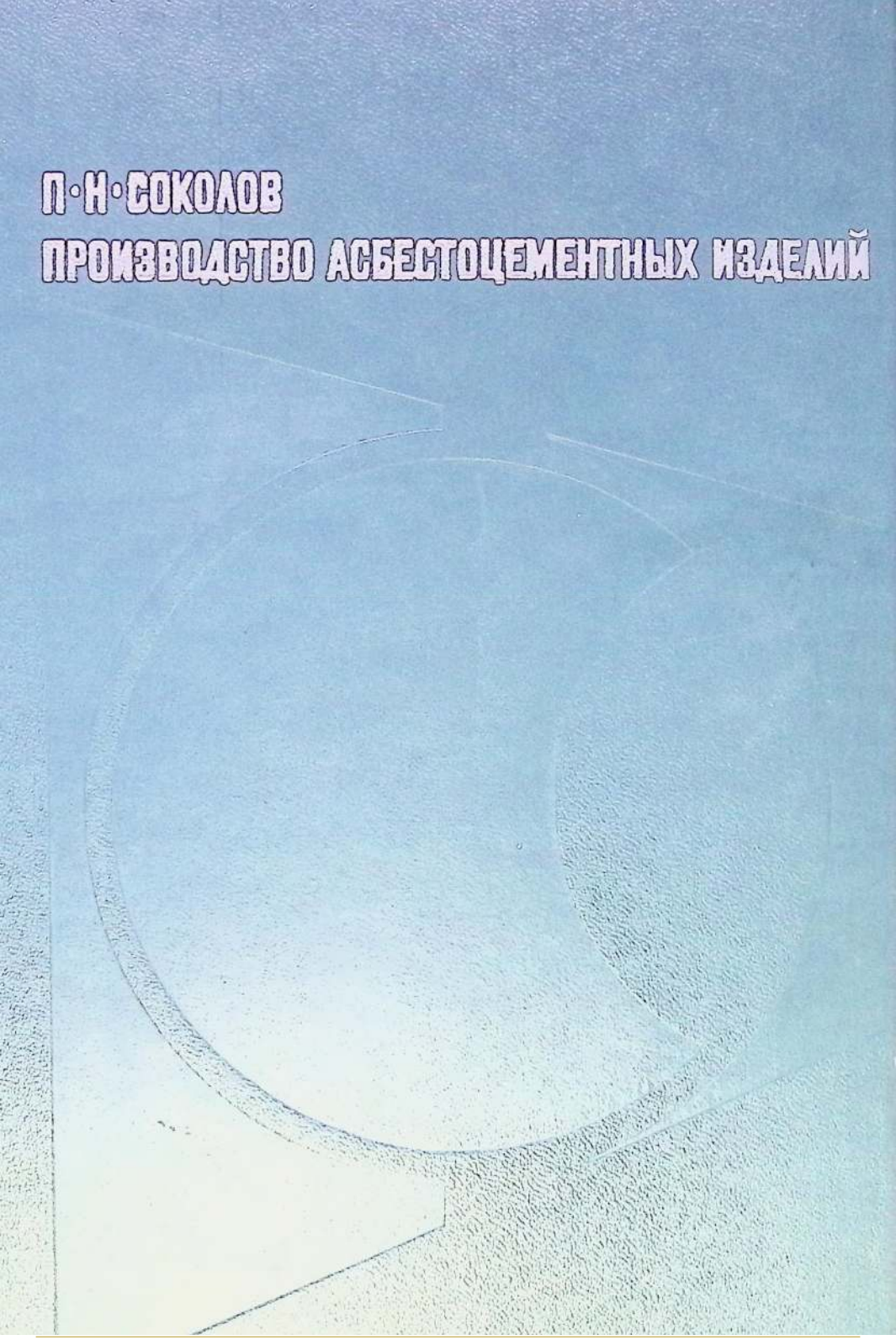
П·Н·СОКОЛОВ

ПРОИЗВОДСТВО АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫХ ИЗДЕЛИЙ



Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/1

ПРОФ. П. Н. СОКОЛОВ

ПРОИЗВОДСТВО АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Издание 2-е, исправленное и дополненное

Одобрено Ученым советом
Государственного комитета
Совета Министров СССР
по профессионально-техническому образованию
в качестве учебника
для подготовки рабочих на производстве

Контрольный экземпляр

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ВЫСШАЯ ШКОЛА»
МОСКВА — 1970

Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/2

6С3
С59

Соколов П. Н.

С59 Производство асбестоцементных изделий. Изд. 2-е, исправ. и доп. Учебник для подготовки рабочих на производстве. М., «Высш. школа», 1970.
288 с. с илл.

В книге изложены основные сведения о сырьевых материалах для производства асбестоцементных изделий (асбесте, портландцементах и др.), их механические свойства и минералогический состав; подробно описываются основные стадии технологического процесса производства асбестоцементных изделий — хранение сырьевых материалов, составление смески асбеста, распушка асбеста и приготовление асбестоцементной массы, формование асбестоцементных листов и труб, разрезка и волнировка листов, прессование плоских листов и плиток, твердение и механическая обработка изделий.

Второе издание дополнено сведениями о производстве цветных и окрашенных асбестоцементных листов, новыми видами изделий и описанием нового технологического оборудования.

3—2—9
29—70

6С3

ВВЕДЕНИЕ

Основными сырьевыми материалами при производстве асбестоцементных изделий служат асбест и портландцемент; асбест составляет 10—20%, а портландцемент 80—90% от общего веса материалов.

Цемент после затворения водой постепенно затвердевает и приобретает свойства каменного тела, которое хорошо сопротивляется сжимающим нагрузкам. Сопротивление цементного камня растягивающим и изгибающим нагрузкам примерно в 10—15 раз ниже, чем сжимающим.

Асбест — это минерал, находящийся в горных породах определенного состава. Он обладает удивительным, отличающим его от всех остальных минералов, свойством при сжатии или ударе распадаться на тончайшие, очень прочные волокна. Введение в цемент таких волокон асбеста резко изменяет физико-механические свойства цементного камня. Сформованные из такой смеси изделия хорошо сопротивляются не только сжимающим, но и растягивающим, и изгибающим нагрузкам. Эти изделия нашли широкое применение в строительстве зданий и сооружений.

Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/3

Асбестоцементная промышленность — отрасль промышленности строительных материалов, производящая изделия, которые используются в строительстве зданий и трубопроводах различного назначения.

Первый промышленный выпуск асбестоцементных изделий относится к 1900 г. Изобретателем метода производства этих изделий является чех Людвиг Гатчек. Для формования асбестоцементных листов из смеси асбеста, цемента и воды он использовал формовочные машины, применявшиеся в то время для формования из древесного волокна бумаги или картона и носившие название «папп-машины» («бумажные машины»). Название «папп-машина» долгое время применялось и в асбестоцементной промышленности. Теперь машины для формования асбестоцементных листовых изделий называются листоформовочными, а для формования труб — трубоформовочными.

Вначале асбестоцементные листы, формуемые листоформовочной машиной, разрезали на квадратные плитки размером 400×400 *мм* и уплотняли их прессованием на гидравлических прессах. Эти плитки оказались долговечным материалом для покрытия кровель, поэтому их назвали этернитовыми («вечными»). Производство их быстро распространилось в странах Европы и затем в Америке. В России первый завод для выработки таких плиток был построен в г. Брянске в 1908 г.

В дальнейшем начали выпускать асбестоцементные листовые изделия больших размеров — 1200, 2000 и даже 3000 *мм*. Плоские большеразмерные листы применяют для облицовки (вместо штукатурки) внутренних и наружных стен зданий. Их лицевую поверхность для улучшения внешнего вида окрашивают минеральными красками или органическими лаками, шлифуют, полируют, а также придают поверхности листов вид дерева.

Для повышения сопротивляемости кровельных большеразмерных листов изгибающим нагрузкам им придают волнистую форму. Такие волнистые кровельные листы стали широко распространенным материалом для покрытия кровель жилых, а также промышленных зданий.

В двадцатых годах XX в. в Италии, а затем и в других странах начинает быстро развиваться производство асбестоцементных труб. В нашей стране первые заводы для производства асбестоцементных труб были построены в 1932 г. при комбинате

асбестоцементных изделий «Красный строитель» (г. Воскресенск Московской области) и на Урале при Сухоложском комбинате (г. Сухой Лог). Эти трубы применяют для прокладки водопроводов, канализации, устройства вентиляционных каналов, а в последнее время и для прокладки газопроводов.

Огромный размах строительства жилых и общественных зданий и сооружений в нашей стране и наличие крупнейших месторождений асбеста предопределило быстрое развитие производства асбестоцементных строительных изделий.

В 1969 г. в СССР работало уже 193 технологических линий по производству различных видов асбестоцементных листовых изделий общей мощностью, в переводе на кровельные плитки размером 400×400 *мм*, около 5,6 миллиардов плиток и 63 линии по производству труб, производственной мощностью 60 тыс. условных километров (трубы внутренним диаметром 200 *мм*). По выработке асбестоцементных изделий Советский Союз занимает первое место в мире.

Но потребность в асбестоцементных изделиях непрерывно растет. В связи с этим намечается дальнейшее увеличение выпуска асбестоцементных листовых изделий и асбестоцементных труб.

Помимо увеличения объема производства значительно изменится и ассортимент вырабатываемых асбестоцементных изделий. В общем выпуске асбестоцементных листовых изделий каждый год будет возрастать удельный вес крупно- и среднегабаритных волнистых листов, облицовочных плоских и цветных листовых изделий, крупногабаритных асбестоцементных стеновых панелей, утепленных плит для покрытия промышленных и сельскохозяйственных зданий. Резко возрастет длина вырабатываемых асбестоцементных труб.

Существенные изменения произойдут и в производстве асбестоцементных изделий: почти на всех заводах машины и аппараты заготовительного отделения, производящие обработку асбеста и изготовляющие асбестоцементную массу для формования из нее изделий, будут заменены более совершенными и производительными, и их работа будет полностью автоматизирована. Будут внедрены новые, более совершенные методы формования изделий и комплексная автоматизация всех технологических процессов их производства, что даст возможность повышения качества асбестоцементных изделий.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 4 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/4

Весьма важная роль в выполнении поставленных задач принадлежит производственным кадрам. Чтобы успешно управлять сложными технологическими аппаратами, вести технологический процесс по заданному режиму и получать дешевую продукцию высокого качества, рабочие должны постоянно повышать свою квалификацию. Для подготовки рабочих на производстве и предназначен данный учебник.

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ
СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Глава I

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

§ 1. Основные сырьевые материалы, применяемые для производства асбестоцемента

Свойства материалов и изделий, получаемых в результате промышленной переработки исходных сырьевых материалов, определяются свойствами этих исходных материалов, а также способами их переработки, технологией производства и дозировкой сырья, подготовкой формовочной массы, формованием полуфабриката, твердением и обработкой.

Для производства асбестоцементных изделий в качестве основного сырья применяют асбест и портландцемент. Содержание асбеста в изделиях зависит от вида вырабатываемого изделия, а также качества (сорта) используемого асбеста. Обычно по весу оно не бывает менее 10 и более 20%. Содержание портландцемента в изделиях — соответственно 80—90%.

При производстве асбестоцементных изделий ранее применялся портландцемент без всяких добавок. На таком цементе и в настоящее время работает большинство асбестоцементных заводов. Но за последние десятилетия некоторые заводы стали использовать при производстве асбестоцементных листовых изделий и, особенно, асбестоцементных труб, портландцемент с добавкой от 30 до 45% тонкомолотого песка (песчанистый портландцемент).

В СССР с 1956 г. один из заводов успешно применяет песчанистый портландцемент для выработки асбестоцементных кро-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 5 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/5

вельных изделий, а в 1964 г. пущен второй завод для производства листовых изделий и труб на таком цементе. Асбестоцементные изделия, изготовленные на песчанистом цементе, дешевле и прочнее, чем изделия на обычном портландцементе.

При производстве цветных асбестоцементных кровельных и облицовочных изделий, помимо асбеста и цемента, применяют цветные земляные и искусственные красители, пигменты, а также цветные лаки, эмали и смолы.

§ 2. Основные понятия о химическом строении веществ

Все вещества материального мира состоят из атомов и молекул. Атомы — это мельчайшие частицы, из которых построены простые вещества. Например, окружающий нас воздух является механической смесью кислорода и азота. Как кислород, так и азот — простые вещества. Каждое из них состоит из однородных элементов — первое из атомов кислорода, второе — из атомов азота.

Молекула — наименьшая частица данного вещества, обладающая его основными химическими свойствами, способная к самостоятельному существованию и состоящая из однородных или различных атомов, соединенных в одно целое химическими связями.

Размер атома чрезвычайно мал: в 1 $см^3$ кислорода содержится $54 \cdot 10^{18}$ его молекул. Ранее полагали, что атом невозможно разрушить, но сейчас известны способы расщепления атомов некоторых элементов.

Всего открыто немногим более 100 химических элементов, каждый из которых обладает определенными свойствами. Из общего числа элементов, составляющих земную кору, воздух и воду, 99,4% приходится на долю только 15 элементов, а остальные элементы составляют лишь 0,6%. Однако в природе мы видим огромное множество веществ. Объясняется это тем, что большинство их являются сложными веществами, в состав которых входят группы различных атомов. Какие атомы входят в состав того или иного вещества и в каком количественном соотношении, т. е. каков химический состав этого вещества, определяют химическим анализом. Однако свойства вещества определяются не только составом и количественным соотношением атомов, входящих в его молекулу, но также и порядком, в котором эти атомы расположены. Комбинацией различных атомов и их взаимным расположением объясняется все многообразие материального мира.

Химические элементы обозначают знаками, которые представляют собой одну или две буквы латинского алфавита. Эти

знаки — начальные буквы латинского или греческого названия химического элемента. Например, химическим анализом определено, что кварцевый песок состоит из атомов кремния, который обозначается буквами Si, и кислорода, обозначаемого буквой O. Химический состав кварцевого песка выражают формулой SiO_2, где индекс 2 обозначает, что на каждый атом кремния приходится два атома кислорода. Так же выражается химический состав и других веществ. Например, вода состоит из водорода H и кислорода O, причем число атомов водорода в два раза превышает число атомов кислорода — H_2O.

