляции с кратностью от 8 до 12, за счет работы циркуляционных насосов.

В последние годы получили распространение окислительные установки с конвертерами полукolonного типа, состоящие из двух параллельных систем. Схема работы такой установки приведена на рисунке 66.



1 – трубчатые печи; 2 – дозирующие паровые насосы; 3 – паровые циркуляционные насосы; 4 – аккумулятор; 5 – конвертеры; 6 – конденсатор; 7 – сборник конденсата; 8 – насосы конденсатные; 9 – бак битумный; 10 – насосы продуктовые битумные; 11 – печь для дожигания газа; 12 – рекуператор; 13 – котел-утилизатор; 14 – дымосос.

Рисунок 66 - Окислительная установка непрерывного действия на рубероидном заводе

Из битумохранилища битум направляется в аккумуляторную установку, в которой производится его обезвоживание и подогрев до температуры 240 °С.

Три конвертера соединены между собой посредством передаточных труб, по которым битум отбирается из нижней части конвертера и подается в верхнюю часть последующего конвертера. Для облегчения перетока каждый последующий конвер-

тер установлен на 0,6 м ниже предыдущего. Установки оборудованы двумя трубчатыми печами радиационно-конвективного типа, работающими на мазуте либо газе. Температура отходящих газов печи составляет около 1000 °С. Каждая печь имеет рекуперационную установку для подогрева воздуха, подаваемого в форсунку. Печи также оборудованы дымососом для отбора отходящих газов сбрасываемых в атмосферу.

Газы из конвертеров направляются в конденсатор, в котором сгущаются и улавливаются высококипящие легкие фракции (черный соляр). Несконденсированная часть углеводородов вместе с остальными газами поступает в печь дожигания газа. Температуру внутри конденсатора регулируют, пропуская через установленный в нем змеевик воду или пар.

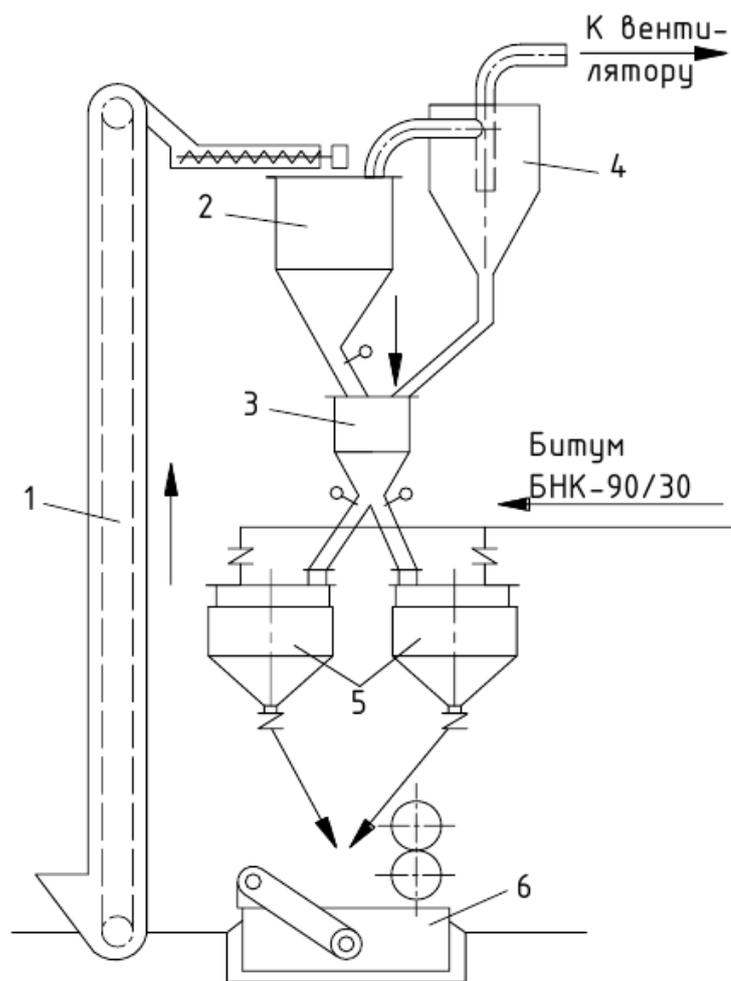
Печь дожигания оборудована газо-мазутной форсункой. Расход газа 200 м³/ч, производительность печи до 2000 м³/ч. Отходящие газы из печи направляются в рекуператор, в котором производится нагрев воздуха, подаваемого для сжигания топлива в трубчатой печи. Отходящие газы из рекуператора поступают в котел-утилизатор для нагрева воды до температуры от 70 °С до 150 °С.

Окисленный битум из последнего конвертера поступает в битумный бак вместимостью 200 т, в котором установлен обогреваемый змеевик для поддержания необходимой температуры в баке.

8.1.1.3 Приготовление покровной массы

Приготовление покровной массы заключается в смешении доокисленного битума с минеральным наполнителем, что значительно повышает механическую прочность, атмосферо- и теплостойкость покровного слоя. Схема установки представлена на рисунке 67.

Приготовление массы проводится в турбосмесителях с числом оборотов вала от 110 до 120 мин⁻¹. Битум подается по битумопроводу с паровым подогревом. Дозирование наполнителя осуществляется дозатором-питателем - ячейкового типа. Подготовленная покровная масса с температурой от 180 °С до 200 °С подается в покровную ванну.

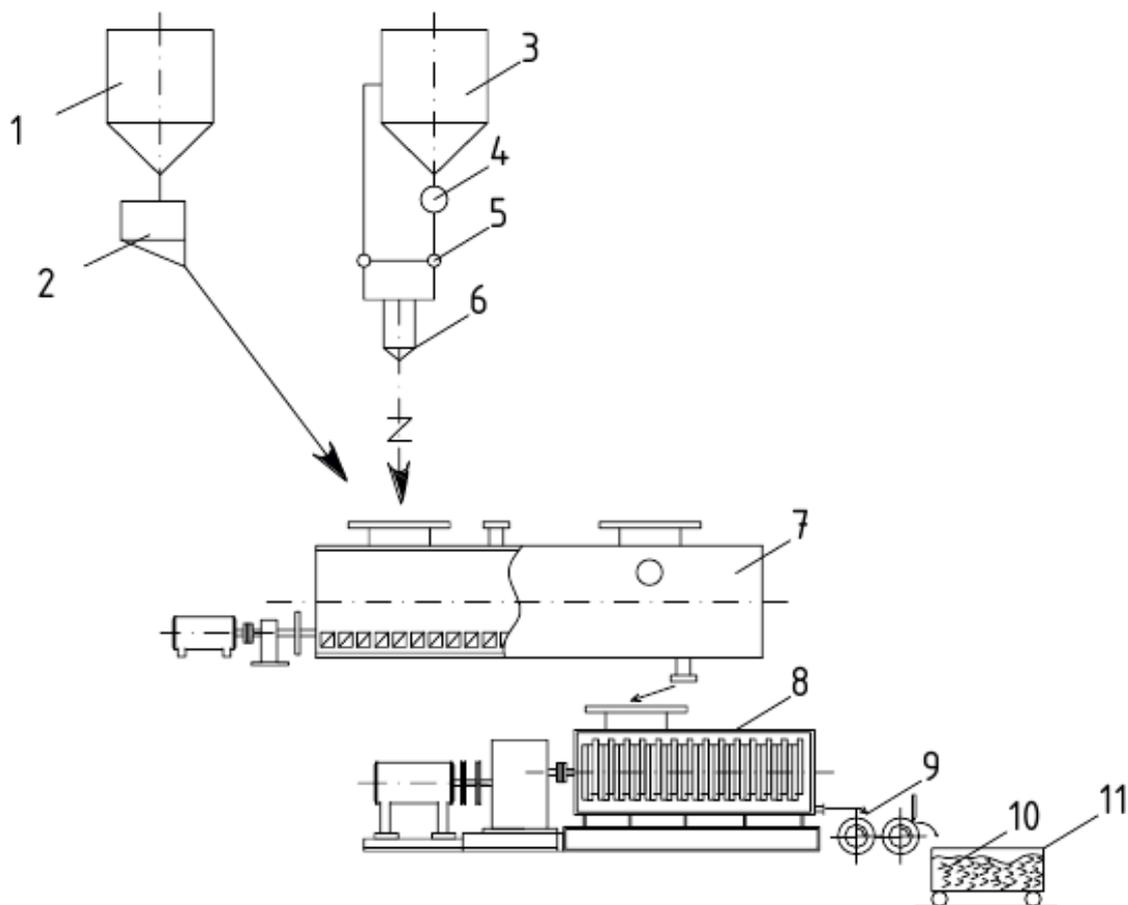


1 – элеватор для подачи талька; 2 – дозатор талька; 3 – бункер для талька; 4 – циклон; 5 – смесители; 6 – покровная ванна.

Рисунок 67 - Технологическая схема производства покровной массы

В покровной ванне поддерживается температура массы от 170 °С до 180 °С; это обеспечивают пропусканием горячего масла с температурой 250 °С через рубашки в корпусах мешалки и ванны.

Битум марки БНК 90/30 не отличается высокими показателями эластичности, что повышает хрупкость рубероида при низких температурах эксплуатации. Для повышения эластических свойств битума в его состав вводят модифицирующие вещества, например, резиновую крошку. Технологическая схема подготовки резиновой крошки представлена на рисунке 68.



1 – дозатор резиновой крошки; 2 – бункер резиновой крошки; 3 – емкость битума БНК 40/180; 4 – насос; 5 – трехходовые краны; 6 – дозатор битума; 7 - термопластификатор; 8 – роторно-эксцентриковый смеситель; 9 – вальцы; 10 – контейнер; 11 – девулканизат

Рисунок 68 – Технологическая схема девулканизации резиновой крошки

Резиновая крошка девулканизируется путем термопластификации в битуме марки БНК- 40/180 при температуре от 170 °С до 180 °С, после чего проводится механическая пластификация при температуре от 225 °С до 235 °С и затем вязущее смешивается с наполнителем. Массу гранулируют. Размер гранул от 0,5 до 1,0 мм.

В покровный битум марки БНК-90/30 добавляют гранулят, состоящий из 15 % резиновой крошки, девулканизированной в битуме БНК-40/180, 15 % битума БНК-40/180 и 70 % наполнителя (талька). В конечном продукте содержание резиновой крошки составляет от 5 % до 7 % от количества покровной массы.

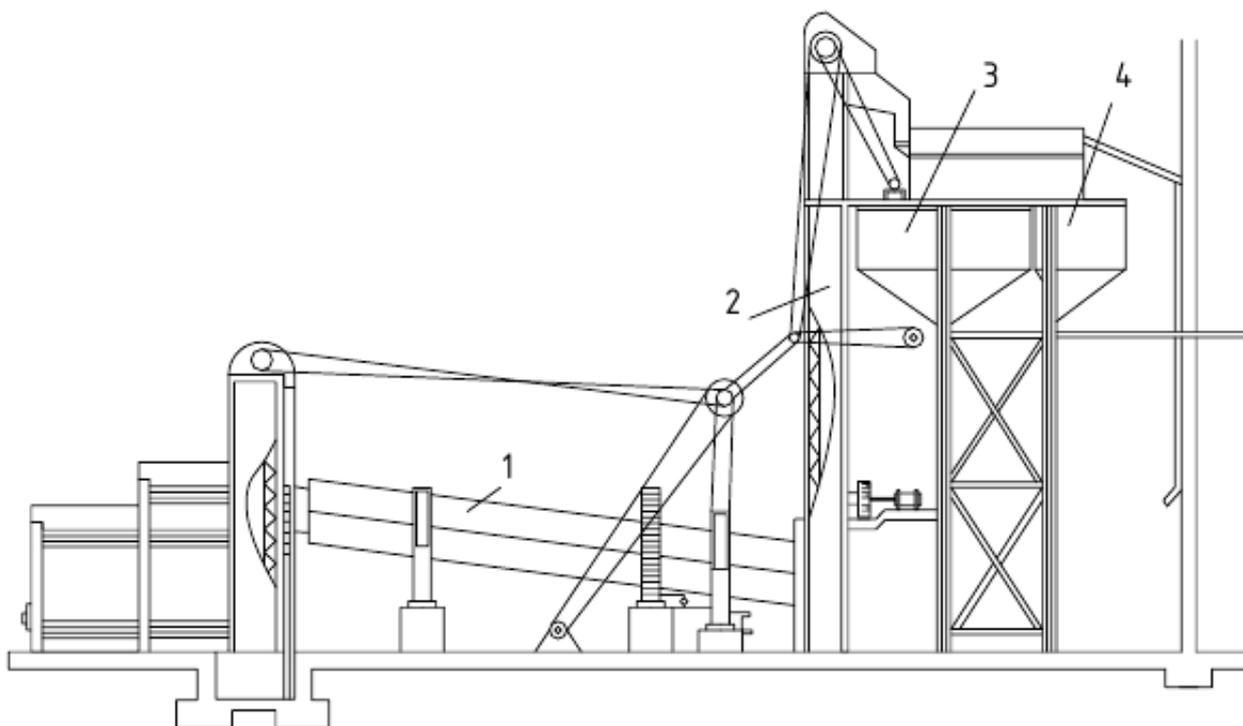
В качестве модификаторов в покровную массу можно вводить и полимеры:

1) в виде латексов; при этом вода (дисперсная среда) при перемешивании в высокоскоростных смесителях при температуре от 150 °С до 180 °С испаряется;

2) в виде раствора полимера в минеральном масле.

Адгезионная прочность, пенетрация и эластичность возрастают при добавлении в битум атактического полипропилена в количестве от 10 % до 25 %. Возрастает прочность, тепло- и морозостойкость, долговечность покрытия. В покрывную массу также добавляют и наполнитель до 20 %.

Минеральная посыпка на заводе хранится в силосе. Хорошая адгезия с покрывным слоем достигается лишь при использовании сухой и слегка подогретой посыпки. При хранении же посыпки в силосе она увлажняется, поэтому перед непосредственным введением предусматривается ее подсушка. Сушка посыпки осуществляется в сушильном барабане с пересыпными полками. Схема сушильной установки представлена на рисунке 69.



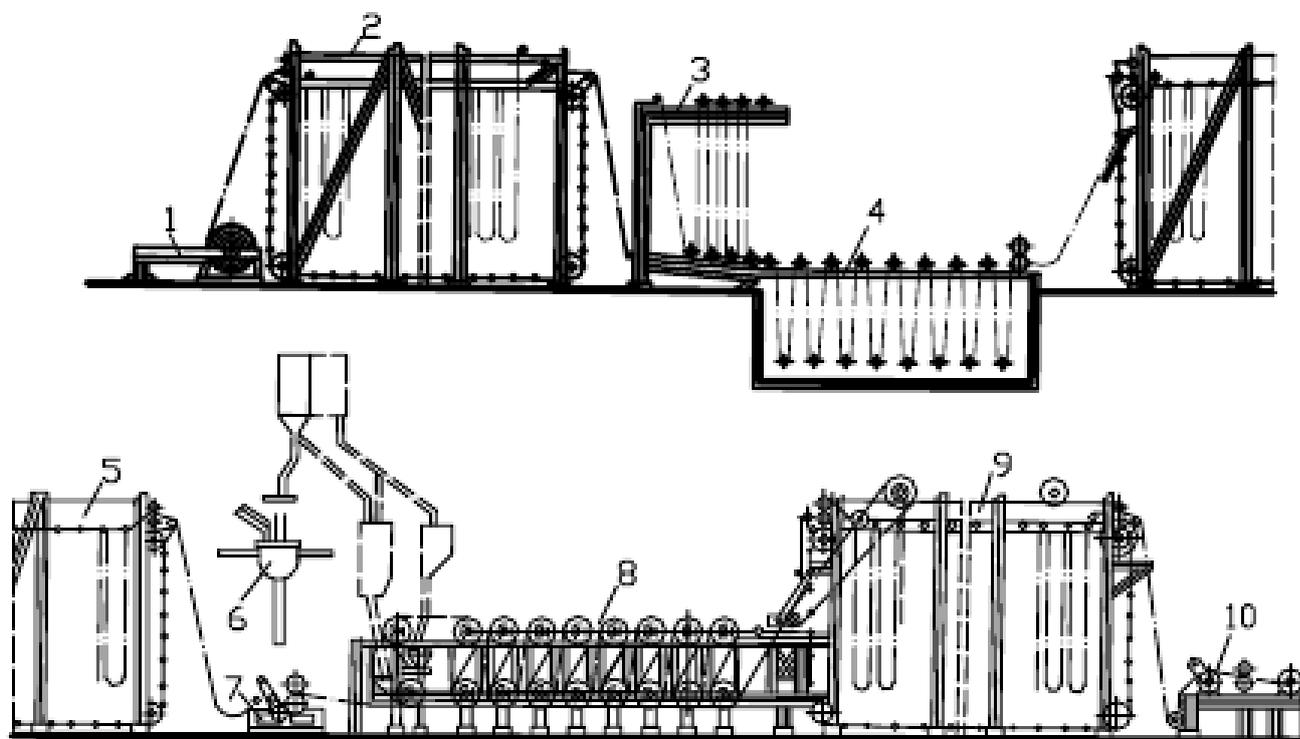
1 – сушильный барабан; 2 – элеватор; 3, 4 – бункера запаса крупной и мелкой посыпки

Рисунок 69 – Схема механической сушильной установки

Загрузка в силос осуществляется через centrally расположенную вертикальную перфорированную трубу; через отверстия сыпучка выгружается непосредственно в силос. Из силоса ленточным транспортером сыпучка направляется в напорные (расходные) бункера рубероидного агрегата.

8.1.1.4 Линии по производству рубероида

Производство рубероида осуществляется на рубероидных агрегатах марок СМА-184 либо СМ-486Б, которые конструктивно подобны друг другу. Схема установки представлена на рисунке 70.



1 - станок для размотки картона; 2 - магазин запаса картона; 3 - установка предварительного полива картона; 4 - пропиточная ванна; 5 - обогатительная камера допропитки; 6 - смеситель; 7 - покровный лоток; 8 - сыпучно-охлаждающая секция агрегата; 9 - магазин запаса готового материала; 10 - намоточный станок

Рисунок 70 – Технологическая схема работы рубероидного агрегата

Первой установкой рубероидного агрегата является *размоточный станок*, общий вид и схема которого представлены на рисунках 71, 72 и 73. Состоит из двух

металлических рам, устанавливаемых параллельно. По длине рассчитан на установку от 2 до 5 бобин картона, по высоте – на радиус бобины (до 0,6 м). Расстояние между осями рамы – не менее 1,4 м.

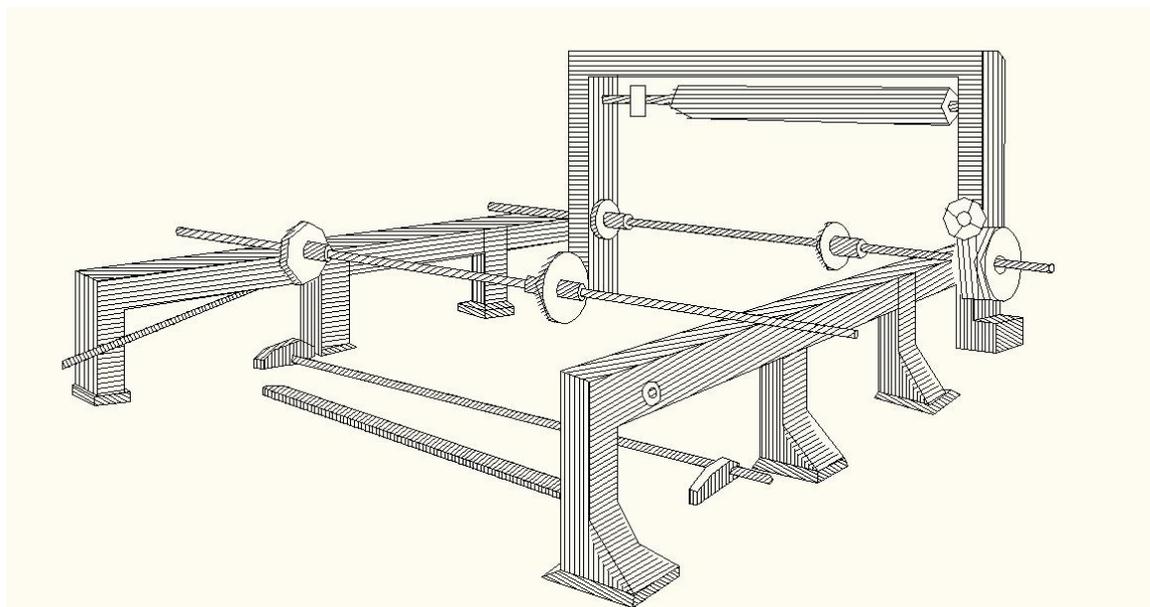
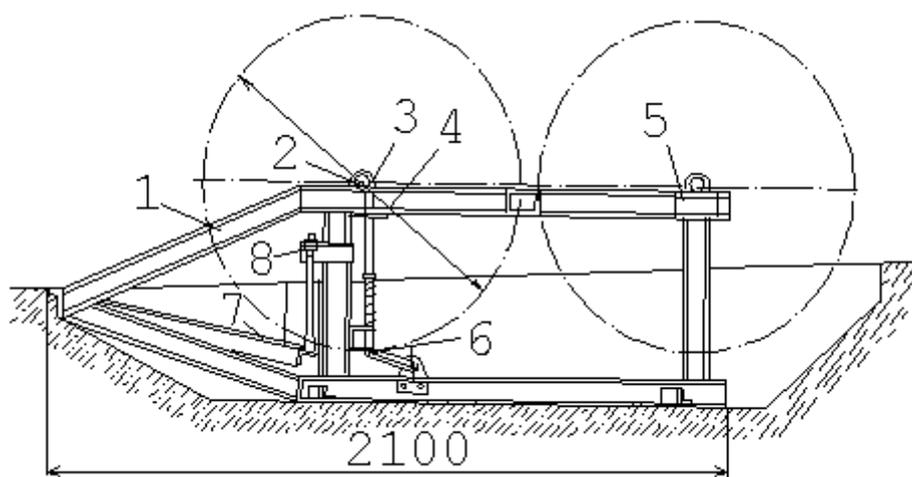
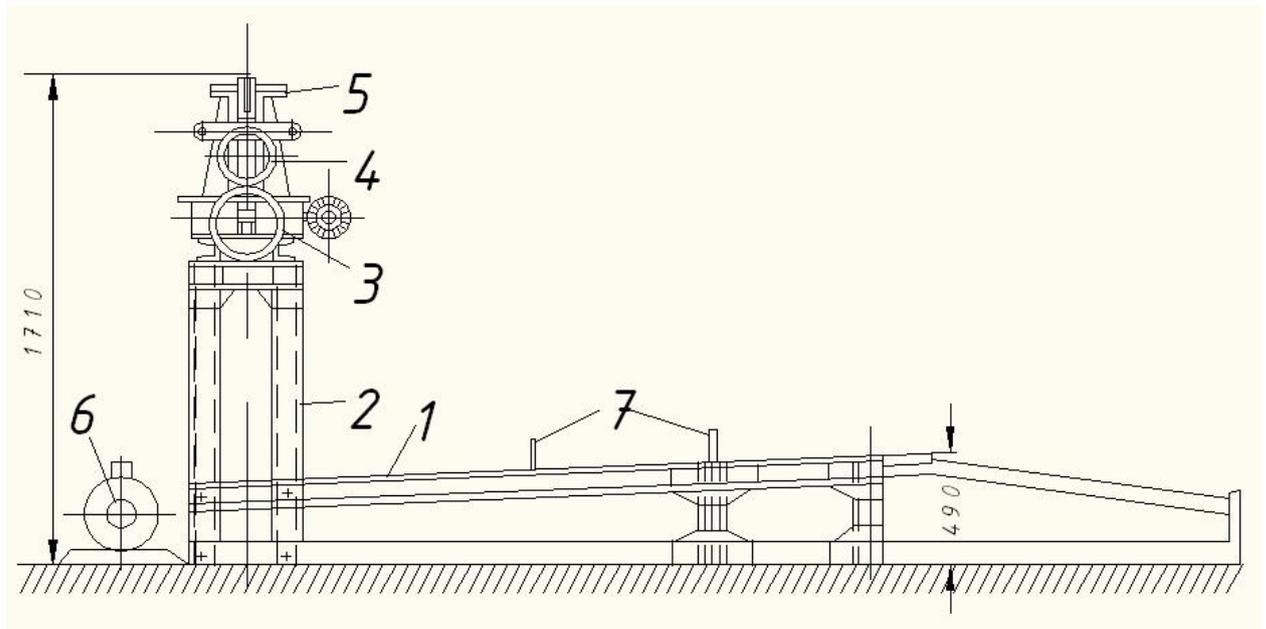


Рисунок 71 - Размоточный станок (общий вид)



1 - опорные боковины; 2 - оправка; 3 - упоры; 4 - педаль; 5 - ролики; 6 - рычажная система; 7 - настил; 8 - установочный винт (размеры в мм).

Рисунок 72 - Схема размоточного станка



1 – рама; 2 – станина; 3, 4 – тянущие валки; 5 – прижимной механизм; 6 – привод; 7 – щтыревые ограничители

Рисунок 73 – Механизированный размоточный станок

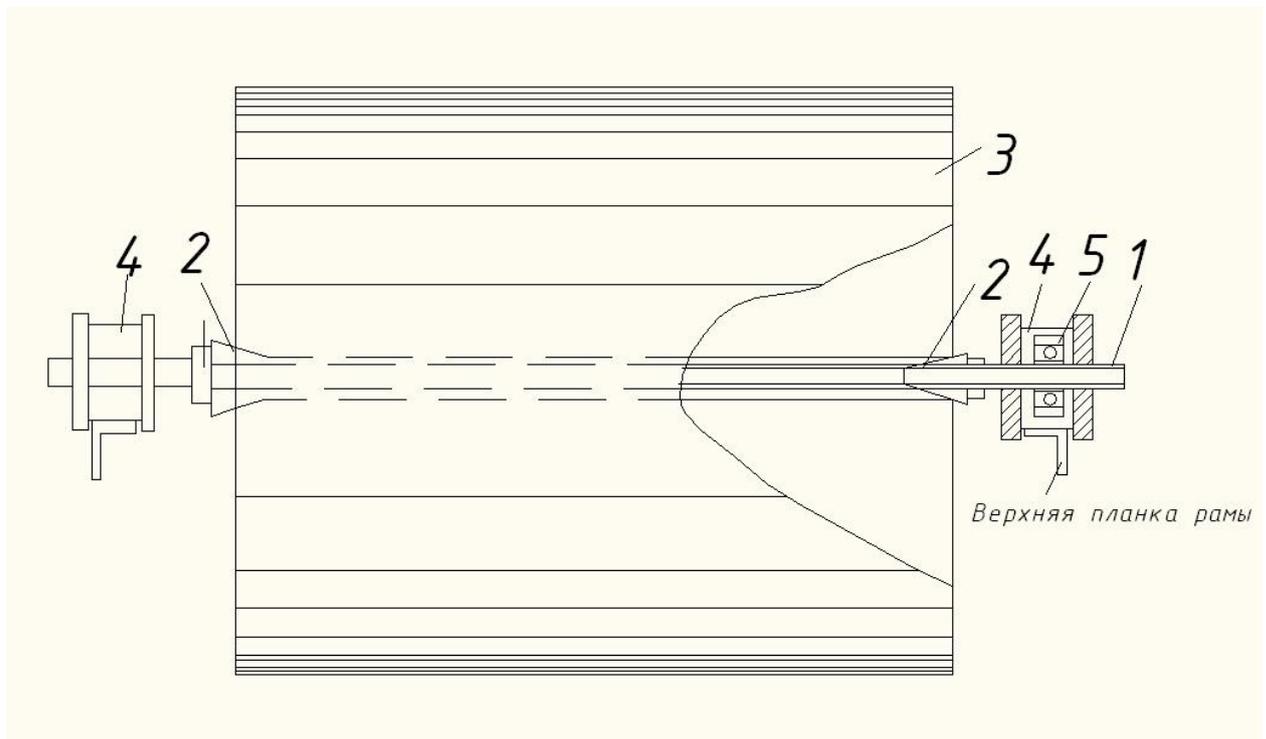
Механизированный станок имеет дополнительную станину, на которой размещена пара валков – верхний и нижний – и подъемный прижимной механизм.

Нижний валик получает вращение от электродвигателя через ременную передачу, а верхний вращается за счет трения при прижме его к нижнему.

Для облегчения накатывания бобин на раму, последняя в передней части имеет наклон. Чтобы запасные бобины не мешали раскатыванию, на раме устанавливают щтыревой ограничитель.

Бобина картона подается к станку, намотанной на полую втулку (рисунок 74). Здесь через втулку продевается стержень, на одной из сторон которого жестко закреплены конус и ролик с ребордами.

С другой стороны на стержень также насаживается конус, но он изготавливается съемным и после установки на стержень бобины затягивается гайками. Это позволяет избежать смещения при размотке бобины по оси машины. Затем устанавливается второй ролик с ребордами. Ролики устанавливаются на шарикоподшипниках.



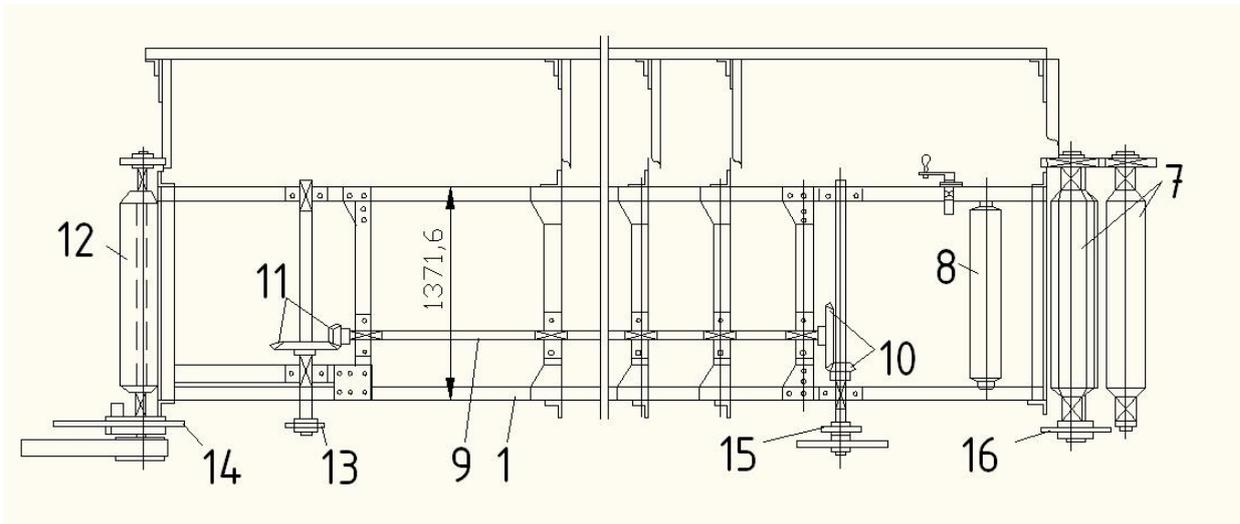
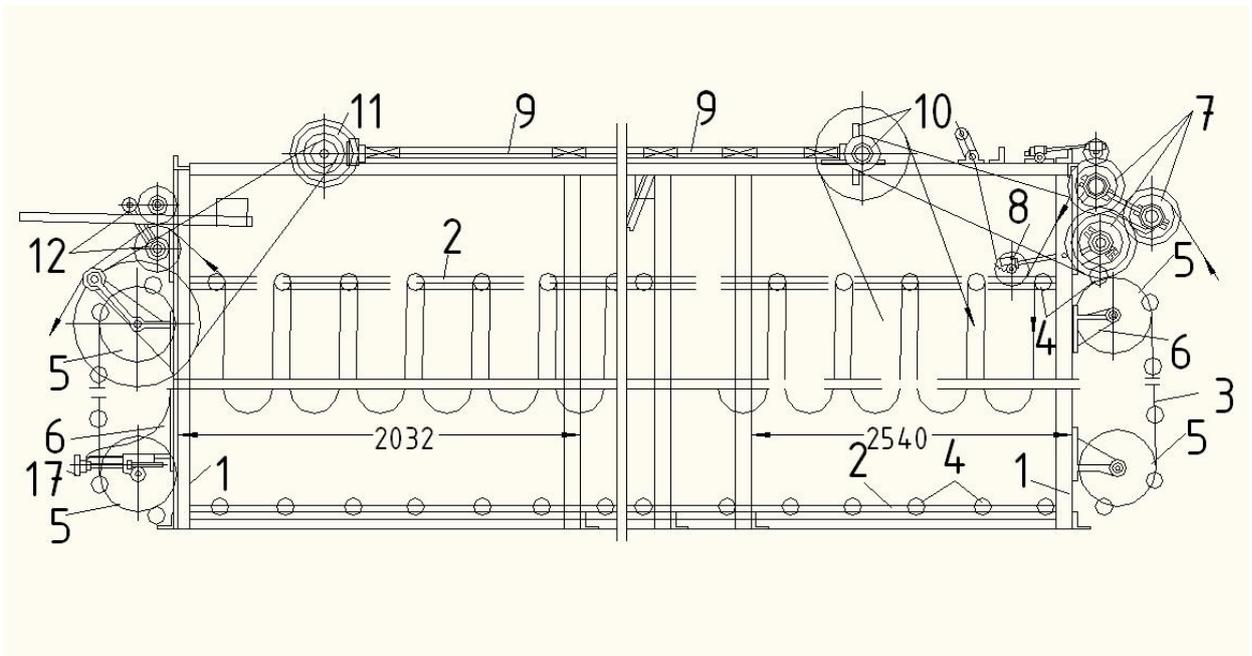
1 – труба; 2 – конусы; 3 – бобина картона; 4 – ролики с ребордами; 5 - шарикоподшипники

Рисунок 74 – Ось для размотки бобин картона

Магазин запаса картона служит для создания запаса картона при прекращении его подачи в момент сшивки концов размотанной и поданной на размотку бобин. Сшивка осуществляется путем склеивания концов рулонов силикатным клеем и последующей термообработкой.

На агрегатах используется два типа магазинов запаса. Более прогрессивным является магазин конвейерного типа с гибким тяговым органом. Схема конвейера приведена на рисунке 75.

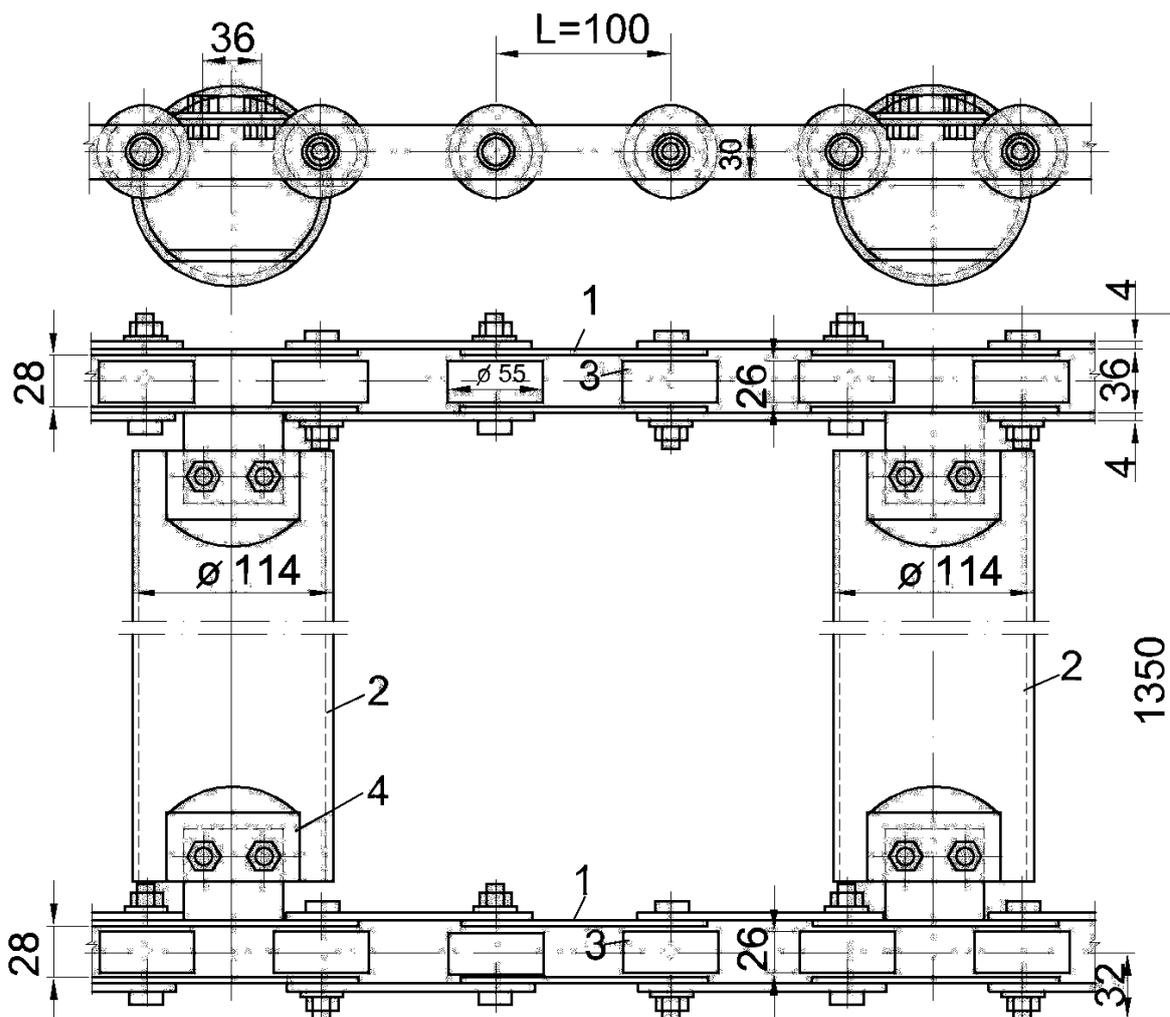
Состоит из металлической рамы, по боковым (верхним и нижним) направляющим которой движутся две бесконечные цепи с металлическими пустотелыми валиками между ними. Валики 4 на цепях закреплены жестко, т.е. не вращаются. Конструкция цепи приведена на рисунке 76.