Если кварцевый песок измельчить, то каждая полученная мельчайшая частица остается кварцем того же химического состава, выражаемого формулой SiO_2. Это показывает, что кварцевый песок представляет собой не простую механическую смесь атомов кремния и кислорода, а что атомы его расположены в песчинках в определенном порядке и что каждый атом кремния связан с двумя атомами кислорода. Следовательно, наименьшей частицей кварца является соединение одного атома кремния Si с двумя атомами кислорода O. Такая частица называется молекулой кварца. Каждая песчинка кварца состоит из огромного числа таких молекул.

Элементы, входящие в состав основного сырья асбестоцементного производства — хризотил-асбеста, портландцемента, гипса и воды — приведены в табл. 1.

Таблица 1

Элементы, входящие в состав асбестоцемента

Название	Обозначение	Процентное содержание элемента в земной оболочке (в атомных процентах)*	Название	Обозначение	Процентное содержание элемента в земной оболочке (в атомных процентах)*
Кислород	O	52,32	Кальций	Ca	1,48
Водород	H	16,95	Магний	Mg	1,39
Кремний	Si	16,67	Углерод	C	0,14
Алюминий . . .	Al	5,53	Сера	S	0,025
Железо	Fe	1,50			

* Атомные проценты — отношение числа атомов данного химического вещества к общему числу атомов в земной оболочке.

В твердом теле молекулы связаны определенными силами, препятствующими их взаимному перемещению, и величина этих

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 6 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/6

сил в основном определяет прочность твердого тела. В жидком теле, например в воде, молекулы также связаны силами взаимного притяжения, но эти силы не препятствуют свободному перемещению их относительно друг друга. В газообразных телах при взаимодействии между молекулами преобладают отталкивающие силы, поэтому газ при понижении давления увеличивается в объеме.

Твердое, жидкое и газообразное — это состояния вещества, которые определяются температурой и давлением. Например, при нормальном атмосферном давлении (1 *атм*=760 *мм рт. ст.*) состояние воды зависит только от температуры: при температуре ниже 0° С она является твердым телом, при температуре от 0 до 100° С — жидким, а при температуре 100° С и выше — газообразным. В паровом котле, где давление превышает атмосферное, вода из жидкого состояния переходит в газообразное (пар) при более высокой температуре: например, если давление в котле превышает атмосферное в 10 раз, то вода будет переходить в пар при температуре 183,2° С.

Объясняется это следующим: молекулы всех веществ и при всех состояниях (твердом, жидком и газообразном) совершают колебательные движения, которые тем энергичнее, чем выше температура. При температуре ниже 0° С колебательные движения молекул льда недостаточны для преодоления сил их взаимного притяжения и они не могут оторваться от соседних молекул.

Для того чтобы лед превратить в воду, надо сообщить ему определенное количество тепла — иначе энергии, которая настолько повысит скорость колебания молекул, что они уже смогут свободно перемещаться по отношению друг к другу, т. е. приобретут свойства жидкости.

При дальнейшем нагревании воды до 100° С затрачиваемое тепло (энергия) расходуется на увеличение скорости колебательных движений молекул. Расположенные на поверхности воды молекулы все в возрастающем количестве отрываются от соседних молекул и смешиваются с окружающим воздухом.

Если молекулам воды сообщить большее количество тепла, то они приобретут такое энергичное колебательное движение, которое позволит им отрываться друг от друга во всем объеме воды, т. е. вода закипит. Пока вся вода не превратится в пар, ее температура остается неизменной, так как все сообщаемое воде тепло расходуется на то, чтобы оторвать одну молекулу от другой (т. е. на испарение).

Кислород, не связанный с другими элементами, — это газ. Но если его охладить до температуры — 183° С — это будет жидкость, при дальнейшем охлаждении до —219° С — он превратится в твердое тело.

Глава II

АСБЕСТ

§ 3. Общие сведения об асбесте

В некоторых местах земной коры, среди каменных пород определенного химического состава находится минерал — асбест. В этих породах он располагается в большинстве случаев жилами, как это показано на рис. 1.

Если отделить от жилы кусок асбеста и ударить по нему легким молотком, то он распадется на тончайшие и очень плотные волокна. Чем энергичнее будет механическое воздействие, тем на более тонкие волокна распадется кусок асбеста. Объясняется это следующим.

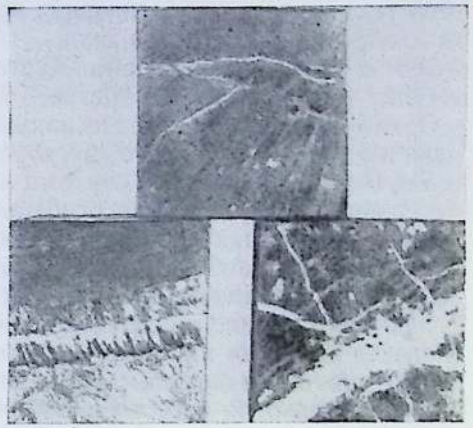


Рис. 1. Образцы асбестовой руды с жилами асбеста

Обычно молекулы кристаллов прочно связаны между собой по всему объему кристалла. Например, если крупную песчинку речного песка (кристалл окиси кремния) дробить, то она будет разрушаться в различных направлениях и распавшиеся части-песчинки будут иметь различную форму.

Волокна асбеста также имеют кристаллическое строение и представляют собой пучок огромного количества элементарных волоконец-кристаллов, диаметр которых измеряется стотысячными долями миллиметра. Элементарные волоконца в этом пучке связаны между собой сравнительно слабо, поэтому они легко расщепляются на более тонкие волокна. При механическом воздействии отдельные тончайшие волокна асбеста не разрываются, а легко отделяются от соседних.

Все встречающиеся в природе виды асбеста можно разделить на две группы: некислотостойкие и кислотостойкие.

В группу некислотостойкого асбеста входит один вид — хризотил-асбест. В группе кислотостойких асбестов пять видов: кро-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 7 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/7

кидолит-асбест, амозит-асбест, антофиллит-асбест, актинолит-асбест и тремолит-асбест.

Наибольшее значение в промышленности имеет хризотил-асбест. Объясняется это тем, что мировые запасы хризотил-асбеста значительно превышают запасы всех видов кислотостойкого асбеста. В общей мировой добыче асбеста он составляет не менее 95%, а группа кислотостойких асбестов — не более 5%.

На крупных месторождениях хризотил-асбеста, содержащих десятки миллионов тонн этого минерала, добыча асбестовой руды механизирована.

Невысокая устойчивость его к воздействию кислот не снижает практического значения хризотил-асбеста в производстве асбестоцементных изделий, так как по условиям применения основные виды этих изделий не подвергаются действию кислот.

В СССР основной базой хризотил-асбеста является одно из крупнейших в мире Баженовское месторождение (г. Асбест, Свердловской области), эксплуатирующееся с 1889 г. В 1964—1965 гг. начата разработка двух крупных месторождений хризотил-асбеста: Ак-Довуракское (Ак-Товракское) в Тувинской АССР и Джетыгаринское в Кустанайской области. В 1970 г. вступит в эксплуатацию третье — Киембаевское месторождение в Оренбургской области. Несколько позже будет организована разработка Молодежного месторождения (Бурятская АССР), очень богатого высокими сортами хризотил-асбеста.

Основная характерная особенность асбестов кислотостойкой группы — хорошая сопротивляемость волокон действию кислот. Поэтому такие асбесты используются преимущественно при выработке материалов и изделий для химической промышленности.

Из группы кислотостойких асбестов в промышленности наибольшее значение имеет крокидолит-асбест. Его волокна очень прочны, а средняя длина их превышает среднюю длину волокон хризотил-асбеста. Волокна крокидолит-асбеста более жесткие и прочнее связаны друг с другом, поэтому этот асбест труднее распушивается, чем хризотил-асбест. Многие зарубежные асбестоцементные заводы добавляют около 10—20% волокон крокидолит-асбеста к хризотил-асбесту, что несколько повышает производительность формовочных машин, не ухудшая качества изделий.

Следующее место по значению в промышленности занимает амозит-асбест. Этот асбест отличается очень большой длиной волокон (до 300 *мм*). В зарубежной асбестоцементной промышленности амозит-асбест используют в небольших количествах как добавку к хризотил-асбесту.

Из всей группы кислотостойких асбестов наибольшей кислотостойкостью обладает антофиллит-асбест. Его применяют преимущественно для выработки кислотостойких материалов и изделий.

§ 4. Хризотил-асбест

Химический состав и строение хризотил-асбеста. В кристаллических твердых телах, к которым относится асбест, молекулы расположены в определенном порядке. Химический состав кристаллов (волокон) хризотил-асбеста, которые не загрязнены примесями других веществ, следующий:

Окись магния MgO	43,46%
Окись кремния SiO_2	43,5%
Вода H_2O	13,04%

Зная химический состав хризотил-асбеста, можно рассчитать в каком соотношении находятся в нем атомы. В молекуле хризотил-асбеста на каждые четыре атома водорода H приходится три атома магния Mg, два атома кремния Si и девять атомов кислорода O. Следовательно, химический состав молекулы хризотил-асбеста может быть выражен формулой:

$$H_4Mg_3Si_2O_9$$

Практически химический состав хризотил-асбеста несколько отличается от указанного за счет загрязнения другими породами.

Составляющие элементарные кристаллы асбестов связаны между собой лишь линейно, т. е. в одном направлении, боковая же связь с соседними кристаллами крайне слаба. Эта общая для всех видов асбеста особенность наиболее ярко выражена у хризотил-асбеста, чем и объясняется очень высокая прочность на растяжение его волокон и хорошая распушаемость.

Тонину элементарного волокна хризотил-асбеста определяют электронным микроскопом, позволяющим измерять с точностью до одной стотысячной доли миллиметра. Диаметр элементарного волокна кристалла хризотил-асбеста составляет около 0,000003 *см*. Практически хризотил-асбест распушивают до среднего размера диаметра волокон — около 0,02 *мм*. Следовательно, даже тонко распушенное волокно является пучком огромного количества элементарных волокон (кристаллов).

Механическая прочность волокон хризотил-асбеста. В технике прочность материалов принято выражать предельной нагрузкой, которую может выдержать данный материал. Предельная нагрузка, выраженная в килограммах, разделенная на площадь сечения испытываемого образца материала, характеризует величину прочности данного материала и называется *пределом прочности*. Обозначают предел прочности латинской буквой *R*.

Например, чтобы определить предел прочности при растяжении R_p стальной проволоки диаметром 0,15 *см*, отрезок проволоки закрепляют в зажимах разрывной машины и постепенно увеличивают растягивающую нагрузку до разрыва образца. Предпо-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 8 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/8

ложим, что разрыв произошел при нагрузке 122,5 *кГ*. Зная диаметр проволоки, подсчитаем площадь ее сечения в квадратных сантиметрах по формуле:

$$S = \frac{\pi d^2}{4},$$

где d — диаметр проволоки, *см*;

$$S = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}15^2}{4} = 0{,}0175 \text{ см}^2.$$

Разделив нагрузку, при которой произошел разрыв образца, на площадь его сечения, найдем, что предел прочности проволоки на растяжение равен:

$$R_р = \frac{122{,}5 кГ}{0{,}0175 см^2} = 7000 \text{ кГ/см}^2.$$

Таким же образом определяют предел прочности при растяжении волокон хризотил-асбеста.

Наибольшую прочность имеют тонкие жесткие волокна с блестящей поверхностью, которые не подвергались изгибу или другим напряжениям. Такие волокна называют *игольчатыми*. В среднем предел прочности при растяжении таких волокон около 20 000—30 000 *кГ/см*², что превышает предел прочности высокопрочной стали.

При выработке всех видов асбестоцементных материалов и изделий волокна асбеста распушивают. В процессе распушки они подвергаются большим сжимающим, ударным и скручивающим воздействиям, в результате чего становятся мягкими, матовыми и по внешнему виду напоминают хлопок. После распушки прочность волокон асбеста значительно снижается, но все же остается достаточно высокой: 6 000—8 000 *кГ/см*², что соответствует прочности стальной проволоки хорошего качества.

Теплостойкость хризотил-асбеста. Асбестоцементные изделия применяют обычно в строительных конструкциях, которые не подвергаются действию высоких температур. Но иногда асбестоцементные трубы используют в качестве дымовых труб, а асбестоцементные листы применяют для облицовки печей. Асбест в чистом виде или в смеси с другими материалами широко используется в качестве термоизоляции для снижения потерь тепла горячими поверхностями тепловых установок и аппаратов.

Асбест несгораем, но при нагревании его свойства несколько изменяются. Так, при нагревании до температуры 110° С его предел прочности при растяжении снижается на 10%; при нагревании до 368° С — на 20%. Это временное снижение прочности. После выдерживания асбеста при нормальных температурах и

влажности воздуха прочность полностью восстанавливается. При длительном нагревании при температуре более 550° С волокна хризотил-асбеста теряют прочность, становятся хрупкими и начальная прочность уже не восстанавливается. При температуре 1550° С хризотил-асбест плавится.

Адсорбционные свойства хризотил-асбеста. Под адсорбционными свойствами понимается способность твердых тел притягивать из окружающей среды и удерживать на своей поверхности другие вещества. Например, если высушить при температуре 105—110° С некоторое количество распушенных волокон хризотил-асбеста, взвесить их, а затем, выдержав некоторое время в среде с влажным воздухом, вновь взвесить, то обнаружится, что вес этих волокон увеличился на 2,5—5%. Увеличение веса асбеста могло произойти только за счет адсорбции им из воздуха паров воды, которые лучше адсорбируются на поверхности волокон хризотил-асбеста, чем кислород или азот воздуха. При этом чем больше распушено волокно, тем больше оно адсорбирует паров воды, т. е. его адсорбционная способность повышается.

Хризотил-асбест адсорбирует не только молекулы паров воды из воздуха, но и вещества, растворенные или находящиеся во взвешенном состоянии в жидких средах, например, в воде.

В производстве асбестоцементных изделий адсорбционная способность асбеста играет очень большую роль. Так, при смешивании цемента с асбестом, происходящем преимущественно в водной среде, мелкие зерна цемента обволакивают волокна асбеста, которые удерживают их на своей поверхности. Высокая адсорбционная активность способствует быстрому и равномерному распределению асбеста в массе цемента.

Наиболее распространенный в промышленности способ формования асбестоцементных изделий из жидкой смеси асбеста, цемента и воды основан на высокой адсорбционной активности асбеста. В этой смеси вес воды примерно в 10 раз превосходит вес асбеста и цемента. Чтобы изделия получались прочными и плотными, необходимо бóльшую часть воды из смеси удалить. Если бы волокна асбеста не удерживали на своей поверхности зерна цемента, то большинство этих зерен, особенно наиболее мелких, было бы увлечено водой, и в изделии осталось бы мало цемента.

В настоящее время в нашей стране и за рубежом быстро развивается промышленность искусственных минеральных волокон, которые получают, вытягивая в тончайшие нити некоторые расплавленные горные породы, шлаки и т. п. В зависимости от исходных материалов эти искусственные минеральные волокна называют минеральной шерстью, шлаковой шерстью, стеклянным волокном и т. п.

Искусственные минеральные волокна очень тонки, а предел их прочности не ниже предела прочности распушенного волокна

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
Published by AsbestosClaims.Law
ACL Doc 25272 · Page 9 of 158
asbestosclaims.law/library/25272/9

хризотил-асбеста. Но этот искусственный волокнистый материал не может заменить хризотил-асбест в производстве асбестоцементных изделий из-за слабой адсорбционной активности.

Искусственные минеральные волокна плохо удерживают на своей поверхности зерна цемента, вследствие чего не удается ни получить равномерного распределения их волокон в массе цемента, ни предотвратить вымывания цемента водой при удалении ее в процессе формования изделий. Поэтому искусственные минеральные волокна используют на зарубежных асбестоцементных заводах лишь как добавки к хризотил-асбесту в количестве, не превышающем 20% от веса волокон асбеста.

Кислотостойкость хризотил-асбеста. Чтобы проверить кислотостойкость хризотил-асбеста, возьмем небольшое количество сухого распушенного волокна, взвесим его и поместим в 25%-ный раствор соляной или серной кислоты. Через 20 суток кислоту отфильтруем, асбест высушим и вновь взвесим. Мы увидим, что вес его значительно уменьшился и составляет около 44% от первоначального веса. Кроме того, волокна асбеста легко растираются пальцами в тонкий порошок.

Если произвести химический анализ этого порошка, можно обнаружить, что он состоит из окиси кремния SiO_2, содержавшиеся же в хризотил-асбесте окись магния MgO и вода H_2O растворились в кислоте.

Хризотил-асбест разрушают и более слабые кислоты, например уксусная. Следовательно, хризотил-асбест не является кислотостойким минералом.

Разработка месторождений и обогащение хризотил-асбеста. Хризотил-асбест в горной породе образует жилы, в которых волокна обычно расположены перпендикулярно к ее стенкам. Поэтому толщина жилы определяет приблизительно длину волокон хризотил-асбеста.

В месторождениях преобладают тонкие жилы, содержащие волокна длиной 1—5 *мм*. В значительно меньших количествах встречаются жилы, содержащие волокна длиной 5—20 *мм*, и совсем редко встречаются жилы, в которых волокна имеют длину 75 *мм*. Поэтому основной массой продукции при разработке месторождений хризотил-асбеста является коротковолокнистый асбест с длиной волокон 1—5 *мм*.

Помимо жил, в которых длина волокон хризотил-асбеста обычно превышает 0,5 *мм*, горные породы (серпентиниты), прилегающие к жилам, содержат большое количество очень коротких волокон хризотил-асбеста, расположенных в них беспорядочно. При дроблении асбестовых руд из этих пород выделяются волокна хризотил-асбеста длиной в доли миллиметра. Волокна такой длины в значительных количествах находятся в коротковолокнистых сортах хризотил-асбеста и составляют основную массу волокон в седьмом сорте.

Степень насыщенности асбестовых руд хризотил-асбестом или весовое содержание хризотил-асбеста в руде в процентах по отношению к весу руды изменяется от 1 до 20. В асбестовых рудах больших промышленных месторождений среднее содержание асбеста составляет от 4 до 8%, т. е. одна тонна руды содержит от 40 до 80 *кг* хризотил-асбеста. Наиболее крупные месторождения хризотил-асбеста содержат десятки миллионов тонн асбеста, пригодного для промышленного использования.

Современные разработки месторождений хризотил-асбеста являются крупными, высокомеханизированными горными предприятиями, добывающими и перерабатывающими ежегодно миллионы тонн руды.

Процесс извлечения из асбестовой руды волокон хризотил-асбеста называется обогащением, а фабрики, обрабатывающие асбестовые руды, — обогатительными.

Поступающие на обогатительные фабрики крупные куски асбестовой руды проходят ряд дробилок. В процессе дробления асбест отделяется от руды в форме слабо распушенных, жестких (игольчатых) волокон. Эти волокна представляют наибольшую ценность в производстве всех видов асбестовых изделий, в том числе и асбестоцементных.

Если эти отделившиеся от руды волокна асбеста не удалить, то они поступят в следующую дробилку и под действием дробильных органов и кусков руды будут частично изорваны, измяты, распушены, отчего ценность асбеста значительно снизится. Поэтому для получения высококачественного асбеста волокна необходимо по мере выделения их из руды отсасывать воздушной струей. Вместе с волокнами асбеста воздух увлекает также пыль и мелкие куски породы, которые называются галей.

Следующий процесс заключается в очистке асбеста, причем чем больше распушены волокна асбеста, тем труднее выделяется из него пыль и кусочки породы, поэтому такой асбест всегда более засорен неволокнистыми включениями.

После очистки асбест разделяют на сорта по средней длине его волокон. При дроблении куски руды распадаются в первую очередь по наиболее толстым жилам асбеста и по мере измельчения на следующих дробилках выделяются все более тонкие жилы, содержащие волокна меньшей длины. Поэтому первое, грубое разделение асбеста по длине волокон происходит уже в процессе дробления руды: после измельчения в первых дробилках получают асбест, содержащий наиболее длинные волокна, а после дробления в последующих — все более короткие.

По сортам асбест разделяют на ситах с последовательно уменьшающимися размерами ячеек.

Сорта и марки хризотил-асбеста. При производстве всех видов асбестовых материалов и изделий, в том числе и асбестоце-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 10 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/10

ментных, большое влияние на качество продукции оказывает длина волокон асбеста. Поэтому она является основным признаком, по которому асбест разделяется на сорта и марки.

В зависимости от средней длины волокна и степени засоренности асбеста неволокнистыми включениями асбест подразделяется на восемь сортов (с 0-го до 7-го) в соответствии с ГОСТ 12871—67.

Наиболее длинноволокнистые сорта используются для производства асбестовых технических изделий — несгораемых тканей, прокладок, тормозных лент, шнуров и др. В асбестоцементной промышленности используются следующие сорта — 3, 4, 5 и 6-й сорт, причем каждый из этих сортов разделяется в зависимости от степени распушки их волокон (текстуры) на две группы — полужесткую и мягкую, а в зависимости от остатков на ситах при просеве на контрольном ситовом аппарате, на марки.

Сортируют асбест на ситах барабанного типа. На ситах хорошо сортируются по размерам лишь тела, имеющие форму шара. Сортировка же волокнистого материала крайне несовершенна, так как недеформированные игольчатые волокна, расположенные перпендикулярно или наклонно к плоскости сита, могут пройти через его ячейки в том случае, если их длина значительно превосходит размер ячеек сита. Сильно же распушенные волокна, сцепляясь с соседними, могут остаться на сите, несмотря на то, что длина их значительно меньше размера ячейки сита. Поэтому при просеве на одном и том же сите жесткого игольчатого и сильно распушенного волокна средняя длина волокон, оставшихся на сите, в первом случае будет значительно превышать среднюю длину волокон, не прошедших через сито при просеивании распушенного волокна.

Однако при просеивании волокон асбеста примерно одной и той же степени распушки средняя длина волокон, оставшихся на сите, будет приблизительно одинакова. Поэтому результат ситового анализа асбеста может характеризовать среднюю длину его волокон лишь совместно с результатом определения текстуры (степени распушки) его волокон.

Контроль качества сортового хризотил-асбеста. Качество материалов и изделий устанавливается Государственными стандартами (ГОСТ). Эти стандарты являются законом. Выпускать материал и изделия, качество которых не удовлетворяет требованиям стандартов, не разрешается. Качество хризотил-асбеста установлено ГОСТ 12871—67 и характеризуется следующими показателями:

степенью засоренности галей и пылью;
текстурой (степенью распушки волокон);
средней длиной волокон;
влажностью;
эластичностью (ломкостью волокна).

Эти качественные показатели асбеста зависят от его природных свойств, методов добычи и технологической схемы обогащения. Для каждой фабрики, обогащающей руду определенного месторождения, эти показатели более или менее постоянны (при исправном состоянии машин и аппаратов) и в достаточной степени гарантируют качество асбеста.

Для определения степени засоренности галей и пылью, а также для контроля длины волокон служит конт-

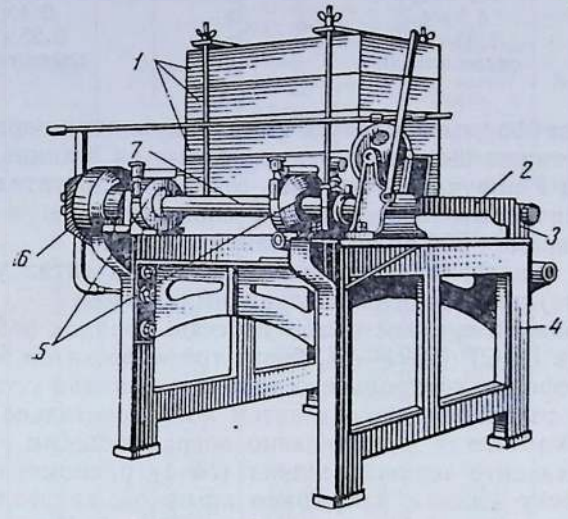


Рис. 2. Контрольный аппарат для ситового анализа асбеста:

1 — ящики, *2* — платформа, *3* — вертикальный стержень, *4* — станина аппарата, *5* — эксцентриковый механизм, *6* — шкив, *7* — эксцентриковый вал

рольный аппарат (рис. 2). Аппарат представляет собой горизонтальный четырехъярусный качающийся грохот, помещенный на станине *4*. Грохот состоит из четырех деревянных ящиков *1*, накладываемых один на другой и закрепляемых на качающейся платформе *2* металлическими стержнями. Дном трех верхних ящиков служат сита, а нижний имеет сплошное дно. Три верхних ящика (с ситовыми днами) имеются в двух комплектах. Первый комплект этих ящиков служит для контроля длины волокон асбеста, а второй — для контроля засоренности мелкими включениями неволокнистой горной породой с размерами зерен менее 0,25 *мм*, которой придано условное наименование «пыль». Размеры в свету сторон ячеек сит первого и второго комплекта указаны в табл. 2.

Ящики устанавливают на платформе *2* аппарата, которая одним концом присоединена к эксцентриковому механизму *5*. Дру-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 11 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/11

Таблица 2

Характеристика сит контрольного аппарата

Первый комплект ящиков		Второй комплект ящиков	
Номер ящика (от верхнего ящика)	Размер сторон ячейки сита в свету, *мм*	Номер ящика (от верхнего ящика)	Размер сторон ячейки сита в свету, *мм*
1	12,7×12,7	1а	0,7×0,7
2	4,8×4,8	2а	0,4×0,4
3	1,35×1,35	3а	0,25×0,25
4	сплошное дно	4а	сплошное дно

гой конец платформы опирается на шарниры двух вертикальных стержней *3*, также шарнирно закрепленных на станине. Эксцентриковый вал *7* получает движение от электродвигателя и вращается со скоростью 300 *об/мин*, в соответствии с чем и платформа *2* совершает 300 полных качаний в минуту.

Ситовой анализ (определение остатков на ситах указанных выше ящиков) производится следующим образом.

Из отобранной средней пробы асбеста, порядок отбора которой описан в ГОСТ 12871—67, берут три навески по 500 *г* каждая. На платформе контрольного аппарата сначала устанавливают ящик со сплошным дном, а затем последовательно три ящика первого комплекта с постепенно возрастающими размерами ячеек сит. На сите верхнего ящика (№ 1) равномерно распределяют навеску асбеста, закрывают крышкой, закрепляют ящики на платформе и приводят аппарат в действие. После совершения платформой аппарата 600 полных качаний за 2 *мин* аппарат автоматически останавливается; остатки на ситах взвешивают. Вес остатка на сите в граммах, деленный на пять, выражает в процентах остаток асбеста на данном сите.

Процентное содержание в асбесте пыли определяют на том же аппарате, но на его платформу устанавливают второй комплект ящиков. Содержимое нижнего ящика (со сплошным дном) первого комплекта равномерно распределяют на сите верхнего ящика второго комплекта и аппарат приводят в действие на 5 *мин*. Остаток в нижнем ящике со сплошным дном взвешивают и вес его в граммах, деленный на пять, выражает в процентах содержание пыли в контролируемой пробе асбеста.

Для определения содержания в пробе асбеста неволокнистых зерен горной породы, имеющих размер более 0,25 *мм*, которые называются галей, ее отбирают вручную из асбеста, оставшегося на ситах как первого, так и второго комплекта ящиков. Таким же порядком производят ситовой анализ остальных двух навесок и за результат принимают среднее арифметическое из трех определений.

В табл. 3 указаны нормируемые ГОСТом остатки на ситах и засоренности пылью и галей сортов и марок асбеста, применяемых асбестоцементной промышленностью. Эти сорта и марки асбеста при ситовом анализе могут не давать остатка на сите первого ящика, в связи с чем в таблице это сито не указано.