1 – металлическая рама; 2 – боковые направляющие; 3 – цепь; 4 – валики; 5 – звёздочки; 6 – кронштейны; 7 – вальцы тяговые; 8 – прижимной валик; 9 - приводной вал; 10, 11 – конические передачи; 12 – тяговые вальцы; 13, 14, 15, 16 – звёздочки; 17 – натяжное устройство винтового типа

Рисунок 75 - Магазин запаса картона

Цепь огибает звёздочки 5, смонтированные на кронштейнах 6, которые закреплены на крайних стойках рамы магазина.



1 – пластины цепи; 2 – валики; 3 – ролики; 4 – угловые пластины

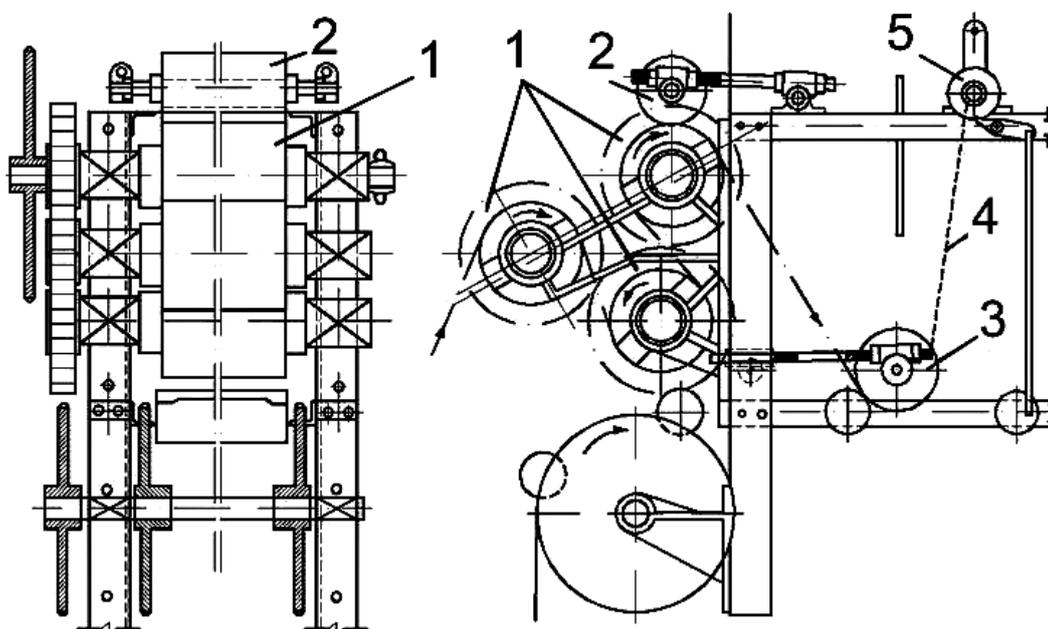
Рисунок 76 - Цепь магазина запаса

Петли полотна образуются тяговыми вальцами 7 и прижимным валиком 8. Вращение приводных валиков и тяговых вальцов осуществляется через контрпривод, расположенный в верхней части магазина и состоящий из горизонтального вала 9, двух пар конических передач 10 и 11, передающих вращение тяговым вальцам 12 с помощью пластинчато-роликовой цепи и звездочек 13 и 14. Привод вальцов 7 осуществляется также от вала контрпривода при посредстве цепной передачи, огибающей звездочки 15 и 16.

Принцип действия. Полотно картона заправляют в тяговые вальцы 7, после чего они включаются в работу, протягивая полотно, которое образует в пространстве между двумя соседними валиками 4 петлю до того момента, пока валик цепи 4 не

прижмется к валику 8. Дальнейшее движение цепи с валиком 4 вызовет поднятие шарнирно установленного валика 8, который, обкатываясь по валику 4, заставит полотно обогнуть этот валик. Затем полотно свободно опускается вниз до подхода следующего валика 4. При непрерывном движении цепей и постепенной подаче полотна происходит последовательное образование петель, передвигающихся по раме магазина к выходному концу, где полотно пропускается через тяговые валики 12 и выводится из магазина запаса.

Схема петлеобразующего механизма приведена на рисунке 77.



1 – тяговые валики; 2 – прижимной валик; 3 – петлеобразующий валик; 4 – тросы; 5 – храповой механизм

Рисунок 77 – Петлеобразующий механизм

Петлеобразующий механизм состоит из трех тяговых валиков; на один из них вращение передается от вала контрпривода посредством цепной передачи, а уже от него на два других – зубчатой передачей. Для исключения проскальзывания полотна на тяговых валиках над верхним устанавливается прижимной валик, укрепленный на раме шарнирно.

Скорости движения полотна и цепных валиков рассчитываются так, чтобы свисающие петли своим нижним краем не касались нижних цепных валиков, движущихся в противоположном направлении.

Магазины петлевого запаса для картона, пергамина и рубероида конструктивно подобны друг другу. Но в магазине, предназначенном для пергамина, верхние тяговые вальцы выполняются с паровым подогревом, а вальцы магазина готовой продукции (рубероида) – с водяным охлаждением.

Пропиточная ванна. В ней должно обеспечиваться максимально полное насыщение картона (коэффициент насыщения до 95 %) и высокая скорость прохождения полотна (до 60 м/мин).

Проводка полотна может быть вертикальная либо горизонтальная. Лучше схема с вертикальной проводкой, т.к. при этом пропитка картона проходит не только при полном его погружении в пропиточную массу, но и над уровнем массы, это позволяет значительно повысить скорость движения полотна.

Конструкция пропиточной ванны с вертикальной проводкой и устройством предварительного полива приведена на рисунках 78 и 79.

Полотно картона, поступающее из магазина запаса, направляется на верхний валик 1 устройства предварительного полива, размещаемого перед пропиточной ванной. Устройство представляет собой металлический шкаф 2 с комплектом направляющих валиков 3 для вертикального хода полотна. Полотно, огибая верхние и нижние валики, образует несколько петель движущегося картона, и поливается с одной стороны горячим битумом, нагнетаемым через отверстия перфорированных труб. Трубы могут быть расположены в верхней части рамы либо внизу возле нижних валиков. Излишки горячего битума стекают с поверхности полотна в пропиточную камеру по наклонно установленному лотку 4 (угол наклона от 12 ° до 15 °). Битум подается с температурой около 200 °С и чем дольше пребывание полотна в камере предварительного полива, тем большее количество влаги испаряется из картона. Длина отрезка полотна картона обычно составляет от 20 до 30 м.

Пройдя устройство предварительного полива, нагретый картон, частично обезвоженный и пропитанный битумом, попадает в пропиточную ванну 5, огибает

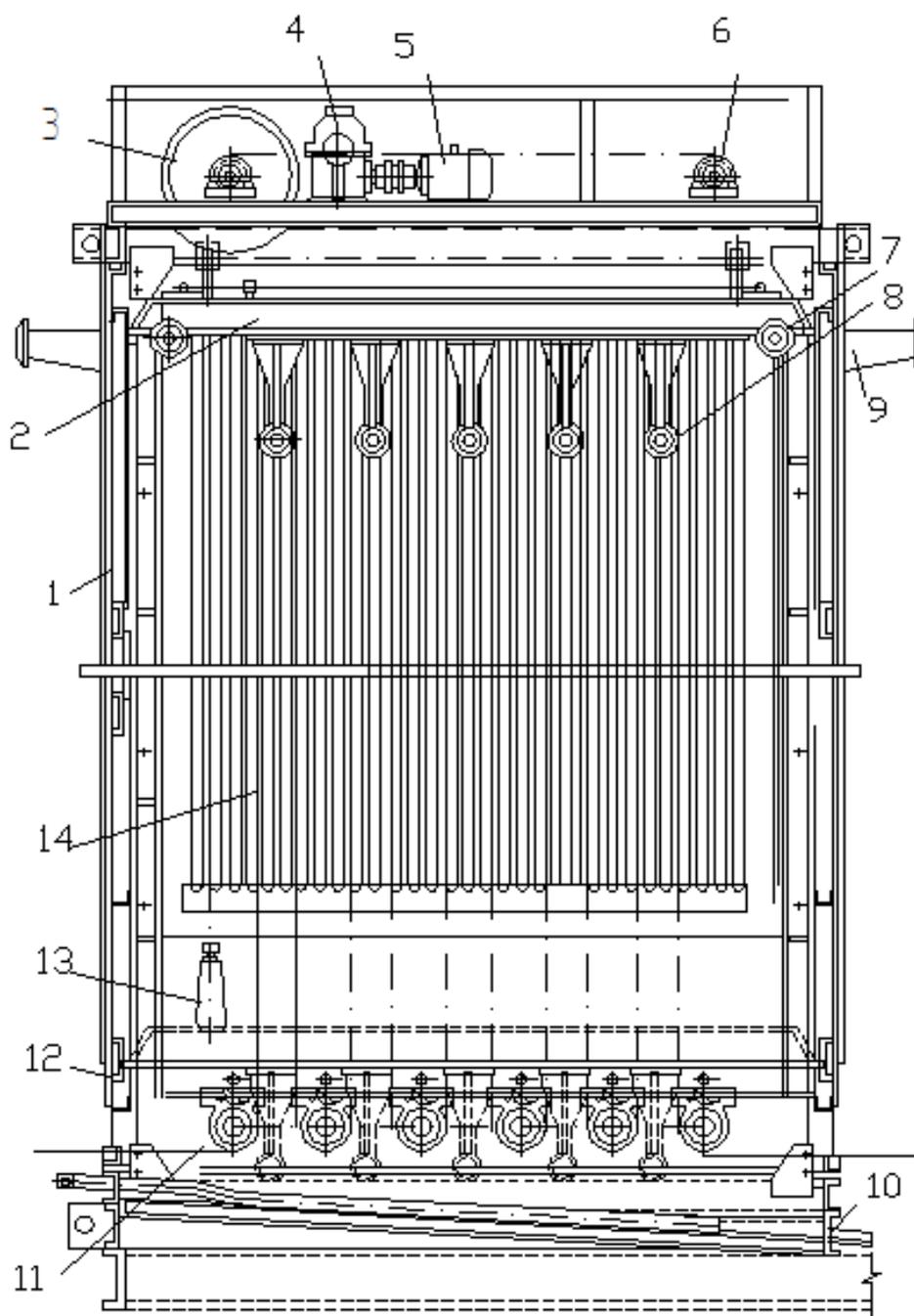
попеременно верхние и нижние валки, образуя вертикальные петли. Верхний ряд валков 6 устанавливается на раме, смонтированной на бортах ванны, а нижний ряд валиков 7 свободно перемещается в вертикальном направлении. Попеременное окунание полотна в битум и извлечение его на поверхность ускоряет пропитку картона. Время пребывания картона развесом 350 г/м^2 в ванне составляет от 20 до 30 с, а при развесе 500 г/м^2 – от 45 до 50 с.

На выходном конце ванны установлены обогреваемые тяговые вальцы с механизмом для подъема и регулирования. Пропитанный картон по выходе из ванны проходит через вальцы, подвергается легкому отжатию, в результате чего на поверхности полотна остается тонкая пленка битума, который продолжает проникать в незаполненные битумом мельчайшие поры уже вне пропиточной ванны (в камере допропитки).

Направляющие валики, как верхние, так и нижние, изготавливаются из металлических труб диаметром от 150 до 200 мм и длиной от 1250 до 1500 мм. Нижние валики монтируются на раме на шарикоподшипниках. Верхние работают в воздушной среде и требуют обогрева (паром или электроэнергией).

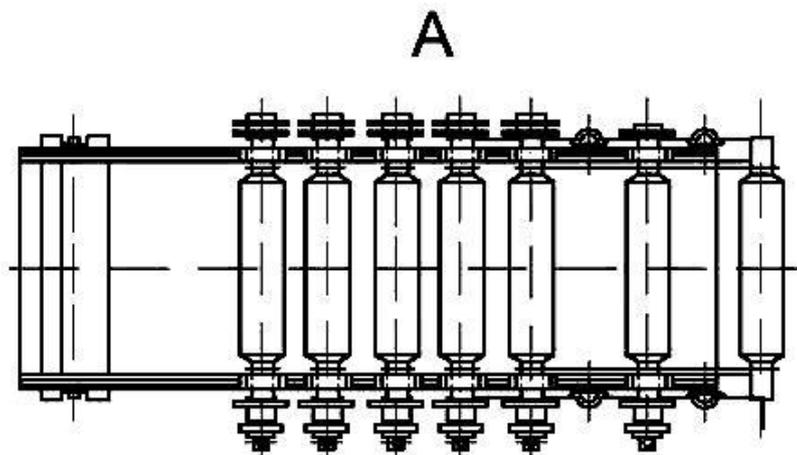
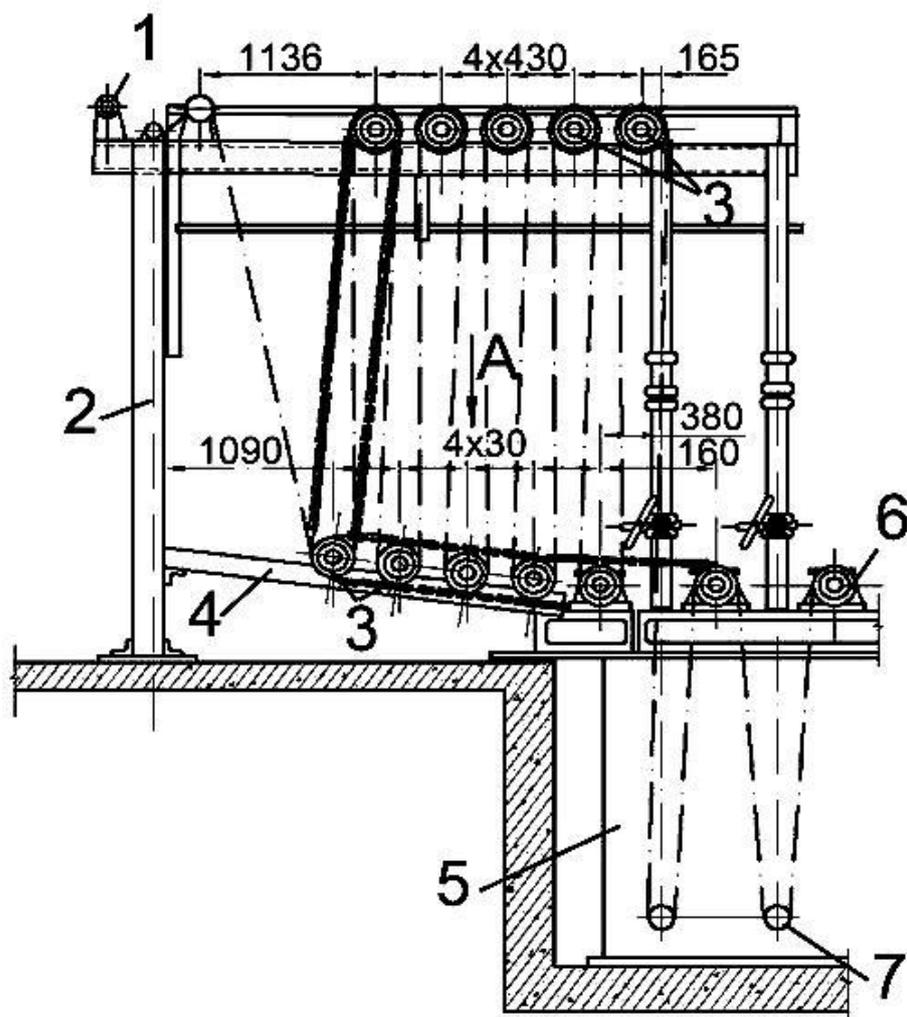
Верхние валики пропиточной ванны имеют принудительное вращение через цепную, а затем зубчатую передачи.

Подъемная рама пропиточного устройства, на которой смонтированы нижние валки, собирается из швеллерных балок, на которых закреплены швеллерные стойки; в нижней части последних установлены направляющие валики. Рама жестко связана с зубчатыми рейками, а те в свою очередь с ползунами, установленными в направляющих по углам ванны. Кинематическая схема привода верхних валиков и отжимных вальцов пропиточной ванны представлена на рисунке 80.



1 – каркас; 2 – тележка; 3, 6 – звездочки; 4 – редуктор; 5 – электродвигатель; 7 – ролики; 8 – направляющие валики; 9 - стопоры; 10 – лоток; 11 – неподвижные направляющие валики; 12 – трубопровод полива; 13 – противовес; 14 – батареи.

Рисунок 78 - Схема установки предварительного полива

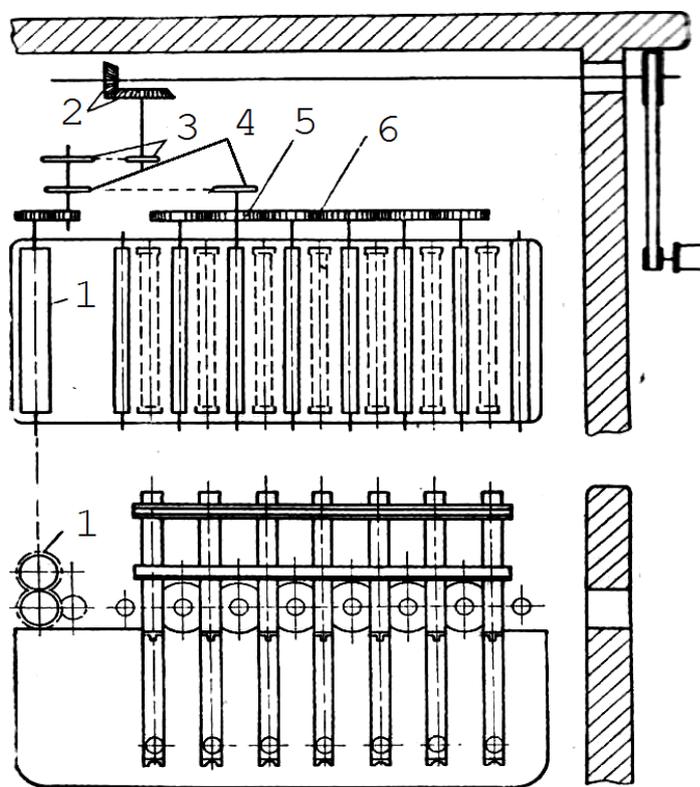


1 – направляющий валик; 2 – металлический шкаф; 3 – верхние и нижние направляющие валики; 4 – лоток; 5 – пропиточная ванна; 6 – верхние валики пропиточной ванны; 7 – нижние валики пропиточной ванны

Рисунок 79 - Пропиточная ванна и устройство предварительного полива

Подъем рамы осуществляется следующим образом. От электродвигателя вращение передается червячному редуктору (передаточное число равно 40), а от звездочки, установленной на выходном валу редуктора, вращение посредством пластинчато-роликовой цепи передается на звездочку 1, закрепленную на валу 2. На концах вала 2 насажены однозаходные червяки 3, передающие вращение червячным колесам 4, установленным на валах 5. На концах валов 5 закреплены цилиндрические шестерни, находящиеся в зацеплении с зубчатыми рейками.

Рабочий ход рейки по вертикали – 1885 мм, скорость подъема рамы – 4,6 м/мин.



1- направляющие вальцы; 2 – конические шестерни; 3, 4 – звёздочки; 5 - цилиндрические шестерни

Рисунок 80 – Кинематическая схема привода верхних валиков и отжимных вальцов пропиточной ванны

Устройство для допропитки. Полотно, выходящее из пропиточной ванны, имеет на своей поверхности тонкий слой битума, который должен впитываться в

картон на пути от пропиточной до покровной ванны. С этой целью между этими ваннами устанавливается камера допропитки, через которую проходит полотно.

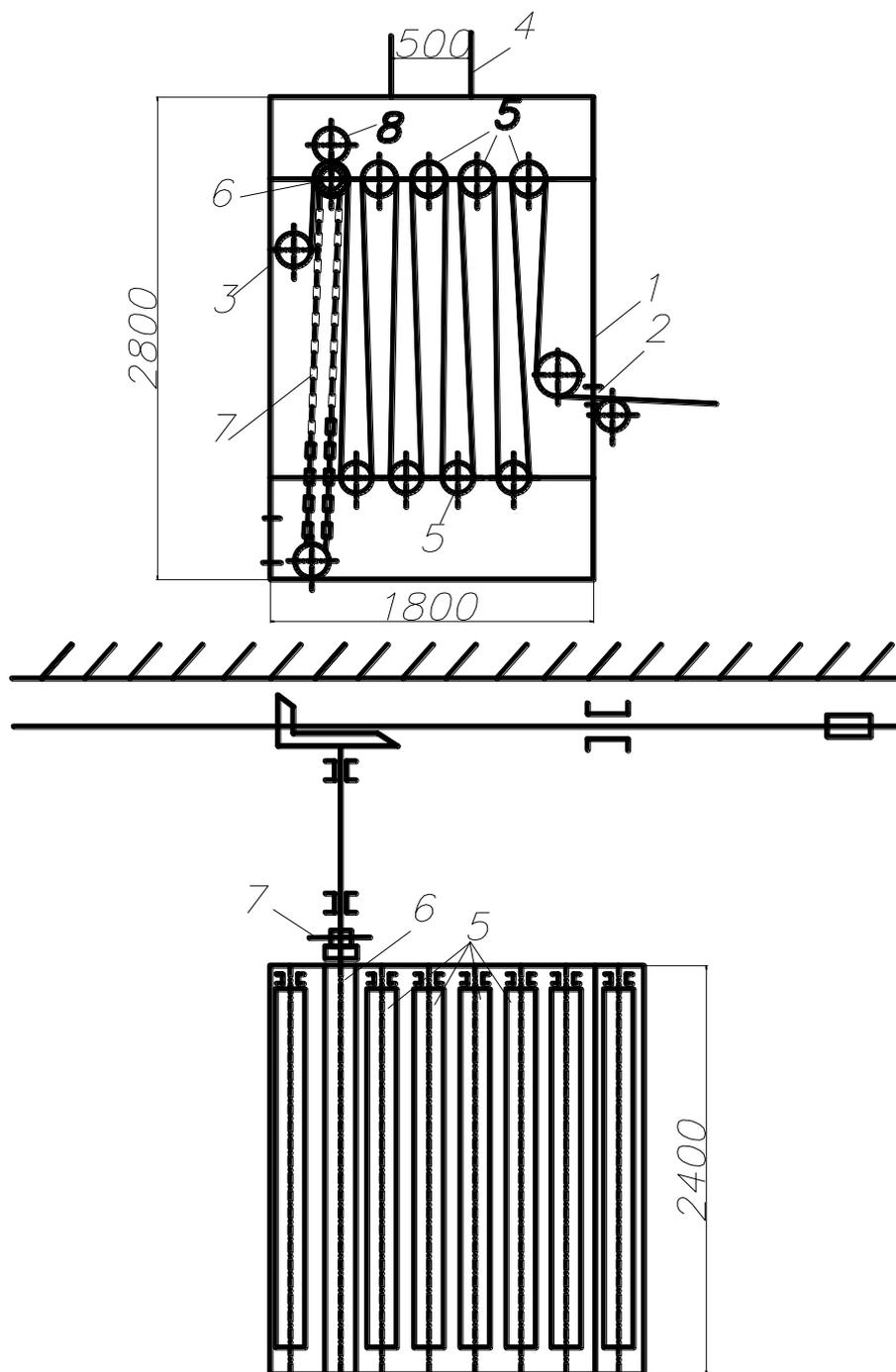
Камера допропитки, схема которой изображена на рисунке 81, представляет собой металлический шкаф, в котором размещен магазин запаса. Для ввода и вывода полотна в стенках шкафа делают прорезы шириной 50 мм и длиной на ширину полотна. В верхнюю крышку врезается труба для отвода газов и испарений.

Внутри шкафа в два ряда располагаются горизонтальные направляющие ролики. Диаметр роликов - 185 мм. Расстояние между их осями в горизонтальном направлении - не менее 350 мм, в вертикальном - 2200 мм. Устанавливаются валики на шарикоподшипниках на уголковые рамы, служащие одновременно и каркасом для кожуха камеры. Чтобы снизить натяжение полотна в промежутке между валками, последний верхний валик 1 выполняется с принудительным вращением от общей трансмиссии через цепную передачу 2.

Покровная ванна. Конструктивно ванны выполняются двух типов:

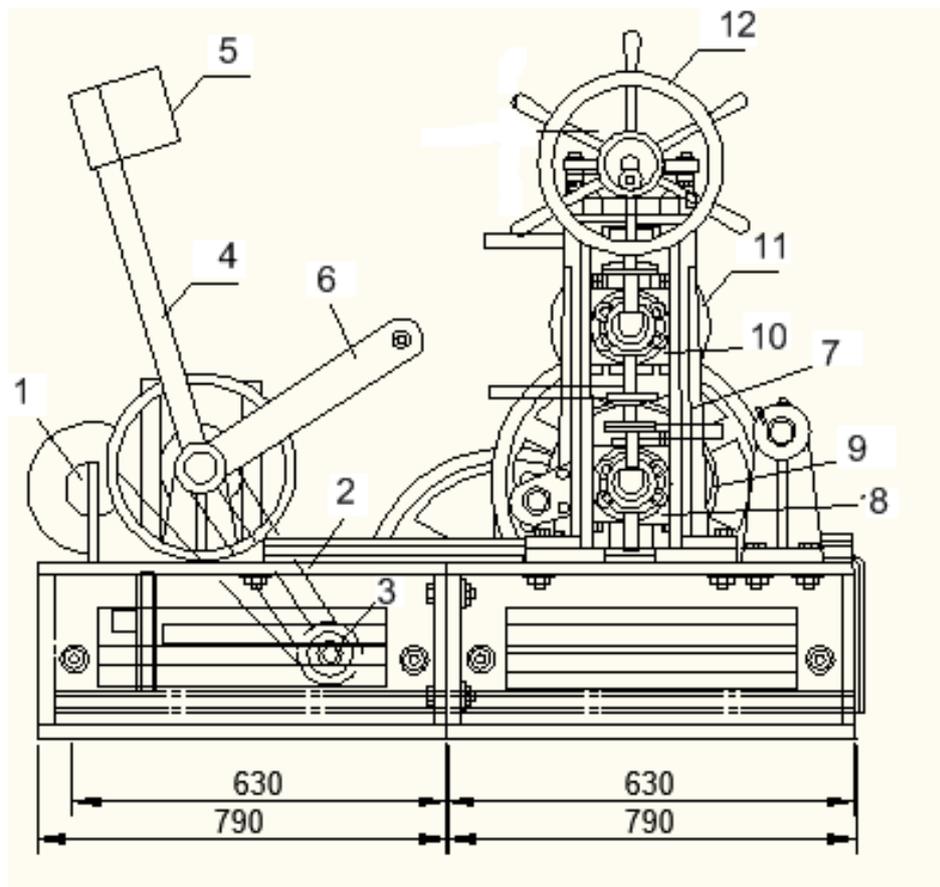
- 1) открытая (прямоугольная) с днищем овальной формы, работающая на газовом подогреве (под днищем);
- 2) лотковая, работающая на паровом, масляном и электрическом подогреве.

Наибольшее распространение получили ванны лоткового типа, конструкция которой представлена на рисунке 82. Ванна состоит из четырех литых стоек, между которыми на полках крепится ванна, изготовляемая из листового железа с двойными боковыми стенками и днищем для циркуляции горячего масла. На входной стороне ванны устанавливается поддерживающий и направляющий полотно ролик 4. Для погружения полотна в пропиточную массу на ванне монтируется поворотный механизм погружающего валика 5. Подшипники валика закрепляются на нижних концах рычагов поворотного механизма. Рычаги крепятся на валу, размещенном в подшипниках, которые в свою очередь размещены на стенках ванны. На левом конце вала крепится рычаг 11 с грузом и поворотная рукоятка 13, при помощи которой поднимают и опускают погружающий валик. На выходном конце ванны устанавливают отжимные валки 10, 11.



1 – металлический шкаф; 2, 3 - прорезы; 4 – труба; 5 – направляющие ролики;
 6 – приводной валик; 7 – цепная передача; 8 – прижимной валик

Рисунок 81 - Камера допропитки



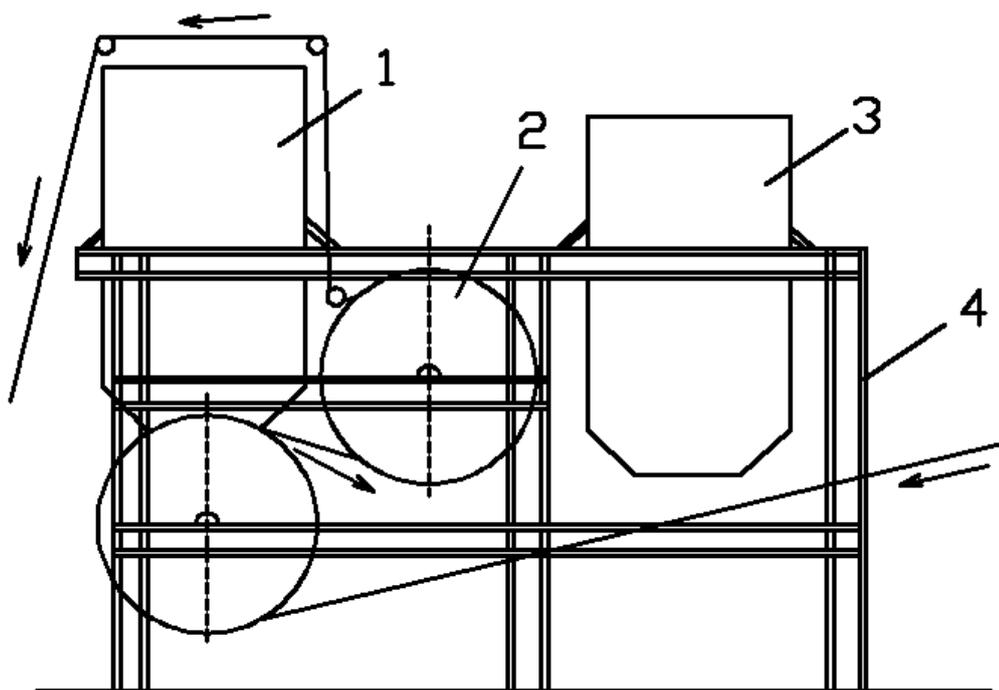
1 – направляющий валик; 2 – лотковая ванна; 3 – погружающий валик; 4 – рычаг; 5 - груз; 6 – поворотная рукоятка; 7 – стойки; 8, 10 – корпуса подшипников; 9 – нижний отжимной валок; 11 – верхний отжимной валок; 12 - штурвал

Рисунок 82 - Покровная ванна лоткового типа

Вал нижнего валка размещается в шарикоподшипниках, закрепленных на стойках, а вал верхнего валка в подшипниках, свободно перемещающихся в направляющие стоек. Винты приводятся во вращение от штурвала через вал и две пары конических шестерен; пара из этих шестерен насажена на винты.

Привод осуществляется на нижний валок через цепную передачу, а на верхний от нижнего через цилиндрическую зубчатую передачу.

Посыпочный аппарат. Служит для нанесения на полотно рубероида крупной и мелкой минеральной посыпки. Схема работы посыпочного аппарата представлена на рисунке 83, а его конструкция на рисунке 84.



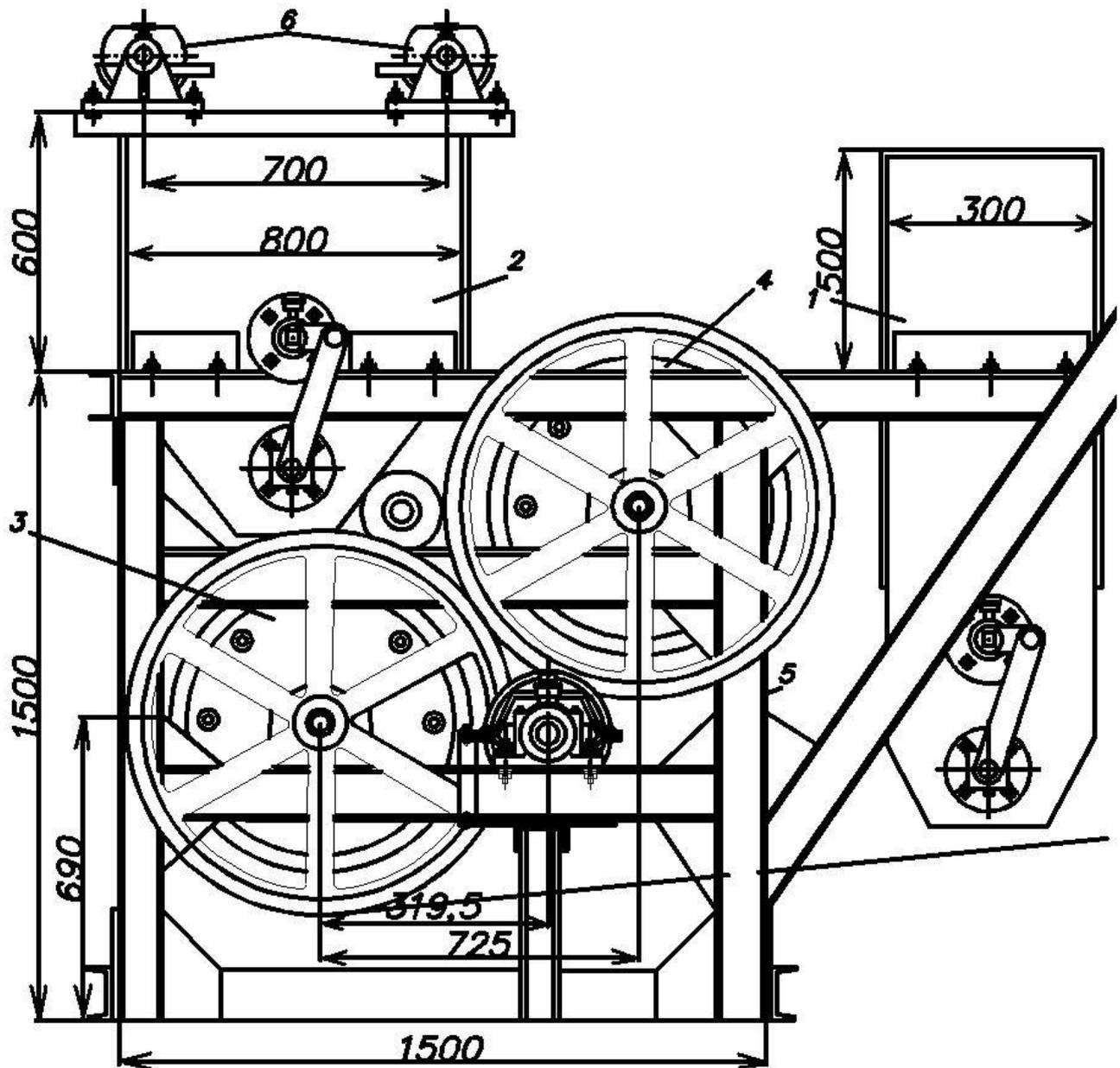
1 - бункер талька; 2 - направляющие барабаны; 3 - бункер крупнозернистой посыпки; 4 - рама

Рисунок 83 – Схема посыпочного агрегата

Агрегат состоит из двух посыпочных бункеров и двух охлаждаемых водой барабанов, установленных на металлической раме. Полотно рубероида после покровной ванны проходит под бункером, где верхняя сторона полотна посыпается мелкой минеральной посыпкой или крупнозернистой крошкой. Затем полотно огибает первый холодильный барабан, над которым расположен бункер с посыпкой для нижней стороны полотна (пыль, мелкая посыпка).

Пройдя второй холодильный барабан, полотно по роликам, установленным наверху второго бункера, направляется в холодильный агрегат.

Посыпочный бункер представляет собой прямоугольный металлический ящик, боковые стенки которого скашиваются в нижней части и образуют выходную щель. Внутри бункера устанавливается сектор-побудитель, предотвращающий слеживание материала. В выходной щели бункера устанавливается вращающаяся цилиндрическая щетка, которая распределяет посыпочный материал равномерно по всей ширине полотна рубероида.