Таблица 3

Сорта и марки асбеста, применяемые в асбестоцементной промышленности

Группа по степени распушки	Сорт	Марка	Остаток в % по весу на сите с размером стороны ячейки в свету, *мм*		Проходит сквозь третье сито, %	Пыли и гали, %	
			4,8 (второе сито)	1,35 (третье сито)		Всего	в том числе гали
			не менее		не более		
Полужесткая	3	П-3-70	70,0	20,0	10,0	3,0	0,3
	3	П-3-60	60,0	30,0	10,0	3,0	0,3
	3	П-3-50	50,0	35,0	15,0	3,0	0,3
	4	П-4-40	40,0	44,0	16,0	4,0	0,4
	4	П-4-30	30,0	50,0	20,0	4,5	0,4
	4	П-4-20	20,0	58,0	22,0	5,0	0,4
	4	П-4-5	5,0	70,0	25,0	5,5	0,4
	5	П-5-67	—	67,0	33,0	7,0	1,3
	5	П-5-65	—	65,0	35,0	9,0	1,3
	5	П-5-52	—	52,0	48,0	8,0	1,3
	5	П-5-50	—	50,0	50,0	10,0	1,3
	6	П-6-45	—	45,0	55,0	14,0	1,7
Мягкая	3	М-3-70	70,0	20,0	10,0	2,6	0,3
	3	М-3-60	60,0	30,0	10,0	2,8	0,3
	4	М-4-40	40,0	44,0	16,0	4,0	0,4
	4	М-4-30	30,0	50,0	20,0	4,5	0,4
	4	М-4-20	20,0	58,0	22,0	5,0	0,4
	4	М-4-5	5,0	70,0	25,0	5,5	0,4
	5	М-5-65	—	65,0	35,0	8,5	1,3
	5	М-5-50	—	50,0	50,0	9,5	1,3
	6	М-6-40	—	40,0	60,0	13,0	1,7
	6	М-6-30	—	30,0	70,0	14,5	1,7

Примечание. При превышении остатка на основном сите контрольного аппарата допускается соответствующее его уменьшение на последующем сите с таким расчетом, чтобы сумма обоих остатков была не менее предусмотренной в табл. 3.

В обозначение марки асбеста (см. табл. 3) входят буквы П или М, где буква П указывает, что волокна этой марки должны иметь полужесткую текстуру, а буква М — мягкую, значительно распушенную структуру волокон асбеста. Следующая за буквой цифра указывает, к какому сорту относится асбест данной марки; последние цифры указывают наименьший остаток, который асбест данной марки должен давать при ситовом анализе на основном сите аппарата. Основным ситом для асбеста 3 и 4-го сор-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 12 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/12

тов является сито с ячейками 4,8×4,8 *мм*, а для 5 и 6-го сортов — сито с ячейками 1,35×1,35 *мм*. Например, марка П-4-30 обозначает, что волокна асбеста имеют полужесткую текстуру, что асбест относится к четвертому сорту и при анализе на сите ящика № 2 должно оставаться не менее 30% от веса навески, т. е. не менее 150 *г*.

Недостатком ситового анализа, помимо уже отмеченного выше несовершенства разделения асбеста по длине его волокон, является также значительное уменьшение им содержания в асбесте мелких неволокнистых включений (пыли), которые распушенные волокна прочно удерживают на своей поверхности.

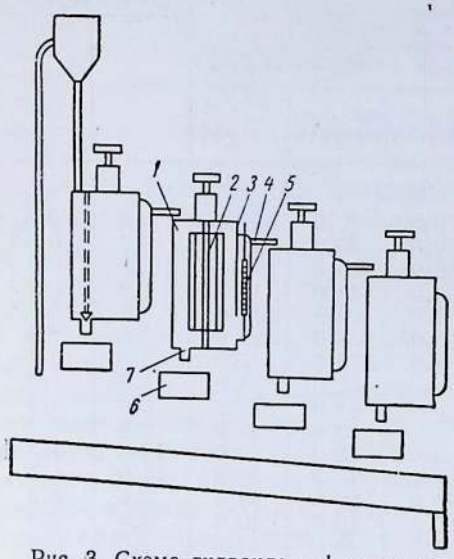


Рис. 3. Схема гидроклассификатора:
1 — резервуары, *2* — мешалка, *3* — плоская перегородка, *4* — переливной желоб, *5* — сито, *6* — фильтровальная чаша, *7* — сливная трубка

Более совершенным методом является разделение асбеста по длине волокон на ситах в водной среде. Прибор, на котором производят это разделение, называется гидроклассификатор. Метод работы этого прибора заключается в определении количества волокон асбеста, задерживаемых вертикальными ситами с постепенно уменьшающимися размерами ячеек за определенное время медленного протекания через них интенсивно перемешиваемой асбестовой суспензии (равномерной смеси асбеста и воды). Схема гидроклассификатора изображена на рис. 3. Он состоит из четырех резервуаров *1* эллептического поперечного сечения, расположенных вертикально и каскадно. В каждом резервуаре имеется мешалка *2*, плоская перегородка *3*, сменная рамка с ситом *5*, сливная трубка *7* с фильтровальной чашей *6* и переливной цилиндрический желоб *4*. Скорость вращения мешалки в каждом резервуаре 500±10 *об/мин*. Направление движения мешалок — по часовой стрелке. Размеры ячеек сит *5* указаны в табл. 4.

Гидроклассификацию асбеста производят следующим образом. От отобранной средней пробы асбеста контролируемой партии берут образец весом 200—250 *г*, помещают его на чистую, ровную поверхность, разравнивают в виде круга высотой не более 25—30 *мм*. Из этого слоя асбеста отбирают для испытания три образца весом по 10 *г* каждый. Точность взвешивания должна быть не ниже чем 0,01 *г*.

Таблица 4

Размеры ячеек сит гидроклассификатора

Номера сит в резервуарах (от верхнего к нижнему)	Номинальный размер стороны ячейки сита в свету, *мм*
1	4,699
2	1,168
3	0,417
4	0,147

В резервуары *1* гидроклассификатора устанавливают рамки с соответствующими ситами, закрывают отверстия в сливных трубках *7*, заполняют все резервуары водой и на фильтровальные чаши надевают фильтровальную ткань. Устанавливают постоянный приток воды в верхний резервуар в количестве 11 *л/мин*, который поддерживают в продолжение всего времени испытания. После этого приводят во вращение мешалки *2*.

Приготовляют в мерном цилиндре водную суспензию асбеста (10 *г* асбеста и 1 *л* воды) и полученную суспензию выливают в верхний резервуар гидроклассификатора. Через 20 *мин* прекращают подачу воды в верхний резервуар, отфильтровывают содержимое каждого резервуара и к каждому отфильтрованному осадку присоединяют волокна асбеста, снятые с сит соответствующих резервуаров. Остатки асбеста высушивают в сушильном шкафу при температуре 105—110° С в течение одного часа. Затем выдерживают в комнатных условиях 30 *мин*, после чего взвешивают каждый остаток с точностью до 0,01 *г* и определяют выход каждой фракции в процентах.

Разность между весом исходной пробы и суммарным весом остатков на ситах воздушно-сухого волокна соответствует количеству пыли и мелких волокон асбеста, прошедших через сито последнего резервуара с размером ячейки в свету 0,147 *мм*. За результат анализа принимается средняя арифметическая цифра из испытаний двух образцов. Она не должна превышать цифру, указанную в табл. 5.

Определение степени распушки (текстуры) волокон. На результат ситового анализа асбеста на контрольном ситовом аппарате большое влияние оказывает степень распушки (текстура) его волокон. Метод определения степени распушки основан на измерении сопротивления пробы асбеста фильтрации через него воздуха. Для уяснения принципа этого метода предположим, что мы имеем две равные по весу порции асбеста. В первой порции асбест имеет жесткую игольчатую текстуру, а во второй — мягкую распушенную.

Уплотним обе порции до одного и того же объема и, следовательно, равных объемных весов и величин пористости. Через них профильтруем под давлением воздух, который будем регулиро-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 13 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/13

Таблица 5

Марки асбеста, применяемые асбестоцементной промышленностью, нормы их распушки по показанию аппарата ПРА-1 и содержания твердого в сливе гидроклассификатора

Группа по степени распушки	Сорт	Марка	Содержание* твердого в сливе гидроклассификатора, %	Степень распушки на ПРА-1, *мм рт. ст.*
Полужесткая			не более	
	3	П-3-70	47,0	420
	3	П-3-60	47,0	420
	3	П-3-50	47,0	420
	4	П-4-40	—	420
	4	П-4-30	—	420
	4	П-4-20	55,0	420
	4	П-4-5	60,0	420
	5	П-5-67	—	400
	5	П-5-65	68,0	400
	5	П-5-52	—	400
	5	П-5-50	65,0	400
	6	П-6-45	—	400
Мягкая	3	М-3-70	—	420
	3	М-3-60	—	420
	4	М-4-40	—	420
	4	М-4-30	—	420
	4	М-4-20	—	420
	4	М-4-55	62,0	420
	5	М-5-65	—	400
	5	М-5-50	—	400
	6	М-6-40	72,0	400
	6	М-6-30	75,0	400

* Нормы содержания твердого в сливе гидроклассификатора в ГОСТ 12871—67 не включены.

вать так, чтобы количества профильтрованного через тот и другой образец воздуха в единицу времени были равны. Чтобы достигнуть этого, пришлось у второго образца создать значительно большее давление, чем у первого. Это объясняется тем, что хотя пористость в обоих образцах одна и та же, но размеры пор во втором образце значительно мельче, чем в первом, поэтому они оказывали большое сопротивление протеканию через них воздуха.

По этому принципу и сконструирован прибор ПРА-1 для определения степени распушки, схема которого приведена на рис. 4. Прибор ПРА-1 состоит из трех последовательно расположенных цилиндрических камер *1*, *2* и *3*. Дном камеры *1* служит перфорированный диск, а крышкой — также перфорированный диск винтового пресса *6*.

Камеры *2* и *3* сообщаются через круглое отверстие в диафрагме *4*, разделяющей эти камеры. Это отверстие, диаметр которого точно откалиброван, представляет определенное сопротивление проходящему через него воздуху. Но при постоянной разнице давлений воздуха в камерах *2* и *3* объем воздуха, протекающего через это отверстие в единицу времени, будет неизменен.

Камера *3* соединена с роторным вакуум-насосом *5*. Количество просасываемого через образец асбеста воздуха определяет тягонапоромер *7* (по перепаду давления в камерах *2* и *3*). При

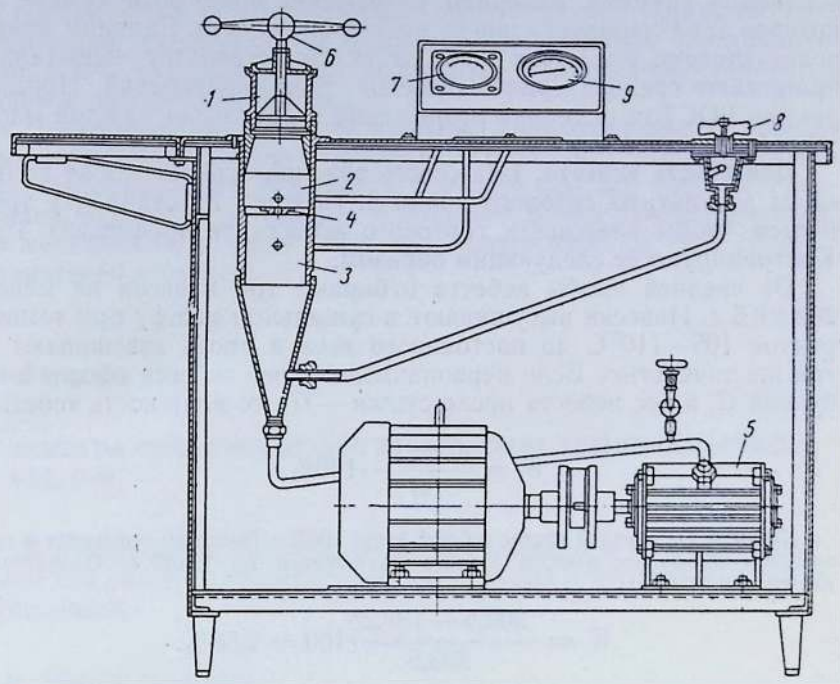


Рис. 4. Схема прибора для определения степени распушки асбеста ПРА-1: *1, 2, 3* — камеры, *4* — диафрагма, *5* — вакуум-насос, *6* — винтовой пресс, *7* — тягонапоромер, *8* — дроссельное устройство, *9* — вакуумметр

постоянной величине перепада количество воздуха, проходящего через находящуюся в камере навеску, будет также постоянным. Расход воздуха регулируется дроссельным устройством *8*, а разрежение воздуха в камере *2*, под влиянием которого засасывается воздух в камеру, измеряет вакуумметр *9*.

Для определения текстуры асбеста на ПРА-1 берут от усредненной пробы контролируемой партии асбеста три образца весом 100±0,5 *г* каждый и проводят три параллельных испытания.

В камеру *1* помещают один предварительно разрыхленный образец асбеста и распределяют его ровным слоем на дне камеры. Затем винтовым прессом *6* уплотняют образец до толщины

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 14 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/14

40 *мм*, то есть доводят его до определенного объема и, следовательно, до определенной пористости.

Затем включают вакуум-насосы и при помощи дроссельного устройства по тягонапоромеру устанавливают величину перепада давлений в камере *2* и *3*, равную 10 *мм вод. ст.* При строго постоянном перепаде давления вакуумметром *9* и при строго постоянном объеме воздуха, просасываемого через образец асбеста в единицу времени, измеряют разрежение воздуха в камере *2*, которое характеризует степень распушки асбеста. Единица измерения степени распушки — *мм рт. ст.* За результат испытания принимают среднее арифметическое трех определений. Нормируемая ГОСТом величина разрежения воздуха для каждой марки асбеста указана в табл. 5.

Влажность асбеста. Влажность волокна асбеста также влияет на результаты ситового анализа. Поэтому по стандарту требуется, чтобы влажность сортового асбеста не превышала 3%. Контролируют ее следующим образом.

От средней пробы асбеста отбирают три навески не менее 200±0,5 *г*. Навески высушивают в сушильном шкафу при температуре 105—110° С до постоянного веса и вновь взвешивают с той же точностью. Если первоначальный вес асбеста обозначить буквой G, а вес асбеста после сушки — G_1, то влажность асбеста

$$W = \frac{G - G_1}{G} \cdot 100\%.$$

Пример. От средней пробы асбеста взято 203,5 *г*. После высушивания в сушильном шкафу вес взятого асбеста уменьшился до 198,25 *г*. Определим влажность асбеста:

$$W = \frac{203{,}5 - 198{,}25}{203{,}5} \cdot 100 = 2{,}58\%.$$

До 1960 г. асбестоцементная промышленность применяла асбест почти исключительно Баженовского месторождения, и способы его обработки приспосабливались к свойствам волокон асбеста этого месторождения.

Целью обработки асбеста при производстве асбестоцементных изделий является расщепление волокна товарного асбеста на тонкие волоконца так, чтобы диаметры этих волоконец не отличались значительно своими размерами. При обработке асбеста Баженовского месторождения это достигается сравнительно легко, так как в волокнах этого месторождения взаимная связь элементарных волоконец существенно не отличается. Асбест Ак-Довуракского месторождения по своим свойствам близок к свойствам асбеста Баженовского месторождения, и поэтому применяемые асбестоцементной промышленностью способы его обработки не требуют изменений.

Несколько другие результаты дал опыт применения асбеста Джетыгаринского месторождения, добываемого из верхних его слоев. В волокнах асбеста Джетыгаринского месторождения взаимная связь элементарных волоконец крайне разнообразна — под влиянием выветривания верхних слоев месторождения в некоторых волокнах эта связь разрушена почти полностью и уже при дроблении асбестовой руды на обогатительной фабрике выделившиеся волокна распадаются на тончайшие волоконца. В волокнах же, не подверженных выветриванию, взаимная связь волоконец больше, чем в волокнах Баженовского месторождения, и для надлежащего их расщепления (распушки) требуется более длительная обработка.

Неоднородность свойств волокон Джетыгаринского асбеста вынуждает пересмотреть применяемые способы распушки асбеста этого месторождения. При применяемых же способах распушки большинство заводов использует асбест Джетыгаринского месторождения лишь в смесках, содержащих до 50% Джетыгаринского асбеста.

Глава III

ЦЕМЕНТЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫХ ИЗДЕЛИЙ

В производстве асбестоцементных изделий в качестве вяжущего материала применяют портландцемент и песчанистый портландцемент.

§ 5. Портландцемент

Портландцементом называется гидравлическое вяжущее вещество, получаемое путем совместного тонкого измельчения клинкера и необходимого количества гипса. Клинкер получают в результате обжига до спекания, то есть до расплавления наиболее легкоплавких веществ сырьевой смеси, состоящей из известковых и глинистых пород, взятых в определенном соотношении.

Известковыми называются горные породы, состоящие преимущественно из углекислого кальция — $CaCO_3$. К ним относятся известняк, мел, известковый туф, известняк-ракушечник, мергелистый известняк и др. *Глинистыми* называются горные породы, состоящие преимущественно из окиси кремния SiO_2, окиси алюминия Al_2O_3 и окиси железа Fe_2O_3, например, глины, глинистые сланцы, глинистые мергели и лёсс.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 15 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/15

Основным свойством портландцемента является способность его через некоторое время после смешивания с водой превращаться в прочное камневидное тело.

Краткие сведения о производстве портландцемента. При производстве портландцемента основным сырьем служат известковые и глинистые породы, но применяются также и некоторые другие горные породы и отходы промышленности, в основном состоящие из окислов кальция, кремния, алюминия и железа, т. е. соединения этих элементов с кислородом.

Известковые и глинистые породы используют в определенных количественных соотношениях. Практически химический состав сырьевой смеси находится в следующих пределах:

Окись кальция CaO	от 63 до 67%
» кремния SiO_2	» 21 » 24%
» алюминия Al_2O_3	» 4 » 7%
» железа Fe_2O_3	» 2 » 4%
Прочие окислы	» 1,5 » 3%

В процессе обжига под влиянием высокой температуры сырьевой смеси происходит ряд изменений и окись кальция CaO соединяется с окислами кремния SiO_2, алюминия Al_2O_3 и железа Fe_2O_3, образуя новое вещество — портландцементный клинкер.

Для того чтобы химическое взаимодействие этих окислов проходило полнее и в более короткие сроки, сырьевую смесь тонко измельчают и тщательно (тесно) смешивают. Ввиду того что это тонкое измельчение и тесное смешивание наиболее легко достигается в присутствии воды, эту операцию большей частью производят в шаровых мельницах. В них непрерывно загружают предварительно раздробленные куски сырья и воду, и сырьевая смесь непрерывно вытекает из мельницы в виде густого шлама, содержащего около 40% воды.

После проверки химического состава шлама его обжигают во вращающейся печи. Печь представляет собой металлический цилиндр большой длины (иногда свыше 150 *м*), установленный под небольшим углом к горизонту и опирающийся на ролики. Внутренняя поверхность этого цилиндра облицована (футерована) огнеупорным кирпичом. Этот цилиндр медленно приводится во вращение электродвигателем через зубчатую передачу. Так как печь установлена с небольшим уклоном, шлам непрерывно поступает в нее с конца, расположенного выше. С другого конца в печь вдувается топливо и необходимый для горения воздух. В качестве топлива применяют тонко измолотый уголь, мазут или газ.

Сырьевая смесь, вследствие наклона и вращения печи, медленно передвигается вдоль печи, подвергаясь действию все более горячих газов (которые движутся навстречу смеси), и перед выходом из печи нагревается до температуры 1420—1470° С, в

среднем до 1450° С. Горячие же газы, отдавая тепло сырьевой смеси, охлаждаются до температуры 150—250° С и выходят через дымовую трубу в атмосферу.

В процессе обжига сырьевая смесь подвергается следующим изменениям. При первом соприкосновении с горячими газами, имеющими температуру 150—250° С сырьевой шлам начинает высушиваться; при нагревании сырьевой смеси до температуры 800° С углекислый кальций ($CaCO_3$) разлагается на окись кальция и углекислый газ: $CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$. Выделившийся углекислый газ CO_2 смешивается с газовым потоком и выходит из печи через дымовую трубу. Окись кальция при дальнейшем повышении температуры сырьевой смеси постепенно вступает в химическое соединение с окислами алюминия Al_2O_3, железа Fe_2O_3 и кремния SiO_2, образуя главнейшие вещества (клинкерные минералы), составляющие портландцемент.

Из трех молекул окиси кальция 3CaO и одной молекулы окиси алюминия Al_2O_3 образуется клинкерный минерал $3CaO \cdot Al_2O_3$, который называется *трехкальциевым алюминатом*. Из двух молекул окиси кальция 2CaO и одной молекулы окиси кремния SiO_2 образуется клинкерный минерал $2CaO \cdot SiO_2$, называемый *двухкальциевым силикатом*. Из четырех молекул окиси кальция 4CaO, одной молекулы окиси алюминия Al_2O_3 и одной молекулы окиси железа Fe_2O_3 образуется клинкерный минерал $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$, называемый *четырехкальциевым алюмоферритом*. Образование этих трех клинкерных минералов начинается при 1200° С и заканчивается при температуре около 1300° С. Окись кальция CaO, находящаяся в сырьевой смеси, не полностью расходуется на образование указанных клинкерных минералов и некоторое ее количество остается в обжигаемом материале в свободном виде.

При дальнейшем повышении температуры выше 1300° С обжигаемый материал начинает частично переходить в жидкое состояние и спекаться, а часть ранее образовавшегося двухкальциевого силиката $2CaO \cdot SiO_2$ взаимодействует еще с одной молекулой окиси кальция CaO, образуя самый важный клинкерный минерал портландцемента — *трехкальциевый силикат* — $3CaO \cdot SiO_2$. Качество портландцемента, используемого в асбестоцементном производстве, в значительной степени определяется количественным содержанием в нем трехкальциевого силиката.

Процентное содержание основных минералов в клинкере обыкновенного портландцемента находится в следующих пределах:

Трехкальциевый силикат $3CaO \cdot SiO_2$	от 40 до 60%
Двухкальциевый силикат $2CaO \cdot SiO_2$	» 22 » 38%
Трехкальциевый алюминат $3CaO \cdot Al_2O_3$	» 7 » 12%
Четырехкальциевый алюмоферрит $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$	» 10 » 15%

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 16 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/16

Как уже было сказано, лишь часть ранее образовавшегося $2CaO \cdot SiO_2$ переходит в $3CaO \cdot SiO_2$ и величина этой части определяется наличием свободной окиси кальция. Практически, для того чтобы весь двухкальциевый силикат перевести в трехкальциевый, надо не только увеличить содержание в сырьевой смеси углекислой породы, но и повысить температуру и продолжительность обжига, т. е. увеличить расход топлива, а это связано со значительным снижением производительности вращающейся печи. Поэтому $2CaO \cdot SiO_2$ всегда присутствует в портландцементе, и его процентное содержание в значительной степени определяется видами используемых в качестве сырья горных пород и топлива, а также технологическим оборудованием цементного завода.

Выходящий из вращающихся печей продукт обжига сырьевой смеси — портландцементный клинкер, помимо указанных четырех основных клинкерных минералов: трехкальциевого силиката, двухкальциевого силиката, трехкальциевого алюмината и четырехкальциевого алюмоферрита, содержит в небольшом количестве окись магния MgO, окись кальция CaO и другие соединения. Ввиду того, что все клинкерные минералы образовались из тонкоизмельченной и тщательно смешанной сырьевой массы, в клинкере эти минералы также распределены равномерно.

Все входящие в портландцемент клинкерные минералы являются безводными, т. е. их молекулы не содержат воды H_2O. Вся вода испарилась при обжиге и ушла через дымовую трубу вместе с газовым потоком.

Правильно обожженный портландцементный клинкер выходит из вращающейся печи в виде хорошо спекшихся плотных раскаленных кусков округлой формы величиной от горошины до грецкого ореха.

После охлаждения портландцементный клинкер тонко измельчают в шаровой мельнице, представляющей собой вращающийся на роликах металлический цилиндр с шарами внутри. Загружаемый во внутреннюю полость мельницы с одного конца клинкер под действием ударов шаров при ее вращении измельчается и в виде тонкого порошка выходит с другого ее конца.

При помоле портландцементного клинкера к нему добавляют небольшое количество, около 3—5%, гипса $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ и другие материалы (шлак; горные породы с высоким содержанием окиси кремния SiO_2 — такие, как трепел; вулканические породы — пемзу, туфы), если портландцемент предназначен для строительства. Если же портландцемент предназначен для производства асбестоцементных изделий, то, кроме гипса, в клинкер вводят только некоторые виды земляных красителей (например, железной руды) для выработки цветных асбестоцементных изделий или песок при выработке песчанистого портландцемента.

Рассмотренный способ обжига сырьевой смеси, поступающей во вращающуюся печь в виде шлама, называется «мокрым». Применяют и «сухой способ» производства портландцементного клинкера, при котором тщательно измельченные и смешанные сырьевые материалы поступают во вращающуюся или шахтную печь в сухом виде. Но этот способ распространен значительно меньше.

Основные свойства портландцемента. Если некоторое количество тонкоизмельченного портландцемента насыпать в тарелку и тщательно перемешать ложкой, добавляя к нему воду до тех пор, пока он не превратится в пластичное тесто, а затем оставить массу в спокойном состоянии, то обнаружится следующее. Пластичное цементное тесто, обладающее вначале некоторой подвижностью и текучестью, постепенно утрачивает эти свойства — происходит так называемое схватывание портландцемента. В дальнейшем тесто начинает постепенно приобретать все большую и большую прочность — цемент твердеет. Начало схватывания цементного теста наступает не ранее 45 *мин* после затворения портландцемента водой, твердение же продолжается многие месяцы и даже годы. Обычно при комнатной температуре нарастание прочности цементного камня во времени происходит вначале интенсивно (примерно в течение 1 суток), а затем замедляется.

Изменения, происходящие в цементе после добавления воды, являются результатом химического взаимодействия воды с безводными клинкерными минералами, из которых состоит портландцемент. Клинкерные минералы взаимодействуют с водой, или, как это принято говорить, гидратируются.

Портландцемент измельчен очень тонко — средний размер зерен обычно не превышает 6—8 тысячных долей миллиметра. При соприкосновении с водой расположенные на поверхности зерен молекулы клинкерных минералов вступают в химическое взаимодействие с молекулами воды, в результате чего образуется новое вещество — кристаллогидраты. Затем вода взаимодействует с новыми поверхностями портландцемента, увеличивается количество нового вещества, которое переплетаясь друг с другом, создает пространственную сетку. О таком веществе говорят, что оно обладает вяжущими (клеящими) свойствами. Вот почему в описанном выше опыте цементное тесто вскоре теряет подвижность (происходит схватывание цемента).

Постепенно количество таких сростков возрастает — все больше исходного вещества гидратируется, в результате чего цементный камень уплотняется и его механическая прочность возрастает — материал твердеет. С увеличением числа прогидратировавшегося цемента увеличивается не только прочность камня, но и число кристаллогидратов. Эти кристаллогидраты могут создавать на зернах клинкерных минералов пленки, задер-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 17 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/17

живающие дальнейшее взаимодействие клинкерных минералов с водой. В результате этого процессы образования новых веществ и твердения цемента вскоре после его затворения протекают с постепенно замедляющейся скоростью и длятся годы.

Из всего сказанного ясно, что чем тоньше измельчен цемент, т. е. чем меньше размер его зерен, тем скорее протекает процесс взаимодействия их с водой и тем быстрее твердеет цементное тесто. Образующийся при взаимодействии портландцемента с водой цементный клей связывает в монолитное целое волокна асбеста в асбестоцементных изделиях.

Мы рассмотрели общие процессы, происходящие в цементе при введении в него воды (при затворении его водой). Но портландцемент состоит из различных клинкерных минералов, которые взаимодействуют с водой с различной скоростью. Получаемые в результате этого взаимодействия новые вещества обладают различными свойствами.

Наиболее быстро взаимодействуют с водой (гидратируются) четырехкальциевый алюмоферрит $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$ и трехкальциевый алюминат $3CaO \cdot Al_2O_3$. Однако при помоле клинкера четырехкальциевый алюмоферрит труднее измельчается, чем другие клинкерные минералы, и потому в портландцементе по скорости гидратации важнейшие клинкерные минералы располагаются в следующем порядке: наиболее быстро гидратируется трехкальциевый алюминат, за ним следует четырехкальциевый алюмоферрит, затем трехкальциевый силикат и медленнее всех гидратируется двухкальциевый силикат.