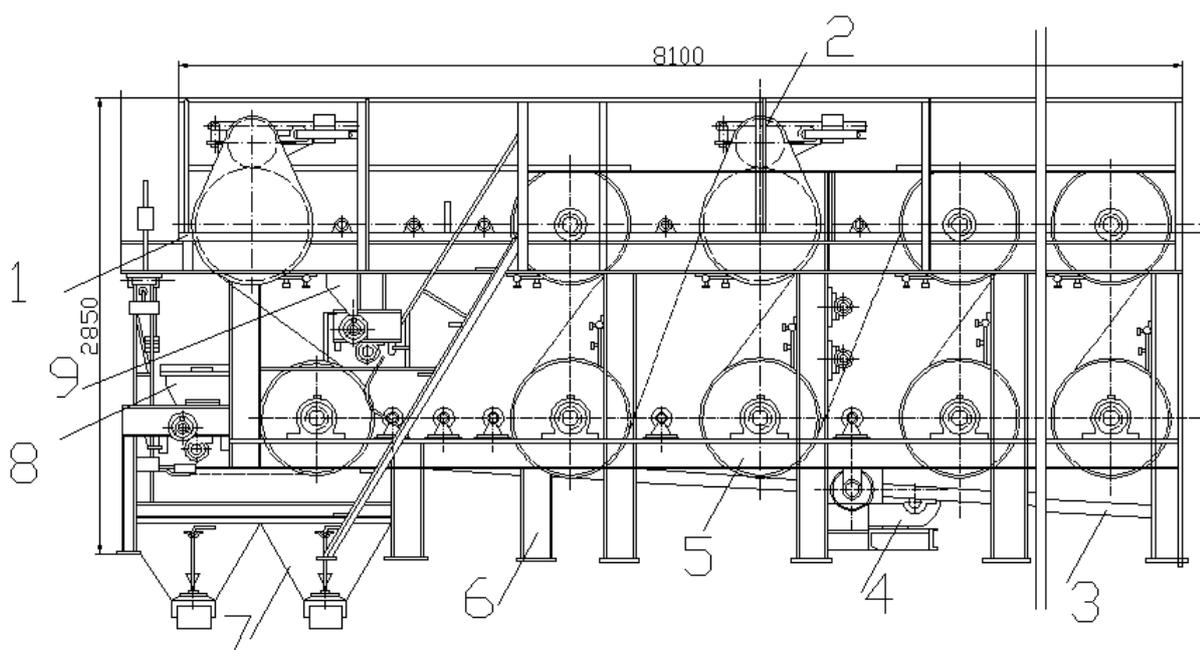


1 – бункер крупнозернистой посыпки; 2 – бункер мелкозернистой посыпки;
 3, 4 – охлаждающие барабаны; 5 – рама; 6 – направляющие ролики

Рисунок 84 - Посыпочный агрегат

В посыпочных аппаратах (на выходе) наблюдается значительное пыление. Чтобы снизить его щетки заменяют рифлеными валиками, а узел посыпки заключают в герметичный шкаф, который находится под аспирацией.

Холодильный аппарат. Предназначен для охлаждения полотна рубероида, чтобы оно не слипалось при намотке в рулоны. Состоит из сварной швеллерной рамы, на которой установлены в два ряда десять холодильных цилиндров, смонтированных на подшипниках скольжения. На входе в аппарат установлен поддерживающий, а на выходе - направляющие валики.



1 – площадка обслуживания; 2 – механизмы прикатки; 3 – трубопровод охлаждающей воды; 4 – привод; 5 – холодильные цилиндры; 6 – рама; 7 – бункера для сбора просыпи; 8 – бункер-дозатор крупнозернистой посыпки; 9 - бункер-дозатор мелкозернистой посыпки

Рисунок 85 - Холодильный аппарат

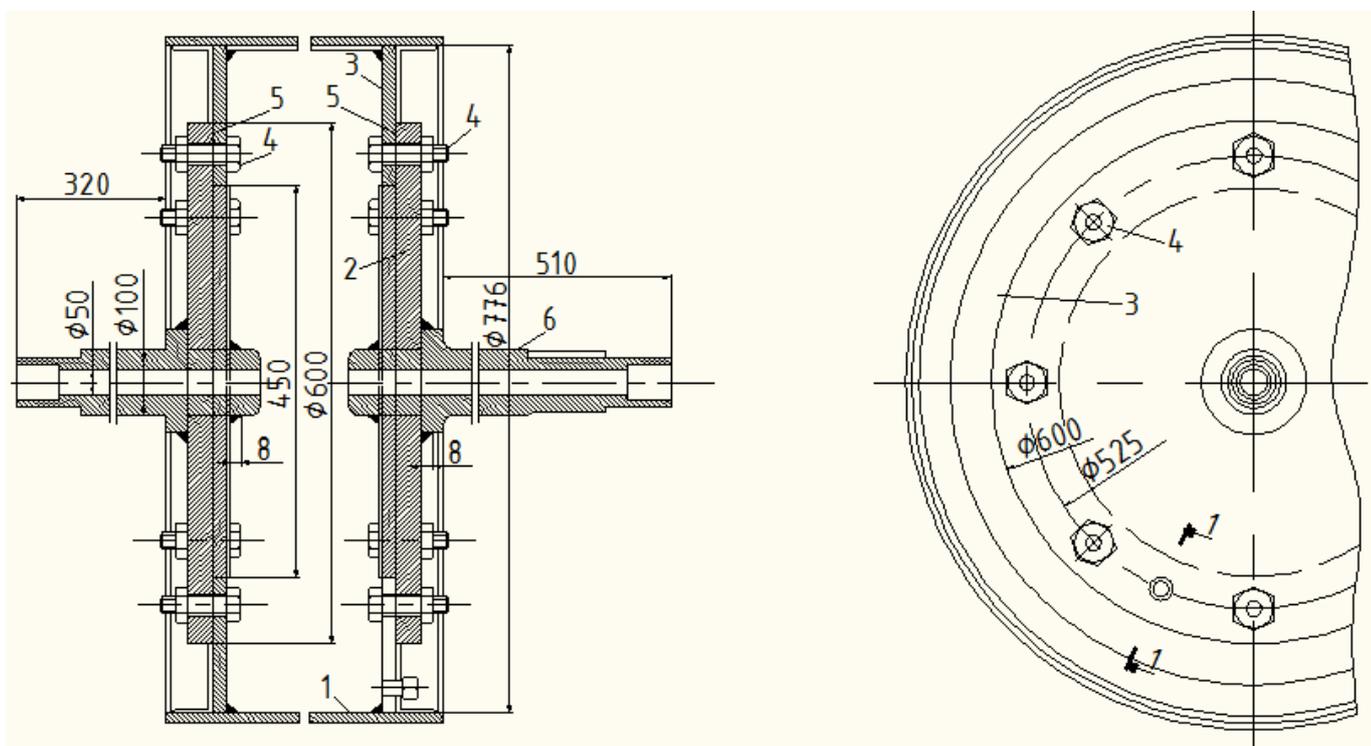
Привод осуществляется на шестерни первых цилиндров от зубчатых колес, а последующие цилиндры приводятся во вращение через паразитные шестерни.

Полотно последовательно огибает цилиндры нижнего и верхнего рядов и поскольку цилиндры охлаждаются водой, то полотно отдает им тепло и охлаждается. На втором и пятом цилиндрах осуществляется впрессовка крупнозернистой посыпки в полотно; с этой целью под цилиндрами устанавливаются прикатные валики с регулируемым давлением.

Холодильный цилиндр (рисунок 86) изготавливается из толстостенной стальной трубы, к которой присоединяются торцевые крышки с центрально расположенными в них кольцами и валами-цапфами.

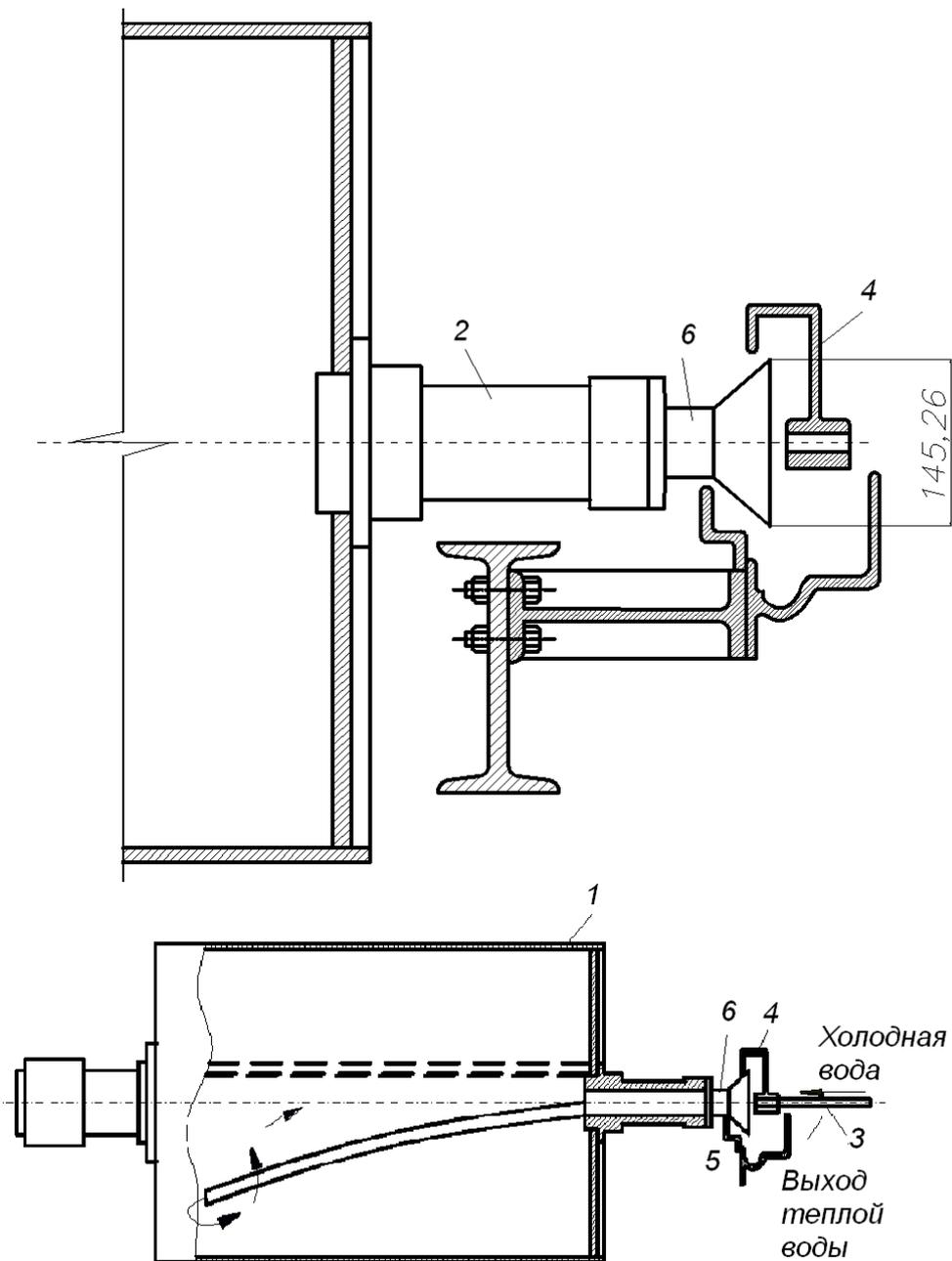
Через одну из цапф впускается холодная вода, а через другую выпускается теплая. Схема охлаждения цилиндров водой представлена на рисунке 87.

Возможна подача и выпуск воды через одну и ту же цапфу, как это показано на рисунке 87. В этом случае в цапфу 2 вставляется трубка 3 для впуска холодной воды, которая в цилиндре загибается вниз. Трубка крепится специальным зажимом 4 к приемнику 5 для выходящей из цилиндра теплой воды. Воронка 6 крепится к торцу цапфы цилиндра и направляет теплую воду в приемник.



1 – корпус цилиндра; 2 – торцевые крышки; 3 – кольца; 4 – болты; 5 - прокладки; 6 - цапфы

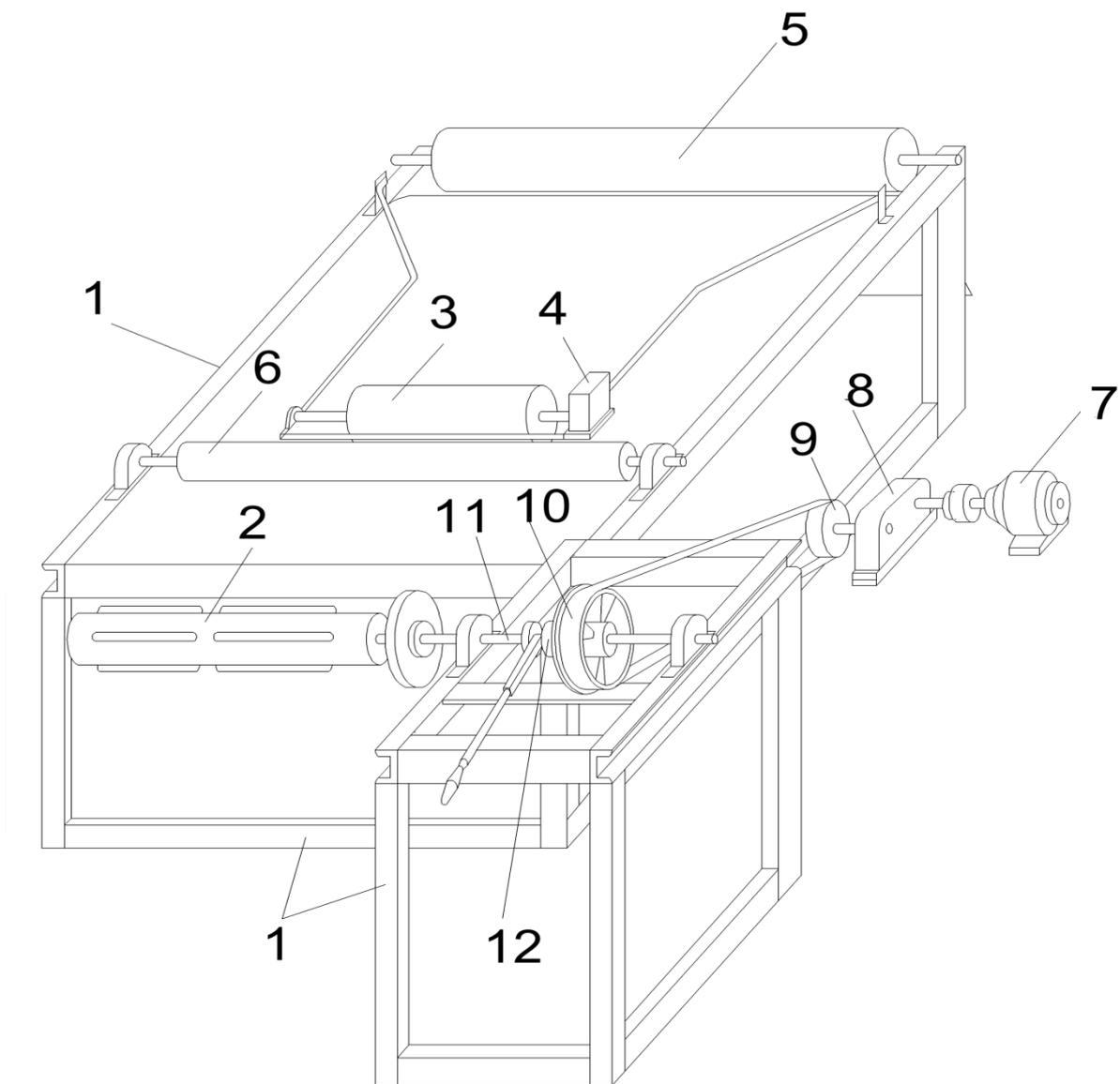
Рисунок 86 – Холодильный цилиндр



1 – корпус цилиндра; 2 – цапфы; 3 – трубка; 4 – зажим; 5 – приемник выходящей воды; 6 – воронка

Рисунок 87 – Устройство для питания холодильного цилиндра водой

Далее установлен *намоточный станок*. Отмер рулона по длине производится мерным роликом.



1 рама; 2 – намоточная шпуля; 3 – отмеривающий барабан; 4 - счетный механизм; 5, 6 – валики; 7 – электродвигатель; 8 – редуктор; 9 – шкив; 10 – ременная передача; 11 – вал шпули; 12 – кулачковая муфта

Рисунок 88 - Намоточный станок рубероида

По технологии подобной, используемой при производстве рубероида, производят **пергамин** – беспокровный рулонный материал (аналог его гидроизол, но его основа – асбестовый картон) [8]. Пергамин получают путем пропитки картона мягкими нефтяными битумами БНК-40/180. Применяют в качестве подкладочного материала для нижних слоев кровли. Обозначение П-350.

Отношение массы пропиточного битума к массе сухого картона не менее 1,25:1. Водопоглощение – не более 20 %. Разрывная нагрузка при растяжении - не менее 265 Н (27 кгс). Водонепроницаемость его определяется под давлением воды 0,01 МПа; при этом вода не должна появляться на обратной его стороне ранее чем через 10 мин. Пергамин должен быть гибким. При испытании на бруске с закруглением радиусом $(25,0 \pm 0,2)$ мм при температуре не выше 5 °С на поверхности образца не должны появляться трещины.

Обладая сравнительно высокой пористостью, пергамин не обеспечивает достаточно надежной гидроизоляции. Обладает высокой гибкостью: при изгибании его полоски на полуокружности стержня диаметром 10 мм при температуре 18 °С не должно появляться трещин.

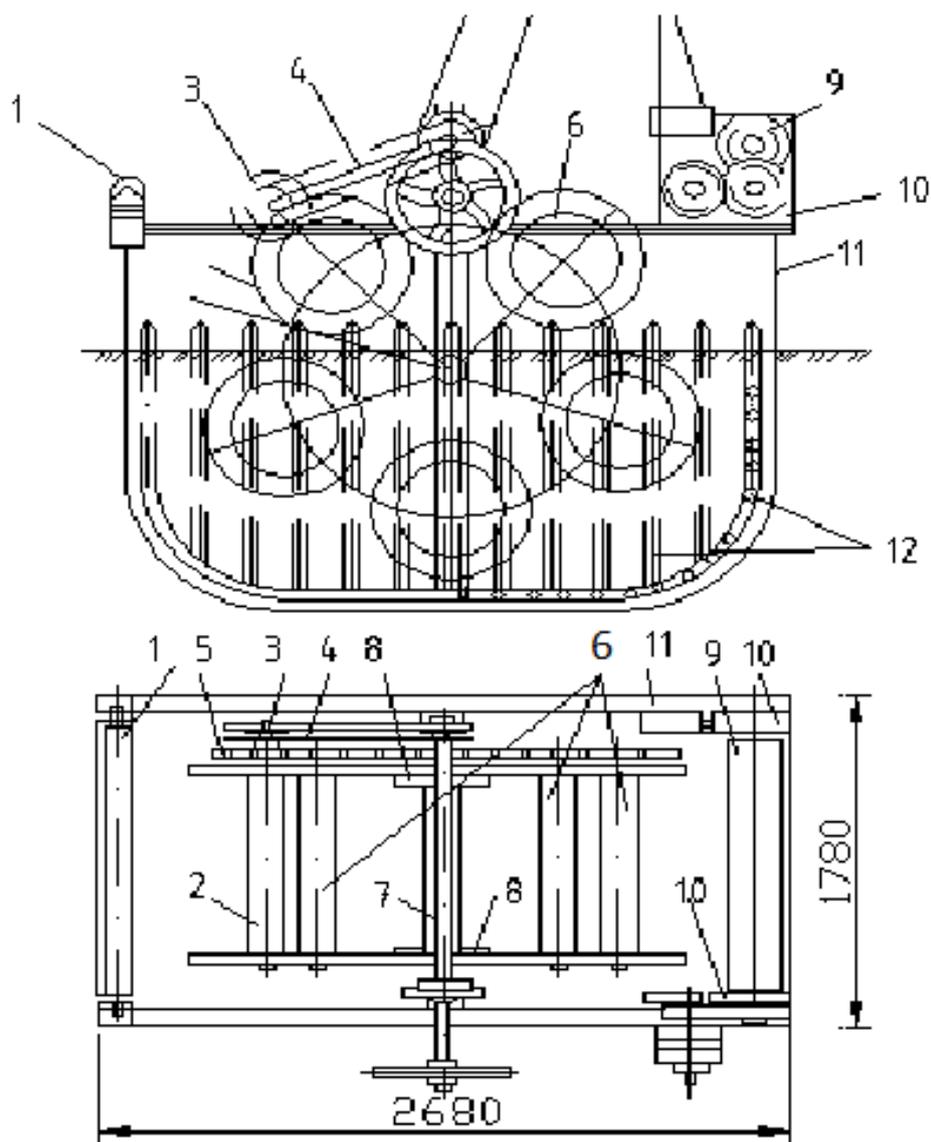
При производстве пергамина полотно проходит камеру предварительной пропитки, затем пропиточную ванну, а затем и камеру допропитки. После чего направляется в холодильный агрегат, магазин запаса и намоточный станок.

8.1.2 Дегтевые кровельные материалы

Толь кровельный выпускается в ограниченном количестве. Изготавливается путем пропитки кровельного картона каменноугольным или сланцевым дегтем, нанесением на обе стороны полотна покровных слоев из тугоплавких дегтевых мастик с наполнителем, а затем крупнозернистой или песчаной посыпки. Ширина полотна 1000, 1025 и 1050 мм.

Марки ТКК-350 и ТКК-450 изготавливаются с крупнозернистой посыпкой. Размер зерен посыпки: от 0,8 до 1,2 мм – 80 %; от 0,63 до 0,8 мм – не более 20 %. Марки ТКП-350 и ТКП-400 изготавливаются с песчаной посыпкой. Размер зерен кварцевого песка - от 0,15 до 1,2 мм, для лицевого слоя – от 0,63 до 1,2 мм. Для покровных слоев толя ТКК используют более тугоплавкий деготь с температурой размягчения от 38 °С до 42 °С.

Технология его производства подобна рубероиду. Пропиточный агрегат отличается конструктивно. Используется пропиточный механизированный агрегат с револьверной пропиточной ванной периодического действия (смотри рисунки 89, 90).



1- направляющий ролик; 2 - валик револьверной катушки; 3 - приводная шестерня катушки; 4 - рама, на которой установлены шестерни; 5 – шестерни катушек револьвера; 6 - катушки револьвера, на которые наматывается полотно картона в горячей пропиточной массе; 7 - ось-вал револьвера; 8 - крестовины для крепления подшипников катушек револьвера; 9 - отжимные обогреваемые вальцы; 10 - стойки; 11 – ванна; 12 - змеевик для обогрева пропиточной массы

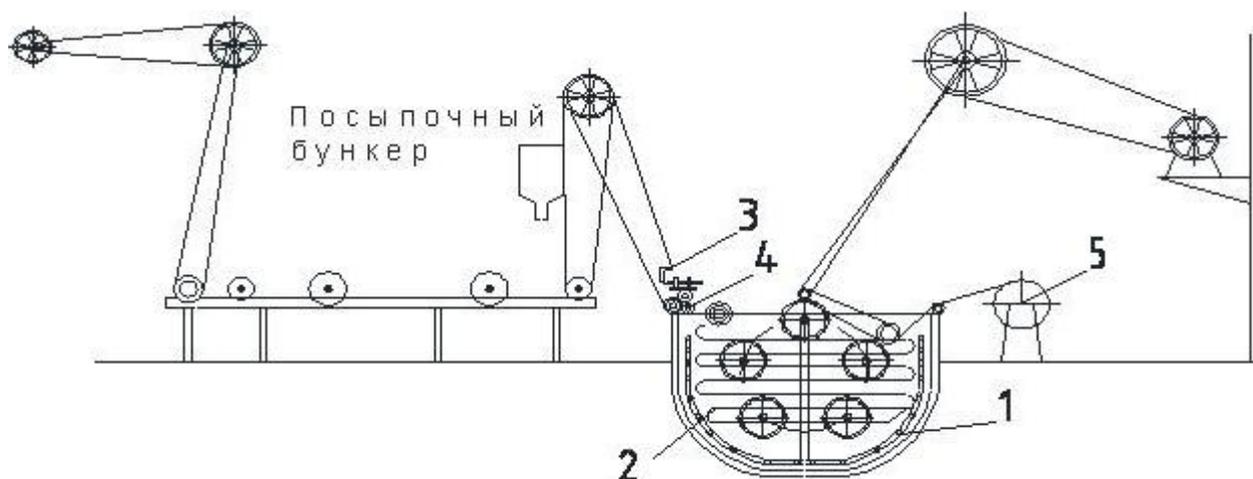
Рисунок 89 - Пропиточная ванна револьверного типа

Такая ванна может также использоваться при изготовлении гидроизола и некоторых других материалов. Главной её частью является револьвер (бара-

бан) с расположенными по окружности пятью горизонтальными валиками (катушками), который может поворачиваться вокруг горизонтальной оси.

На валики наматывается картон. Поскольку валики погружены в вязущее, то при намотке и дальнейшем нахождении валика в ванне происходит его пропитка дегтем. Затем полотно пропускается через отжимные валики и поступает в покровную ванну для нанесения покровных слоев.

После нанесения покровных слоев на них наносится посыпка, подаваемая из посыпочного бункера. Пропиточная ванна обогревается паром, проходящим по змеевикам, уложенным по стенкам и внизу ванны.



1 – открытая коробка; 2 – змеевик из железных труб; 3 – прижимные грузы; 4 – отжимные вальцы; 5 – валик с рулоном картона

Рисунок 90 – Агрегат с пропиточной ванной револьверного типа

Толь-кожа – беспокровный материал подобный пергамину, но на основе дегтевых вяжущих.

8.1.3 Прогрессивные виды основных гидроизоляционных материалов

Основным недостатком рядового рубероида является негнилостойкость кровельного картона, приводящая к тому, что такой рубероид нельзя применять в долговременных сооружениях. Для решения этой проблемы разработаны новые виды

гидроизоляционных материалов, подобных рубероиду: либо с принципиально новой основой – стеклорубероид, металлоизол, гидроизол, эластостеклобит; либо с толстыми покровными слоями – наплавляемый рубероид.

В утяжеленных материалах покровная масса составляет от 2000 до 6000 г/м². Это материалы повышенной заводской готовности. Нижний слой покровной массы одновременно является и клеящим составом, который при устройстве кровельного ковра оплавляется горячим воздухом или пламенем газовой горелки. Приклеивать наплавляемый рубероид можно безогневым способом – пластификацией – надрастворением битумного вяжущего нижней стороны полотна уайт-спиритом.

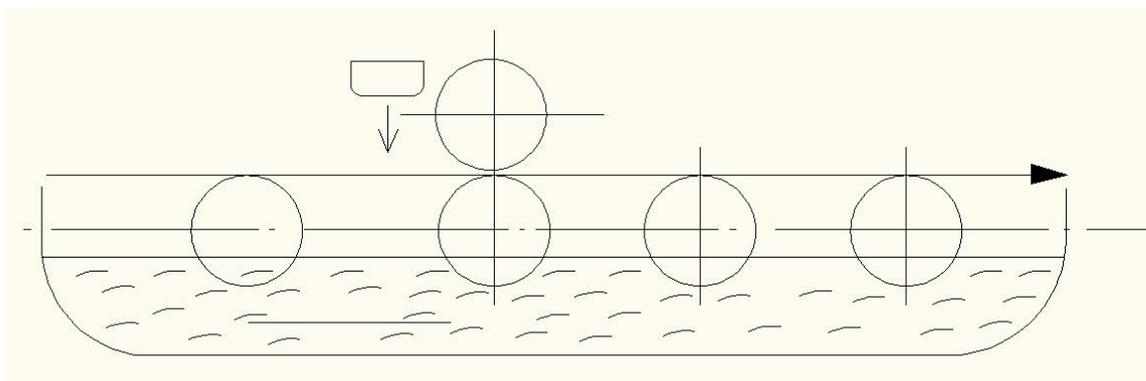
Наплавляемый рубероид. Технология наплавляемого рубероида отличается от технологии обычного тем, что масса верхнего покровного слоя последнего составляет от 500 до 800 г/м² (общая от 600 до 1000 г/м²), а у наплавляемого нижний слой имеет массу от 1000 до 4000 г/м². Это позволяет производить его укладку в кровельный ковер без использования приклеивающих мастик. Способы нанесения покровных слоев у них также различаются.

На агрегате СМ-486Б с универсальной покровной ванной покровный слой наносят двумя способами (смотри рисунок 91):

- 1) наливом сверху 600 г битума на 1 м² с последующим намазыванием валками снизу 600, 1000 или 2000 г на 1 м² полотна;
- 2) погружением и нанесением на верхнюю поверхность полотна слоя 600 г на 1 м² покровной массы с последующим намазыванием валками снизу не менее 600, 1000 или 2000 г/м².

Выпускается рубероид марок РК-420-1, РК-500-2 и РЧ-350-1 для верхних слоев и РМ-350-1, РМ-420-1, РМ-500-2 для нижних слоев ковра. Последние цифры в марках – 1 или 2 – указывают толщину покровного слоя в миллиметрах или его массу равную соответственно 1000 и 2000 г/м². Битумные вяжущие используют марки БНК-90/30; в битум добавляют минеральный наполнитель и пластификатор. Наполнитель – талько-магнезит (от 20 % до 35 %), пластификатор – тяжелые цилиндрические масла (до 10 %).

а



б

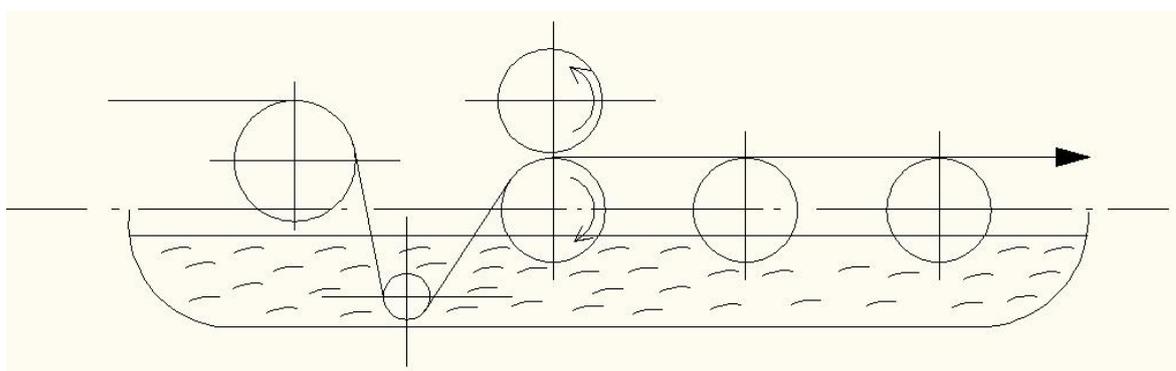


Рисунок 91 – Схемы нанесения покровной массы при производстве наплавляемого рубероида

а) наливом; б) окунаем с последующим намазыванием

Наплавляемый рубероид выпускается в рулонах площадью от 7,5 до 10 м² с шириной полотна 1000, 1025 и 1050 мм. Масса одного рулона от 25 до 37 кг. Приклеивают наплавляемый рубероид безогневым способом — пластификацией (подрастворением битумного вяжущего нижней стороны полотна уайт-спиритом) или оплавлением битумного вяжущего с нижней стороны полотна горячим воздухом или пламенем газоздушных горелок.

Сущность обоих способов приклеивания состоит в переводе битумного вяжущего, имеющегося в покровных слоях склеиваемых полотнищ, в вязкотекучее клейкое состояние, что обеспечивает слияние полотнищ с образованием единого клеевого шва. Способ разогрева покровных слоев отличается быстротой формирования клеевого шва.

При холодном способе наклейки снижается пожароопасность, повышаются трещиностойкость и долговечность рулонных ковров. Но нарастание прочности клеевого шва идет сравнительно медленно, поэтому необходимо двух-, трехразовое прикатывание наклеенных полотнищ.

Преимущество наплавляемого рубероида по сравнению с обычным состоит также в том, что при устройстве кровли его наклеивают без использования дорогостоящей кровельной мастики, что повышает на 50 % производительность труда, снижает стоимость устройства кровли и улучшает условия труда.

Наплавляемый рубероид не полностью отвечает требованиям к качеству и долговечности. Мастика кровельных слоев, изготавливаемая из тугоплавких (сильно окисленных) битумов с добавкой минерального наполнителя, при температуре размягчения 85 °С и хрупкости от минус 3 °С до минус 5 °С, обладает низкими эксплуатационными свойствами.

За рубежом кровельную массу для наплавляемых кровельных материалов изготавливают, как правило, из высококачественных битумов с добавкой полимера, что обеспечивает высокое качество готового изделия с повышенной гибкостью и эластичностью.

ЦНИИпромзданий разработана мастика для кровельных слоев – эластобит, повышенной гибкости и трещиностойкости с целью использования ее для получения высокоэластичного кровельного материала наплавляемого типа.

Основным компонентом мастики является низкоокисленный нефтяной битум марки БНК-40/180 с температурой размягчения от 37 °С до 44 °С, пенетрацией от 160 ° до 210 ° при температуре 25 °С и температурой хрупкости минус 24 °С (низкоокисленные битумы имеют высокопотенциальные возможности в сравнении с высокоокисленными, но они обладают низкой теплостойкостью).

В качестве термопласта используют полиэтилен высокого давления низкой плотности или полимерный отход - полиэтиленовый воск марки ПВ-200. Термопласт вводят в битум, разогретый до температуры от 160 °С до 180 °С при постоянном перемешивании. При оптимальном содержании термопласта гарантируется тре-

буемая термостойкость битума. Образуется пространственная сетка (каркас), которая изменяет коагуляционную структуру битума.

Для улучшения деформативных и эластопластических свойств битумно-полиэтиленовой композиции в ее состав вводят эластомер – бутилкаучук.

Повышение термостабильности и стойкости к старению достигают введением в битумно-полимерную композицию стабилизирующей добавки – технического углерода – сажи. Добавка ($1,5 \pm 0,5$) % сажи приостанавливает старение (после 100 ч испытания на тепловое старение гибкость пленки из мастики снизилась не более чем на 3 %). Для улучшения структурно-механических свойств мастики в ее состав вводят также тонкодисперсный минеральный наполнитель – молотый талькомагнезит.

Мастика эластобит используется для изготовления высокоэластичного комбинированного кровельного рулонного материала наплаваемого типа на картонной основе – *рубэластобита*.

На рубероидном агрегате на полотно картона наносится утолщенный покровный слой мастики, затем верхняя сторона рубероида покрывается крупнозернистой или мелкой минеральной посыпкой, а нижняя – мелкой минеральной. На холодильной установке в магазине запаса материал охлаждается, затем направляется для намотки в рулоны.

Рубэластобит обладает по сравнению с аналогичными кровельными материалами лучшими структурно-механическими свойствами, что дает основание прогнозировать его долговечность в кровлях. У него повышенная гибкость и трещиностойкость покровного слоя при низких температурах, термостабильность и стойкость к старению.

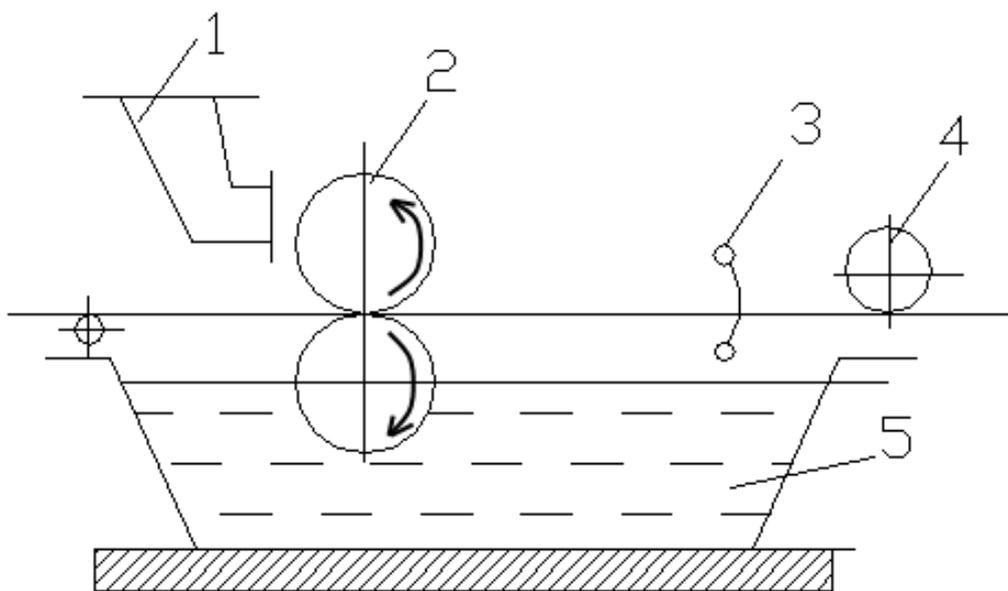
Стеклорубероид – рулонный кровельный и гидроизоляционный материал на биостойкой стекловолоконистой основе, получаемый путем двустороннего нанесения битумного вяжущего вещества на стекловолоконистый холст [20].

Марки С–РК и С–РЧ. Наружная сторона полотна покрыта крупнозернистой и чешуйчатой посыпкой, внутренняя – мелкой или пылевидной; у С–РМ – обе стороны покрыты мелкой или пылевидной посыпкой. Общая масса битумного вяжущего

у стеклорубероида – не менее 2100 г/м^2 . Вяжущее – сплав битума с наполнителем, пластификатором и антисептиком.

В технологической линии по производству стеклорубероида отсутствует пропиточная и покровная ванна. Насыщение стеклохолста битумным вяжущим осуществляется в покровном лотке. В лоток погружен валик таким образом, что треть его диаметра находится в битуме. При вращении валика захватывается вяжущее и переносится на поверхность стеклохолста. Вяжущее при этом впрессовывается в холст. Затем холст проходит между двумя валиками, при этом проводится калибровка полотна по толщине.

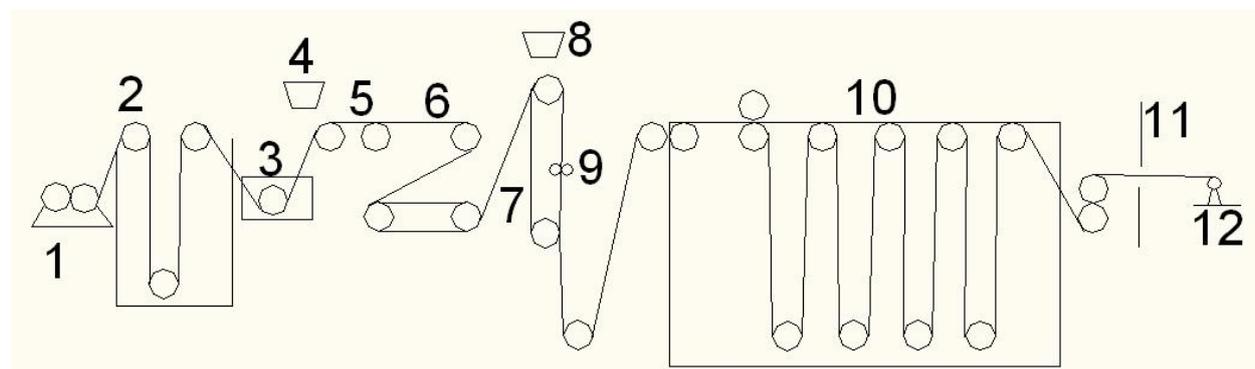
На верхнюю поверхность полотна также может наноситься покровный слой методом налива. Схема установки представлена на рисунке 92.



1 – наливное распределительное устройство; 2 – неподвижный калибровочный валик; 3 – ракли для выравнивания по поверхности битума; 4 – направляющий валик; 5 – ванна

Рисунок 92 - Нанесение покровного слоя методом налива

По такой же технологии изготавливается *стеклоизол*. Схема производства стеклоизола представлена на рисунке 93. В качестве вяжущего применяют битумно-полимерное. Его готовят в двух смесителях, оборудованных пропеллерными лопастями. Первый смеситель небольшой с малой частотой вращения, второй же – большой и быстроходный. В первом производят предварительное размешивание полимера в битуме, во втором – гомогенизацию всей массы. Общее время приготовления вяжущего вещества – от 8 до 12 ч при температуре от 200 °С до 220 °С.



1 - размотка стеклоосновы; 2 - разравнивающее устройство; 3 - пропиточная ванна; 4 - поливочное устройство; 5 - разравнивающий нож; 6 – водоохлаждаемый транспортер; 7 - полиэтиленовая пленка; 8 - тальковая посыпка; 9 – щетки; 10 - магазин запаса; 11 - резательное устройство; 12 - намоточный станок

Рисунок 93 – Схема производства стеклоизола

Затем вяжущее перекачивают в расходную емкость, в которой оно охлаждается до температуры от 140 °С до 150 °С. Из неё вяжущее подают в ванну для пропитки стеклоосновы. После пропитки на выходе из ванны наносится дополнительный слой вяжущего до требуемой толщины с помощью распределительного устройства; и теперь полотно поступает на погруженный в воду транспортер. Транспортер состоит из расположенных друг под другом плоских ванн. Переход полотна из одной ванны в другую происходит через холодильные цилиндры.

Затем одна сторона полотна покрывается полиэтиленовой пленкой, другая – покрывается тальком. Проходя через магазин петлевого запаса, полотно сворачивается в рулон.

Подобным же образом, как и наплавляемый рубероид, изготавливают гидро-стеклоизол кровельный и подкладочный, армобитэп. Для армобитэпа используют покровную битумо-полимерную массу (в состав массы, наряду с битумом, входят 3 % этиленпропиленового каучука и 10 % талька).

Гидростеклоизол - стеклоткань с нанесенными с обеих сторон покровными слоями битумного вяжущего высокой пластичности (с пластификатором).

С основой из стеклохолста изготавливают также армобитэп, стеклобит, стеклоизол.

Металлоизол - рулонный гидроизоляционный материал, вырабатываемый на основе отожженной металлической алюминиевой фольги. Изготавливается путем наложения на фольгу с обеих сторон покровных слоев битума или битумно-полимерной массы (фольга пропускается через покровную ванну). Для покровного слоя используют битум БН 90/10 или битумно-минеральную массу из битума БН 70/30 с асбестовым волокном 7 сорта, вводимым в количестве 25 % по массе. В зависимости от вида фольги (массы основы в г/м^2) металлоизол выпускается марок МА-550 и МА-270. Толщина полотна не менее 2,5 мм, количество покровной массы не менее 3000 г/м^2 . Металлоизол отличается высокой гибкостью, водонепроницаемостью и прочностью. Применяют для оклеечной гидроизоляции в подземных и гидротехнических сооружениях. Поверхность посыпается асбестовым волокном 7 сорта.

Фольгоизол – биостойкий рулонный ГИМ, состоящий из рифленой алюминиевой фольги, покрытой с нижней стороны слоем резино-битумного или полимер-битумного вяжущего, смешанного с минеральным наполнителем и антисептиком [21]. Изготавливается методом нанесения резино-битумной массы на движущуюся фольгу с помощью экструзионной головки щелевого типа. Сверху слой резино-битумного вяжущего покрывается пленкой или бумагой для предотвращения слипания материала в рулоне. Затем фольгоизол поступает на прижимные тянущие валики.

8.2 Рулонные безосновные материалы

Могут быть изготовлены из различных вяжущих – резинобитумных, резинодегтевых, битумнополимерных, гудрокамовых и др. К ним относят изол, бризол, кармизол, гидробутил, армогидробутил.

Изол – рулонный кровельный и гидроизоляционный материал, получаемый прокаткой в виде полотна из резино-битумной массы, в которую вводится наполнитель и другие компоненты [14]. Примерный состав, %: девулканизированная резина – от 25 до 30; нефтебитум (БНД 40/60) – от 20 до 25; нефтебитум высокой вязкости БН 90/10 – от 28 до 30; наполнитель – от 25 до 30; креозотовое масло – от 1 до 5. Наполнители – тонкомолотые порошки (известняк, мел, тальк), асбест 7 сорта.

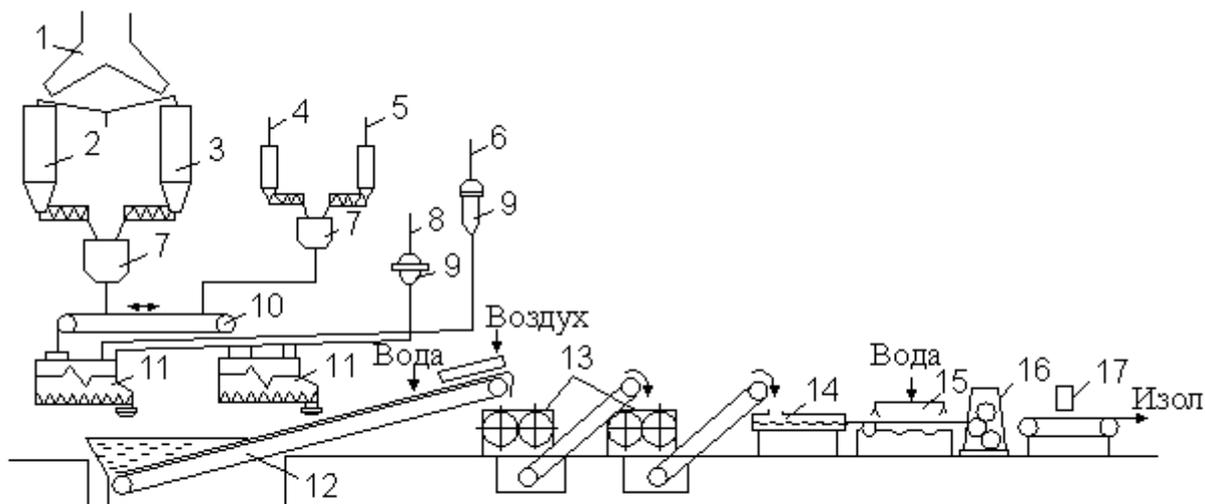
В сравнении с рулонными гидроизоляционными материалами на картонной основе, изол обладает более высокими техническими свойствами: повышенной плотностью, низкой водопоглощаемостью, а, следовательно, и повышенной морозостойкостью. Водопоглощение изола за 1 сутки – не более 1 %. Влага поглощается только поверхностным слоем, в то время как пергамин и толь-кожа имеют водопоглощение до 20 %. Изол имеет хорошую деформативность при отрицательной температуре, гнилостоек, хорошо сохраняет первоначальные свойства.

Выпускается рядовой марки А, морозостойкий – М, эластичный – Э, температуростойкий – Т. Прочность при растяжении: рядового – не ниже 0,4 МПа, эластичного – не менее 2 МПа; растяжимость до 70 % и 300 % соответственно. Температура хрупкости по Фраасу до минус 30 °С. Технология сводится к тому, что старые покрышки перерабатываются в резиновую крошку с частицами размером не более 1,5 мм. Проводится девулканизация резиновой крошки в битуме с получением резино-битумного вяжущего.

Применяется два способа производства изола: периодический и непрерывный.

Периодический. Резиновая крошка смешивается с легкоплавким битумом, нагретым до температуры от 180 °С до 190 °С в смесителе СРШ-2000 с частотой вращения лопастей от 15 до 18 мин⁻¹. Здесь наблюдается набухание резины и частичное коллоидное растворение ее в битуме. Перетираание массы в смесителе усили-

вает этот процесс. Окончательная пластификация и деструкция резины происходит при пропускании массы через вальцы с плотно поджатыми (зазор от 0,2 до 0,5 мм) и охлаждаемыми валками. Два смесителя работают поочередно.



1 - пневмотранспортер к бункерам; 2 - бункер резиновой крошки; 3 - бункер асбеста; 4 - бункер с кумароновой смолой; 5 - бункер с канифолью; 6 - битум; 7 - весовой дозатор; 8 - антисептик; 9 - мерники объемные; 10 - ленточный транспортер (реверсионный); 11 - смеситель СРШ-2000; 12 - узел испарительного охлаждения; 13 - вальцы 2130; 14 - червячный пресс; 15 - рольганг; 16 - каландр; 17 - нанесение антиадгезива

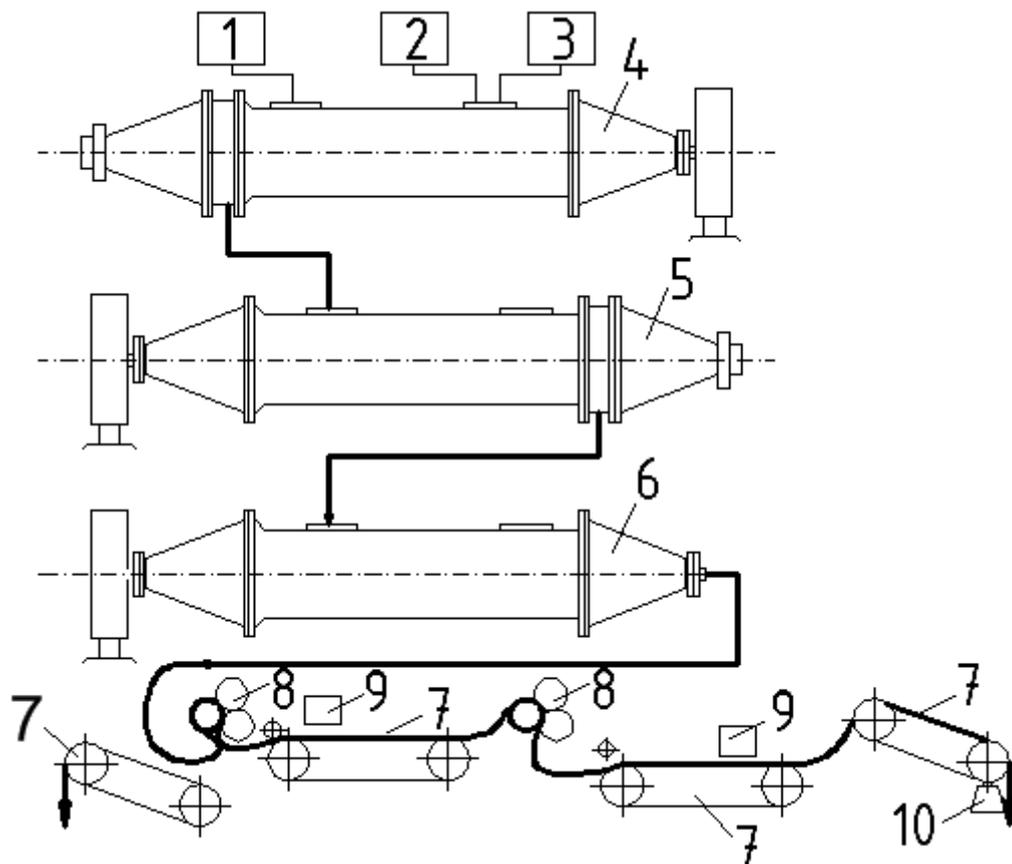
Рисунок 94 - Схема производства изола периодическим способом

Наполнители, тугоплавкий битум и кумаровая смола (иногда и канифоль) подаются в смеситель СРШ-2000 в уже хорошо переработанную резино-битумную массу. Изольную массу доводят до однородного состояния в смесителе, охлаждают и подают на смесительные вальцы. После вальцевания масса поступает на червячный пресс с щелевой насадкой. Из него выходит полотно с толщиной до 1,5 мм, калибруется и дополнительно прокатывается на каландре; поверхность покрывается тальком и полотно сматывается в рулоны, которые упаковываются в бумагу и направляется на склад.

Изол выпускается полотнами шириной 800 и 1000 мм и толщиной от 1,8 до 2 мм. Площадь одного рулона ($10 \pm 0,5$) м² при массе 24 и 36 кг. Применяется в диапазоне температур от минус 15 °С до плюс 100 °С при устройстве плоских и водонливных кровель, оклеечной гидроизоляции различных сооружений. Приклеивают мастиками или горячим битумом.

Непрерывный. Используют двухшнековые смесители СН-300. В первом температура массы от 200 °С до 220 °С; во втором и третьем - от 60 °С до 80 °С.

Третий смеситель оборудован щелевой насадкой для предварительного формирования полотна. Затем полотно подвергается каландрированию, нанесению посыпки, охлаждению, намотке в рулоны и складированию.



1, 2, 3 – дозировка исходных компонентов; 4, 5, 6 – смесители непрерывного действия; 7 – транспортеры; 8 – каландр; 9 – нанесение антиадгезива; 10 – упаковка

Рисунок 95 - Схема производства изола непрерывным способом

8.3 Пленочные материалы

Органические вязущие вещества в жидком состоянии (после расплавления или растворения) при нанесении на горизонтальную поверхность и растекания по ней образуют тонкую пленку. Толщина пленки зависит от удельного расхода жидкости, вязкости, температуры, лиофильности.

С течением времени пленка затвердевает. В зависимости от адгезионной способности пленка может либо легко сниматься с поверхности, либо прочно сцепляться с ней.

Толщина пленки не превышает 1,5 мм. При толщине более 1,5 мм изделия называются листами или пластинами.

Пленочные материалы в последние годы получили широкое распространение в строительстве для целей гидроизоляции. Наиболее распространены полимерные пленочные материалы или их композиции с органическими модификаторами – битумом и дегтем, а также наполнителями (минеральными и органическими).

Сырье для пленок: полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полиизобутилен, полистирол, полиамид, фенолформальдегидная (новолачная) смола, а также девулканизированная резиновая крошка.

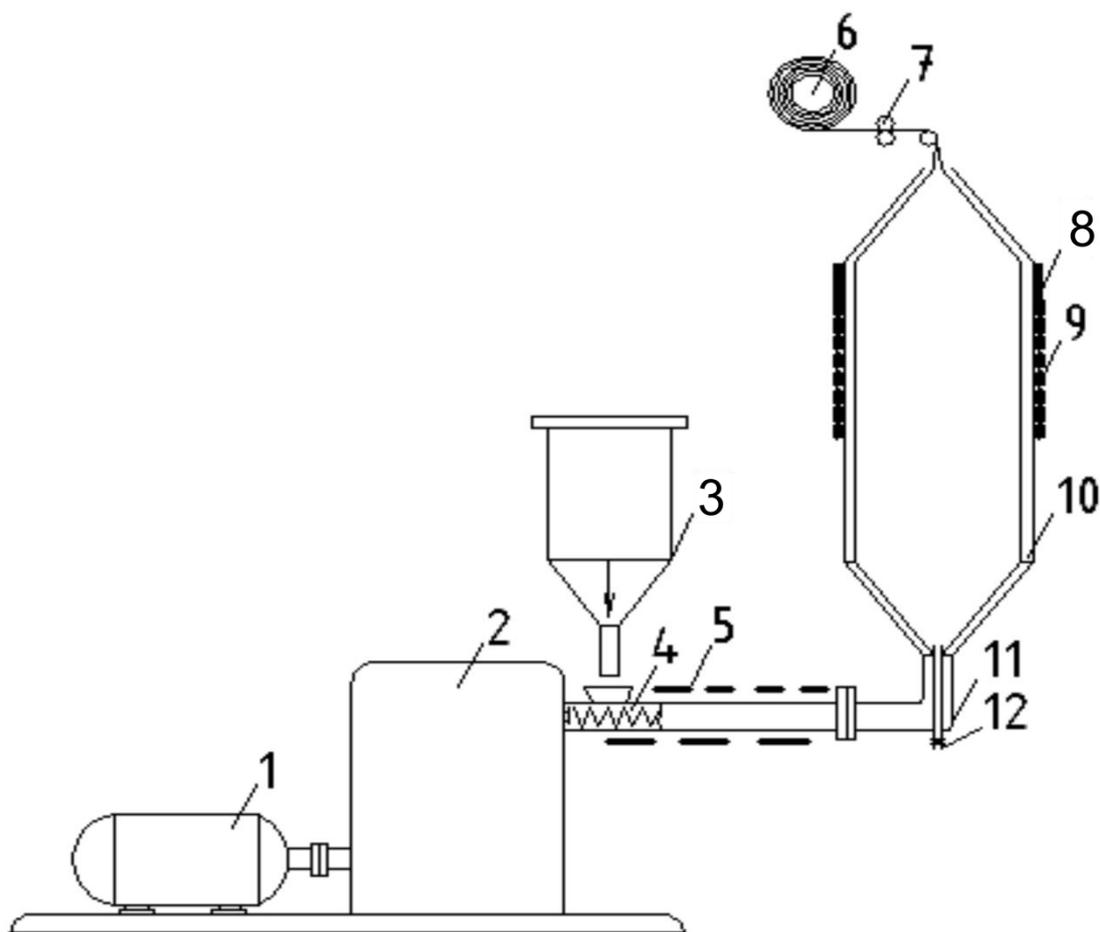
Полиэтиленовая пленка вырабатывается на заводах из расплава полиэтилена высокого давления (низкой плотности). Добавляют антистарители, стабилизаторы, иногда минеральный пигмент.

Выпускается пленка марок М, С, Н. Для гидроизоляционного и водохозяйственного строительства используют марку С. Ширина пленки от 800 мм и менее, до 3000 мм и более. Толщина пленки от 0,015 до 0,3 мм. Длина пленки в рулоне до 70 м. Морозостойкость пленки до минус 70 °С. Прочность при разрыве от 10 до 15 МПа. Относительное удлинение – от 300 % до 400 %.

На свету пленка теряет эластичность через 4 месяца.

Полиэтилен имеет плохую адгезию к обычным клеям и лакам. Склеивание производят специальными клеями или сваркой при температуре от 100 °С до 130 °С.

Производство осуществляют методом экструзии с последующим пневмомеханическим растяжением (смотри рисунок 96).



1 - электродвигатель экструдера; 2 - редуктор экструдера; 3 - бункер гранулированного полиэтилена; 4 - червяк экструдера; 5 - позонный обогрев корпуса экструдера; 6 - рулон полиэтиленовой пленки; 7 - направляющие валики; 8 - зона охлаждения пленки; 9 - позонный обогрев термокамеры; 10- термокамера; 11 - головка экструдера; 12 - ввод воздуха в пузырь полиэтиленовой пленки

Рисунок 96 - Технологическая схема производства полиэтиленовой пленки методом раздува

Технологический процесс заключается в следующем. Материал в виде гранул размером от 2 до 3 мм, порошка, эластичных лент или вальцовочной массы подается в шнековый пресс через дозирующее устройство. Подхваченный шнеком материал перемещается вдоль обогреваемого цилиндра, нагревается и переходит в пластичное состояние.

Расплав полиэтилена при температуре от 120 °С до 130 °С непрерывным потоком подается в экструзионную машину. Из головки кольцевого сечения экструзионной машины расплавленный материал выходит вверх или вниз в виде толстостенной трубки. С помощью сжатого воздуха, нагнетаемого под давлением от 0,2 до 0,3 МПа и вдуваемого во внутреннюю полость толстостенной трубки, оболочка рукава из полиэтилена расширяется и приобретает заданную толщину или необходимый диаметр, от 2,5 до 3 раз превышающий диаметр кольцевого отверстия экструзионной головки. Затем подача воздуха прекращается. При необходимости толщина пленки доводится до нужной величины путем продольной механической вытяжки специальными тянущими валками. Рукав постепенно охлаждается, иногда путем дополнительной обдувки воздухом. После полного охлаждения рукав непрерывно наматывается на приемный барабан. Скорость экструзии и раздувания около 40 см/мин.

8.4 Штучные материалы

В отличие от рулонных штучные материалы имеют ограниченные размеры, особенно по длине.

Разделяются по форме на листовые, плитные и фасонные. По виду вяжущего - на битумные, асфальтовые, битумно-резиновые, полимерные и пластмассовые гидроизоляционные материалы.

Их использование при проведении гидроизоляционных работ обеспечивает снижение трудоемкости, повышение механизации и производительности труда.

8.4.1 Виды штучных изделий

Битумные армированные маты. Представляют собой полотнища из стеклянной или органической ткани (брезент, рогожа, мешковина), пропитанные битумом, на обе стороны которых нанесены слои тугоплавкого битума или асфальтовой мастики. Обе стороны могут быть посыпаны минеральным порошком. Используют для

оклеечной гидроизоляции. Маты с основой из стеклоткани имеют размер: длина от 3 до 10 м, ширина от 0,8 до 1 м, толщина от 4 до 6 мм.

Битумные фасонные листы. Листы выпускают марок ЛБ-500 и ЛБ-600. Получают пропиткой картона (развес 500 и 420 г/м²) битумом с последующим нанесением слоев тугоплавкой покровной массы и крупнозернистой посыпки. Используют для кровли малоэтажных зданий.

Битумные листы могут выпускать с цветной посыпкой. Их получают путем пропитки кровельного картона нефтяными битумами с последующим нанесением на обе стороны покровного состава и на лицевую сторону - цветной крупнозернистой посыпки. На нижнюю поверхность наносится пылевидная посыпка (тальк и талькомагнезит), а в покровный состав вводится пластификатор (тяжелое цилиндрическое масло).

Битумные листы предназначены для устройства кровель крыш с уклоном не менее 30° и облицовки вертикальных деревянных поверхностей зданий. Их выпускают следующих марок: с зеленой посыпкой – ЛБз-2, с красной посыпкой - ЛБк-2, с коричневой посыпкой - ЛБКор-2, с пестрой посыпкой - ЛБп-2.

При устройстве кровель битумные листы укладывают на основание, представляющее собой деревянный настил толщиной не менее 20 мм. Листы крепят к основанию толевыми круглыми или тарными гвоздями с плоской головкой. Каждый лист крепят пятью гвоздями. Битумные листы укладывают снизу вверх рядами внахлестку, перекрывая нижележащий ряд не менее чем на 50 мм. Каждый следующий ряд смещают относительно предыдущего для образования на поверхности шестиугольников.

Асфальтовые плиты, армированные и неармированные. Их получают путем прессования песчаной асфальтобетонной смеси состава, %:

- | | |
|-------------------------------|--------------|
| - битум БН 50/50 или БН 70/30 | от 12 до 18; |
| - наполнитель порошкообразный | от 30 до 35; |
| - наполнитель волокнистый | от 1 до 2; |

- песок с крупностью зерен до 2мм от 40 до 45;
- пластификатор (при необходимости) 0,5

Размер плит неармированных, мм: длина от 800 до 1000, ширина от 500 до 600, толщина от 10 до 20.

Используют при гидроизоляции монолитных оснований для перекрытия швов.

Армирование плит осуществляют тканью или картоном, металлической сеткой, стеклотканью, стеклохолстом, предварительно обработанными битумом. С обеих сторон арматуры наносят слои асфальтовой мастики или раствора. Размеры, мм: длина от 1000 до 2000, ширина от 750 до 1200, толщина от 20 до 40.

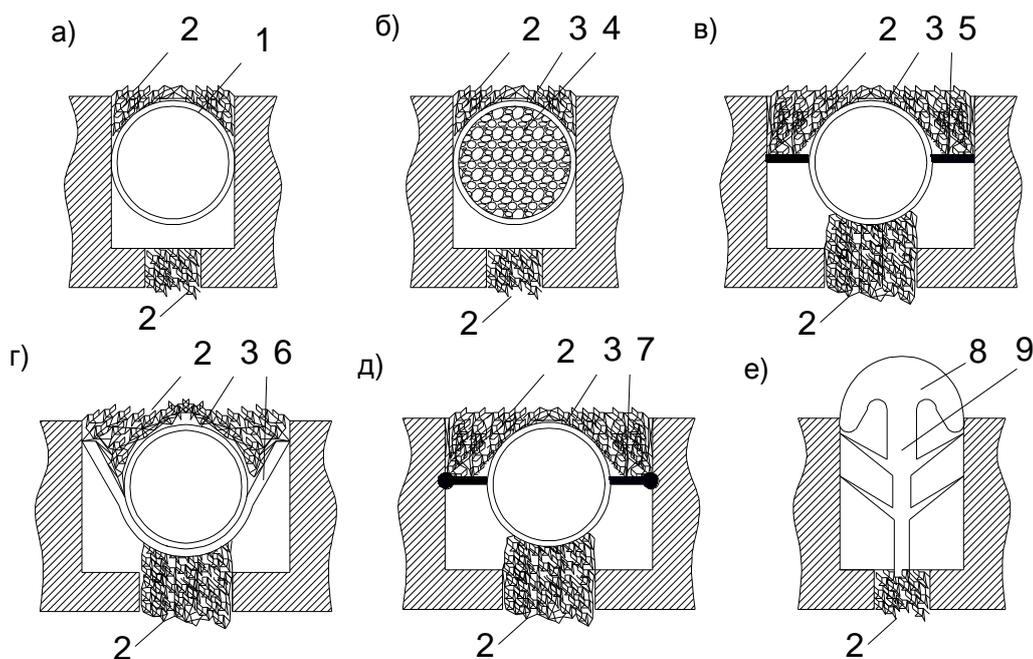
Камни гидроизоляционные. Получают пропиткой искусственного или природного штучного камня гидрофобизирующими веществами. Кирпич пропитывают на глубину от 10 до 20 мм. Температура битума от 180 °С до 200 °С. Используют в качестве гидроизоляционного слоя между фундаментом и конструкцией в качестве гидроизоляционной облицовки. Кирпич укладывают на асфальтовый раствор.

Кирпич можно пропитывать серой, при этом повышается его прочность. Кладку ведут на жидком стекле в смеси с Na_2SiF_6 . Пропитывать можно также силикатный кирпич, бетонные блоки, туфовые блоки и др.

Сера в обычных условиях существует в виде восьмиатомных молекул S_8 . Существует две модификации: S_α - ромбическая, S_β - моноклинная. Устойчива S_α . Она обладает следующими свойствами: плотность - 2,07 г/см³; температура плавления - 112,8 °С (при быстром нагревании). S_β устойчива при температуре более 95,6 °С. Свойства модификации S_β : температура плавления - 119,3 °С, плотность - 1,96 г/см³. Минимальная вязкость серы отмечается при температуре 155 °С; затем вязкость растет и при температуре 187 °С достигает максимальных значений, а затем вновь снижается.

Упруговязкие штучные герметики. Представляют собой герметизирующие эластичные прокладки, которые получают в виде пористых или плотных жгутов, лент, трубок. К ним относят пороизол, поропласт, полиуретан, гернит.

Разновидности профильных герметиков представлены на рисунке 97, а схема производства пороизола непрерывным способом на рисунке 98.



1 - упругая трубка с повышенным внутренним давлением; 2 - цементно-штукатурная заделка; 3 - эластичная трубка; 4 - упругий наполнитель; 5 - анкерные выступы; 6 - наклонные анкеры; 7 - анкеры с утолщением на концах; 8 - герметик; 9 - якорный анкер

Рисунок 97 – Разновидности профильных герметиков

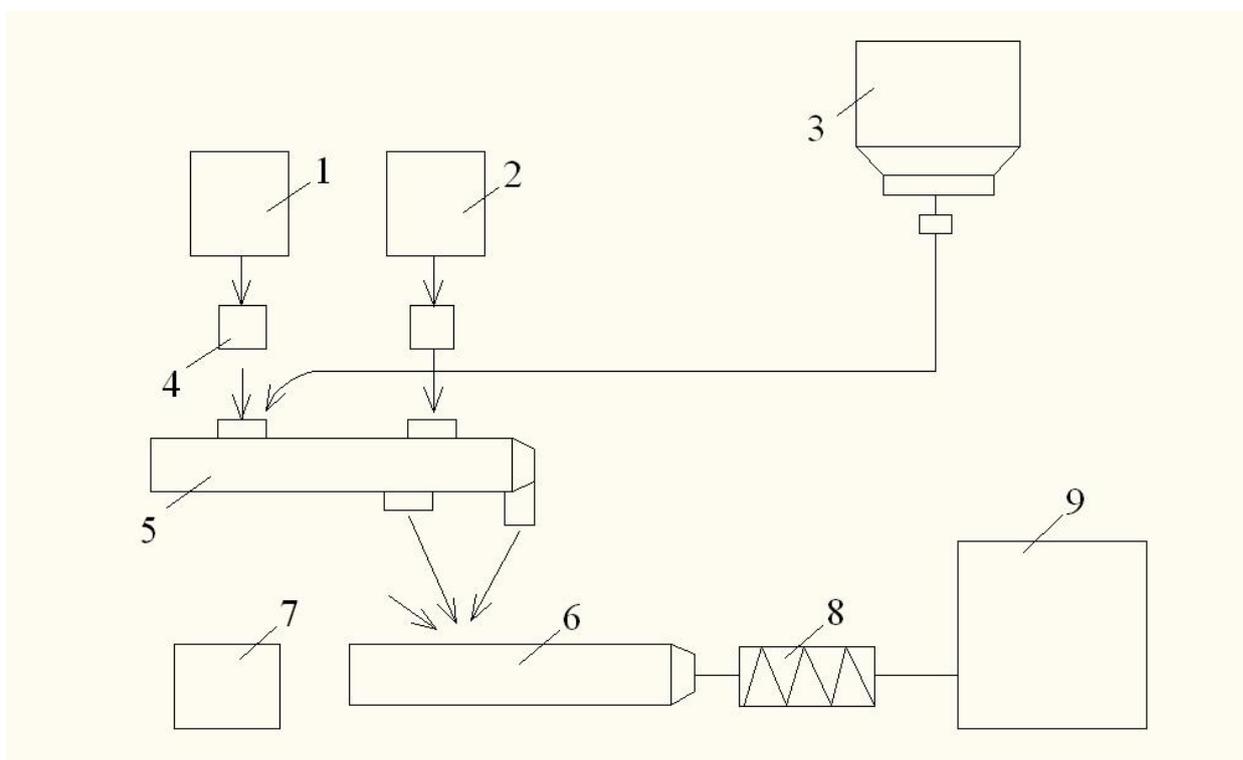
а) упруго-трубчатый; б) эластично-трубчатый; в) упруго-трубчатый с плоским анкерным выступом г) то же, с наклонными анкерами; д) то же, с утолщениями на плоских анкерах; е) с якорным анкером

Рубероид листовой. Изготавливают путем резки обычного рулонного рубероида на специальной резательной машине, установленной за магазином петлевого запаса рубероида. Листы складываются в пачки и связываются отожженной проволокой между деревянными щитами. Размер листов 333x444 или 250x1000 мм.

Гидроизоляционные полимерные и пластмассовые листы. Изготавливают из полиэтилена, поливинилхлорида, полиизобутилена, фенопластов и фторопластов. Фторопластовые листы стойки при температурах от 100 °С до 250 °С. Полиэтиленовые и поливинилхлоридные листы выпускают толщиной от 1 до 5 мм. Упаковываются в пачки от 40 до 60 шт.

Укрепление листов на изолируемой поверхности производится наклейкой или листы крепятся монтажными связями. Перед наклейкой листы соединяются в укрупненные полотнища путем сварки на специальном посту с помощью аппаратов контактного нагрева, инфракрасного излучения или горячим воздухом, а чаще всего экструзионным аппаратом. При этом листы сваривают присадочным расплавленным материалом, выдавливаемым из насадки сварочного пистолета-экструдера.

Наклеивание листов производится: полиэтилена - битумно-полимерными сплавами, мастикой УМС-50; поливинилхлорида - битумами БНД 40/60, БНД 60/90, битумной мастикой, поливинилхлоридным клеем.



1 – бункер резиновой крошки; 2 – емкость порофора и стабилизатора; 3 – емкость мягчителя; 4 – дозаторы; 5 – смеситель; 6 – смеситель; 7 – емкость для вулканизирующих агентов; 8 – шнек-машина; 9 – вулканизационная камера.

Рисунок 98 - Схема производства пороизола непрерывным способом

9 Кровельные материалы

На строительном рынке используют обширную номенклатуру отечественных и импортных кровельных материалов, которые можно разделить на следующие группы [5]:

1) рулонные – на основе картона, стеклоткани, стеклосетки, стеклохолста, полиэфирного полотна, джутовой ткани, ткани из базальтового волокна, нетканого полотна из винилона, алюминиевой и медной фольги, пропитанных и покрытых битумными, полимербитумными и резинобитумными составами с защитой полимерными пленками, медной и алюминиевой фольгой или с посыпками различной крупности, форм и цветов зерен и без них;

2) рулонные полимерные;

3) штучные листовые – плоские и гофрированные стальные, алюминиевые, медные, цинковые, полимерные и на основе асбестового, целлюлозного и синтетического волокна, портландцемента, магнезиальных вяжущих, битумных, полимербитумных, резинобитумных и полимерных составов с армированием и без него и т.п.;

4) мелкоштучные - черепица керамическая, цементно-песчаная, сланцевая, металлическая, полимерная, «мягкая».

Крыши, на которых монтируется кровельное покрытие, различаются по форме: скатные (чердачные и бесчердачные), плоские (имеют уклон до 2,5 %).

Требуемые уклоны для различных видов кровли, в процентах, принимают по таблице 2.

Для устройства крыш используют следующие разновидности рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов на основе битумных, полимербитумных вяжущих и полимеров, которые подразделяются по следующим основным признакам: назначению, структуре, виду основы, виду вяжущего, виду защитного слоя, виду посыпки.

По назначению подразделяются на кровельные и гидроизоляционные материалы. Отдельные виды материалов могут употребляться и как кровельные, и как гидроизоляционные.

Таблица 2 – Уклоны крыш

Виды кровли								
Рулонные	Мастичные	Из асбестоцементных волнистых листов	материалы			Из листовой стали или меди	Из металлического профнастила и металлочерепицы	Из железобетонных панелей
			Черепица	Асбестоцементные плитки	Битумнополимерные плитки			
0-25	0-25	Не менее 10	Не менее 20	Не менее 50	Не менее 50	Не менее 30	Не менее 10	Не менее 5

По структуре полотна материалы подразделяются на основные и безосновные.

По виду основы подразделяются на:

- материалы на основе кровельного картона;
- материалы на стеклооснове;
- материалы на полиэфирной основе;
- материалы на основе фольги;
- материалы на комбинированной основе;
- материалы на основе асбестовой бумаги.

По виду вяжущего подразделяются на: битумные, дегтевые, битумно-полимерные, полимерные.

По виду защитного слоя материалы подразделяются на: с посыпкой, с фольгой, с полимерной пленкой, с щелоче-, кислото- и озоностойким покрытием.

По виду посыпки подразделяются на материалы с посыпкой: крупнозернистой, мелкозернистой, пылевидной, чешуйчатой. Посыпки могут быть обычными и цветными.