Двухкальциевый и трехкальциевый силикаты взаимодействуют с водой по-разному. При гидратации двухкальциевого силиката $2CaO \cdot SiO_2$ образуется новое вещество — двухкальциевый гидросиликат $2CaO \cdot SiO_2 \cdot H_2O$.

Молекулы трехкальциевого силиката $3CaO \cdot SiO_2$ при взаимодействии с водой гидратируются по схеме $3CaO \cdot SiO_2 + H_2O = 2CaO \cdot SiO_2 \cdot H_2O + Ca(OH)_2$, т. е. из одной молекулы трехкальциевого силиката образуются две молекулы: двухкальциевого гидросиликата $2CaO \cdot SiO_2 \cdot H_2O$ и гидрата окиси кальция $Ca(OH)_2$. В связи с этим образующиеся при затворении водой портландцемента новые вещества всегда содержат гидрат окиси кальция $Ca(OH)_2$ или гашеную известь. Понятно, что чем больше портландцемент содержит трехкальциевого силиката, тем больше в новых веществах, образующихся при взаимодействии его с водой, будет содержаться гидрата окиси кальция.

Скорость гидратации портландцемента имеет важное значение для производства всех видов изделий, в том числе и асбестоцементных, так как она определяет скорость нарастания их прочности.

Важнейшим показателем качества портландцемента является его прочность, которую он приобретает после смешивания с

водой (затворения) и затвердевания, а также скорость, с которой увеличивается его прочность.

Четырехкальциевый алюмоферрит обеспечивает значительно бо́льшую механическую прочность изделиям, чем трехкальциевый алюминат, и достаточно быстрое нарастание этой прочности, поэтому его содержание в портландцементе при производстве асбестоцементных изделий не ограничивается.

Трехкальциевый силикат является важнейшим клинкерным минералом портландцемента. Он достаточно быстро гидратируется и твердеет, обеспечивая асбестоцементным изделиям высокую прочность. В связи с этим в портландцементе, применяемом для производства асбестоцементных изделий, должно содержаться по возможности больше этого минерала.

Двухкальциевый силикат при той же степени гидратации обеспечивает примерно такую же механическую прочность асбестоцементных изделий, что и трехкальциевый силикат. Однако он гидратируется медленно, поэтому при большом его содержании в цементе асбестоцементные изделия медленно набирают прочность.

В наименьшей степени прочность изделиям обеспечивает трехкальциевый алюминат. Он быстро гидратируется и в начальные сроки (первые сутки) имеет наибольшую из всех клинкерных материалов прочность. Затем рост ее прекращается, а часто наблюдается и снижение достигнутой прочности. В связи с этим портландцемент с повышенным содержанием трехкальциевого алюмината (более 8%) мало пригоден для производства асбестоцементных изделий.

В процессе обжига сырьевой смеси не удается всю находящуюся в ней окись кальция связать с образующимися клинкерными минералами, и в небольших количествах она всегда присутствует в портландцементе. Вследствие высокой температуры, при которой происходит обжиг клинкера, окись кальция гидратируется (гасится) крайне медленно уже после того, как цемент затвердел и приобрел относительно высокую механическую прочность. Так как гашение окиси кальция сопровождается значительным увеличением ее объема, то оно создает внутренние напряжения в асбестоцементных изделиях. Это снижает их механическую прочность и значительно ослабляет связь (при формовании на круглосеточных формовочных машинах) между первичными слоями асбестоцемента, которая и без того сравнительно невелика. Ослабление этой связи особенно опасно в асбестоцементных кровельных изделиях, подвергающихся периодическому увлажнению и высыханию, замораживанию и оттаиванию. Поэтому содержание свободной окиси кальция в цементе не должно превышать 0,6 и как максимум — 1,0%.

Окись магния, находящаяся в сырьевой смеси, при обжиге не вступает в реакцию с остальными элементами, а остается в

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 18 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/18

свободном состоянии в виде минерала периклаза. Обожженная при высокой температуре, она гидратируется весьма медленно, когда цемент уже в достаточной степени затвердел. Гидратация окиси магния сопровождается увеличением объема, и повышенное ее содержание, так же как и повышенное содержание окиси кальция, может вызвать в затвердевшем цементе, а следовательно, и в асбестоцементных изделиях внутренние напряжения, понижающие их прочность и повышающие водопоглощаемость. Поэтому ГОСТ 310—60 ограничивает содержание в портландцементе окиси магния.

Добавки гипса при помоле портландцементного клинкера необходимы, потому что без них портландцемент быстро схватывается. Быстрое схватывание крайне затрудняет применение цемента в строительстве, а также при производстве асбестоцементных изделий. Добавляя определенное количество гипса, можно регулировать время схватывания портландцемента после затворения водой. Помимо того, гипс ускоряет твердение портландцемента, что также важно при производстве асбестоцементных изделий. Однако излишне высокое содержание гипса в портландцементе вредно, так как это может вызвать снижение прочности бетона и расслаивание асбестоцементных изделий. Поэтому содержание в портландцементе гипса ГОСТ ограничивает.

В асбестоцементном производстве важное значение имеет тонкость помола портландцемента. При увеличении тонкости помола возрастает удельная поверхность зерен цемента (суммарная поверхность 1 *г* цемента). Тонкоизмельченный цемент лучше связывается с волокнами асбеста. С увеличением степени измельчения ускоряется процесс гидратации цемента и повышается его прочность, особенно в начальные сроки затвердевания (см. табл. 6).

Таблица 6

Зависимость прочности и скорости твердения цемента от тонкости помола

Остаток на сите с размером ячейки 0,085 *мм*, %	Предел прочности, *кГ/см²*							
	при растяжении через				при сжатии через			
	Время в сутках							
	1	3	7	28	1	3	7	28
5,95	8,6	24,2	25,7	28,5	68	274	465	571
2,81	21,3	23,8	31,1	33,2	303	422	512	685

Обычно тонкость помола цемента контролируют, просеивая его через сито с размерами ячеек в свету 0,08 *мм*. Она характеризуется остатком на сите, выраженным в процентах от веса взятого для контроля цемента.

Пример. Для контроля взято 10 *г* цемента. После просеивания на сите осталось 0,8 *г*. Процент остатка на сите равен:

$$\frac{0{,}8}{10} \cdot 100 = 8\%.$$

Однако чрезмерно тонкоизмельченный цемент удерживает на своей поверхности много воды, а это может снизить плотность асбестоцементных изделий. Поэтому тонкость помола портландцемента, применяемого для производства асбестоцементных изделий, должна находиться в определенных пределах.

Большое влияние на скорость процесса гидратации портландцемента, а следовательно, и на его твердение в цементных и, в частности, в асбестоцементных изделиях оказывает его температура. Повышенные температуры ускоряют процессы гидратации, а следовательно, и твердение всех видов изделий из этого вяжущего, в том числе и асбестоцементных. Это свойство портландцемента широко используют при производстве асбестоцементных изделий, железобетонных и других строительных деталей, помещая их в специальные пропарочные камеры, где поддерживаются повышенные температуры и влажность воздуха. Понижение температуры замедляет процесс твердения портландцемента и, значит, рост прочности асбестоцементных изделий.

Процесс гидратации портландцемента сопровождается выделением тепла. Количество выделяющегося тепла зависит, в основном от минералогического состава цемента. Выделение тепла при гидратации цемента ускоряет процесс твердения асбестоцементных изделий и снижает расход пара при их пропаривании в пропарочных камерах.

В табл. 7 приведено количество тепла, выделяемое 1 *кг* отдельных клинкерных минералов в различные сроки их твердения.

Таблица 7

Теплота гидратации отдельных клинкерных минералов *кг · кал/кг*

Клинкерные минералы	Количество тепла, выделяемое 1 *кг* клинкерных минералов, *кг · кал/кг*				
	Сроки твердения в сутках				
	3	7	28	90	180
Трехкальциевый алюминат	141	158	209	222	245
Трехкальциевый силикат	97	110	116	124	135
Четырехкальциевый алюмоферрит	42	60	90	99	—
Двухкальциевый силикат	15	25	40	47	55

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 19 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/19

Из данной таблицы мы видим, что наибольшее количество тепла при твердении выделяет трехкальциевый алюминат $3CaO \cdot Al_2O_3$, затем трехкальциевый силикат $3CaO \cdot SiO_2$ и четырехкальциевый алюмоферрит $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$. Меньше всех выделяет тепла при твердении двухкальциевый силикат $2CaO \cdot SiO_2$.

Портландцемент для производства асбестоцементных изделий. Такой портландцемент изготовляется путем совместного тонкого измельчения клинкера нормируемого состава и необходимого количества гипса. Допускается введение не более 3% добавок, улучшающих свойства цемента.

Качество портландцемента для производства асбестоцементных изделий нормирует ГОСТ 9835—66.

При производстве цемента для облегчения процесса измельчения клинкера допускается введение специальных добавок, не ухудшающих качество цемента, в количестве не более 0,5% от веса цемента.

По пределу прочности при изгибе образцов-балочек размером 4×4×16 *см* и сжатии их половинок, твердевших в соответствии с требованиями ГОСТ 310—60 и испытанных через 28 дней с момента изготовления, устанавливается марка цемента. Образцы-балочки изготовляются из цементного раствора состава 1 : 3 (одна весовая часть цемента и три весовые части нормального песка).

Портландцемент для производства асбестоцементных изделий применяют двух марок: 400 и 500.

Образцы-балочки и их половинки при испытании должны иметь предел прочности при изгибе и сжатии не ниже указанных в табл. 8 величин, марку же цемента принято обозначать по гарантируемой изготовителем величине предела прочности цемента при сжатии.

Таблица 8

Таблица пределов прочности портландцемента

Марки цемента	Предел прочности в *кГ/см²*, не менее		
	при изгибе		при сжатии
	через 7 суток	через 28 суток	через 28 суток
400	40	55	400
500	45	60	500

В клинкере портландцемента допускается: свободной извести $CaO_{св}$ — не более 1%, окиси магния MgO — не более 5%, трехкальциевого силиката $3CaO \cdot SiO_2$ — не менее 50%, трехкальциевого алюмината $3CaO \cdot Al_2O_3$ — не более 8%.

ГОСТ 9835—66 не нормирует минимальное количество трехкальциевого алюмината $3CaO \cdot Al_2O_3$. Однако при содержании его менее 3%, когда в сырьевую смесь вместо глины вводится высококремнеземистое сырье, производство асбестоцементных изделий затрудняется в результате более медленного их затвердевания в первые сутки после отформования.

Количество ангидрида серной кислоты SO_3 в цементе должно быть не менее 1,5 и не более 3,5%.

Начало схватывания цемента должно наступать не ранее 1 *ч* 30 *мин*, а конец схватывания — не позднее 12 *ч* от начала его затворения (смешивания с водой). По соглашению руководителей асбестоцементных и цементных заводов в отдельных случаях допускаются и другие сроки схватывания.

Тонкость помола цемента должна быть такой, чтобы при просеивании пробы цемента сквозь сито с сеткой № 008 (размер стороны ячейки в свету 0,08 *мм*) проходило не менее 88% и не более 93% от веса пробы. Допускается с разрешения Министерства промышленности строительных материалов СССР поставка цемента с иной тонкостью помола, если опыт применения такого цемента подтверждает возможность изготовления асбестоцементных изделий, соответствующих требованиям стандартов и технических условий.

Цемент при испытании кипячением в воде должен показывать равномерность изменения объема.

§ 6. Песчанистый портландцемент

Применяемый асбестоцементной промышленностью песчанистый портландцемент является смесью портландцемента с тонкомолотым кварцевым песком. Этот цемент получают, размалывая в шаровой мельнице портландцементный клинкер вместе с кварцевым песком или тщательно смешивая портландцемент с тонкомолотым песком, причем содержание песка в таком цементе находится в пределах 35—45%.

Если асбестоцементные изделия, изготовленные из песчанистого цемента, твердеют при нормальной температуре или в пропарочной камере, то механическая прочность их будет ниже прочности изделий, изготовленных на портландцементе, не содержащем песка. Объясняется это тем, что в таких условиях песок не вступает в химическое взаимодействие с цементом и в основном выполняет роль заполнителя. Вступает же песок в химическое соединение с портландцементом в среде насыщенного пара, имеющего высокую температуру и давление. Для создания таких условий применяют аппараты, называемые автоклавами.

Автоклав представляет собой металлический цилиндр с плотно закрывающимися крышками. Обычно автоклавы устанавли-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
Published by AsbestosClaims.Law
ACL Doc 25272 · Page 20 of 158
asbestosclaims.law/library/25272/20

вают горизонтально. Процесс обработки в них изделий называется запариванием. Сформованные на песчанистом цементе изделия загружают в автоклав, плотно закрывают его крышки и по паропроводу заполняют автоклав паром при давлении около 8 *ати*. При таком давлении насыщенный пар имеет температуру около 172° С. В этих условиях процесс взаимодействия портландцемента с водой протекает значительно быстрее, чем в условиях нормальной температуры. Песок вступает в химическую реакцию, главным образом, с гидратом окиси кальция $Ca(OH)_2$, выделяемым трехкальциевым силикатом, образуя гидросиликаты кальция, которые повышают прочность материала.

Асбестоцементные изделия, выдержанные в автоклаве около 8—10 *ч*, приобретают такую прочность, что сразу же могут отгружаться потребителю. Практически такие изделия после запаривания все же должны находиться некоторое время на теплом складе для охлаждения, проведения испытаний и комплектации.

Требования к портландцементному клинкеру, из которого вырабатывается песчанистый портландцемент для производства асбестоцементных изделий, не отличаются от требований, предъявляемых к обычному портландцементу. Как показала практика, лучшие результаты дают песчанистые цементы, изготовленные на клинкере, содержащем более 50% трехкальциевого силиката и песка, имеющим не менее 85% окиси кремния и не более 6% глинистых примесей.

Глава IV

ВОДА, КРАСКИ, ХИМИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ

§ 7. Вода

Вода, применяемая для производства асбестоцементных изделий, не должна содержать значительного количества минеральных, глинистых примесей, органических веществ и продуктов их разложения.