9.1 Рулонные кровельные и гидроизоляционные материалы на основе картона

Рулонные кровельные и гидроизоляционные материалы на основе картона являются материалами первого поколения. До недавнего времени они представляли собой основную часть материалов такого назначения, производимых в нашей стране. Их достоинство – относительно низкая стоимость. Недостатки – малая долговечность, низкая прочность, низкая растяжимость, малая устойчивость к температурным перепадам, недостаточная стойкость к ультрафиолетовым излучениям, подверженность гниению, необходимость укладки при устройстве кровельного ковра большого числа (до пяти) слоев, невозможность укладки при отрицательных температурах, повышенная трудоемкость при устройстве кровельного ковра.

Снизить трудоемкость кровельных работ позволило использование для этих целей наплавленного рубероида. Но долговечность таких покрытий практически не повысилась. По данным ВНИИНТПИ кровли на основе картона протекают через 2 года – 30 %, через 5 лет - 70 %, через 7 лет – 100 %. В то же время ныне производятся рулонные кровельные и гидроизоляционные материалы, применение которых при устройстве кровельного ковра в 1 либо 2 слоя обеспечивает их долговечность на срок от 20 до 50 лет. По этой причине в ряде стран использование материалов на основе из кровельного картона при устройстве кровель запрещено.

Материалы первого поколения имеют технические характеристики, которые в зависимости от вида и марки колеблются в следующих пределах:

- разрывное усилие полосы, шириной 50 мм, кгс - от 22 до 35;
- теплостойкость, °С - от 70 до 82;
- водопоглощение, % по массе, за 24 час - от 2 до 20;
- гибкость на стержне диаметром 30 мм, °С - от 4 до 25;

- относительное удлинение при разрыве, % - от 2 до 3.

Кровельные ковры испытывают местные предельные деформации растяжения из-за перепадов температур и деформаций кровли в пределах от 20 до 100 %. Отсюда видны причины возникновения трещин и разрывов в кровельных коврах из материалов с показателем относительного удлинения от 2 % до 3 %. Улучшения качества кровельных и гидроизоляционных материалов на картонной основе удастся достичь за счет следующих мероприятий:

1) модифицирования битума покровных слоев добавками бутилкаучука (материал – экарбит), атактического полипропилена (материал – атаклон), других полимерных добавок (материалы – лаборит, биколон Ц, рубэластопласт);

2) комбинирования основы (бумага-полиэтилен-бумага - монобитэп);

3) комбинирования покрытия (полиэтиленовое и алюминиевое – эльботэк).

Гибкость улучшается от 5 °С до минус 12 °С; относительное удлинение при разрыве возросло с 4 % до 12 %; несколько возросли показатели прочности и теплостойкости. Но все же эти материалы по показателям значительно уступают материалам на основе тканей, полотен и сеток из стеклянного и полиэфирного волокон.

9.1.1 Номенклатура и свойства рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов на основе картона

Рубероид рассмотрен ранее. Его свойства приведены в таблице 3.

Пергамин кровельный рассмотрен ранее, там же приведены его технические характеристики.

Наплавляемый рубероид производится по техническим условиям заводов-производителей. Марки: РМ-350-1.0; РК-420-1.0; РК-500-2.0; РМ-500-2.0 Масса покровного слоя, г/м²: 1200, 1600 и 2600 соответственно. Теплостойкость - 70 °С.

Таблица 3 – Качественные показатели рубероида

Наименование показателей	Значения показателей для рубероида марок				
	РКК-400 РКЦ-400	РКК-350	РКП-350	РПП-300	РПЭ-300
Разрывная сила при растяжении, Н(кг), не менее	333 (34)	313 (32)	274 (28)	216 (22)	225 (23)
Масса покровного состава, г/м ² , не менее	800	800	800	500	600
Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более	2	2	2	2	2
Потеря посыпки, г/образец, не более	3 [*] / 2 ^{**}	3	-	-	-
Гибкость на брусе с закруглением радиусом (25±2) мм, °С	от 4 до 6	от 4 до 6	от 4 до 6	от 4 до 6	от минус 1 до минус 3
Теплостойкость, °С	от 78 до 82	от 78 до 82	от 78 до 82	от 78 до 82	от 78 до 82
Водонепроницаемость при давлении 0,001 МПа, часы	72	72	72	72	72
Цветостойкость, часы	2 ^{***}				
<p>* Для РКК-400. ** Для РКЦ-400. *** Для РКЦ-400</p>					

Рубемаст – рулонный наплавляемый кровельный материал, полученный путем двустороннего нанесения покровного состава на пропитанный битумом кровельный картон (ТУ-21-5744710-505-90). Марки: РНК-500-2.0; РНЦ-500-2.0; РНК-420-1.5; РНЧ-450-1.5; РНЧ-350-1.5; РНП-500-2.0; РНП-420-1.5; РНК-350-1.5. Масса

покровного слоя, г/м²: 2600 – для картона развесом 500 г/м²; 2100 - для картона развесом 350 и 420 г/м². Теплостойкость - 70 °С.

Качественные показатели рубемаста марок РНК-400-1,5 РНП-350-1,5 представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Качественные показатели рубемаста

Наименование показателя	Значения	
	РНК-400-1,5	РНП-350-1,5
Масса рулона, кг	40	29
Масса покровного состава, г/м ² , не менее	2100	2100
в том числе с нижней стороны	1500	1500
в том числе с верхней стороны	600	600
Масса основы, г/м ² , в пределах	от 376 до 425	от 326 до 375
Разрывная сила при растяжении, кгс, в пределах	34	32
Водопоглощение в течении 24 ч, % по массе, не более	1,5	1,5
Потеря посыпки для марок, г/образец, не более	3,0	-
Водонепроницаемость при давлении не менее 0.01 кгс/см ² , ч, не менее	72	72

Более высоким качеством отличается рубемаст марок МК, изготавливаемый в соответствии с требованиями ТУ 5774-014-00287823-2008 путем двустороннего нанесения на стекловолоконистую основу (стеклохолст) битумного вяжущего, состоящего из битума, наполнителя и пластификатора. Рубемаст МК является биостойким. В зависимости от вида посыпки, области применения и физико-механических свойств Рубемаст МК выпускается следующих марок:

- Рубемаст МК-К, МК-Ц, МК-Ч - с крупнозернистой, цветной или чешуйчатой посыпкой с лицевой стороны и пылевидной или мелкозернистой посыпкой или полиэтиленовой пленкой с нижней стороны полотна. Применяется для устройства

верхнего слоя кровельного ковра, эксплуатируемого во всех климатических районах;

- Рубемаст МК-П - с пылевидной или мелкозернистой посыпкой или полиэтиленовой пленкой с обеих сторон полотна. Применяется для устройства верхнего слоя кровельного ковра с защитным слоем и нижнего слоя кровельного ковра, гидроизоляции зданий, мостов, тоннелей.

Качественные показатели рубемаста марок МК-К, МК-Ц, МК-Ч представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Качественные показатели рубемаста марок МК-К, МК-Ц, МК-Ч

Наименование показателя	Нормативное значение
Масса 1 м ² материала, г, в пределах	от 2000 до 4500
Масса вяжущего с наплавленной стороны, г/м ² , не менее	1500
Разрывная сила при растяжении, кгс, в пределах	от 40 до 60
Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более	1,5
Температура хрупкости вяжущего, °С, не выше	минус 15
Потеря посыпки для марок МК-К, МК-Ц, МК-Ч, г/образец, не более	3,0
Водонепроницаемость при давлении не менее 0.01 кгс/см ² , ч, не менее	72

Экарбит (ТУ 21-27-68-78) – кровельный рулонный наплаваемый материал на основе кровельного картона, пропитанного мягким нефтяным битумом, с двухсторонним нанесением покровных слоев из мастик на основе битума, бутилкаучука, индустриального масла и наполнителей общей массой от 3 до 5 кг/м². Выпускается шести марок для верхнего и нижнего слоев кровельного ковра.

Технические показатели экарбита:

- теплостойкость – 70 °С;
- водопоглощение – не более 40 г/м²;
- посыпка крупнозернистая.

9.2 Материалы на основах из стекловолокна и полиэфирного волокна

Кровельные и гидроизоляционные материалы второго поколения изготавливают на гнилостойкой основе и покровных слоях из битумного вяжущего. Основа – холст, ткань и сетка из стекловолокна и стеклонитей. К этим материалам относят стеклорубероид, гидростеклоизол, стеклобит, бикрост, кровлестон, армобитэп. Но в этих материалах повышается лишь гнилостойкость и, в ряде случаев, – прочность при растяжении. А у гидростеклоизола последняя даже ниже, чем у рубероида на картонной основе.

У этих материалов недостаточная теплостойкость (до 80 °С), плохая адгезия битумной покровной массы, малое относительное удлинение при разрыве (не более 10 %) и другие недостатки, характерные для битумных покровных масс. Долговечность таких материалов не более 10 лет.

Кровельные и гидроизоляционные материалы третьего поколения изготавливают на основах из холста, тканей и сеток из стекловолокна или нетканых полотен из полиэфирного волокна и полимербитумных покровных слоев.

К ним относят материалы: российского производства – стеклоизол, линокром, суперкром, термофлекс, люберит, элабит, рубестон, полистон, эластостеклобит, бикропласт, кинепласт, филиизол, днепрофлекс, стекломаст, изопласт, изоэласт, бикротэп, рубитекс, изокром, техноэласт; российско-литовского производства – группа материалов марок Мида; материалы других производителей.

Наиболее эффективными полимерными компонентами для получения битумно-полимерных композиций являются стирол-бутадиен-стирольный каучук (СБС) и атактический полипропилен (АПП). При введении АПП от 10 % до 30 % температура размягчения композиции повышается от 100 °С до 150 °С, температура хрупкости снижается от минус 15 °С до минус 25 °С, а температура гибкости рулонного материала снижается от минус 10 °С до минус 20 °С. Материалы с АПП отличаются также устойчивостью к атмосферным воздействиям и ультрафиолетовому излучению.

Введение от 10 % до 20 % СБС приводит к повышению температуры размягчения композиций от 100 °С до 140 °С, снижению температуры хрупкости от минус

30 °С до минус 50 °С, а температуры гибкости рулонного материала от минус 20 °С до минус 40 °С. Но материалы с СБС чувствительны к воздействию ультрафиолетовых излучений и требуют обязательной защиты.

Однако при использовании в технологии кровельных и гидроизоляционных материалов стеклоосновы не удастся полностью реализовать положительные свойства полимербитумного вяжущего, поскольку относительное удлинение стеклоосновы при разрыве составляет всего лишь от 2 % до 6 %. Поэтому и долговечность таких материалов составляет от 10 до 15 лет. Улучшение деформационных характеристик материалов на стекловолоконной основе и полимербитумном вяжущем можно обеспечить за счет модифицирования основы. Например, обработка стеклохолста ВВ-К при производстве эластостеклобита пропиточным веществом на основе хлорсульфированного полиэтилена, канифоли и 20 % раствора полиэтилена высокого давления в битуме позволяет повысить его прочность в 3 раза и в 7 раз увеличить деформативность в продольном направлении.

Но подобное модифицирование представляет собой трудоемкий и дорогостоящий процесс. Поэтому для получения материалов с повышенной деформативностью для обеспечения сплошности кровельных покрытий в жестких условиях эксплуатации получило распространение использование в качестве основы нетканого полотна из полиэфирных волокон и битумно-полимерных покровных слоев. Эти материалы имеют показатель относительной деформации при разрыве от 35 % до 45 %.

Для южных районов предпочтение следует отдавать материалам, модифицированным АПП, поскольку они обладают повышенной теплостойкостью, а для северных районов и средней полосы – материалам с СБС, так как они могут эксплуатироваться при температурах до минус 40 °С.

Долговечность материалов третьего поколения составляет от 15 до 25 лет. Она может быть повышена до 30 лет, если верхние слои защищены алюминиевой или медной фольгой (например, французский сопрапласт, копперфлекс, алюфлекс западноевропейского производства).

9.2.1 Номенклатура и свойства рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов на основах из стекловолокна и битумных покровных слоев

Стеклорубероид [20] получают путем двустороннего нанесения битумного вяжущего вещества на стекловолокнистый холст. Вяжущее – сплав битума с наполнителем, пластификатором и антисептиком.

Марки С–РК и С–РЧ. Наружная сторона полотна покрыта крупнозернистой и чешуйчатой посыпкой, внутренняя - мелкой или пылевидной; у С-РМ – обе стороны покрыты мелкой или пылевидной посыпкой. Технические характеристики стеклорубероида приведены в таблице 6.

Таблица 6 - Технические характеристики стеклорубероида

Наименование показателя	Нормативное значение
Масса 1 м ² материала, г, не менее	2100
Содержание наполнителя в вяжущем, % по массе, не менее	20
Разрывная сила при растяжении, Н (кгс), не менее	245 (25)
Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более	1,5
Температура хрупкости вяжущего, °С, не выше	минус 15
Потеря посыпки, г/образец, для стеклорубероида С-РК, не более	3,0
Температура размягчения вяжущего, °С, не менее	85

Гидростеклоизол (ТУ 400-1-51-93) – наплавляемый рулонный ГИМ, состоящий из стеклоосновы с покровными слоями из битумного вяжущего (в состав вяжущего введен пластификатор). Масса битумного вяжущего – не менее 3000 г/м². Технические характеристики гидростеклоизола приведены в таблице 7.

Бикрост (ТУ 21-00288739-42-93) – рулонный наплавляемый кровельный и гидроизоляционный материал, полученный нанесением на стекловолокнистую основу двустороннего покровного битумного состава и посыпки. Марки: СХ-90-2,3; СТ-200-3,0 и т.п. Теплостойкость – не менее 70 °С. Адгезия к бетону – до 4,2 кгс/см².

Таблица 7 - Технические характеристики гидростеклоизола

Наименование показателя	Нормативное значение
Масса битумного вяжущего, г/м ²	3000+300
Температура размягчения вяжущего, °С, не менее	75
Разрывная нагрузка при растяжении в продольном направлении, Н (кгс), не менее	735 (75)
Содержание наполнителя в вяжущем, % по массе, не менее	20+2
Глубина проникновения иглы в битумное вяжущее при 25 °С, градусов, не менее	30
Гибкость на брусе с закруглением радиусом 25±0,2 мм, °С, не выше	0
Водонепроницаемость при давлении 0,5 МПа, мин, не менее	10
Теплостойкость, °С, не ниже	65

9.2.2 Номенклатура и свойства рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов на основах из стеклянного и полиэфирного волокна и битумно-полимерных вяжущих

Стеклоизол (ТУ 5774-004-00289973-96) - рулонный кровельный и гидроизоляционный наплавляемый материал. В качестве основы используется стеклоткань либо полиэфирное полотно. Технические характеристики приведены в таблице 8.

Бикроэласт (ТУ 5770-541-00248718-94) – рулонный кровельный и гидроизоляционный наплавляемый материал на основе из стеклоткани, пропитанной и покрытой с двух сторон битумно-полимерным вяжущим; на одной из сторон нанесена крупнозернистая посыпка, а на другой – полимерная пленка.

Бикроэласт характеризуется следующими показателями:

- разрывное усилие при растяжении вдоль полотна, Н/5 см – 843/696;
- относительное удлинение при разрыве, % - 37/35;
- гибкость на брусе с радиусом закругления 20 мм, °С - минус 18.

Таблица 8 - Технические характеристики стеклоизола

Наименование показателя	Нормативное значение
Ширина полотна, мм	от 1000 до 1100
Площадь рулона, м ²	10-0,1
Покрытие	пленка, асбогаль, вермикулит
Марка	П4, К4
Масса вяжущего, г/м ²	от 4000 до 4200
Разрывная сила при растяжении, кгс, не менее	80
Хладогибкость на брусе радиусом 25 мм, °С, не выше	минус 5
Температура хрупкости, °С, не выше	минус 5
Теплостойкость, °С, не ниже	80
Водонепроницаемость при давлении 0,01 кгс/см ² , час, не менее	72
Срок службы, лет, не менее	15

- теплостойкость, °С – 95;
- масса основы, г/м² – 200;
- водопоглощение через 24 часа, % по массе – 0,45;
- масса битумно-полимерного вяжущего, г/м² - 200/220.

В числителе приведены показатели для бикроэласта марки П, в знаменателе – для марки К. Срок службы – до 25 лет.

Филизол – наплавляемый рулонный кровельный и гидроизоляционный материал, состоящий из стеклоосновы или полиэфирного нетканого полотна, покрытого с двух сторон битумно-полимерным вяжущим, содержащим термоэластопласт типа «СБС». На верхнюю поверхность полотна наносится крупнозернистая посыпка, на нижнюю – мелкозернистая либо полимерная пленка. Выпускается марки «В» - для верхнего слоя кровельного ковра и марки «Н» - для нижнего слоя кровельного ковра. В таблице 9 приведены физико-механические показатели филиизола.

Таблица 9 - Технические характеристики филиизола

Наименование показателей	Значения показателей для филиизола марки	
	Н	В
Основа	Стеклоткань	Полиэфирное нетканое полотно, тревира, спанбонд
Посыпка	Песок	Галь, сланец
Толщина, мм	2,5	3,5
Гибкость на брусе радиусом 25 мм, °С, не менее	минус 10	минус 15
Водонепроницаемость при давлении 0,1 МПа в течение, ч	2	2
Разрывная сила при растяжении, кгс, не менее	30	50
Теплостойкость, °С	70	80
Морозостойкость, °С	минус 20	минус 30
Размер рулона (длина/ширина), м/м	10/1	10/1
Масса битумно-полимерного вяжущего, кг/м ²	2,2	3,25

9.3 Полимерные рулонные материалы

Эти материалы относятся к кровельным и гидроизоляционным материалам четвертого поколения. Срок службы кровель из этих материалов достигает 50 лет. Они в сравнении с предыдущими группами материалов характеризуются повышенной надежностью, огнестойкостью, биостойкостью, химической стойкостью, морозостойкостью, декоративностью, пожарной безопасностью, технологичностью при устройстве кровель. Кровельные ковры устраивают однослойными при толщине по-

лотна от 0,6 до 2 мм. Отдельные разновидности рулонных полимерных кровельных и гидроизоляционных материалов производятся шириной полотна до 15, 25 м и длиной до 300 м, что позволяет перекрывать бесшовным покрытием в виде мембраны соответствующие площади кровель.

Для изготовления этих материалов применяют атмосферо-, свето- и озоностойкие полимеры: поливинилхлорид, хлорсульфированный полиэтилен, полиизобутилен, бутилкаучук и этилен-пропиленовый каучук. В США и Канаде с климатом, сходным с российским, доля полимерных кровельных материалов составляет около 50 % от общего объема производства мягкой кровли. В нашей стране разработано и производится уже более 20 разновидностей рулонных полимерных кровельных и гидроизоляционных материалов.

Рулонные полимерные кровельные и гидроизоляционные материалы производятся неармированными и на основах из стеклянного или полиэфирного волокна.

Безосновные рулонные полимерные кровельные и гидроизоляционные материалы в зависимости от исходного сырья имеют следующие технические показатели:

- прочность при растяжении, МПа	от 0,35 до 11;
- относительное удлинение при разрыве, %	от 17 до 600;
- водопоглощение за 24 часа, %	от 0,2 до 2;
- гибкость на стержне диаметром 10 мм, °С,	от минус 15 до минус 70;
- теплостойкость, °С	от 80 до 150;
- срок службы, лет	от 8 до 50

К безосновным рулонным полимерным кровельным и гидроизоляционным материалам относятся: бутилон, бикапол, бутерол, ВСП, гидробутил, квитал, кровлен, поликром, рифэл, кросил, резинопласт, рубизел, рукрил, бутилколор, биколон, кровтэп, крэп I, крэп II, элон, эколон, кровлелон Т, хайполон, оптифол, кровлелон, трокал, алкоплан, алокрол.

Армированные рулонные полимерные кровельные и гидроизоляционные материалы в зависимости от состава исходного сырья имеют следующие технические показатели:

- прочность при растяжении, МПа от 1,7 до 5;
- относительное удлинение при разрыве, % от 10 до 250;
- водопоглощение за 24 часа, % от 0,8 до 1,5;
- гибкость на стержне диаметром 10 мм, °С, от минус 10 до минус 60;
- теплостойкость, °С от 100 до 150;

К этим материалам относятся: бутил, армокровлелон, армогидрокром, тэл-кров, изолен, арбизел, элон армированный, кромэл, генфлекс, альфагорд.

9.3.1 Рулонные полимерные бесосновные кровельные и гидроизоляционные материалы

Бутилон (ТУ 5740710-504-90) - рулонный полимерный кровельный вулканизированный материал повышенной прочности, изготавливаемый из резинового полотна на основе бутилкаучука. Выпускают в рулонах длиной от 10 до 20 м и шириной от 600 до 1200 мм, толщина 1 мм. Технические характеристики материала приведены в таблице 10.

Таблица 10 - Технические характеристики бутилона

Наименование показателя	Значение показателя
Прочность при растяжении в продольном направлении, МПа, не менее	7
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	350
Водопоглощение, %, не более	2
Водонепроницаемость под давлением, МПа, не менее	0,15
Гибкость на брус с радиусом закругления 5 мм, °С, не выше	минус 50

Кровлен - рулонный полимерный кровельный материал на основе синтетического этилен-пропиленового тройного каучука. Применяется для устройства однослойной кровли.

Технические характеристики кровлена:

- условная прочность при растяжении, МПа - 6,6;

- относительное удлинение при разрыве, % - 400;
- водопоглощение за 24 часа, % не более - 1,5;
- гибкость, °С, не выше - минус 55;
- прочность сцепления пленки с основанием, кг/см² - от 2 до 4;
- срок службы, лет - от 15 до 20

Гидробутил (ТУ 21-5744710-507-90) - рулонный полимерный кровельный и гидроизоляционный материал, изготавливаемый из резиновых смесей на основе: бутилкаучука (марка Г); бутилкаучука и хлорсульфополиэтилена (марка АК). Технические характеристики материала приведены в таблице 11.

Таблица 11- Технические характеристики гидробутила

Наименование показателей	Значения показателей для марок	
	Г	АК
Прочность при растяжении в продольном направлении, МПа, не менее	0,45	1,5
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	300	300
Водопоглощение, г/м ² , не более	2	2
Теплостойкость в течение 2 часов при температуре, °С	130	120
Водонепроницаемость под давлением 0,05 МПа, мин	25	60
Гибкость на стержне диаметром 10 мм, °С, не выше	минус 40	минус 40

Гидробутил марки АК применяют для кровель из облегченных металлических панелей. Для приклеивания гидробутила к основанию используют бутилкаучуковую мастику МБК.

9.3.2 Рулонные полимерные кровельные и гидроизоляционные материалы на основах из стеклянного или полиэфирного волокна

Бутил (ТУ 21-УСССР-452-88) - рулонный полимерный кровельный и гидроизоляционный материал, изготавливаемый на основе бутилкаучука, армированного руб-

ленным стекловолокном. Предназначен для устройства кровель с уклоном от 2,5 % до 25 % при температуре наружного воздуха не ниже минус 20 °С.

Бутил имеет следующие технические характеристики:

- прочность при растяжении, МПа - 1,7;
- относительное удлинение при разрыве, %, не менее - 100;
- водопоглощение, % по массе, не более - 0,5;
- водонепроницаемость под давлением, МПа, не менее - 0,15

Для наклеивания используют мастику БК-М, после чего на кровельный ковер дополнительно наносится защитный слой из мастики БЛЭМ-20 с посыпкой крупнозернистым песком.

Армокровлелон – рулонный полимерный кровельный материал на основе хлорсульфированного полиэтилена и хлоропренового каучука, армированный тканью или стеклотканью. В таблице 12 приведены технические характеристики армоковлелона.

Таблица 12 - Технические характеристики армоковлелона

Наименование показателя	Значение показателя
Прочность при растяжении, МПа	4,5
Относительное удлинение при разрыве, %	10
Водопоглощение за 24 часа, %	1,0
Теплостойкость, °С	150
Гибкость на стержне диаметром 10 мм, °С	минус 50
Срок эксплуатации, лет, более	25

Арбизэл – рулонный либо листовой кровельный и изоляционный материал, предназначенный для устройства плоских и скатных кровель зданий и сооружений; для выполнения гидроизоляции наземных и подземных объектов, дорожного полотна; для коррозионной защиты стальных трубопроводов и емкостей и т.п. Арбизэл имеет дисперсно-армирующую основу из негниющих материалов. В зависимости от

вида армирующих материалов и назначения выпускается двух марок: арбизэл-А и арбизэл-П. Выпускается в виде рулонов, полос и листов длиной от 0,4 до 20 м; шириной от 0,4 до 1,5 м; толщиной - 2, 3, 4 и 5 мм.

Наклеивание полотен осуществляется подрастворением (промазкой растворителем) поверхности материала.

Свойства материала:

- адгезия к основанию бетона, МПа, не менее - 1,0;
- относительное удлинение, %, не менее - от 250 до 300;
- температурные пределы эксплуатации, °С от минус 50 до 100;
- срок хранения рулонов в горизонтальном положении (3 ряда) при температуре (20+5 °С), месяцев, не более - 12

9.4 Материалы на основе алюминиевой и медной фольги и битумного и полимербитумного вяжущих

Эти материалы обладают более высокой долговечностью (до 35 лет) по сравнению с материалами на основах из стеклянного и полиэфирного волокон. Замедление старения объясняется меньшей температурой нагрева материала под действием солнечных лучей за счет их отражения материалом фольги.

Фольгоизол [21] – рассматривали ранее. Представляет собой рулонный материал на основе рифленой алюминиевой фольги, покрытой с нижней стороны слоем резино-битумного вяжущего, состоящего из битума и резины с минеральными наполнителями и антисептиком. Марки ФК и ФГ. ФК применяется для кровельных работ, ФГ – для гидроизоляционных.

Технические характеристики фольгоизола:

- ширина рулона, мм - 1000±3
- общая площадь в рулоне, м² - 10,0±0,3
- масса вяжущего на 1 м², г, не менее - 2000
- температура размягчения, ° С, не менее - 140

- температура хрупкости, °С, не выше - минус 15
- водопоглощение в течение 24 часов, % по массе, не более - 0,5

Фольгорубероид (ТУ 21-ЭССР-69-83) - рассматривали ранее. Представляет собой кровельный рубероид на лицевой стороне которого крупнозернистая посыпка заменена рифленой алюминиевой фольгой толщиной от 80 до 200 мкм. Выпускают марок: РА-420А (повышенной гибкости) – гибкий при отрицательных температурах (ниже минус 20 °С) и РА-420Б (рядовой) – гибкий при положительных температурах (не ниже 100 °С).

Технические характеристики фольгорубероида:

- разрывное усилие при растяжении, Н, не ниже - 500;
- водопоглощение, г/м², не выше - 20;
- диапазон рабочих температур, °С - от минус 40 до 70.

Фольгобитэп - кровельный и гидроизоляционный рулонный материал, представляющий собой алюминиевую фольгу толщиной от 0,08 до 0,12 мм, покрытую с двух сторон полимербитумным вяжущим с мелкозернистой посыпкой. Техническая характеристика материала приведена в таблице 13.

Фольгобит (ТУ 5774-547-05744716-98) - наплавляемый гидро-, пароизоляционный и кровельный рулонный материал на основе медной фольги, покрытый с обеих сторон эластичным битумным или битумно-полимерным покрытием и тонкой, сжигаемой при укладке пленкой. Фольгобит выпускается следующих видов и свойств (таблицы 14 и 15).

Таблица 13 - Технические характеристики фольгобитэпа

Наименование показателя	Нормируемое значение показателя
1	2
Разрывная сила при растяжении, МПа/5 см, не менее	0,4
Количество покровной массы, г/м ²	1000+100
Содержание наполнителя в покровной массе, %, не менее	20

Продолжение таблицы 13

1	2
Температура размягчения покровной массы по КиШ, °С	85
Глубина проникания иглы в покровную массу при 25 °С, градусов	50
Температура хрупкости вяжущего, °С, не ниже	минус 40
Время, в течение которого материал водонепроницаем, мин, не менее	10
Общая площадь рулона, м ²	10+0,5

Используемая при производстве фольгобита медная фольга (ТУ 48-7-38-85), обладает высокой коррозионной стойкостью благодаря покрытию слоями латуни и хроматной пленки. Для кровельных марок фольгобита лицевой слой покрывается крупнозернистой посыпкой серого, зеленого и красного цветов.

Таблица 14 – Виды фольгобита

Марка	Тип вяжущего, вид модификатора	Назначение
БГ	Битумное	Гидро-, пароизоляция, кровля
БПГ	Битумно-полимерное, стирол-бутадиен-стирольный	Гидро-, пароизоляция, кровля
БК	Битумное	Кровля
БПК	Битумно-полимерное, стирол-бутадиен-стирольный	Кровля

Таблица 15 - Технические характеристики фольгобита

Наименование показателей	Норма для марок	
	БК и БГ	БПК и БПГ
Разрывная сила при растяжении, Н/5 см, не менее	491	491
Гибкость на стержне радиусом 25 мм, °С, не выше	0	минус 15
Теплостойкость при температуре, °С, не ниже	70	85
Температура хрупкости вяжущего, °С, не выше	минус 15	минус 25
Толщина материала, мм	от 3,2 до 4,0	от 3,2 до 4,0

9.5 Материалы на основе слюдяной или асбестовой бумаги и битумного вяжущего

Материалы с основой из слюды и асбеста обладают более высокой стойкостью к воде, чем материалы с основами из стекловолокна. К таким материалам относятся слюдоизол и гидроизол.

Слюдоизол - кровельный и гидроизоляционный материал на основе слюдобумаги, пропитанной мягким битумом, и с двухсторонними покровными слоями из битумной мастики. Технические характеристики приведены в таблице 16.

Таблица 16 - Технические характеристики слюдоизола

Наименование показателей	Значения показателей
Разрывная нагрузка при растяжении, Н/50 мм, не менее	от 294 до 784
Гибкость по числу двойных перегибов на 180 ° до появления двойных трещин	от 25 до 40
Водопоглощение при 0 °С	от 0,5 до 3,2
Водонепроницаемость при давлении 0,08 МПа, мин	от 50 до 170
Масса 1 м ² , г	от 782 до 840

Гидроизол [11] - беспокровный биостойкий рулонный материал, получаемый пропиткой асбестовой бумаги нефтяными битумами. Выпускается марок: ГИ-Г

(гидроизоляционный) и ГИ-К (кровельный). Последний применяется для гидроизоляции плоских кровель с приклейкой его полотна горячей битумной мастикой. Для пропитки используют доокисленный битум марок БНК 45/180, БНД 60/90 и БНД 40/60. Технические характеристики гидроизола приведены в таблице 17.

Таблица 17 - Технические характеристики гидроизола

Наименование показателей	Значение показателей для гидроизола марок	
	ГИ-Г	ГИ-К
Разрывное усилие при растяжении в продольном направлении, Н (кгс), не менее	350 (35)	300 (30)
Отношение массы пропиточного битума к массе асбестовой бумаги, не менее	0,56	0,53
Водопоглощение через 24 часа, % по массе, не более	6	6
Разрывное усилие при растяжении в продольном направлении водонасыщенного в течение 24 часов образца, Н (кгс), не менее	270 (27)	220 (22)
Водонепроницаемость при давлении 0,05 МПа, мин, не менее	15	15
Гибкость при температуре (18±2) °С по числу двойных перегибов на 180 ° до появления сквозных трещин, не менее	30	30
Гибкость при 18 °С при изгибании по полуокружности стержня диаметром, мм	20	30
Температура хрупкости по Фраасу пропиточного битума, °С, не выше	минус 15	минус 15
Температура размягчения пропиточного битума по методу «Кольцо и шар», °С	от 47 до 55	от 47 до 55

9.6 Мелкоштучные кровельные материалы

Штучные кровельные материалы предпочтительно использовать для крыш с большим уклоном - от 30° до 60° , поверхность которых видна с улицы. С древних времен для этой цели использовали материалы из древесины: кровельные плитки, гонт, кровельную дрань, кровельную стружку, доски. Но древесина сейчас очень дорога и дефицитна, покрытия из нее недолговечны. В настоящее время получили распространение покрытия из металлов и минерального сырья, обладающие долговечностью от 30 до 300 лет. Они подразделяются на две группы: мелкоштучные и листовые изделия.

К мелкоштучным изделиям относятся: керамическая черепица и природный шифер из глинистого сланца, асбестоцементная кровельная плитка, безасбестовая цементно-волокнистая плитка, цементно-песчаная черепица. Черепица относится к числу наиболее престижных материалов. В Западной Европе от 80 % до 90 % индивидуальных домов имеют черепичную кровлю. Черепичная кровля надежна при температурных и механических деформациях здания, поскольку черепица крепится к обрешетке только одним концом и при деформациях черепица сдвигается одна относительно другой, сохраняя при этом водонепроницаемость кровли.

Керамическая черепица может производиться и с глазурным покрытием, что повышает декоративность кровли. В некоторых странах производится стеклянная черепица, которая применяется для устройства светопрозрачных участков в кровле из керамической либо цементно-песчаной черепицы.

Цементно-песчаная черепица частично производится с покрытием на основе акрилового связующего и цветного наполнителя, что повышает декоративность кровель из такой черепицы.

Изготавливается в последнее время черепица из наполненных полимеров. Такая черепица обладает долговечностью и декоративностью.

Соотношение керамической и цементно-песчаной черепицы на мировом рынке примерно одинаковое, хотя в разных странах отдают предпочтение какому-либо

одному из видов. Выбор вида черепицы в основном обуславливается традициями и наличием сырьевой базы.

Однако крыши из керамической и цементно-песчаной черепицы трудоемки в укладке, массивны (от 40 до 70 кг/м²), требуют усиленных стропил и частой обрешетки. Поэтому в последнее время все большее применение находит «мягкая черепица», получаемая вырубкой из рулонных материалов плоских плиток; крыша из них подобна кровле, выполненной из плиток натурального шифера, гонта или дранки. К ним можно отнести плитки «Шинглс» размером 100x20 см, производимые в США и аналогичные по строению рубероиду. Из подобных плиток улучшенного качества, производимых под различными фирменными названиями в Северной Америке устроены кровли более 60 % зданий. Мягкая черепица более долговечна, чем аналогичные по строению рулонные материалы, так как она не образует сплошного покрытия, а деформации материала при старении и деформациях кровли локализуются в каждой плитке в отдельности, что исключает нарушение сплошности покрытия. Основанием под мягкую черепицу служит сплошная дощатая обрешетка. Масса 1 м² покрытия из мягкой черепицы составляет от 8 до 22 кг.

В десять и более раз меньшую массу, чем керамическая и цементно-песчаная черепица, имеет металлическая черепица, получившая широкое применение в последние годы. Получило распространение производство и применение металлических профилированных под черепицу листов.

9.6.1 Керамическая черепица и ее разновидности

Черепица ранее изготовлялась по ОСТ 21-32-84; в настоящее время производится по техническим условиям предприятий изготовителей. Подразделяется по способу формования при изготовлении на ленточную кровельную и на прессованную. Для достижения функционально-пригодного покрытия для каждого вида черепицы требуется ещё различная фасонная черепица.

Черепица может быть глазурированной и неглазурированной. Черепица должна быть однородного цвета, без известковых включений. Искривления поверхности и

ребер не должны превышать 3 мм; марка по морозостойкости – не менее 25 циклов.

Кровельная черепица различается также по профилю (видам пазов, желобов, фальцу, загибу).

Черепица без пазов:

- плоская кровельная черепица (черепица в виде бобрового хвоста);
- желобчатая черепица (черепица в виде пустой сковороды);
- шпунтовая (марсельская, бортовая) черепица;
- желобчатая черепица (черепица в форме головного убора монаха и монахини).

Черепица с пазами:

- кровельная черепица с боковыми пазами (шпунтовая черепица, пазовая ленточная черепица);
- кровельная черепица с простыми кольцевыми шпунтами, т.е. с простыми боковыми, головными (тычковыми) и нижними сгибами (пазами);
- кровельная черепица с несколькими кольцевыми желобами;
- желобчатая кровельная черепица, применяемая для перекрытия крыш с различным уровнем.

Шпунт представляет собой соединение посредством паза и гребня.

Черепица без пазов

Наиболее распространенной является плоская кровельная черепица по форме похожая на *хвост бобра*. Изготавливается преимущественно размерами по ширине и длине 155х375 мм (формат А), 180х380 мм (формат Б); толщина – 15 мм.

Нижние края имеют круглый или сегментный срез; имеются и другие профили среза «бобрового хвоста» (прямой, прямой срез с закругленными концами, треугольный, готическая черепица, черепица в виде герба).

Черепица может изготавливаться с гладкой, гребенчатой, щеточной и тисненой верхней поверхностью.

Рисунок 99 - Ленточная черепица в виде «бобрового хвоста»

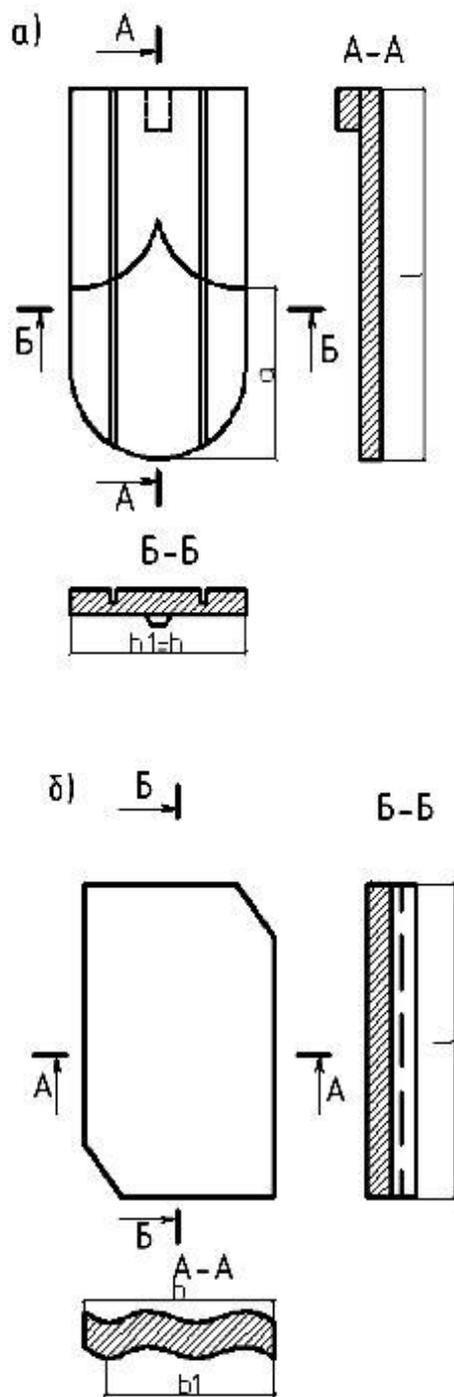


Рисунок 100 – Ленточная волнистая черепица

S-образная черепица – это сводчатая черепица без желобов. Правый верхний и левый нижний углы черепицы срезаны.

Шпунтовая (марсельская, бортовая) черепица – плоская и на длинной стороне приподнята на 1,5 см; другая сторона изготовлена в виде шпунта с нахлесткой.

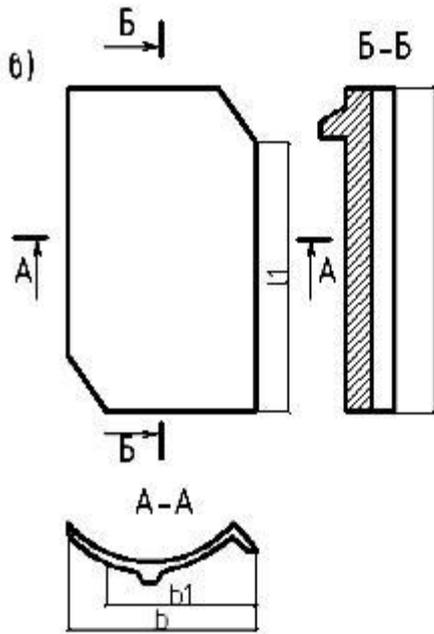


Рисунок 101 - Ленточная S-образная черепица

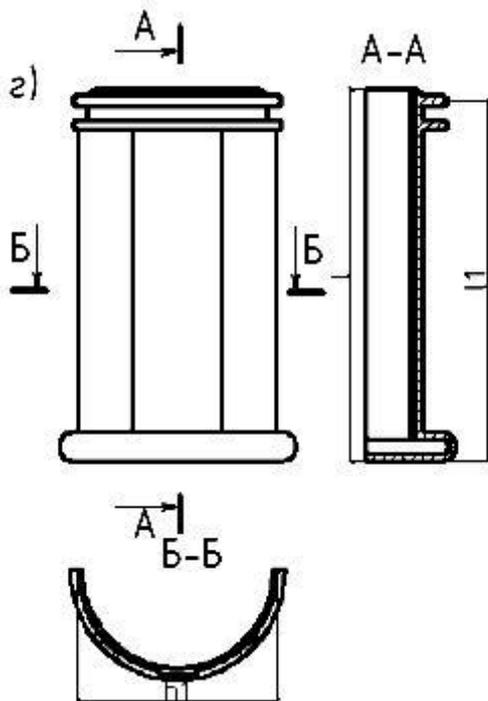


Рисунок 102 - Ленточная коньковая черепица

Желобчатая черепица (монах и монашка).

«Монах» укладывается выпуклой стороной вверх. Черепица выполняется пустотелой конической формы, верхний (узкий) конец которой закрыт вышерасположенной черепицей.

«Монашка» - черепица желобчатой формы, укладывается выпуклой стороной вниз. Имеет большие размеры, чем «монах». При покрытии две черепицы «монашки» укладываются рядом. На стык накладывается черепица с утолщением (валиком) – желобчатая черепица с выпуклой стороной вверх (монах).

Черепица с пазами

Пазовая ленточная черепица. Имеет простой боковой паз. При укладке на боковых сторонах образуется шов перекрытия, направленный вверх.

Черепица для плоской кровли. Это пазовая черепица с особо глубокими двойными тычковыми и боковыми желобами.

Перечисленные разновидности рядовой черепицы применяются для устройства основных плоскостей скатов крыш. Для полного устройства черепичных кровель изготавливается большая группа специальных фасонных черепиц: коньковая, приконьковая, фронтовая, концевая, для вытяжной вентиляционной трубы с насадкой либо со сводом, для вывода антенны, для снегозадержания.

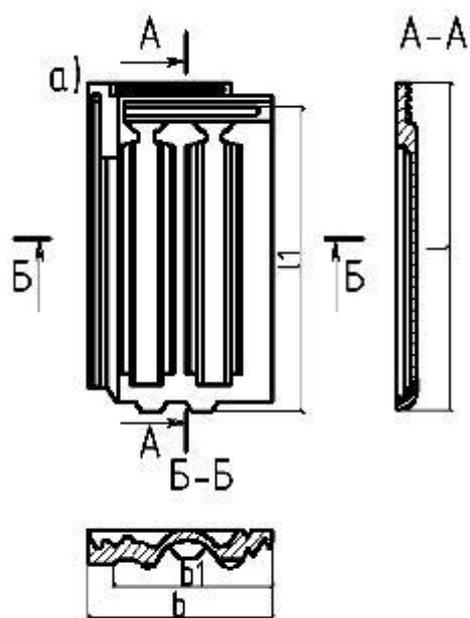


Рисунок 103 – Пазовая штампованная черепица

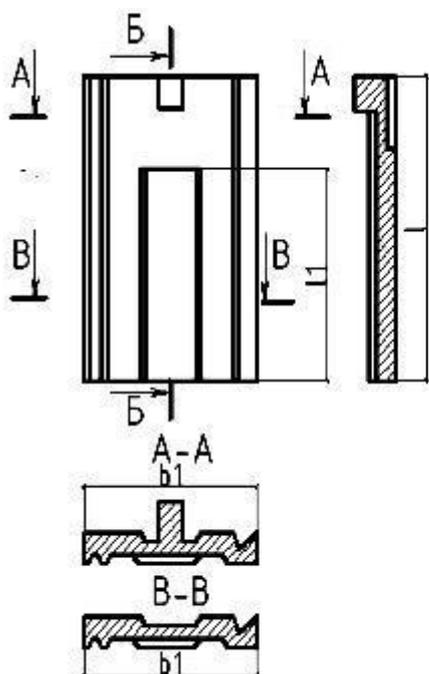


Рисунок 104 – Пазовая ленточная черепица

Технология черепицы

Черепица керамическая представляет собой изделие толщиной не более (18 ± 3) мм, подвергающееся интенсивному воздействию атмосферных факторов, поэтому для ее производства используется пластичное глинистое сырье с минимальным содержанием крупнозернистых включений. Массоперерабатывающее оборудование используется такое же, как и при производстве пустотелого и лицевого керамического кирпича и камней, т.е. переработка керамической массы более полная. Черепица производится по пластическому способу.

Целесообразна схема совместного производства черепицы и кирпича на одном предприятии с общим массоподготовительным оборудованием. Хотя возможны и другие схемы:

- производство черепицы на отдельном заводе;
- производство черепицы в цехе при кирпичном заводе с отдельными отделениями формования, сушки и обжига.

При совместном производстве кирпича и черепицы предусмотрена дополнительная переработка массы для черепицы в глинорастирателе.

Для производства черепицы необходимо переработать от 12 до 15 м³ массы из расчета на один пресс производительностью 3600 штук черепицы в час. Ленточная плоская и пазовая черепица формируются на шнековом прессе, имеющем цилиндр малого диаметра – 350 мм. Пазовая штампованная черепица формируется штампованием на рычажном или гидравлическом прессе заготовок-пластов, получаемых предварительно на шнековом прессе.

Отформованная черепица-сырец укладывается на рамки и с помощью погрузчика подается в сушилку. Более качественная сушка достигается в камерных сушилках, которые более гибки в обеспечении необходимого режима сушки. Режим сушки должен быть более мягким, т.е. протекать при высокой влажности и низкой температуре сушильного агрегата до прекращения воздушной усадки.

Обжиг черепицы проводится в камерных, кольцевых или туннельных печах. Может осуществляться совместно с керамическими стеновыми материалами. При этом садка черепицы производится таким образом, чтобы существенно не изменить аэродинамическое сопротивление садки в канале печи.

9.6.2 Цементно-песчаная черепица

Этот вид черепицы начали применять с двадцатых годов двадцатого столетия. Массовое производство цементно-песчаной черепицы началось в послевоенные годы. Себестоимость цементно-песчаной черепицы ниже, чем керамической на 30 %. Цементно-песчаную черепицу называют также бетонной.

Бетонная черепица производится большой номенклатуры и отличается по следующим признакам: форма, формат, конструктивный признак, окраска, фактура верхней поверхности. Так черепица, производимая в Германии согласно DIN № 115, изготавливается следующих типов по форме:

- с симметричным утолщением в середине полукруглой формы или в форме сегмента с плоским желобом и продольным пазом вверху;
- с ассиметричным утолщением в середине, закругленным водостоком и продольным пазом сверху;

- без утолщения в середине с водостоком в форме желоба;
- в форме плитки с плоским водостоком и свободным продольным пазом;
- в форме «бобрового хвоста».

Черепица изготавливается преимущественно стандартного формата 330x420 мм.

Черепица в форме «бобрового хвоста» изготавливается размером 170x420 мм.

Наряду с рядовой черепицей изготавливается специальная фасонная и плоская черепица.

Фасонная черепица бывает: половинчатая, вентилируемая, снегозадерживающая, коньковая, для односкатной кровли, для ветровой фронтальной доски, замковая.

Фасонная черепица плоского формата выпускается: вентилируемая, двойная, коньковая ребристая, для свеса кровли, коньковая ключевая, коньковая ключевая двойная, коньковая ключевая вентилируемая и т. п.

9.6.3 Плитки кровельные асбестоцементные

Основной размер плиток 400x400 мм; изготавливаются с двумя срезанными углами.

Применяются при устройстве кровли сложной конфигурации. К обрешетке крепят оцинкованными гвоздями с противовеетровой кнопкой. Обрезанные углы у плиток позволяют образовывать плотное покрытие кровли при минимальном их расходе (10 шт. на 1 м²). При использовании плиток без срезанных углов плотность кровли может быть обеспечена только при двухслойном покрытии. Долговечность плиток более 50 лет. Используют для изготовления кровель с уклоном от 27° до 45°. Масса 1 м² кровли из таких плиток - около 11 кг.

Физико-механические показатели плиток:

Предел прочности при изгибе, МПа	- 24;
Плотность, г/см ³	- 1,8;
Ударная вязкость, кДж/м ²	- 2;
Морозостойкость, циклов	- 50.

9.6.4 Плитки кровельные безасбестовые цементно-волоконные

Общее название плиток «Этернит». Производятся фирмой «Этернит АГ» (Германия) под названиями «Европа», «Айфель», «Фогтланд» и «Бибер». Производятся различных форм и четырнадцати разновидностей по цвету. Из плиток различных форм получают и разные варианты поверхностей.

9.6.5 Мягкая черепица

Мягкая черепица является кровельным материалом на стекловолоконной основе и битумном или полимербитумном связующем с минеральной посыпкой. Представляет собой небольшой плоский лист с фигурными вырезами по одному краю; имитирует от 3 до 5 обычных плоских черепицы. Мягкую черепицу часто называют также кровельная плитка, гонт или «шинглс».

По объему использования мягкая черепица занимает второе место в мире после керамической и цементно-песчаной черепицы. Достоинством её является легкость монтажа даже на кровлях сложной конфигурации (шатровых, мансардных), высокие шумопоглощающие свойства, минимум отходов при устройстве кровли и значительный (до тридцати лет) срок службы. Выпускается различных цветов, форм и фактур лицевой поверхности.

За рубежом черепица «шинглс» различных форм и расцветок производится американской фирмой «ИКО» под названиями: «Супергласс», «Армогласс», «Армоту», «Монарх», «Виктория Байбер», «Диамант», «Монарх-Диамант», «Кембридж», «Монарх-Династ», «Армотильд-Хекс». Масса черепицы в зависимости от марок составляет от 9,5 до 13,7 кг/м². Выпускается для кровель с уклонами от 15 ° до 60 ° и от 60 ° до 85 °.

В России черепица типа «шинглс» выпускается на Рязанском рубероидном заводе; технические характеристики её приведены в таблице 18.

Жвинас – мягкая черепица литовско-российской фирмы ЗАО «Гарджу МИДА» производится на основе стеклохолста, окисленного битума и крупнозернистой посыпки. Нижняя сторона черепицы имеет липкий слой, защищенный силико-

новой пленкой. Техническая характеристика черепицы жвинас приведена в таблице 19.

Таблица 18 – Технические характеристики мягкой черепицы типа «Шинглс»

Наименование показателей	Значение показателей
Разрывная сила при растяжении, Н/5 см, не менее	360
Гибкость на стержне радиусом 25 мм, °С, не выше	0
Теплостойкость при температуре, °С, не ниже	85
Температура хрупкости вяжущего, °С, не выше	5
Толщина материала, мм	3,5
Габаритные размеры, мм	1000x320
Масса 1 м ² покрытия, кг	8,5
Расход на 1 м ² кровли, шт	7,7

Катепал – мягкая черепица производства одноименной финской фирмы на основе стеклохолста с двусторонним покрытием из окисленного битума, с посыпкой каменной крошкой с верхней стороны и имеющей с нижней стороны клеящую резино-битумную массу, защищенную легкоудаляемой при устройстве кровли синтетической пленкой. Размер основной плитки 1x0,32 м; кроме того, выпускается карнизная плитка размерами 1x0,25 м, коньковая размерами 0,25x0,33 м. Минимальный уклон кровли с применением черепицы катепал 1:5.

Икопал – мягкая черепица одноименной финской фирмы на стекловолоконной основе с двусторонним битумным покрытием, посыпкой минеральной крошкой с верхней стороны и битумным клеем с нижней стороны. Размеры плиток 1x0,32 м.

На верхней поверхности имеется чешуйчатая посыпка. Нижняя поверхность защищена полимерной пленкой, которая удаляется при приклеивании плиток. Цвета плиток: графитно-черный, угольно-серый, зеленый лес, кирпично-красный и натурально-коричневый. Плитка применяется при уклоне кровли не менее 1:5; при уклоне кровли менее 1:3 необходимо предусматривать устройство нижнего ковра.

Таблица 19 - Технические характеристики мягкой черепицы типа жвинас

Наименование показателей	Значения показателей для марок	
	ВЧ-6	ВЧ-4
Разрывное усилие и относительное удлинение, Н/%, не менее:		
- в продольном направлении	400/2	400/2
- в поперечном направлении	300/2	300/2
Гибкость на бруске радиусом 15 мм при температуре °С, не выше	0	0
Водонепроницаемость за 24 ч, при давлении, МПа, не ниже	1,0	1,0
Теплостойкость, °С	80	80
Масса основы, г/м ²	100	100
Вид посыпки	сланец	сланец
Толщина, мм	3,6	3,6
Форма	Шести-гранная	Прямо-угольная
Длина, мм	1000	1000
Ширина, мм	317	333
Долговечность, лет	30	30

Бардолин – мягкая черепица производства французской фирмы «Ондулин», на основе стекловолокна с двусторонним битумным покрытием, минеральной посыпкой с верхней стороны и самоклеющимися полосками с нижней стороны. Размер плитки 1x0,35 м, четырех видов по форме (овальная, прямоугольная, треугольная и удлиненный овал) и двенадцати цветов. Применяется для устройства скатных кровель жилых и общественных зданий. Плитка коррозионностойкая, трудносгораема.

Резинопль – листовая черепица на основе термопласта с добавками резинового наполнителя, пигмента, антипирена, антиоксиданта и пластификатора. Технические характеристики плитки приведены в таблице 20.

Таблица 20 - Технические характеристики черепицы типа резинопль

Наименование показателей	Значения
Длина, мм	1100
Ширина, мм	800
Толщина, мм	4
Основные цвета	Черный, красно-коричневый, зеленый
Водопоглощение, %	0,8+0,15
Гибкость на брусе диаметром 10 мм, °С, не выше	минус 40
Коэффициент стойкости при длительном термостарении (100 °С, 336 часов), не менее	0,9
Устойчивость к циклам нагрев-охлаждение (от 45 °С до 70 °С, 3 °С/мин, 1000 циклов)	Трещин нет

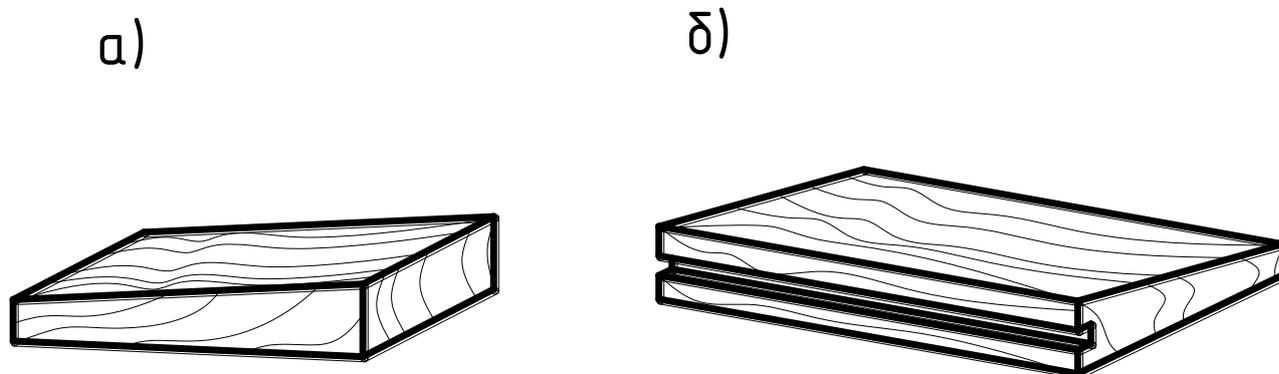
9.6.6 Кровельные материалы из древесины

Кровельные материалы из древесины применяют для устройства кровель временных сооружений. Для этой цели используют деревянные плитки, гонт, кровельную дрань, кровельную стружку и доски.

Кровельные плитки - клинообразные дощечки длиной от 400 до 600 мм с градацией 50 мм и шириной не менее 70 мм. Скос у плиток – вдоль волокон, высота толстого конца 13, тонкого 3 мм. Плитки изготавливают из сосны, ели, пихты, кедра, осины.

Гонт - клинообразные дощечки с пазом (шпунтом) вдоль толстой кромки. Скос у гонта делают поперек волокон. Размеры гонта, мм: длина от 500 до 700 с градацией 100, ширина от 70 до 120 с градацией 10, толщина по толстой кромке 15,

по тонкой кромке 3. Паз по толстой кромке имеет трапециевидную форму глубиной 12 мм, шириной по кромке 5 мм, а на дне от 3 до 3,5 мм. Гонт изготавливается из древесины тех же пород, что и кровельные плитки.



а – кровельные плитки; б - гонт

Рисунок 105 – Деревянные кровельные материалы

Кровельная дрань – однослойные полосы древесины, срезанные с чурака вдоль волокон на драночном станке. Длина драни от 400 до 1000 мм, ширина от 90 до 130 мм, толщина от 3 до 5 мм.

Кровельная стружка. Получается при строгании коротких отрезков древесины на специальном станке. Размеры стружки, мм: длина – 400, 450 и 500; ширина – от 70 до 120 и толщина – 3 мм.

Доски для кровель выработывают из лиственной, еловой или сосновой древесины без сучков и трещин толщиной 19, 22 и 25 мм и шириной от 160 до 220 мм.

Для повышения долговечности кровельные материалы из древесины пропитывают, окрашивают или обмазывают антисептиками и антипиренами.

9.7 Листовые кровельные материалы

К ним относят: плоские и профилированные металлические листы; плоские и профилированные асбестоцементные листы; плоские и профилированные безасбестовые цементно-волокнистые листы; профилированные листы на битумном связующем с армированием целлюлозным волокном, получаемым переработкой бумажной макулатуры. В последние годы производят светопрозрачные профилиро-

ванные листы из стеклопластика, полиметилметакрилата и панели из поликарбоната; трехслойные панели покрытий со средним слоем из пенопласта и обшивками из металлического профилированного листа. Продолжают использовать кровельную сталь – черную, нуждающуюся в окраске для защиты от коррозии, и коррозионно-стойкую, оцинкованную. Уклон крыши из стальных листов – от 14 ° до 24 °; масса стальной кровли – от 4,5 до 7 кг/м².

9.7.1 Металлические листовые и рулонные кровельные материалы

Металлическая кровля используется уже много веков: свинцовыми, медными и цинковыми листами покрывали крыши уникальных сооружений (дворцов, соборов). Но такие кровли очень дороги. С XIX века получило распространение использование сравнительно дешевого кровельного материала из стали – сначала из черной, требующей периодической окраски, а затем из более долговечной и коррозионно-стойкой оцинкованной, широко используемой и в настоящее время.

В последнее время распространение получило использование рулонной оцинкованной стали с полимерными покрытиями.

Кровельная сталь производится и применяется как в виде листов, так и в виде рулонов. Некоторые фирмы производят плоскую оцинкованную и алюминиевую, в том числе с полимерными покрытиями, кровельную сталь в виде листов с готовым профилем, позволяющим осуществить фальцевый стык. Для повышения долговечности покрытия вместо горячего цинкования поверхности листа используют для этой цели сплав алюминия и цинка (кровельный материал Алюцинк шведской фирмы SAAB). Долговечность материалов повышается также путем нанесения на оцинкованную сталь полимерных покрытий: полиэфирного (полиэстер); акрилового; поливинилхлоридного (пластизоль); полиуретанового, модифицированного полиамидом (пурал); полидифторионатного (PVF₂). Такой материал имеет многослойную структуру – стальной лист, двухсторонний слой цинка, пассивирующий слой, слой грунта и, наконец, с нижней стороны листа – защитная краска, а с лицевой стороны – слой цветного полимера.

Различные полимерные покрытия характеризуются различной устойчивостью к атмосферным воздействиям и, следовательно, различной долговечностью.

Акриловое покрытие начинает шелушиться спустя 2 года эксплуатации и кровельная сталь с таким покрытием может применяться только для временных сооружений.

Полиэфирная эмаль – наиболее распространенное покрытие оцинкованных стальных листов, вследствие сравнительной дешевизны, пригодно для любой климатической зоны, однако оно недостаточно стойко к механическим воздействиям.

Пластизолевое покрытие наносится на оцинкованную сталь толщиной от 175 до 200 мкм (в семь раз толще акрилового и полиэфирного покрытия) и является одним из самых устойчивых к механическим повреждениям. Однако оно недостаточно стойко к ультрафиолетовому и температурному воздействиям.

Полиуретановые и полидифторидные покрытия отличаются высокой химической и термической стойкостью и обеспечивают возможность устройства кровли, работающей в условиях воздействия агрессивных сред промышленных предприятий химической промышленности.

Покрытия PVF_2 имеют богатую цветовую палитру; выпускаются с глянцевой или матовой поверхностью, а также с металлическим оттенком в серебристых и медных тонах.

В таблице 21 приведены технические характеристики полимерных покрытий оцинкованной кровельной стали.

В последние десятилетия оцинкованная и с полиэфирными покрытиями сталь стала применяться не только в виде листов, но и в виде рулонов, что позволило повысить герметичность кровли и обеспечить возможность устройства кровли с любым уклоном, конфигурацией и размером.

В настоящее время отмечается тенденция увеличения объемов применения листовых и рулонных материалов из цветных металлов: меди, алюминия, цинк-титанового сплава (Д-цинк).

Таблица 21 – Технические характеристики полимерных покрытий

Характеристика	Вид покрытия					
	Акрил	Поли-эстер	Матовый полиэстер	Пластик-золь	Пурал	PVF ₂
Толщина покрытия, мкм	25	25	35	175/200	50	25/27
Поверхность	Гладкая	Гладкая	Матовая		Гладкая	Гладкая
Максимальная температура эксплуатации, °С	120	120	120	60	120	120
Минимальная температура обработки, °С	минус 10	минус 10	минус 10	10	минус 15	минус 10
Минимальный радиус изгиба, мм	4xt	3xt	3xt	0xt	1xt	1xt
Коррозионная стойкость, ч, не менее:						
- соляной тест	500	500	500	1000	1000	1000
- водяной тест	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Устойчивость к ультрафиолетовому излучению, баллов	2	4	4	3	4	5
Устойчивость к механическим повреждениям, баллов	1	3	3	5	4	4

Профилированные листы из алюминия в два раза легче стальных. Их целесообразно использовать во влажных условиях эксплуатации. Рулонный алюминиевый лист производится компанией «АЛКОА» с полимерными покрытиями, что повышает его долговечность.

Для повышения жесткости металлические листы подвергаются профилированию, то есть приданию волнообразной формы. Волны на листах могут быть высокими и низкими, иметь трапециевидную, синусообразную или закругленную формы. Производят также поперечно-гнутые и аркадные (в виде арок) профили.

Профилированные листы (профнастил) производят из оцинкованной стали как с полимерным покрытием, так и без него.

Производят также профилированные листы, имитирующие черепицу, что повышает несущую способность кровли и придает ей привлекательный вид.

Плоские стальные листовые кровельные материалы.

Тонколистовая кровельная сталь применяется для покрытия крыш и для производства оцинкованной кровельной стали. Изготавливают толщиной от 0,35 до 0,8 мм, шириной от 510 до 1250 мм и длиной от 710 до 2500 мм. Поставляется в листах, упакованных в пачки, и в рулонах.

Оцинкованная тонколистовая кровельная сталь [18] – обыкновенная тонколистовая кровельная листовая или декапированная сталь, покрытая с обеих сторон слоем цинка толщиной не менее 0,02 мм для предохранения от коррозии. Декапирование – удаление пленок оксидов, образующихся на поверхности металлических изделий при их хранении или транспортировании. При декапировании происходит легкое протравливание слоя металла, которое способствует хорошему сцеплению его с гальваническим покрытием.

Плоский оцинкованный лист с полимерным покрытием ЗАО «ИНСИ», г. Челябинск производится толщиной 0,5 или 0,55 мм с шириной листов 1230 и 1250 мм и массой 1 м² соответственно 3,9 и 4,3 кг. Лист производится цветов: черный, синий, желтый, серый, коричневый, красный, зеленый, белый. Лист имеет полиэфирное покрытие.

Профилированные стальные листовые кровельные материалы.

Профилированный стальной лист [25], поставляемый отечественными предприятиями, изготавливается из листовой стали толщиной от 0,7 до 1,0 мм с различной высотой и формой гофры. Наиболее распространены типы Н75-750-0,7 и Н75-750-

0,8. Цифровые показатели в марках отражают размеры в мм: первый – высоту волны, второй – ширину листа, третий – толщину листа.

Профилированный настил промышленной компании «Металл профиль», г. Москва, изготавливается по ТУ 5285-001-45859820-97 из оцинкованной стали с полимерным покрытием английского и шведского производства. Профнастил МП-20 изготавливается девятнадцати цветов.

Металлочерепица из стали.

Металлочерепица ЗАО «ИНСИ», г. Челябинск, (ТУ 5285-001-42481025-99) производится длиной листа по заказу от 0,8 до 8 м, шириной 1170 мм, высотой профиля 13 мм и шагом волны 400 мм. Кроющая ширина листа 1065 мм. Изготавливается из оцинкованного стального листа с полиэфирным полимерным покрытием. Вместе с черепицей поставляются комплектующие детали: конек круглый длиной 2 м, фронтоный элемент, карнизный элемент, ендову, уплотнитель под конек и ендову - из пористого материала.

Металлочерепица (профиль «Монтерей») ОАО «Тимер», г. Казань, изготавливается по ТУ 1120-167-03821424-99 на оборудовании финской фирмы «Samesor» из оцинкованной стали, покрытой полиэфирной грунтовкой, эмалью и защитным покрытием с обратной стороны листа. Длина листов до 8 м, ширина укрываемой поверхности до 1128 мм, толщина 0,55 и 0,7 мм, масса 1 м² соответственно 5,3 и 6,6 кг. Цвета черепицы – коричневый, зеленый, серая мышь, морская волна и красный. Поставляются также и комплектующие детали.

Листовые кровельные материалы из цветных металлов.

Листовая кровельная медь финансово-промышленной группы «ВМС» ЗАО, г. Москва, производится в виде медной ленты марки М1Ф шириной 670 мм и толщиной 0,6 и 0,8 мм. Способ крепления – фальцевание; срок службы от 150 до 200 лет. Длина рулонов от 290 до 300 м.

Листовой кровельный материал из сплава цинка с присадками меди и титана немецкой фирмы «Rheinzink». Не требует ухода как кровля из меди. Поставляется двух типов: глянцевый и серо-голубой патинированный (предварительно подвергнутый воздействию атмосферных условий). По технологическим свойствам (фор-

муемость, пластичность, способность паяться) материал напоминает медь, но почти в два раза дешевле её. Отличается высокой коррозионной стойкостью и долговечностью, равной сроку службы зданий, весьма декоративен.

Профилированные алюминиевые кровельные листы изготавливаются, как правило, тех же конфигураций, размеров и марок, что и из стали. Толщина листа от 0,5 до 0,9 мм. Поставляются в Россию шведскими фирмами «Газель профиль» и «Profilplat»

Алюминиевая металлочерепица поставляется в Россию шведскими фирмами «Газель профиль» и «КАМИ». Фирма «КАМИ» производит черепицу марки «Вилладах» из алюминиевого листа толщиной 0,6 мм черного и кирпичного цветов. Длина листа до 7,2 м. Масса 1 м² черепицы - 2,0 кг.

Алюминиевая металлочерепица компании «Алков» (США) производится марки «Деревенский кедр» различных цветов. С наружной стороны листа алюминий, прошедший предварительную химическую обработку, покрыт грунтовкой и покровным полимерным лаком, с нижней стороны алюминий имеет покрытие защитным лаком.

9.7.2 Неметаллические кровельные материалы

9.7.2.1 Асбестоцементные кровельные материалы

Изготавливаются из цемента, асбеста и воды с добавками и без них. В 90-е годы XX столетия волнистые асбестоцементные кровельные листы составляли около 90 % общего объема производства листовых асбестоцементных материалов, а их удельный вес в балансе кровельных материалов составлял от 38 % до 40 %. В эти же годы сложилось мнение, что асбест является экологически вредным (канцерогенным) материалом, поэтому в ряде стран его применение законодательно запрещено. Это привело к снижению объема производства асбеста и изготовлению изделий на

его основе и в России, хотя в последнее время взгляды о вредности асбестоцементных изделий пересматриваются.

Асбестоцементные листовые кровельные материалы классифицируют по следующим признакам:

- форме - плоские и профилированные, а профилированные – на волнистые, двойкой кривизны и фигурные;
- высоте волны - низкого (до 30 мм), среднего (от 31 до 42 мм) и высокого (43 мм и более) профилей;
- размерам - мелкоразмерные (длиной до 2000 мм) и крупноразмерные (длиной 2000 мм и более);
- виду отделки лицевой поверхности - без отделки естественного серого цвета, окрашенные и офактуренные;
- способу изготовления - прессованные и непрессованные.

Выпускались и находятся в эксплуатации асбестоцементные листы следующих модификаций.

Волнистый лист обыкновенного профиля ВО. Длительное время это изделие было основным кровельным материалом для жилых и общественных зданий. Листы выпускают окрашенными и неокрашенными.

Волнистые листы унифицированного профиля УВ применяли преимущественно для кровель промышленных зданий. Листы УВ-7,5-1750 – для кровель производственных зданий. Листы УВ-6-1750 применяли для чердачных кровель жилых и общественных зданий; листы УВ-6-2000 – для свесов чердачных кровель.

Волнистые листы НВ-30/130 и НВ-40/150 длиной 1250 мм применяли для массового строительства в малоэтажном и индивидуальном строительстве.

Стандарты на волнистые листы предусматривают их комплектацию по спецификации заказчика фасонными деталями (коньковая с волнистой поверхностью, коньковая упрощенная, переходная, угловая).

В настоящее время изделия выпускают в соответствии с ГОСТ 30340-95[28]. Предусмотрено изготовление волнистых листов профилей 40/150 и 54/200, где в числителе указана высота, а в знаменателе - шаг волны в миллиметрах. Поперечное

сечение листа представлено на рисунке 106. Основные размеры изделий приведены в таблице 22.

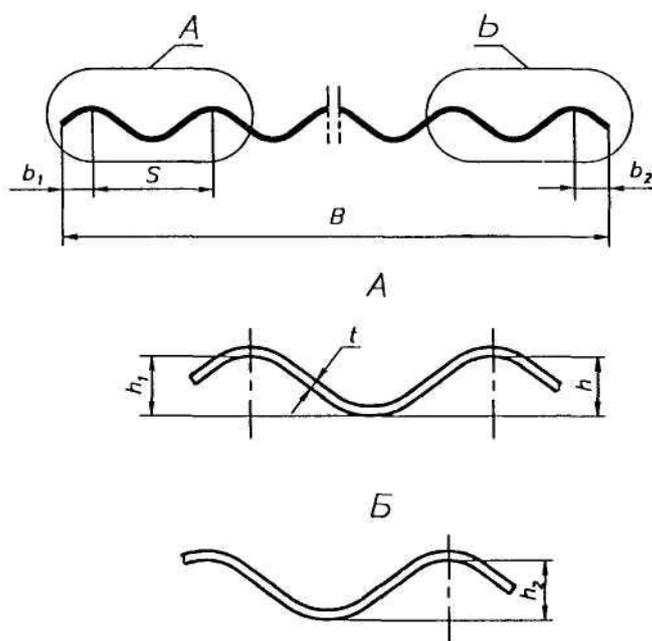


Рисунок 106 - Форма поперечного сечения волнистого листа

Наряду с основными листами выпускают комплектующие детали, наименование и сокращенное обозначение которых приведены в таблице 23.

Технология асбестоцемента включает в себя: составление смесей из асбеста различных марок; распушку асбеста в бегунах и гидрораспушителях или голлендерах; приготовление асбестоцементной суспензии; формование листов или труб на машинах, включающее фильтрование суспензии, вакуумобезвозживание и уплотнение асбестоцементных слоев [1, 2].

Сырьем для производства асбестоцементных изделий являются цемент и асбест.

Асбестами называют разновидности минералов волокнистого строения, относящиеся к серпентинитовой и амфиболовой минералогическим группам. Эти минералы состоят из кристаллических агрегатов нитевидной формы и способны расщепляться на очень тонкие волокна. По химическому составу асбестовые минералы

представляют собой водные силикаты магния, железа и натрия. В природе встречаются в виде серпентинитов и амфиболов.

Таблица 22 - Основные размеры асбестоцементных листов, в миллиметрах

Наименование размера	Номинальный размер листов профиля		Предельные отклонения
	40/150	54/200	
Длина L	1750	1750	± 15
Ширина B :			
- шестиволнового листа	-	1125	
- семиволнового листа	980	-	от +10 до минус 5
- восьмиволнового листа	1130	-	
Толщина t	5,8	6,0; 7,5	от +1 до минус 0,3
Высота волны:			
- рядовой h	40	54	от +4 до минус 3
- перекрывающей h_1	40	54	от +4 до минус 5
- перекрываемой h_2	32	45	от +4 до минус 6
Ширина перекрывающей кромки b_1	43	60	± 7
Ширина перекрываемой кромки b_2^*	37	65	-
Шаг волны s^*	150	200	-
* Размеры приведены как справочные и не являются браковочными.			

Промышленная ценность асбеста определяется его волокнистым строением, способностью расщепляться на очень тонкие волокна, высокой прочностью волокон при растяжении, химической стойкостью. Серпентиниты характеризуются щелочестойкостью, а амфиболы – кислотостойкостью. Поэтому для производства асбестоцементных изделий используют серпентинитовые минералы – хризотил-асбест. К серпентинитам относят также пикролит, но его запасы незначительны.

Таблица 23 – Комплектующие детали

Наименование детали	Сокращенное обозначение детали к листам профиля	
	40/150	54/200
Коньковая перекрываемая	КС-1	КУ-1
Коньковая перекрывающая	КС-2	КУ-2
Упрощенная коньковая перекрываемая	УКС-1	УКУ-1
Упрощенная коньковая перекрывающая	УКС-2	УКУ-2
Равнобокая угловая	РС	РУ
Лотковая	ЛС	ЛУ

Доля хризотил-асбеста в мировой добыче асбеста составляет около 96 %. На территории СНГ имеется несколько крупных месторождений хризотил-асбеста: Баженовское (Свердловская область), Джетыгаринское (Казахстан, Кустанайская область), Киёмбаевское (Оренбургская область), Актотракское (республика Тыва), Молодежное (Бурятия).