Если в воде содержится много мелких глинистых частиц, то они заполняют промежутки между зернами цемента, снижают фильтрующую способность асбестоцементной суспензии и соответственно производительность формовочных машин. Осаждаясь на поверхности волокон асбеста, глинистое вещество уменьшает прочность сцепления их с цементом, что приводит при твердении изделий в условиях нормальной температуры или пропарки к понижению механической прочности.

Органические вещества и продукты их разложения неблагоприятно влияют на механическую прочность затвердевшего цемента. Морская вода из-за высокой насыщенности минеральными солями не применяется в асбестоцементном производстве, так как вызывает коррозию металлической аппаратуры и плохо промывает сетки и сукна формовочных машин.

Большое значение при производстве асбестоцементных изделий имеет температура воды. С повышением температуры ускоряется процесс гидратации зерен цемента; теплой водой лучше промываются сетки цилиндров и сукно; с повышением температуры воды уменьшается вязкость асбестоцементной суспензии (за счет снижения вязкости воды) и суспензия интенсивнее фильтруется на сетчатом цилиндре, в результате чего производительность формовочной машины возрастает.

При производстве асбестоцементных изделий применяют воду с температурой 30—40° С в зависимости от минералогического состава цемента и вида вырабатываемых изделий.

§ 8. Краски

Для производства окрашенных кровельных плиток и листов, а также стеновых плиток и листов, предназначенных для наружной облицовки стен, применяют или цветные цементы, или минеральные краски, обладающие высокой красящей способностью, свето- и атмосферостойчивостью. В асбестоцементном производстве можно использовать только те краски, которые не взаимодействуют с продуктами гидратации цемента, например редоксайд (искусственный железоокисный), сурик железный, природную мумию, железоокисные руды, природную охру, окись хрома, ультрамарин, сажу нефтяную и газовую, графит аморфный, перекись марганца и др.

Листы, предназначенные для облицовки стен и панелей санитарных узлов и кухонь, покрывают водонепроницаемыми эмалями и лаками, полученными на основе искусственных смол (глифталевых, перхлорвиниловых, нитроцеллюлозных и т. п.).

§ 9. Химические добавки

Химическими добавками, которые применяют для улучшения технологических свойств асбестоцементной суспензии или массы, или свойств свежесформованных листов, служат сульфитно-спиртовая барда и полиакриламид.

Сульфитно-спиртовая барда является отходом целлюлозной промышленности. Она повышает пластичность асбестоцемента, поэтому ее вводят в асбестоцементную массу при появлении сети мелких трещин на поверхности профилируемых (волнистых, полуволнистых) листов, фасонных деталей и т. п. изделий.

Полиакриламид, вырабатываемый химической промышленностью, рекомендуется вводить в асбестоцементную суспензию

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 21 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/21

для уменьшения уноса массы с отфильтрованной водой через сетку сетчатых цилиндров на круглосеточных формовочных машинах и для ускорения осаждения взвешенных частиц асбеста и цемента в рекуператорах. Введение полиакриламида значительно повышает степень очистки воды и улучшает промывку сукон.

Глава V

ВЛИЯНИЕ КОМПОНЕНТОВ АСБЕСТОЦЕМЕНТНОЙ МАССЫ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

§ 10. Роль асбеста и цемента в асбестоцементных изделиях

Как указывалось ранее, асбестоцемент является цементным камнем, армированным тонкими короткими волокнами асбеста. Высокая прочность волокон асбеста повышает предел прочности цементного камня при растяжении, изгибе и ударных нагрузках.

Затворенный водой цемент представляет пластичное тесто, обладающее ничтожной механической прочностью — даже незначительный изгиб или растяжение свежеотформованной плитки приводит к ее разрушению. Равномерно распределенные в незатвердевшем цементе волокна асбеста связывают его зерна, благодаря чему даже только что отформованный асбестоцементный лист обладает уже значительной механической прочностью, позволяющей его изгибать и растягивать.

Свойство асбеста — интенсивно адсорбировать гидрат окиси кальция и некоторые другие продукты гидратации цемента, а также удерживать на своей поверхности зерна цемента — имеет огромное значение в производстве асбестоцементных изделий. При смешивании в воде зерен портландцемента с волокнами асбеста поверхность последних покрывается зернами цемента, и волокна асбеста равномерно и быстро распределяются в массе цемента. Без этого невозможно было бы вырабатывать прочные асбестоцементные изделия.

Адсорбционные свойства асбеста проявляются и в сформованном асбестоцементе. Адсорбируя гидрат окиси кальция, выделяющийся при гидратации трехкальциевого силиката $3CaO \cdot SiO_2$ цемента, асбест ускоряет процесс гидратации клинкерных минералов. В результате этого цемент твердеет значительно скорее, а адсорбированные продукты гидратации цемента обеспечивают прочную связь волокон с окружающим их цементом. Следовательно, асбестоцемент — не простая механическая смесь асбеста и цемента, а система, в которой между асбестом и цементом протекают

сложные процессы, ускоряющие гидратацию цемента и повышающие прочность связи волокон асбеста с цементным камнем.

Асбестоцементные листовые изделия в подавляющем большинстве строительных конструкций испытывают воздействие изгибающих нагрузок, вызывающих в них напряжения сжатия и растяжения. Основным напряжением, возникающим в асбестоцементных трубах, работающих в напорных сетях, является растяжение. В асбестоцементных изделиях растягивающие напряжения воспринимают преимущественно волокна асбеста, поскольку они обладают высокой прочностью на растяжение. Цемент воспринимает напряжения сжатия и связывает волокна асбеста в монолитное целое.

§ 11. Прочность закрепления волокон асбеста в цементном камне

При производстве асбестоцементных изделий применяют преимущественно коротковолокнистый асбест. Для того чтобы полностью использовать высокую механическую прочность волокон асбеста, необходимо прочно закрепить их в цементном камне.

Исследования показали, что прочность связи (закрепления) волокон асбеста с цементным камнем возрастает с повышением содержания в цементе трехкальциевого силиката. Это объясняется тем, что такой цемент быстрее твердеет.

Прочность связи поверхности волокон асбеста с вяжущим зависит также от степени уплотнения окружающего их цемента, так как с уплотнением цемента возрастает число исходных зерен и новообразований, непосредственно соприкасающихся с поверхностью волокон.

С возрастом асбестоцемента волокна закрепляются прочнее.

В табл. 9 приведен предел прочности связи поверхности волокон асбеста с цементным камнем и влияние возраста асбестоцемента на величину этой прочности.

Таблица 9

Прочность связи волокон асбеста с цементным камнем в зависимости от возраста изделий

Вид изделий	Предел прочности в $кГ/см^2$ изделий в возрасте		
	7 суток	28 суток	3 месяца
Прессованные . .	50	60	65
Непрессованные	30	40	45

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 22 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/22

Прочность закрепления волокон асбеста в цементном камне продолжает увеличиваться и после трехмесячного твердения изделий за счет продолжающейся гидратации цемента и роста мельчайших кристаллов новообразований. Эти кристаллы проникают в тонкие трещины волокон, повышая этим прочность связи волокон асбеста с цементным камнем. В результате сортность, т. е. длина волокон применяемого асбеста, оказывает большое влияние на механические свойства асбестоцементных изделий лишь в первое время, но примерно уже через год это влияние значительно меньше.

§ 12. Требуемые степень распушки волокон асбеста и тонкость измельчения цемента

Волокна асбеста в асбестоцементе служат арматурой, повышающей сопротивляемость цементного камня растягивающим усилиям. Необходимо, чтобы эти волокна были прочно закреплены в цементном камне. Для выработки асбестоцементных изделий высокой прочности необходимо, чтобы сопротивляемость волокон выдергиванию из цементного камня была не ниже сопротивляемости волокон растягивающим усилиям (разрыву). Предел прочности игольчатых нераспушенных волокон хризотил-асбеста при растяжении составляет около 30 000 *кГ/см²*. Изгиб или скручивание волокон значительно снижают их прочность. Перед смешиванием с цементом асбест подвергают распушке, в процессе которой его волокна изгибаются, растягиваются и подвергаются ударам, что снижает предел их прочности в среднем до 7000—8000 *кГ/см²*, т. е. в три — четыре раза.

Кроме того, прочность волокон асбеста несколько снижается за счет его химического взаимодействия с гидратом окиси кальция, выделяющимся при гидратации цемента. Одновременно гидрат окиси кальция $Ca(OH)_2$ соединяется с присутствующим в воздухе углекислым газом CO_2:

$$Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$$

После чего прочность волокон хризотил-асбеста больше не снижается. В конечном итоге прочность волокон асбеста в асбестоцементе можно принять равной 6000 *кГ/см²*.

На рис. 5 изображены два волокна асбеста *a* и *b*. Диаметры этих волокон равны, но длина волокна *a* в четыре раза больше длины волокна *b* ($L_a = 4L_b$). Так как прочность закрепления волокна в цементе возрастает с увеличением его внешней поверхности, которая у волокон с равными диаметрами будет возрастать пропорционально их длине, то, следовательно, волокно *a* будет в четыре раза прочнее закреплено в асбестоцементном изделии, чем волокно *b*.

Из этого можно сделать общий вывод, что волокна в асбестоцементном изделии закреплены тем прочнее, чем больше их длина. Поэтому при изготовлении асбестоцементных изделий для ответственных строительных конструкций и сооружений (например,

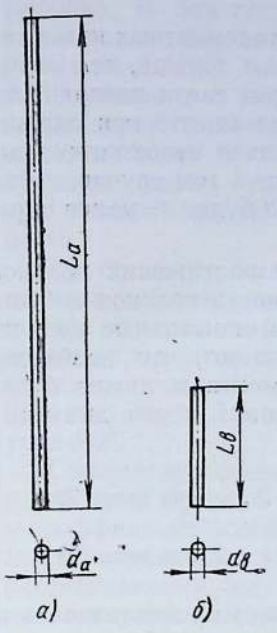


Рис. 5. Два волокна асбеста разной длины

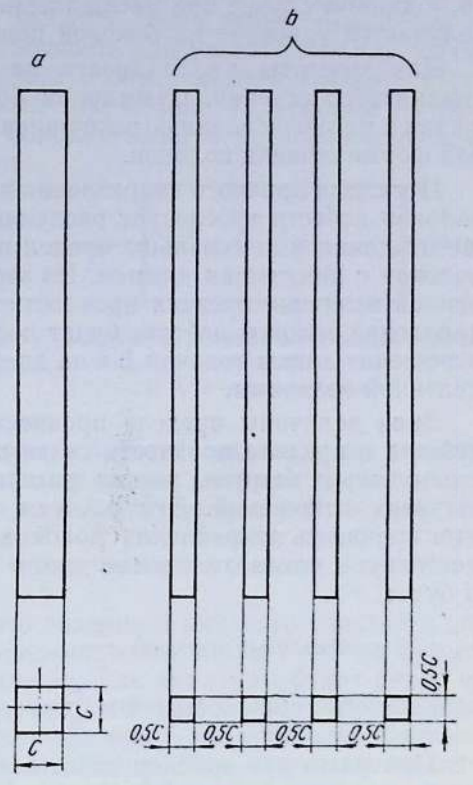


Рис. 6. Расщепление волокна на четыре части

водопроводных и газопроводных труб, кровельных плит промышленных зданий) применяют асбест с большей длиной волокон — 3—4 сорта. Однако в асбестоцементной промышленности чаще используется более распространенный коротковолокнистый асбест (5—6 сорта) с длиной волокна 2—3 *мм*.

На рис. 6 в увеличенном масштабе изображено волокно *a*, имеющее в поперечном разрезе форму квадрата, сторона которого обозначена буквой *c*. Если расщепить это волокно вдоль осей на четыре равные части, то получится уже четыре волокна *b* с той же длиной, что и волокно *a*, но в поперечном сечении каждое из них будет иметь форму квадрата с размером стороны в два раза меньшей, чем у волокна *a*, т. е. 0,5 *c*.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 23 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/23

Из рисунка видно, что боковая поверхность волокон *b* в два раза превышает боковую поверхность волокна *a*, так как к прежней поверхности прибавляются новые поверхности раздела, сумма которых равна боковой поверхности волокна *a*. Следовательно, в данном случае при расщеплении волокон *a* на четыре части получается удвоение их боковой поверхности.

Для простоты и наглядности на рисунке показано волокно квадратного сечения. Суммарная боковая поверхность волокон по мере их расщепления (распушивания) увеличивается при любой форме сечения волокон.

Итак, для прочного закрепления в асбестоцементных изделиях волокон асбеста их следует распушивать тем тоньше, чем меньше их длина и чем меньше предел прочности связи поверхности волокон с цементным камнем. Из этого следует, что при определенной величине предела прочности этой связи необходимое закрепление волокон асбеста будет достигнуто в том случае, когда отношение длины волокон L к их диаметру d будет не менее определенной величины.

Зная величины предела прочности при растяжении волокон асбеста и предела прочности связи поверхности волокон асбеста с цементным камнем, можно рассчитать минимальные величины этих отношений. Эти расчеты показывают, что необходимая прочность закрепления волокна в цементном камне будет достигнута, когда отношение длины волокна L к его диаметру d будет:

В прессованных изделиях $\frac{L}{d}$ . . . . . не менее 52

В непрессованных изделиях $\frac{L}{d}$ . . . . . не менее 73

При распушке волокон асбеста возрастает их поверхность и, следовательно, с увеличением степени распушки асбеста цемент должен покрывать увеличенную площадь поверхности волокон. Но поверхность, которую может покрыть определенное весовое количество цемента, зависит от размера его зерен, т. е. от тонкости помола цемента — чем тоньше измельчен цемент, тем большую поверхность он может покрыть.

Отсюда следует, что при использовании тонкораспушенного асбеста надо применять и цемент с повышенной тонкостью помола. Это обстоятельство нужно учитывать при употреблении коротковолокнистых марок асбеста, волокна которых для прочного закрепления их в цементном камне необходимо распушивать более тонко.

Практически асбестоцементная промышленность использует цемент, который при просеве через сито с размером ячеек 0,085 *мм* дает остаток в пределах 3—8% и редко свыше 10%.