Асбестоцементная промышленность потребляет более 60 % добываемого асбеста. Различают три разновидности хризотил-асбеста по расположению в материнской породе: поперечно-волокнистый, продольно-волокнистый, путано-волокнистый. Хризотил-асбест располагается в серпентинитовой породе в виде жил. Если волокна асбеста размещаются перпендикулярно стенкам породы, то асбест – поперечно-волокнистый; если же вследствие тектонических процессов часть жил сжималась и волокна в них расположились под некоторым углом к стенкам вмещающей породы, то асбест – продольно-волокнистый; а если тектонические сдвиги пород были значительными, то образовывался путано-волокнистый асбест.

Наиболее качественным является поперечно-волокнистый асбест: он лучше распушивается, образует тонкие и прочные волокна.

Теоретический состав хризотил-асбеста выражается формулой $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ при содержании оксидов, в %: MgO – 43,46; SiO₂ – 43,5; H₂O –

13,04. Вследствие изоморфного замещения в составе асбеста присутствуют ионы Fe^{2+} и Fe^{3+} , Al^{3+} , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Ni^{2+} .

В товарном асбесте, наряду с волокнами, содержатся мелкие неволокнистые примеси. Агрегаты асбеста с недеформированными волокнами, имеющие в поперечнике не менее двух миллиметров, условно называют «кусковым» асбестом, а имеющие в поперечнике менее двух миллиметров – «иголками». Асбест, в котором волокна деформированы и перепутаны, называют «распушенным». Частицы сопутствующей породы с размером зерен от 0,25 до 4,8 мм называют «галей». Частицы сопутствующей породы и асбестовые волокна с размером менее 0,25 мм называют «пылью». Частицы сопутствующей породы крупнее 4,8 мм относят к посторонним примесям.

В соответствии с ГОСТ 12871-93 [17] установлено деление хризотилового асбеста (далее – хризотила) на 8 групп (от нулевой до седьмой).

Хризотил-асбест групп от нулевой до шестой делится на марки в зависимости от фракционного состава, определяемого методом сухого рассева на контрольном аппарате из четырех сит: первое сито с размером стороны ячейки в свету 12,7 мм; второе - 4,8 мм; третье - 1,35 мм; четвертое - 0,4 мм.

Основным ситом контрольного аппарата считают:

для хризотил-асбеста 0, 1 и 2 групп - первое; для хризотила 3 и 4 групп - второе; для хризотила 5 и 6 групп - третье.

Хризотил-асбест седьмой группы делится на марки в зависимости от насыпной плотности, кг/м^3 . Марки хризотила указаны в таблице 24.

В зависимости от степени распушки (текстуры) асбест подразделяется на четыре группы: Ж – жесткая; ПРЖ – промежуточная; П – полужесткая; М – мягкая. В производстве асбестоцементных изделий используют асбесты полужесткой и мягкой текстур, от 4 до 6 групп.

Для производства асбестоцементных изделий используется асбест 4, 5 и 6 групп с длиной волокон от 0,3 до 10 мм. Содержание волокон в этих сортах асбеста составляет от 50 % до 24 % по массе, остальное - пыль и галля.

Таблица 24 - Марки хризотил-асбеста

Группа	Обозначение марки	Группа	Обозначение марки	Группа	Обозначение марки	
0	A-0-80	4	A-4-40	6К	A-6К-45	
	A-0-55		A-4-30		A-6К-30	
1	A-1-75		A-4-20		A-6К-20	
	A-1-50		A-4-10		A-6К-5	
2	A-2-30		5		A-4-5	A-7-300
	A-2-22				A-5-80	A-7-370
	A-2-15	A-5-65		A-7-450		
	A-2-10	A-5-70		A-7-520		
3	A-3-75	6	A-5-60			
	A-3-70		A-5-55			
	A-3-60		A-5-50			
	A-3-50		A-6-55			
			A-6-45			
			A-6-40			
	A-6-40M					
	A-6-30					
	A-6-20					

Примечание - В обозначении марок буквенные выражения обозначают:

А - наименование материала; К - способ получения хризотила (из продуктов пылеосадительных устройств). Первая цифра показывает группу, вторая - гарантированный минимальный остаток на основном сите контрольного аппарата для хризотила групп от 0 до 6 и насыпную плотность для хризотила 7 группы. М - указывает на повышенное содержание массовой доли фракции менее 0,4 мм

Портландцемент для производства асбестоцемента до недавнего времени выпускали в соответствии с требованиями ГОСТ 9835-77. В настоящее время указанный стандарт отменен и выпуск цемента осуществляется по техническим условиям предприятия-изготовителя, в которых придерживаются показателей, в свое время, заложенных в ГОСТ 9835-77. Используется цемент марок 400 и 500. Содержание в цементе, в % по массе: $CaO_{св}$ не более 1; MgO – не более 5; SO_3 - от 1,5 до 3 %. Минералогический состав, в %: C_3S – не менее 52; C_3A от 3 до 8. Ограничивается содержание щелочей.

Сроки схватывания: начало – не ранее 1 ч 30 мин, конец – не позднее 12 ч.

Тонкость помола от 7 % до 12 % остатка на сите 008, удельная поверхность – от 2200 до 3200 см²/г. Чрезмерно тонкий помол неблагоприятно сказывается на фильтруемости асбестоцементной суспензии. Такое же влияние оказывает и повышенное содержание С₃А.

Для производства асбестоцементных изделий широко используется песчанистый портландцемент, получаемый путем тонкого помола клинкера, гипса и кварцевого песка. Песок должен содержать не менее 87 % SiO₂ и не более 3 % щелочных оксидов. Содержание глинистых примесей в песке не должно превышать 10 %. Введение в состав песчанистого портландцемента песка позволяет экономить клинкер при производстве портландцемента.

Изделия из такого цемента подвергают тепловлажностной обработке в автоклавах при давлении от 0,8 до 1,2 МПа, обеспечивающем взаимодействие между тонкодисперсным кремнеземом и известью.

Вспомогательные материалы.

К ним относятся техническое сукно и сетки.

Техническое сукно должно иметь высокоразвитую поверхность и эластичность для обеспечения легкого перехода пленки с сетчатого цилиндра на техническое сукно; обладать достаточной пористостью, хорошей фильтрационной способностью и жесткостью для эффективного обезвоживания асбестоцемента и самого сукна при вакуумировании и прокатке. Причем высокие фильтрационные свойства технического сукна должны сочетаться с его способностью задерживать дисперсные частицы цемента и асбеста, не пропуская их с фильтратом.

Отечественные технические сукна имеют полотняное переплетение нитей, изготовленных из синтетических волокон, шерсти и хлопка. В процессе работы сукна подвергаются механическим и физическим воздействиям, в результате чего они вытягиваются по длине, сокращаются по ширине, изнашиваются по краям; ухудшаются их фильтрационные свойства. Срок службы сукон составляет от 5 до 7 суток. С целью повышения долговечности в несколько раз в последние годы внедряются иглопробивные сукна, представляющие собой тканую основу, через которую про-

дергивают специальными иглами пучки синтетических волокон, которые затем окручивают вокруг нитей тканой основы материала.

Сетки используют для обтяжки каркасов сетчатых цилиндров. Изготавливают из нержавеющей медь-никелевых, медь-цинковых и медь-олово-фосфорных сплавов. Нижняя сетка (подкладная) – крупноячеистая (№ 2), а верхняя (фильтрующая № 24) имеет мелкие ячейки (372 ячейки на 1 см²). Срок службы верхней сетки от 3 до 5 суток, т.к. пространство между сетками, как бы плотно их не натягивали на барабан, забивается асбестоцементной массой.

Более прогрессивной является сетка типа «чулок» - цилиндр, спаянный из рулонной сетки стыковым швом, проходящим по диагонали цилиндра. Срок службы сетки от 20 до 30 смен.

Внедряются сетки, изготовленные из лавсанового моноволокна, по прочности и фильтрационным свойствам не уступающие металлическим сеткам, но значительно более дешевые.

Основными технологическими операциями изготовления асбестоцементных изделий являются:

- распушка асбеста;
- приготовление асбестоцементной суспензии;
- формование асбестоцементных изделий;
- разрезка наката и волнирование листов;
- тепловлажностная обработка и твердение изделий;
- обрезка листов.

Распушка асбеста. Расщепление частиц асбеста на составляющие меньшей толщины называется распушкой. Необходимость распушки асбеста вызвана его фибриллярным строением, т.е. каждая частица асбеста состоит из множества фибрилл и может расщепляться на составляющие меньшей толщины. Таким образом, цель распушки – увеличение количества и уменьшение толщины армирующего цементный камень асбестового волокна.

Частицы асбеста палочкообразной формы, имеющие длину от долей миллиметра до 10 мм и более и условный диаметр от 50 до 500 мкм и более, называют ас-

бестовыми иголками. Эти иголки расщепляются на более мелкие, которые при диаметре менее (25 ± 5) мкм, называют волокнами; они способны искривляться без излома в отличие от иголок.

Распушка асбеста проводится в две стадии:

- 1) разрушаются межфибриллярные связи;
- 2) частицы с ослабленными связями разделяются на волокна (расчес асбеста).

Первую стадию распушки проводят, обрабатывая асбест в бегунах либо валковых машинах, где он испытывает значительные сжимающие нагрузки. Вторая стадия распушки осуществляется в вихревых турбулентных потоках жидкости (гидропушители, голлендеры) или воздуха (дезинтеграторы).

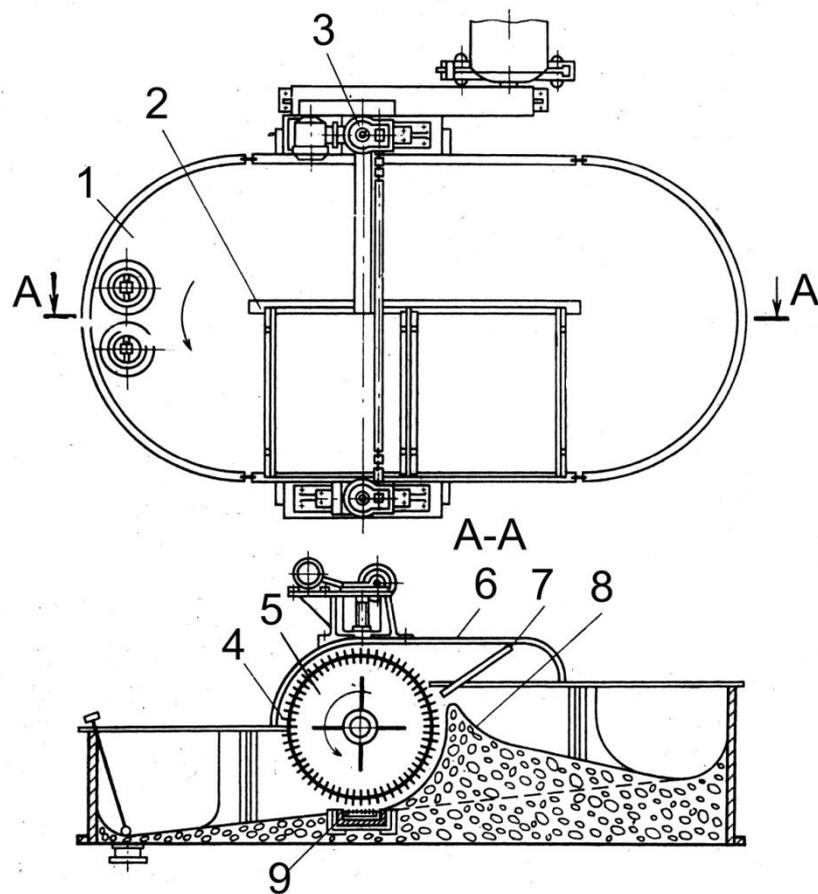
Бегуны имеют два чугунных катка диаметром 1400 мм, шириной 400 мм, массой 2800 кг, оси которых связаны с вертикальным валом, имеющим скорость вращения от 12 до 16 мин⁻¹. Для перемешивания асбеста в чаше бегунов на их вертикальном валу установлены скребки.

Асбест, обрабатываемый в бегунах, предварительно увлажняется до содержания влаги от 32 % до 37 %; это облегчает процесс распушки. При обработке асбеста в бегунах происходит диспергирование только иголок. Волокна распушенных пучков ломаются и укорачиваются. Поэтому время обработки в бегунах должно быть минимально необходимым.

Вторая стадия распушки асбеста по мокрому способу до недавнего времени проводилась в голлендерах, которые в настоящее время заменяются гидропушителями.

Емкость ванны голлендера около 4 м³. Длительность обработки около 6 минут. Степень распушки асбеста в голлендере выше, чем гидропушителя, но его обслуживание требует больших затрат ручного труда в сравнении с гидропушителем. Этим и объясняется замена голлендеров на гидропушители.

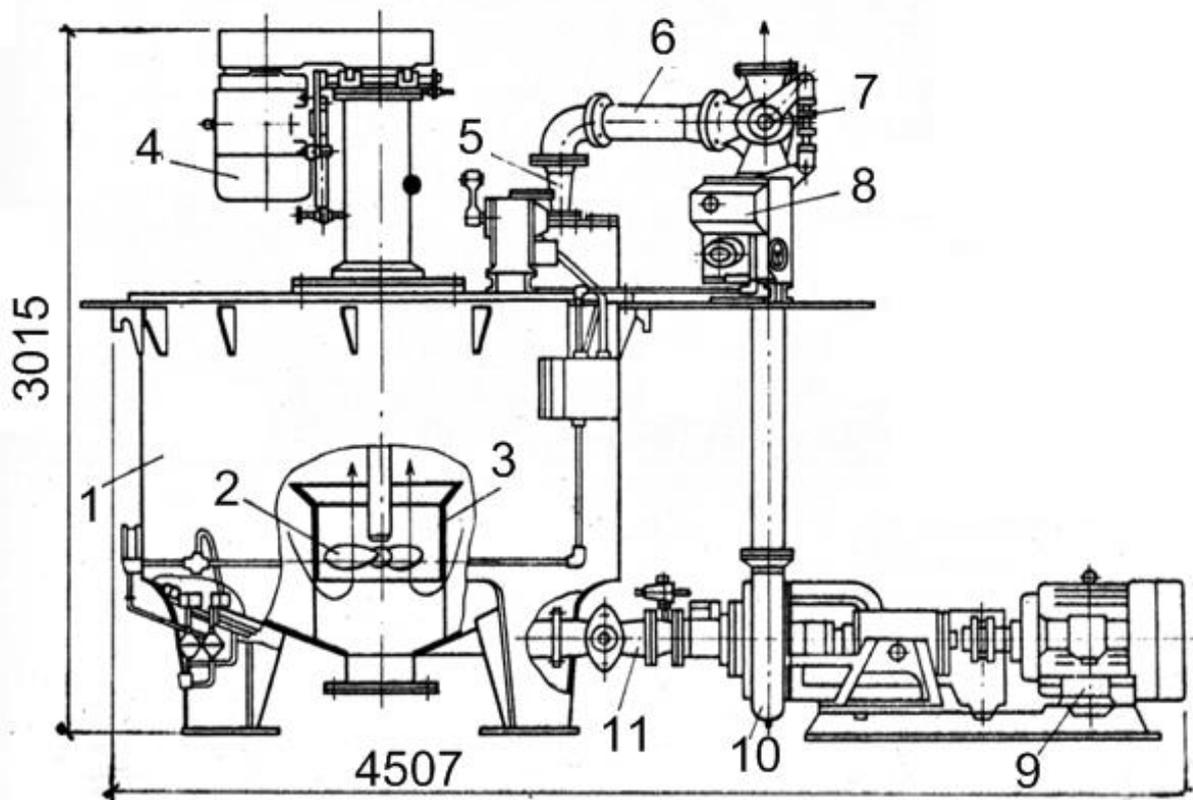
Конструктивно голлендер (рисунок 107) подобен роллу, используемому в технологии кровельного картона (рисунок 39).



1 – чугунная ванна; 2 – перегородка; 3 – подъемное устройство; 4 – ножи; 5 – ножевой барабан; 6 – кожух; 7 – отражатель; 8 – горка; 9 – ножи гребенки

Рисунок 107 - Голлендер

Гидропушитель представляет собой цилиндрический бак объемом $4,1 \text{ м}^3$ (рабочий объем $3,6 \text{ м}^3$), в котором установлен вертикальный вал с пропеллером диаметром 500 мм, вращающийся с частотой 480 об/мин. Пропеллер размещается в цилиндрическом диффузоре. К нижней части днища гидропушителя присоединена насосная установка, состоящая из насоса с электроприводом и трубопроводов. Суспензия из бака по трубопроводу через трехходовой кран направляется в узел распушки, расположенный в верхней части гидропушителя. Узел распушки представляет собой коническую насадку, присоединенную к трубопроводу, и рифленый диск, на который направляется струя суспензии из насадки.



1 – цилиндрический бак; 2 – смеситель с пропеллером; 3 – диффузор; 4 – привод; 5 – узел распушки; 6 – трубопровод; 7 - трехходовой кран; 8 –механизм переключения трехходового крана; 9 – электродвигатель насоса; 10 – насос; 11- трубопровод

Рисунок 108 - Гидропушитель

Работа гидропушителя протекает следующим образом. Бак заполняется водой. Затем в него из бегунов подается порция асбеста. Включается насосная установка и суспензия через трехходовой кран подается в узел распушки, а из него вновь в бак. Такая обработка продолжается от 8 до 12 минут, затем изменяется положение трехходового крана и суспензия выгружается из гидропушителя.

Используется и сухой способ распушки асбеста. В этом случае первая стадия распушки протекает в бегунах в сухом состоянии. На второй стадии асбест обрабатывается молотковыми дезинтеграторами. Засасывание асбеста в дезинтегратор и транспортирование его осуществляется специальными вентиляторами – эксгаустерами. Степень распушки при сухом способе ниже, чем при мокром.

Приготовление асбестоцементной суспензии. Асбестоцементная суспензия может готовиться в том же голлендере, в котором распушивался асбест. Однако голлендер мало приспособлен для работы в качестве смесителя: цемент, поданный из дозатора, оседает на дно ванны голлендера и рабочему приходится перемешивать его скребком. К тому же, если цемент перед поступлением в расходные бункера не просеивался, то крупнозернистые включения, содержащиеся в цементе, попадают под барабан голлендера и искривляют ножи барабана и планки гребенки. Также в процессе приготовления суспензии наблюдается дополнительная распушка асбеста, величину которой трудно предугадать. Снижается и производительность голлендеров.

С целью повышения производительности заготовительных отделений на заводах устанавливают дополнительные голлендеры, работающие только в качестве смесителей.

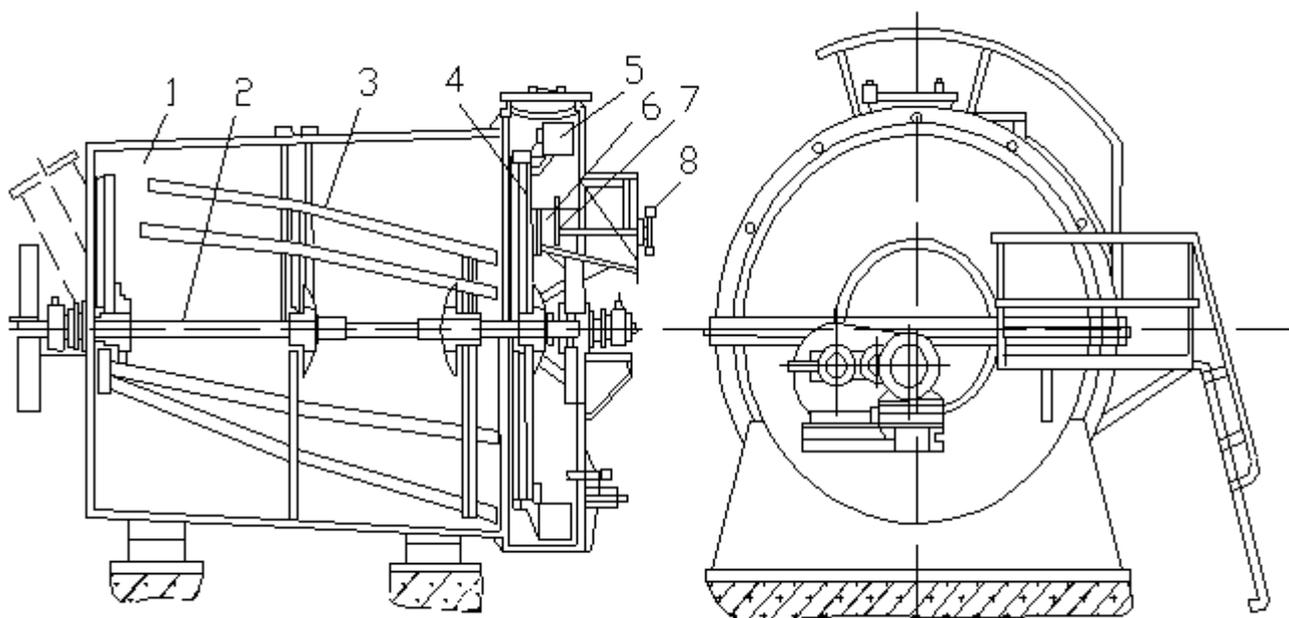
На современных заводах приготовление асбестоцементной суспензии осуществляется в специальных смесителях.

Одним из таких смесителей является лопастной смеситель. Он представляет собой металлический цилиндр, в котором размещен вал, с закрепленными на нем спиралевидными лопастями. В смеситель сначала через трубу загружается асбестовая суспензия, а затем шнеком подается цемент, при этом он равномерно распределяется по всей длине смесителя. По отдельной трубе подается вода для разжижения суспензии и промывки смесителя. Цикл перемешивания 7 минут.

Но интенсивность перемешивания суспензии в таких смесителях недостаточна. Поэтому их заменяют турбосмесителями, которые конструктивно подобны гидропушителю, но в них отсутствует узел распушки. В цилиндрическом корпусе емкостью 4,1 м³ (рабочая вместимость – 3,9 м³) размещено перемешивающее устройство, состоящее из пропеллера диаметром 500 мм и диффузора. Частота вращения пропеллера 580 об/мин. В корпус аппарата при работающем пропеллере подается порция асбестовой суспензии. Затем через дозатор засыпается порция вяжущего. Смеситель работает периодически и через интервал времени от 10 до 12 минут переме-

шивания асбестоцементная суспензия сливается в ковшовый смеситель-накопитель, который обеспечивает непрерывную подачу суспензии в формовочную машину.

Конструкция ковшовой мешалки-накопителя суспензии представлена на рисунке 109.



1 – корпус; 2 – вал; 3 – лопасти; 4 – черпальное колесо; 5 – ковши; 6 - приемная коробка; 7 – заслонка; 8 – штурвал

Рисунок 109 - Ковшовая мешалка-накопитель

Принцип действия ковшовой мешалки подобен таковому мешально-черпального бассейна, используемого при производстве картонной массы.

Используют два типа мешалок:

- с бетонным корпусом вместимостью 25 м^3 (полезная вместимость 15 м^3); количество ковшей 18, емкость ковша 6 л, производительность мешалки при скорости вращения вала 5 об/мин - до 20 м^3 ;

- со стальным корпусом объемом 15 м^3 (полезный объем 7 м^3); количество ковшей 16, емкость ковша 10 л, производительность мешалки при скорости вращения вала 8 об/мин - до 50 м^3 .

Формование асбестоцементных изделий. Формование – комплекс технологических операций, с помощью которых из асбестоцементной смеси получают полуфабрикат асбестоцементных изделий. Полуфабрикат выпускается в виде незатвердевшего листового наката или цилиндрической трубы.

Способы формования можно разделить на несколько групп в зависимости от влажности применяемых асбестоцементных смесей:

- из асбестоцементных суспензий малой концентрации (до 20 %);
- из концентрированных (от 50 % до 60 %) асбестоцементных суспензий или паст;
- из сухих асбестоцементных смесей с последующим небольшим их увлажнением перед окончательным уплотнением.

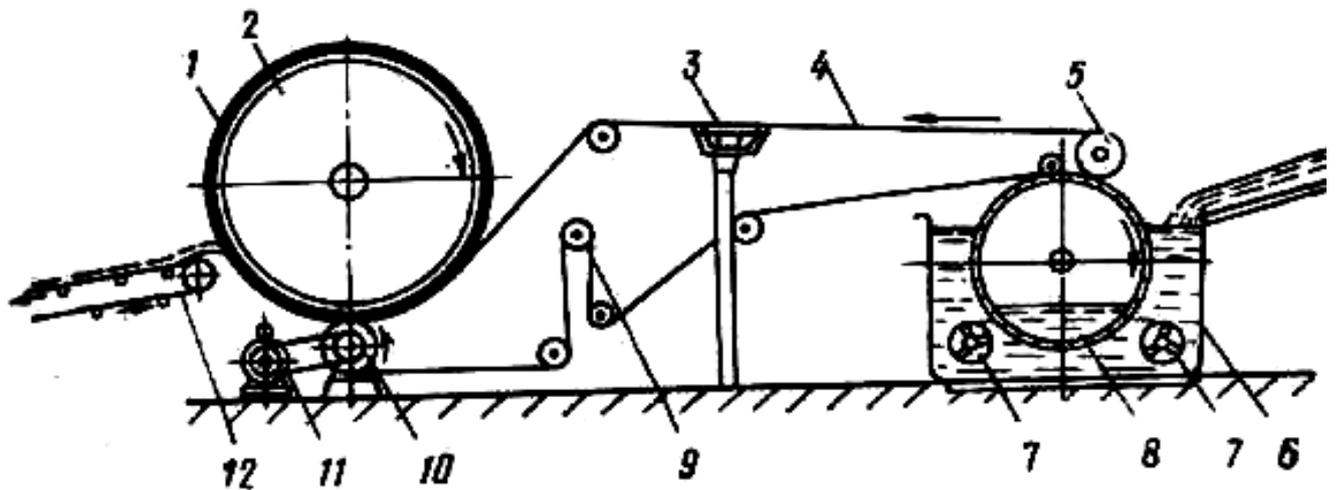
Первые две группы способов формования – мокрые, третья – сухая.

При первом наиболее распространенном способе формование осуществляется на круглосеточной машине, применяющейся также при производстве кровельного картона. По этому способу выпускается более 90 % асбестоцементных изделий. Принципиальная схема такой машины представлена на рисунке 110.

Машина имеет ванну, расположенные в ванне полый цилиндр и лопастные мешалки, бесконечное техническое сукно, прижимаемое к цилиндру отжимным валом, вакуум-коробку, форматный барабан, лежащий на прессовом валу, главный привод, соединенный с прессовым валом и устройство для натяжения сукна.

Цилиндр имеет поверхность, перфорированную отверстиями или щелями, занимающими около 60 % площади, на которую одеваются две сетки: нижняя – подкладная и верхняя – фильтровальная. Поэтому цилиндр называется сеточным цилиндром, а машина – круглосеточной. Принципиальная схема ванны сеточного цилиндра представлена на рисунке 111.

Формование на круглосеточной машине включает следующие процессы: фильтрацию асбестоцементной суспензии на сеточном цилиндре; уплотнение отжимным валом влажного слоя из асбестоцементных частиц, отфильтрованных из суспензии с удалением воды; обезвоживание уплотненного слоя отсасыванием воды на вакуум-коробке; обжатие слоя между форматным барабаном и пресс-валом.



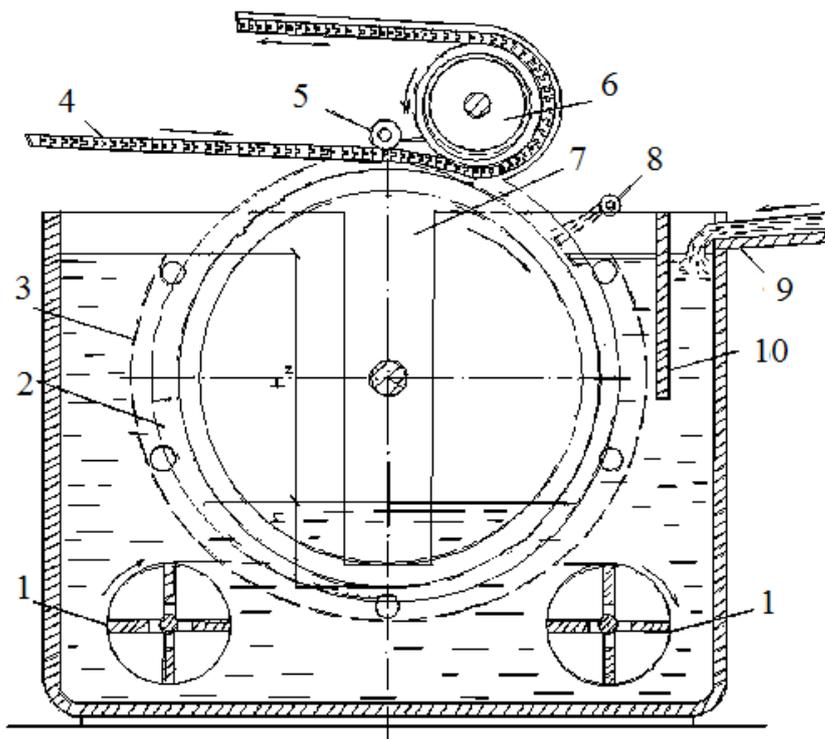
1 – накат; 2 – форматный барабан; 3 – вакуум-коробка; 4 – сукно; 5 - отжимной вал; 6 – ванна; 7 – лопастные мешалки; 8 – сетчатый цилиндр; 9 - сукнонатяжное устройство; 10 – прессовый вал; 11 – главный привод; 12 - транспортер

Рисунок 110 – Схема круглосеточной асбестоцементной машины

Суспензия концентрацией от 8 % до 10 % из ковшовой мешалки подается в ванну. Во вращение сеточный цилиндр и форматный барабан приводятся прессовым валом через сукно, которое выполняет роль приводного ремня. Благодаря напору H , равному разности уровней суспензии в ванне и сеточном цилиндре, наблюдается фильтрация суспензии через поверхность сеточного цилиндра: вода проходит во внутреннюю полость цилиндра, а на сетке остаются частицы асбеста и цемента. Накопившийся на поверхности сеточного цилиндра за один его оборот слой асбестоцементной массы, снимается под давлением отжимного вала с сеточного цилиндра на сукно и движется вместе с ним над вакуум-коробкой, где из слоя дополнительно отсасывается часть воды.

Затем сукно со слоем асбестоцементной массы попадает в зазор между прессовым валом и форматным барабаном. Здесь из сукна и слоя отжимается вода, слой

уплотняется и переходит с сукна на поверхность форматного барабана. Таким образом, слои, навиваясь один на другой, образуют на барабане накат. Когда толщина наката достигнет заданной величины, его разрезают на ходу машины по образующей форматного барабана и снимают в виде листа на транспортер, а на место снятого наката навивают на форматный барабан новые слои. Длина снятого наката равна длине окружности поперечного сечения форматного барабана.



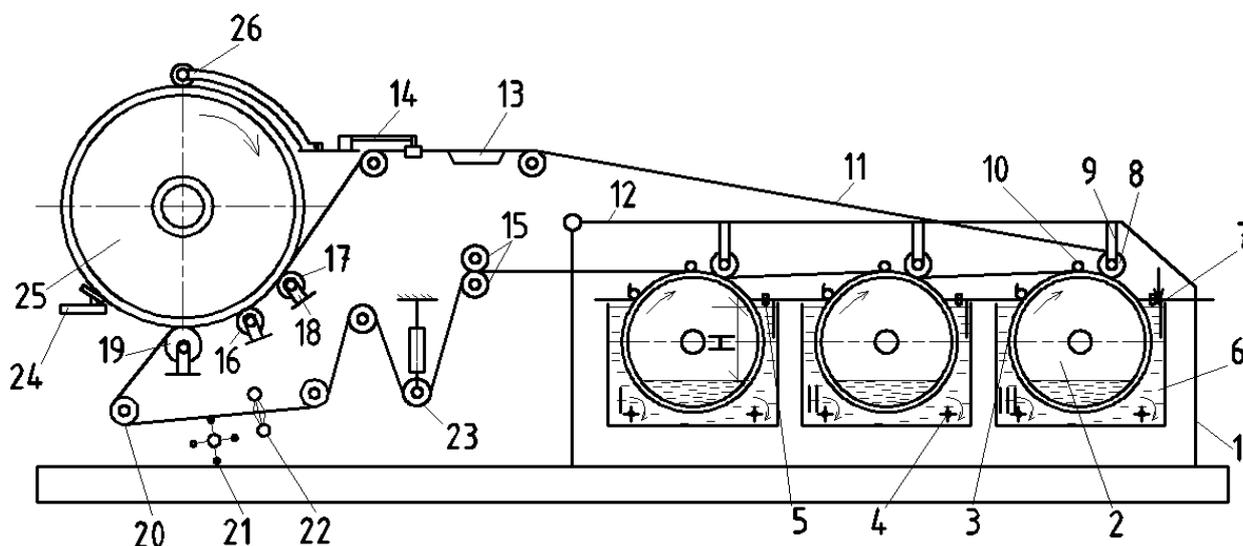
1- мешалки; 2 – слой асбестоцементной массы; 3 – асбестоцементная суспензия; 4 – сукно; 5 – водоотгонный вал; 6 - отжимной вал; 7 – окно сетчатого цилиндра; 8 – промывная трубка; 9 – желоб; 10 – перегородка

Рисунок 111 – Схема ванны сеточной машины

Если вместо форматного барабана на машине установить съемную цилиндрическую скалку и после образования на ней наката нужной толщины скалку вместе с накатом удалить с машины, заменив новой, то после снятия со скалки наката образуется полуфабрикат в виде трубы. Таким образом, круглосеточная машина может использоваться и для формования труб.

В асбестоцементной промышленности России работают листоформовочные машины СМ-942 и СМС-943, одинаковой конструкции, но отличающиеся шириной наката. У первой полезная ширина наката – 1640 мм, а у второй – 1340 мм. Схема подобной машины представлена на рисунке 112.

Машины являются трехцилиндровыми. Сеточная часть машины имеет три ванны 1 с расположенными в них сеточными цилиндрами 2. Диаметр цилиндров 1000 мм, длина 1700 и 1400 для агрегатов СМ-942 и СМС-943 соответственно. В ваннах расположены лопастные мешалки 4, перемешивающие асбестоцементную суспензию.



1 - ванны; 2 - сеточные цилиндры; 3 - упоры; 4 - лопастные мешалки; 5 - отсек; 6 - асбестоцементная суспензия; 7 - перегородка; 8 - отжимной валок; 9 – гидроцилиндр; 10 - водоотводные валики; 11 – сукно; 12 – рама; 13 - вакуум-коробка; 14 - центрирующее устройство; 15 – валик; 16 - дополнительные прессовые валы; 17 - дополнительные прессовые валы; 18 – гидроцилиндр; 19 - основной прессовый вал; 20 - разгонный валик; 21 – сукнобойка; 22 - промывная трубка; 23 - натяжное устройство; 24 – срезчик; 25 - форматный барабан; 26 – толщиномер

Рисунок 112 - Круглосеточная листоформовочная машина

Сеточные цилиндры представляют собой каркасную конструкцию, состоящую из вала, спиц и колец, на которые опираются расположенные по образующей ци-

цилиндра стальные планки. Зазор между планками 10 мм. Общая площадь зазоров достигает 65 % всей поверхности цилиндра. На цилиндры надеваются с натяжением две сетки – нижняя из латуни с размером 4x4 мм и верхняя из фосфористой бронзы с размером ячеек 0,166x0,365 мм в свету. Глубина погружения сеточных цилиндров в суспензию от 0,60 до 0,75 их диаметра. К поверхности сеточных цилиндров отжимными валами 8, установленными на раме 12, прижимается сукно 11. Впереди отжимных валов установлены водоотгонные валики 10, не допускающие растекания по сукну воды, отжимаемой валами. После третьего (по ходу сукна) цилиндра сукно огибает отжимной вал и движется к вакуумной коробке 13. За вакуумной коробкой расположено центрирующее устройство 14, автоматически удерживающее сукно в рабочем положении так, чтобы ось сукна совпадала с осью машины.

После вакуумной коробки сукно движется к форматному барабану 25 и проходит три ступени отжатия: дополнительными прессовыми валами 16, 17 и основным прессовым валом 19. Давление между прессовыми валами и форматным барабаном создается гидроцилиндрами 18. Отжимные валы, форматный барабан, прессовые валы и сукно относятся к прессовой части формовочной машины. Сеточный цилиндр относится как к прессовой, так и к сеточной части машины, поскольку на нем производится не только фильтрование суспензии, но и уплотнение отфильтрованной асбестоцементной массы.

Огибая основной прессовый вал, сукно подходит к сукноочистительному устройству, состоящему из разгонного валика 20, сукнобойки 21 и промывных трубок 22. Промытое влажное сукно движется к натяжному устройству 23, затем отжимается между валиками и направляется к первой ванне, чтобы начать новый рабочий цикл.

Движение машине сообщает главный привод, соединенный с основным прессовым валом 19. Вал передает вращение соприкасающемуся с ним форматному барабану 25, а он в свою очередь – прессовым валам 16 и 17. Сукно, зажатое между форматным барабаном и основным прессовым валом, выполняет роль приводного ремня, приводящего в движение сеточные цилиндры и лежащие на них отжимные валы.

Работа машины осуществляется следующим образом. На холостом ходу с включенными промывными трубками замачивают сукно, регулируют натяжение. Затем машину останавливают, включают мешалки в ваннах и подают в ванны суспензию концентрацией от 9 % до 12 %. После заполнения ванны суспензией производят рабочий пуск машины. Суспензия фильтруется сквозь сетки цилиндров под действием разности уровней суспензии в ванне и полости цилиндров. Вода и тонкие фракции асбеста и цемента (до 10 % по массе) проходят сквозь сетки, а основная масса асбеста и цемента откладывается на поверхности сеточного цилиндра в виде массы влажностью около 70 %, толщиной слоя от 1,2 до 1,8 мм. Этот слой снимается с поверхности цилиндров сукном.

Одновременно со снятием слоев происходит их уплотнение за счет давления отжимных валов (от 20 до 40 Н/м). Влажность снижается с 70 % до (49 ± 1) %. Слои, снятые с сеточных цилиндров, транспортируются к вакуум-коробке, в которой создается разрежение от 40 до 53 КПа. Здесь из слоя удаляется около 6 % воды.

Дальнейшее уплотнение и обезвоживание слоев осуществляется форматным барабаном и прессовыми валами. Давление на слой асбестоцемента возрастает от (110 ± 10) Н/м на первом прессовом валу до (425 ± 25) Н/м на основном прессовом валу. Влажность снижается до (23 ± 1) %. Слой снимается с поверхности сукна на поверхность форматного барабана, поскольку истинная поверхность контакта слоя с металлом больше, чем с сукном.

Снимаемые с сукна слои навиваются на форматный барабан до тех пор, пока толщина асбестоцемента на его поверхности не достигнет заданной толщины листа. Тогда по сигналу толщиномера 26 включается срезчик 24, накат на ходу машины разрезается по образующей и снимается с форматного барабана на транспортер разрезательного устройства, а на барабанах навиваются слои для следующего наката. Средняя толщина слоя в накате $(1\pm 0,1)$ мм, а срезание наката происходит через каждые (41 ± 4) с.

Разрезка наката и волнирование листов. Накат, снятый с форматного барабана, разрезают на листы определенного формата в зависимости от ассортимента вы-

пускаемой продукции. Резка осуществляется ротационными ножницами, иногда также применяют гильотинные и дисковые ножницы.

Свежесформованные листы, вследствие их армирования волокнами асбеста, обладают пластичностью и гибкостью, что позволяет придавать им различную, в том числе и волнистую форму. Волнистые листы способны выдерживать большую нагрузку в сравнении с плоскими листами.

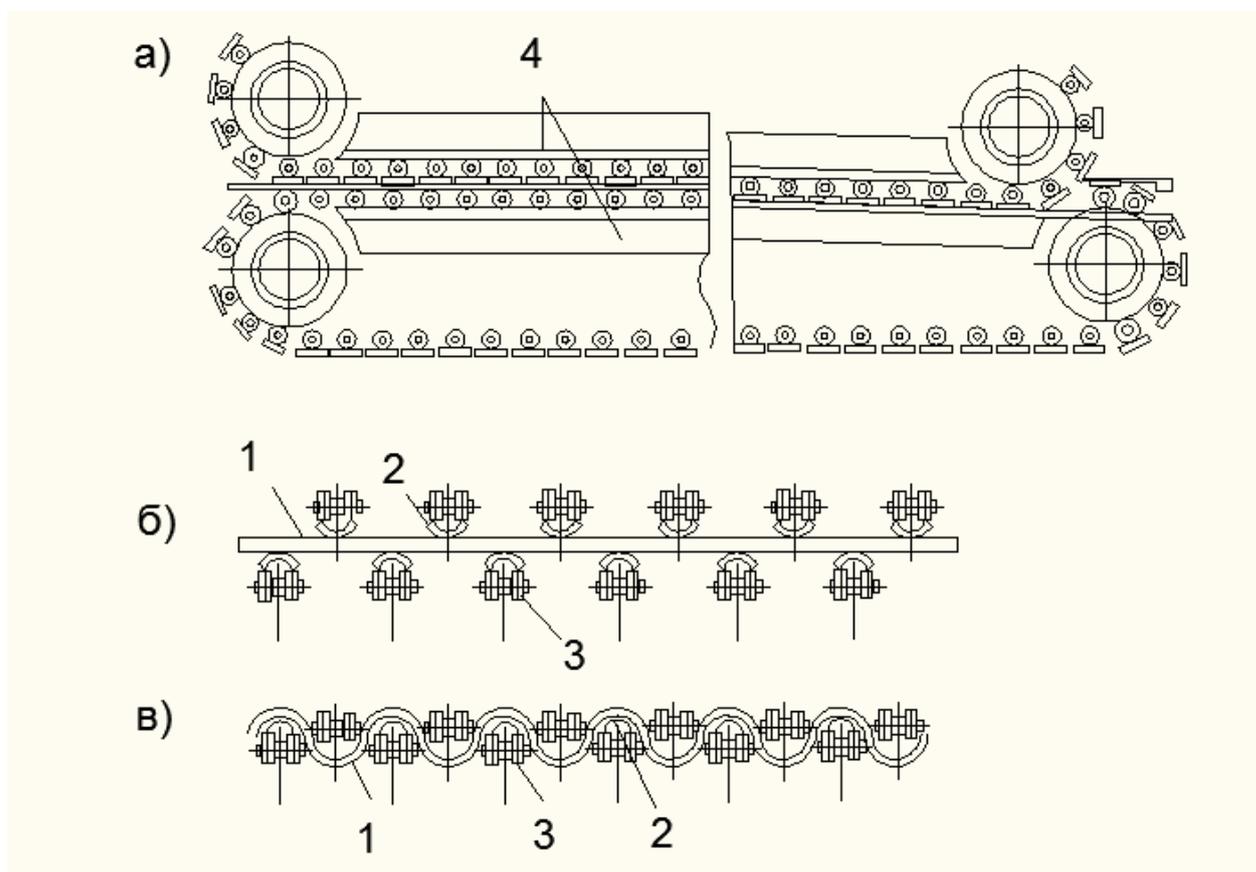
Волнировка осуществляется на волнировщиках скалочного типа периодического действия и беспрокладочного цепного непрерывного действия. В первом случае волнировка осуществляется на стальных волнистых прокладках путем поочередного опускания на расположенный на них плоский сырой асбестоцементный лист цилиндрических стальных скалок, придающих ему волнистую форму. Вначале формируется впадина средней волны, а в процессе формирования края листа подтягиваются к центру. Затем с поверхностью листа в соприкосновение входят две соседние скалки, которые формируют следующие волны по обе стороны от средней волны. При этом края листа вновь подтягиваются к центру. И таким образом происходит поочередное формирование двух соседних волн от центра к периферии.

Беспрокладочный волнировщик (рисунок 113) состоит из веерообразно сходящихся профилированных цепей, нижних и верхних, которые, сближаясь, волнируют расположенный между ними сырой асбестоцементный лист.

Волнировщик представляет собой бесконечный цепной, роликовый транспортер, состоящий из 24 цепей, половина из которых волнирует один лист, а другая половина - второй (листы на волнировку поступают парами. Из двенадцати цепей, волнирующих один лист, шесть расположены над асбестоцементным листом (верхние цепи) - они формируют шесть впадин волнистого листа, а другие шесть - под асбестоцементным листом (нижние цепи) - они формируют гребни волнистого листа. К звеньям цепи приварены сегменты с радиусом закругления, равным внутреннему радиусу гребня волны. Ролики цепей катятся по направляющим, обеспечивающим правильное положение цепей при волнировке. Нижние цепи волнировщика расположены горизонтально, а верхние - в промежутках между ними с наклоном в сторо-

ну движения листа. В результате верхние цепи постепенно опускаются, изгибая лист до требуемой высоты волны.

В плане волнирующие цепи установлены веерообразно, постепенно сближаясь друг с другом, поскольку ширина листа в процессе волнировки сокращается. Расположение цепей верхнего и нижнего ярусов позволяет точно фиксировать волнируемый формат по гребням будущих волн, что предотвращает смещение материала в поперечном направлении и возникновение трещин на гребнях. В процессе волнировки в свежеформованном асбестоцементном листе возникают лишь напряжения от изгиба.



1 –асбестоцементный лист; 2 -формующие сегменты; 3 — цепи; 4 — направляющие

Рисунок 113 - Схема беспрокладочного волнировщика системы А. И. Ершова

а —схема волнировщика: б - расположение цепей перед началом волнировки; в – расположение цепей в конце волнировки

Сволнированные асбестоцементные листы укладчиками рычажного типа, снабженными вакуумприсосными коробками, набираются в стопы от 8 до 12 штук и на специальных тележках с профилированной площадкой направляются в конвейер предварительного твердения.

Прессование листов. Значительная часть листовых асбестоцементных изделий выпускается в виде плоских листов и плиток. Прочность таких изделий на изгиб и растяжение пропорциональна их средней плотности, поэтому сразу же после раскроя плоские листы и плитки, как правило, прессуют на специальных гидравлических прессах по определенной технологии.

Свежесформованный асбестоцемент представляет собой пластичный материал, структура которого состоит из контактирующих между собой цементных частиц и асбестовых волокон и пронизана сетью тончайших пор, заполненных водой и воздухом. При приложении к такому листу давления прессования происходит его сжатие, сопровождающееся перегруппировкой и сближением твердых частиц, увеличением числа контактов между ними, уменьшением объема пор, а, следовательно, выдавливание и удаление избытка воды и воздуха из пор. Для прессования на гидравлических прессах свежесформованные листы укладывают стопой на прессовую тележку, где каждый асбестоцементный лист отделен от соседнего очищенной и смазанной маслом стальной прокладкой. При прессовании отжимаемая в этих условиях вода движется преимущественно вдоль волокон асбеста и в направлении от центра к кромкам листа.

При максимальном давлении стопы листов с прокладками выдерживают до тех пор, пока из них выделяется вода. Затем давление снимают. Средняя плотность и прочностные показатели асбестоцемента с ростом давления прессования увеличиваются нелинейно. Их рост наиболее интенсивен при давлении от 20 до 40 МПа. При дальнейшем увеличении давления прессования показатели средней плотности и прочностных свойств нарастают медленнее из-за наложения начинающихся проявляться деструктивных процессов (противодавления создаваемого сжатой водой).

Выдержка при максимальном давлении прессования для крупноразмерных листов составляет от 30 до 60 минут. Чрезмерно продолжительные выдержки неэф-

фективны экономически, так как резко снижают производительность прессового оборудования. Для плиток небольшого размера (400x400 мм) достаточно десятиминутной выдержки при максимальном давлении прессования.

Таким образом, дополнительное уплотнение асбестоцемента на гидравлических прессах позволяет:

- повысить его физико-механические характеристики, в том числе прочность при изгибе, при растяжении, ударную вязкость и т.д.;

- повысить равномерность большеразмерных асбестоцементных листов, увеличить их среднюю плотность, морозостойкость, снизить пористость и водопоглощение;

- уменьшить коробление листовых изделий от одностороннего увлажнения;

- уменьшить разнотолщинность, получить гладкую поверхность листов с обеих сторон, а при применении специальных прокладок получить листы с полированной или тисненой поверхностью.

Тепловлажностная обработка и твердение изделий. Процесс твердения листовых асбестоцементных изделий должен обеспечить требуемые физико-механические показатели изделий в возможно короткие сроки.

Твердение изделий на поточно-механизированных линиях происходит в два этапа: первый - предварительное твердение сформованного полуфабриката в конвейерных пропарочных камерах; второй - окончательное твердение на складе.

После формования сволнированные без прокладок и уложенные в стопы листы снимают с помощью вакуум-укладчиков со стола волнировщика и укладывают на тележки. Тележки поступают затем в камеру твердения на конвейер. После пребывания в камере при температуре от 60 °С до 80 °С и при относительной влажности, близкой к 100 % в интервале времени от 3,5 до 4 часов тележки с листами выходят из камеры и поступают на съемник стоп. Затвердевшие листы разборщик укладывает на тележку, откуда их снимают электропогрузчиком или краном и увозят на склад для окончательного твердения.

В пропарочных камерах изделия приобретают так называемую разборочную прочность, достаточную для их разборки и внутрицехового транспортирования.

Нормальный процесс твердения портландцемента происходит только в присутствии воды. При этом количество воды должно в несколько раз превышать необходимое по расчету для образования гидратных соединений, обеспечивающих процесс твердения цемента. Однако процесс формования асбестоцементных изделий имеет ряд особенностей, которые отрицательно сказываются на твердении. Одна из них состоит в том, что еще во время вакуумирования асбестоцементной пленки на листоформовочной машине часть воды в ней заменяется воздухом. Дальнейший процесс уплотнения пленки на форматном барабане приводит к значительному обезвоживанию материала, т.е. к снижению его влажности.

Положение усугубляется тем, что в процессе пропаривания изделие теряет еще часть воды. Недостаток воды в асбестоцементе резко замедляет твердение изделий на втором этапе (на теплом складе).

Ускорение процесса окончательного твердения асбестоцементных листов достигается путем разработанного ВНИИпроекта асбестоцементом кратковременного водонасыщения пропаренного полуфабриката. Этот метод состоит в том, что после пропаривания стопы листов погружают в воду, нагретую до температуры от 50 °С до 60 °С.

В результате в течение интервала времени от 15 до 30 минут листы полностью насыщаются водой и направляются на теплый склад для окончательного твердения. Метод кратковременного водонасыщения пропаренного полуфабриката позволяет обеспечить получение физико-механических показателей готовой продукции в нормативные сроки и при этом поднять прочностные показатели листов на величину от 10 % до 15 %.

Обрезка листов. Листовые асбестоцементные изделия, для которых необходимы точные размеры и форма, а также чистая, гладкая поверхность, подвергаются механической обработке после затвердевания. Это связано с тем, что придать точные размеры сырым изделиям практически невозможно, так как в процессе формования, транспортировки и твердения они подвержены различным деформирующим воздействиям, искажающим их размеры и форму.

Механическая обработка затвердевших листовых асбестоцементных изделий производится, как правило, после их предварительного твердения и заключается, в обрезке кромок листов для обеспечения их точных размеров и плотных стыков при укладке листов в конструкции, облицовке ими зданий и т. д.

Обрезку кромок затвердевших асбестоцементных листов (или их раскрой на формат заданного размера) производят быстро вращающимися карборундовыми или алмазными дисками. Режущие органы, как правило, охлаждаются водой, подаваемой через специальные, расположенные с двух сторон от режущего диска сопла. Вода, кроме того, облегчает процесс резки и предотвращает появление асбестоцементной пыли, поэтому необходимость в аспирационной системе в этом случае отпадает.

9.7.2.2 Безасбестовые листовые кровельные материалы на основе различных связующих

Ондулин – легкий волнистый кровельный и облицовочный лист, получаемый путем пропитки целлюлозных волокон битумполимерным составом с минеральным наполнителем при высокой температуре и давлении. Цвета: черный, коричневый, зеленый, красный. Материал биостоек, стоек к воздействию газов, кислот, щелочей, бензину и дизельному топливу. Размеры листов, мм: длина - 2000; ширина - 940; толщина - 2,7; высота волн - 36. Масса листа - 5,8 кг. Производится во Франции.

С лицевой стороны листы покрыты защитно-декоративным красочным слоем на основе терморезистивного (винилакрилового) полимера и светостойких пигментов. При уклонах от 6 ° до 10 ° Ondulin рекомендуется укладывать по сплошной обрешетке с продольным нахлестом не менее 300 мм, при уклоне от 10° до 15 ° градусов его укладывают по брусчатой обрешетке с шагом 450 мм, а при больших уклонах – с шагом 600 мм.

Аквалайн – волнистый кровельный лист на основе битума, полимерной добавки, целлюлозных волокон и минеральных пигментов. Размеры листов, мм: длина

- 2000; ширина - 920, высота волны - 38, толщина - 2,4. Масса листа - 5,6 кг. Гарантийный срок службы - 30 лет.

Кровтэп - отечественный листовой безосновный полимерный кровельный материал, предназначенный для устройства новой или ремонта старой кровли. Производится по ТУ 5774-003-17187505-94. Производится из композиционных термоэластопластов. Выпускается в виде листов, в том числе и гофрированных, размерами, мм: длина - от 2000 до 6000; ширина - от 600 до 1500; толщина – от 1,5 до 5. Кровтэп марки «А» выпускается из первичного сырья, а марки «Б» - из вторичного и отходов. Качество их практически не отличается. Крепление материала к обрешетке производится гвоздями.

Этернит – цементноволокнистые волнистые кровельные листы одноименной немецкой фирмы. Листы изготавливаются из смеси, в которой вместо асбестовых используются растительные волокна. Поверхность листов окрашивается красками. Материал используется для кровель сооружений временного назначения (садовые домики, спортивные сооружения и т.п.).

Битумные листы с цветной посыпкой (ТУ 21-27-59-85) – кровельные материалы, получаемые пропиткой кровельного картона нефтяными битумами с последующим нанесением на обе поверхности покровной массы, а на лицевую сторону, кроме того, цветной посыпки. На нижнюю сторону наносят пылевидную посыпку. В покровную массу вводят пластификатор – минеральное масло. Предназначены для устройства кровель крыш с уклоном не менее 30 ° и облицовки вертикальных поверхностей зданий. Листы выпускают марок: ЛБз-2 – с зеленой посыпкой; ЛБк-2 – с красной; ЛБкор-2 - с коричневой; ЛБп-2 - с пестрой.

Полимершифер – Листы изготовляют из поливинилхлоридного полимера по ТУ 5772-001-05073898-96, гофрированные и плоские. Основные технические характеристики материала приведены в таблице 25.

Цементно-стружечные плиты [27] изготавливаются способом прессования из смесей, состоящих из древесных частиц, портландцемента и химических добавок. Производят плиты марок ЦСП-1 и ЦСП-2. Плиты имеют широкое назначение и могут использоваться как плиты покрытий.

Таблица 25 - Технические характеристики полимершифера

Показатель	Характеристика
Прочность при разрыве, МПа	29,42
Прочность при изгибе, МПа	49,03
Морозостойкость, циклов, не менее	25
Температура размягчения, °С, не менее	100
Температура применения, °С, не менее	от +80 до минус 40
Долговечность, лет	до 30

9.7.2.3 Светопрозрачные кровельные материалы

Стремление использовать под жилье все участки зданий и сооружений, в том числе внутренние привело к повышению спроса на светопропускающие материалы и конструкции, в том числе и кровельные. Светопропускающие кровли могут быть выполнены в виде отдельных наклонных скатов, куполов, многоугольников и т.п. Светопропускающие конструкции крыш подразделяют на следующие типы:

- светопропускающие конструкции на основе профилей из алюминия, стали, ПВХ и стеклопластика с заполнением из светопрозрачных листовых материалов;
- конструкции из самонесущих светопропускающих материалов;
- фонари.

При устройстве фонарей преимущественно используют светопрозрачные материалы на основе силикатного стекла: оконное, увиолевое, узорчатое, теплопоглощающее, теплоотражающее, окрашенное в массу, закаленное, ламинированное, армированное. Для устройства прозрачных плоских кровель применяют погонажные длинномерные профилированные светопрозрачные изделия из силикатного стекла (стеклопрофили) и армированное стекло. При устройстве черепичной кровли можно устраивать светопрозрачные проемы с применением вставок стеклянной черепицы.

Однако изделия из силикатного стекла являются хрупкими, поэтому альтернативным материалом для светопрозрачных кровель могут служить полимерные материалы и, прежде всего, **полиметилметакрилат**, именуемый в практике **органическим стеклом**. Этот материал характеризуется меньшей хрупкостью в сравнении с силикатным стеклом, имеет высокий уровень пропускания ультрафиолетовых лучей. Для устройства светопрозрачных кровель могут использоваться и листовые полиэфирные стеклопластики. Но и эти материалы не лишены недостатков, к которым, прежде всего, следует отнести склонность к старению.

В настоящее время широкое применение получили светопропускающие материалы из **поливинилхлорида ПВХ**, обладающие большей в сравнении с полиметилметакрилатом долговечностью. Еще большей долговечностью обладает стекло из **поликарбоната**. Его физико-механические характеристики остаются неизменными в диапазоне температур от минус 45 °С до 120 °С, а ударная стойкость больше чем у силикатного стекла в 100 раз, и больше чем у органического стекла в 10 раз.

Наряду со светопропускающими свойствами для материалов, используемых в сооружении светопрозрачных кровель, важны и теплозащитные свойства. Первыми шагами в решении этой проблемы были разработка и применение стеклопакетов, но наилучшим решением является применение структурированных (сотовых или ячеистых) листов из поликарбоната.

Сотовые поликарбонатные плиты имеют следующие показатели:

- масса 1 м², в кг от 1,5 до 3,5;
- коэффициент приведенного сопротивления теплопередаче, (м² · °С)/Вт от 0,36 до 0,57;
- несущая способность при шаге обрешетки от 1 до 2 м в температурном диапазоне от минус 40 °С до 120 °С, кг/м² ... до 250;
- гарантированный срок службы, лет от 10 до 12.

Сотовый поликарбонат отличается высокой химической стойкостью, низкой горючестью и достаточной гибкостью, позволяющей легко изготавливать из листов арочные покрытия.

Листы сотового поликарбоната выпускаются следующих размеров, мм: толщина – 4, 6, 8, 10, 20, 25 и 32; ширина – 600 и 1200; длина - 2100. Возможно изготовление по заказу листов длиной до 36 м.

Наиболее распространенными светопрозрачными материалами являются следующие.

Армированное листовое стекло отличается повышенной прочностью и огнестойкостью. Может быть бесцветным и цветным; одна или же обе стороны могут быть гладкими, рифлеными или узорчатыми. Армирование производится сварной или крученой сеткой из стальной проволоки со светлой поверхностью или с защитным алюминиевым покрытием. Диаметр проволоки сетки – от 0,45 до 0,60 мм. Коэффициент светопропускания бесцветного армированного стекла – от 0,65 до 0,75. Размеры листов отечественного производства, мм: длина – от 800 до 1200; ширина – от 400 до 1000; толщина от 5,5 до 6,0.

Профильное стекло – стеклопрофилит [23] представляет собой погонажные длинномерные светопрозрачные изделия. Стеклопрофилит изготавливается открытого (швеллерное, ребристое и т.д.) и замкнутого (коробчатое, овальное, треугольное) сечений, неармированное и армированное, бесцветное и цветное, а также с аэрозольным оксидно-металлическим покрытием. Коэффициент светопропускания стеклопрофилита – от 0,73 до 0,82, теплопроводность – 0,76 Вт/(м · °С), термостойкость – 70 °С.

Стеклопакеты [26]– изделия, состоящие из двух или более листов светопропускающего стекла, соединенных между собой по контуру таким образом, что между ними образуются герметически замкнутые прослойки, заполненные сухим воздухом или другим газом. Стеклопакеты подразделяются на клеевые, паяные и сварные; по числу слоев стекла на двух-, трех- и четырехслойные. Стеклопакетное остекление обладает хорошей тепло- и звукоизолирующей способностью, не запотевают. Стеклопакеты по назначению подразделяются на обычные, светорассеивающие, упрочненные, безосколочные, солнцезащитные, звукоизоляционные и электрообогреваемые.

Размеры отечественных стеклопакетов, мм: длина (высота) – от 400 до 2550; ширина – от 400 до 2950 мм; толщина - до 46. Толщина стекол не менее 3 мм. Расстояние между стеклами, мм: в однокамерных стеклопакетах – 9, 12 или 15; в двухкамерных – 9 или 12.

Листовые полиэфирные стеклопластики – изготавливают на основе полиэфирных связующих и хаотически распределенного в плоскости листа рубленого стекловолокна. Производятся в виде плоских и волнистых листов. По сравнению с силикатным стеклом они обладают более высокими показателями физико-механических свойств, термическим сопротивлением и незначительной теплопроводностью. Стеклопластиковые материалы трудновозгораемы (температура воспламенения от 600 °С до 700 °С), при введении добавок-антипиренов самозатухают, обладают относительно высокой химической стойкостью и водостойкостью. Физико-технические характеристики волнистых полиэфирных стеклопластиков марки А, применяемых в качестве кровельных материалов приведены в таблице 26.

Таблица 26 - Физико-технические характеристики волнистых полиэфирных стеклопластиков

Показатель	Характеристика
Средняя плотность, г/см ³	от 1,3 до 1,4
Предел прочности, кгс/см ² , не менее:	
- при изгибе вдоль гофра	800
- при растяжении вдоль гофра	300
Удельная ударная вязкость вдоль гофра, кгс*см/см ² , не менее	20
Водопоглощение за 24 часа, %, не более	8
Светопропускание, %:	
- неокрашенного	более 60
- окрашенного	до 40
- повышенного светопропускания	75

Размер листов, м: длина - от 1,5 до 6; ширина - от 0,9 до 1,6; толщина - 0,0015; 0,002; 0,0025.

Стекло органическое листовое выпускается в виде прямоугольных листов, свойства которых приведены в таблице 27.

Таблица 27 - Технические характеристики органического листового стекла

Показатель	Характеристика
Предел прочности при растяжении, кгс/см ² , не менее	850
Удельная ударная вязкость, (кгс·см)/см ² , не менее	13
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	2,5
Температура размягчения, °С, не ниже	от 133 до 140
Светопрозрачность, %	99
Ширина, мм	400, 500, 700, 1000, 1100, 1250, 1600, 3050
Длина, мм	1250, 1600, 2050
Толщина, мм	от 1,0 до 30

9.8 Легкие кровельные панели

Выпускается значительное количество видов легких кровельных панелей. Мы рассмотрим только наиболее распространенные на российском рынке.

Панели кровельные экструзионные асбестоцементные – изделия длиной до 3 м, шириной до 750 мм и высотой от 120 до 180 мм. Толщина стенок панелей от 10 до 13 мм. Пустоты панелей заполняют минераловатным либо другим эффективным утеплителем. Внешний вид панели представлен на рисунке 114.

В таблице 28 приведены характеристики кровельных экструзионных асбестоцементных панелей.

Кровельные металлические панели производства ЗАО «Петропанель» (г.Санкт-Петербург) – трехслойные панели с утеплителем из минераловатной плиты или плит из пенополистирола. Панели производятся на технологической линии, разработанной английской фирмой «Isowall Holding Limited» Облицовка панелей производится оцинкованной сталью с полимерным покрытием. Панели выпускаются

двух видов: марок ПКМ и ПКС, соответственно с минеральным (М) и пенополистирольным (С) утеплителями. В качестве утеплителя применяется минераловатная плита «Rockwool» плотностью более 115 кг/м^3 или пенополистирол со средней плотностью более 18 кг/м^3 . Размеры панелей, мм: длина – от 1800 до 14000, ширина – 1160, толщина от 50 до 300.

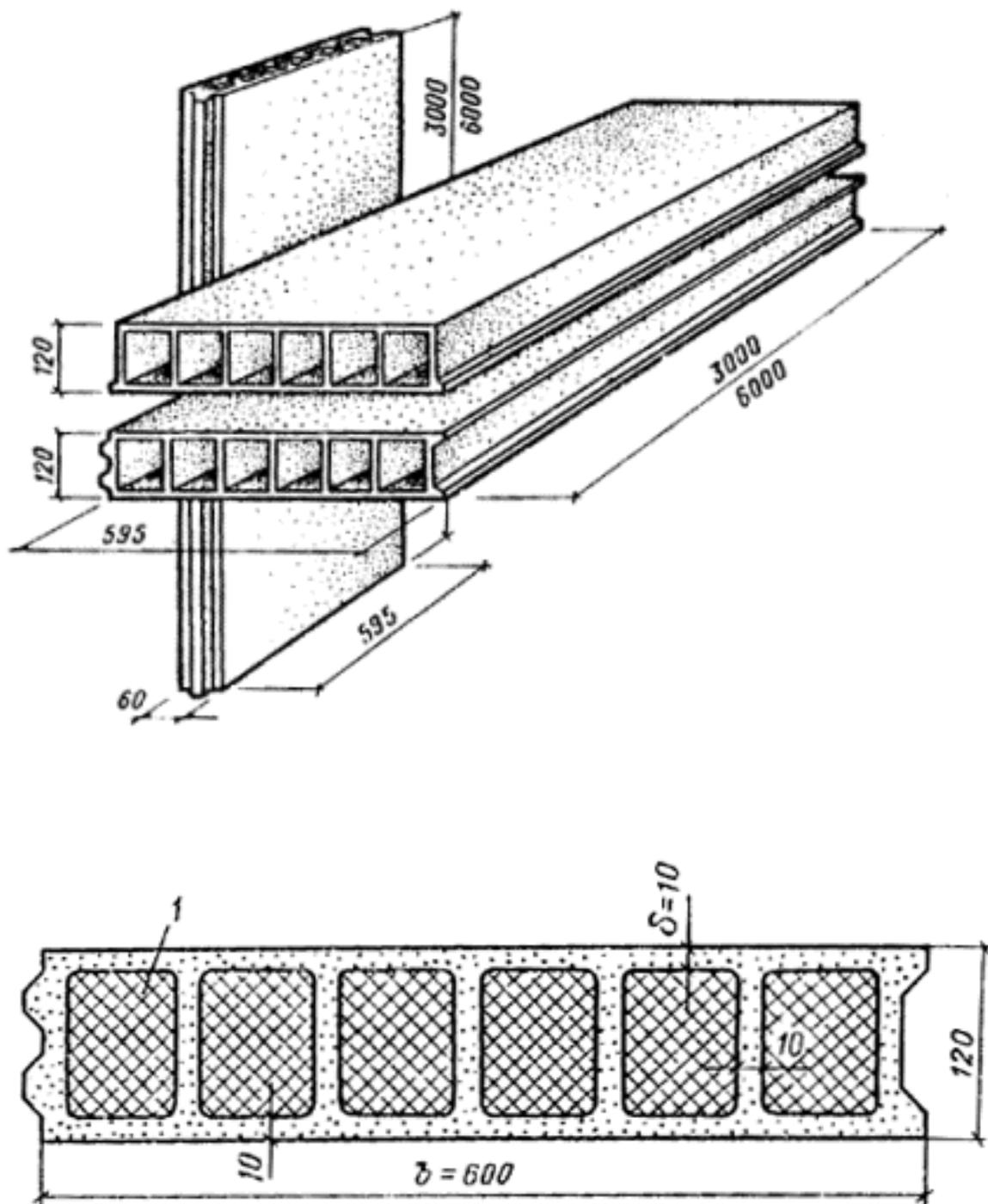


Рисунок 114 – Эскиз кровельных экструзионных асбестоцементных панелей.

Таблица 28 - Типы кровельных панелей и их назначение

Обозначение	Размеры, мм			Масса 1 м ² , кг	Панель и ее назначение
	Ширина	Высота	Длина		
ПЭА-Кр 3х0,6х0,12	595	120	3000	37,21	Основная – для покрытий зданий под рулонный ковер
ПЭА-Кр 3х0,3х0,12	295	120	3000	20,68	Доборная – то же
ПЭА-Кр 3х0,6х0,14	595	140	3000	55,52	Основная – для покрытий зданий под рулонный ковер
ПЭА-Кр 3х0,6х0,16	595	160	3000	55,53	
ПЭА-Кр 3х0,6х0,18	595	180	3000	58,14	
ПЭА-Кр 3х0,3х0,14	295	140	3000	27,62	Доборная – то же
ПЭА-Кр 3х0,3х0,16	295	160	3000	29,23	
ПЭА-Кр 3х0,3х0,18	295	180	3000	30,84	

Кровельная панель «URSA» производства компании «Маяк» (Самара) производится размерами: длина от 1500 до 6000 мм, ширина 845 мм, толщина утеплителя 150 мм. Обшивка из оцинкованной стали – неокрашенной, окрашенной с одной либо обеих сторон. Теплоизоляционный материал – плита из стекловолокна URSA.

Список использованных источников

1. Берней, И.И. Технология асбестоцементных изделий: учеб. для вузов / И.И. Берней, В.М. Колбасов. – М.: Стройиздат, 1985. – 400 с. : ил.
2. Соколов, П.Н. Технология асбестоцементных изделий / П.Н.Соколов. – М.: Издательство литературы по строительству, 1968. – 296 с. : ил.
3. Справочник по гидроизоляционным материалам для строительства / К.Г. Ярмоленко, Л.И. Искра – Киев: «Будивельник», 1979. – 178 с.
4. Справочник по клеям и клеящим мастикам в строительстве / О.Л. Фиговский [и др.]; под ред. В.Г. Микульского и О.Л. Фиговского. – М. : Стройиздат, 1984. – 240 с.
5. Рахимов, Р.З. Современные кровельные материалы / Р.З.Рахимов, Г.Ф.Шигапов. – Казань: Центр инновационных технологий, 2001. – 432 с.
6. Технология гидроизоляционных материалов: учеб. для вузов по спец. «Пр-во строит. изделий и конструкций» / И.А. Рыбьев [и др.]; под ред. И.А. Рыбьева. – М. : Высш. шк., 1991. - 287с. : ил.
7. Чикида, И.Т. Оборудование кровельных заводов / И.Т.Чикида. - М.: Государственное издательство литературы по строительным материалам, 1954. – 284 с. : ил.
8. ГОСТ 2697-83. Пергамин кровельный. Технические условия. Взамен ГОСТ 2697-75 ; введ. 1985-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 1985. – 6 с.
9. ГОСТ 2889-80. Мастика битумная кровельная горячая. Технические условия. - Взамен ГОСТ 2889-67 ; введ. 1982-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 2004. - 11 с.
10. ГОСТ 6617-76. Битумы нефтяные строительные. Технические условия. Взамен ГОСТ 6617-56 ; введ. 1977-07-01. - М.: Изд-во стандартов, 2002. – 6 с.
11. ГОСТ 7415-86. Гидроизол. Технические условия. Взамен ГОСТ 7415-74 ; введ. 1987-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 2001. – 6 с.
12. ГОСТ 9548-74. Битумы нефтяные кровельные. Технические условия. Взамен ГОСТ 9548-60 ; введ. 1977-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 2002. – 8 с.

13. ГОСТ 9812-74. Битумы нефтяные изоляционные. Технические условия. Взамен ГОСТ 9812-61 ; введ. 1976-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 2002. – 7 с.
14. ГОСТ 10296-79. Изол. Технические условия. Взамен ГОСТ 10296-71 ; введ. 1980-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 2001. – 6 с.
15. ГОСТ 10923-93. Рубероид. Технические условия. Взамен ГОСТ 10923-82 ; введ. 1995-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 2001. – 8 с.
16. ГОСТ 11955-82. Битумы нефтяные дорожные жидкие. Технические условия. Взамен ГОСТ 11955-74 ; введ. 1984-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 2000. – 7 с.
17. ГОСТ 12871-93. Асбест хризотилковый. Общие технические условия. Взамен ГОСТ 12871-83 ; введ. 1995-01-01. - М.: Стандартиформ, 2006. – 16 с.
18. ГОСТ 14918-80. Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий. Технические условия. Взамен ГОСТ 14918-69 ; введ. 1981-07-01. - М.: Стандартиформ, 2007. – 8 с.
19. ГОСТ 15836-79. Мастика битумно-резиновая изоляционная. Технические условия. Взамен ГОСТ 15836-70 ; введ. 1979-07-01. - М.: Изд-во стандартов, 2003. – 8 с.
20. ГОСТ 15879-70. Стеклорубероид. Технические условия. Введен 1971-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 2001. – 6 с.
21. ГОСТ 20429-84. Фольгоизол. Технические условия. Взамен ГОСТ 20429-75 - введ. 1985-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 2001. – 6 с.
22. ГОСТ 21822-87. Битумы нефтяные хрупкие. Технические условия. Взамен ГОСТ 21822-87 – введ. 1988-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 2000. – 7 с.
23. ГОСТ 21992-83. Стекло строительное профильное. Взамен ГОСТ 21992-76 - введ. 1983-01-31. - М.: Изд-во стандартов, 1983. – 18 с.
24. ГОСТ 22245-90. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия. Взамен ГОСТ 22245-76 – введ. 1991-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 2000. – 9 с.

25. ГОСТ 24045-2010. Профили стальные листовые гнутые с трапециевидными гофрами для строительства. Технические условия. Взамен ГОСТ 24045-94 – введ. 2012-01-01. - М.: Стандартиформ, 2011. – 13 с.

26. ГОСТ 24866-99. Стеклопакеты клееные строительного назначения. Технические условия. Взамен ГОСТ 24866-89 – введ. 2001-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 2001. – 29 с.

27. ГОСТ 26816-86. Плиты цементностружечные. Технические условия. Введ. 1986-07-01. - М.: Изд-во стандартов, 2002. – 11 с.

28. ГОСТ 30340-95. Листы асбестоцементные волнистые. Технические условия. Взамен ГОСТ 16233-77 и ГОСТ 20430-84 ; введ. 1996-09-01. - М.: Изд-во стандартов, 1996. – 20 с.