§ 13. Влияние на прочность асбестоцементных изделий расположения в них волокон асбеста

Мы рассмотрели условия прочного закрепления волокон асбеста в цементном камне. Но, для того чтобы асбестоцементные изделия имели наибольшую прочность при растяжении или изгибе, волокна должны располагаться в определенном порядке. Представим себе асбестоцементный брус *A* (рис. 7), который растягивается силами *P*—*P*. Если волокна асбеста расположены беспорядочно, то они составляют с направлением сил *P* — *P* углы различной величины. Асбестоцемент с таким расположением волокон получают, набивая в соответствующую форму увлажненную смесь цемента и асбеста.

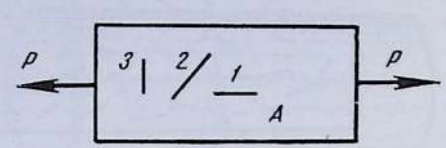


Рис. 7. Растяжение асбестоцементного бруса:
1, 2, 3 — волокна асбеста

Из большого количества волокон асбеста, находящихся в брусе *A*, выделим три волокна, первое из которых (обозначенное на рис. цифрой *1*) расположено в направлении действия сил *P* — *P*; второе — *2* составляет с направлением действия сил *P* — *P* угол больше нуля, но менее 90°; третье — *3* составляет с направлением действия сил *P* — *P* угол 90°.

Совершенно очевидно, что волокно *3* никакого участия в сопротивлении бруса *A* растягивающим его силам *P*—*P* не примет, и коэффициент использования его как арматуры будет равен нулю. Из оставшихся двух волокон *1* и *2* наибольшее сопротивление растягивающим силам окажет волокно *1*, коэффициент использования которого мы примем за единицу. Так как сопротивление растягивающим силам *P*—*P* волокна *2* будет меньше, чем волокна *1*, то коэффициент использования волокна *2* будет больше нуля, но меньше единицы.

Из этого примера можно сделать вывод, что в асбестоцементных изделиях те волокна асбеста больше всего сопротивляются действующим на это изделие растягивающим или изгибающим нагрузкам, направление которых совпадает с направлением напряжений, вызываемых этими нагрузками.

Большинство заводов формуют асбестоцементные изделия из тонких (толщиной не более 0,4 *мм*) первичных слоев асбестоцементной массы. Требуемую толщину изделия (асбестоцементных листов или труб) обеспечивают, накладывая друг на друга эти слои. Чтобы обеспечить взаимную связь этих слоев, при наложении их уплотняют соответствующим механическим давлением.

Волокна асбеста располагаются в пределах отдельных слоев. Длина их значительно превышает толщину слоя, в котором они

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 24 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/24

расположены. Следовательно, волокна в формованных изделиях располагаются в плоскостях, параллельных наружной поверхности изделия, т. е. они приобретают плоскостную направленность

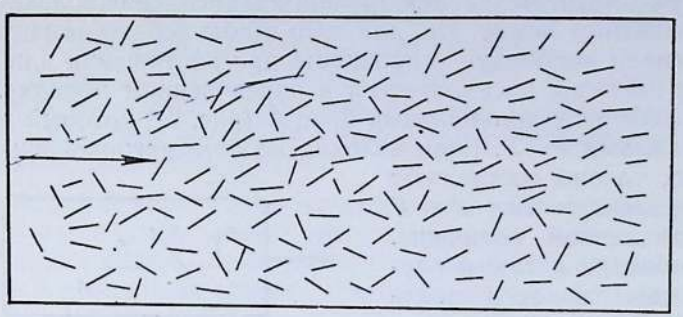


Рис. 8. Расположение волокон асбеста в тонком слое асбестоцемента (стрелкой показана преимущественная направленность волокон)

(ориентировку). При формовании тонких асбестоцементных слоев волокна асбеста, помимо плоскостной ориентировки, приобретают еще и некоторую линейную направленность, как это показано на рис. 8.

Для того чтобы определить, как расположение волокон асбеста влияет на прочность изделий, рассмотрим пример. Два бруска асбестоцемента *А* и *Б* (рис. 9) вырезаны из асбестоцементных

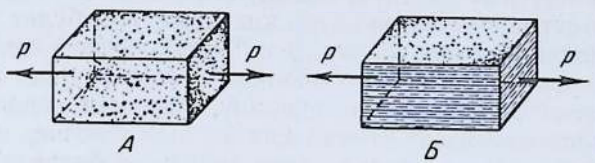


Рис. 9. Растяжение двух асбестоцементных брусков:
А — брусок, приготовленный методом набивки, *Б* — брусок, сформованный из тонких слоев, отфильтрованных сетчатым цилиндром

труб. Брусок *А* вырезан из асбестоцементной трубы, полученной способом набивки увлажненной асбестоцементной массы в соответствующую форму, а брусок *Б* — из асбестоцементной трубы, сформованной из тонких слоев асбестоцементной массы. Трубы, из которых вырезаны бруски *А* и *Б*, находятся под давлением протекающей по ним воды, вызывающим в стенках этих труб напряжение растяжения. Эти растягивающие силы на рисунке изображены стрелками *Р—Р*.

Расположение волокон асбеста в бруске *А* существенно отличается от расположения волокон в бруске *Б*. В бруске *А* волокна расположены беспорядочно, они пронизывают цементную массу во всевозможных направлениях. В бруске *Б* волокна асбеста располагаются в параллельных плоскостях, образованных тонкими слоями, границы которых указаны на рисунке тонкими линиями. Сравнивая расположение волокон в брусках *А* и *Б*, легко заметить, что в бруске *Б* средний угол отклонения волокон асбеста от направления растягивающих сил *Р — Р* меньше среднего угла отклонения волокон асбеста от направления растягивающих сил *Р — Р* бруска *А*. Следовательно, вторая труба, стенки которой составлены из тонких слоев асбестоцементной массы, обладает значительно большей механической прочностью, чем первая труба, сформованная набивкой. Если направление волокон, расположенных в параллельных плоскостях, будет совпадать с направлением напряжений, возникающих в стенке трубы, то прочность во второй трубе возрастет еще больше.

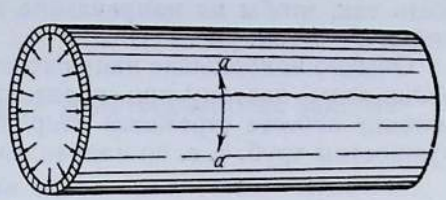


Рис. 10. Разрыв трубы под давлением воды

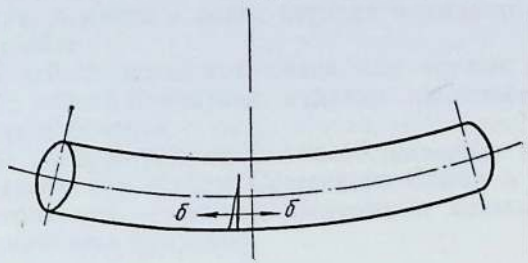


Рис. 11. Излом трубы под давлением земли

Но внешние силы могут создавать в асбестоцементных изделиях напряжения в различных направлениях. Например, асбестоцементные трубы, уложенные под землей, находятся под давлением воды, которая протекает во внутренней их полости, а также под давлением земли.

Если труба непрочная, а давление воды, вызывающее в трубе растягивающие напряжения велико, то она разорвется по образующей, как это показано на рис. 10. Чтобы этого не произошло, надо увеличить сопротивляемость трубы давлению воды, волокна

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 25 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/25

асбеста следует располагать по окружности трубы, т. е. по направлению *а—а* (см. рис. 10).

Земля давит на трубу сверху. В том случае, когда это давление по длине трубы распределено неравномерно или под серединой трубы грунт, на котором она лежит, просел, труба изгибается и работает как балка. Если изгибающая сила велика, а труба слабо сопротивляется изгибу, то она сломается так, как это показано на рис. 11. Для того чтобы повысить сопротивляемость трубы изгибающей нагрузке, волокна асбеста следует расположить так, чтобы их направление приближалось к направлению линии *б—б* (см. рис. 11).

Обычно наибольшие напряжения в водопроводах создает давление воды, поэтому при производстве асбестоцементных труб волокна асбеста стремятся направить преимущественно по окружностям труб, т. е. по направлению *а—а* (см. рис. 10).

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

ПРОИЗВОДСТВО АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Глава VI

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОИЗВОДСТВЕ АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫХ ИЗДЕЛИЙ

§ 14. Способы производства асбестоцементных изделий

В настоящее время применяются следующие способы производства асбестоцементных изделий:

из асбестоцементной суспензии, или «мокрый способ»; этим способом асбестоцементные изделия формуют из жидкой смеси асбеста, цемента и воды, которая называется «асбестоцементной суспензией»;

из асбестоцементной массы, или «полусухой способ»; при этом способе асбестоцементные изделия изготовляют из полужидкой смеси асбеста, цемента и воды, которая называется «асбестоцементной массой»;

из сухой асбестоцементной смеси, или «сухой способ»; при этом способе асбестоцементные изделия изготовляют из сухой смеси асбеста и цемента.

Наиболее распространенный способ, которым пользуются в настоящее время все заводы Советского Союза и большинство заводов за границей, — мокрый. Поэтому в данной книге он и рассмотрен наиболее подробно.

§ 15. Технологическая схема производства мокрым способом

Основным сырьем для производства асбестоцементных изделий служит асбест и цемент. Первой подготовительной операцией производства асбестоцементных изделий является складирование и хранение основного сырья, обеспечивающие сохранность свойств асбеста и цемента и удобство подачи их на производство.

Для выработки всех видов изделий применяют асбест не одного какого-то сорта, а смесь из нескольких сортов и марок; следовательно, второй операцией производства является составление смески асбеста. Смеску асбеста составляют, отве-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 26 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/26

шивая нужное количество асбеста каждого сорта и марки, причем точность развески существенно влияет на качество вырабатываемой продукции.

Для того чтобы асбестоцементные изделия хорошо сопротивлялись растягивающим усилиям, т. е. чтобы волокна асбеста хорошо армировали цементный камень, необходимо как можно лучше закрепить их в этом камне. Для этого надо увеличить поверхность их связи с цементом, т. е. расщепить (распушить) волокна на тонкие волоконца, причем тем более тонкие, чем более коротковолокнистый асбест обрабатывается. Поэтому следующая, третья операция при производстве асбестоцементных изделий заключается в обработке асбеста. Операция обработки волокон асбеста распадается на два этапа — сначала волокна обминают, а затем уже в другом аппарате разделяют на тонкие волоконца — распушают.

Следующей, четвертой операцией производства асбестоцементных изделий является приготовление асбестоцементной массы. Она заключается в тщательном смешивании распушенных волокон асбеста, порошка портландцемента и воды. Необходимо так перемешать эти материалы, чтобы каждое волокно было отделено от других волокон зернами цемента и чтобы волокна асбеста и зерна цемента были равномерно распределены в воде. Это очень важно, так как при недостаточно равномерном их распределении сформованное изделие будет иметь пониженную прочность.

Соотношение количества асбеста и цемента в асбестоцементной массе устанавливается в зависимости от требований, предъявляемых к изделию, и в зависимости от длины волокон асбеста, т. е. от сорта и марки асбеста. Чем больше длина волокон и чем меньше асбест содержит пыли и гали, тем меньше можно вводить в смесь асбеста для получения той же прочности асбестоцементных изделий. Практически, при производстве различных видов асбестоцементных изделий вес асбеста колеблется в пределах от 10 до 22% в общем весе смеси; соответственно вес цемента составляет от 78 до 90%. На каждый килограмм асбестоцемента добавляют 4—5 *л* воды.

Применяемые промышленностью аппараты для распушки асбеста и приготовления массы работают периодически, а асбестоцементную суспензию в листоформовочные и трубоформовочные машины, которые формуют изделия, надо подавать непрерывно. Поэтому перед формовочными машинами создают запас асбестоцементной массы в специальном аппарате — ковшовой мешалке. В этот аппарат периодически спускают готовую асбестоцементную массу и непрерывно отбирают ее для формовочных машин, разжижая водой (не менее 7—8 *л* на 1 *кг* асбеста и цемента), и в виде жидкой асбестоцементной суспензии направляют в формовочные машины.

Рассмотренные четыре операции являются подготовительными. Часть заводского здания, в котором они производятся, называется *заготовительным отделением.*

Следующий этап является важнейшим в производстве асбестоцементных изделий; он заключается в формовании листов и труб из асбестоцементной суспензии. В этом процессе листоформовочные и трубоформовочные машины отфильтровывают и отжимают из асбестоцементной суспензии большую часть содержащейся в ней воды, а из оставшейся массы формуют тонкими слоями листы и трубы. Формование асбестоцементных труб заканчивается на трубоформовочной машине. При производстве же листовых изделий процесс их формования этим не заканчивается.

Снятый с листоформовочной машины лист-накат разрезают на листы или плитки требуемой формы и размеров. При производстве волнистых листов им придают волнистую форму; эта операция называется *волнировкой.* Некоторые виды асбестоцементных листовых изделий имеют сложную форму. Такие изделия называются асбестоцементными фасонными деталями. Вырезанные из наката асбестоцементные листы и плитки не имеют точной плоской поверхности.

Некоторые виды листовых изделий, например облицовочные листы, должны иметь гладкую, ровную, плоскую поверхность, повышенную плотность и механическую прочность. Для этого листы и плитки перекладывают стальными гладкими листами (прокладками), укладывают в стопы и прессуют под большим давлением на мощных гидравлических прессах; процесс этот называется *прессованием* листов и плиток.

После смешивания с водой цемент медленно приобретает все большую прочность. Этот процесс протекает и в асбестоцементе и называется *твердением асбестоцементных изделий.* Для получения высококачественной продукции твердение всех видов асбестоцементных изделий должно происходить в определенных условиях, которые подробно рассмотрены в главе XIII.

Некоторые виды асбестоцементных изделий, после того как они достаточно затвердеют, подвергают механической обработке: пробивают в них отверстия, обрезают кромки, у водопроводных и газопроводных труб обтачивают концы. Процесс этот называется *механической обработкой изделий.*

При производстве асбестоцементных изделий мокрым способом потребляется очень большое количество воды. В целях снижения расхода воды отработанную воду возвращают обратно в производство, предварительно выделив из нее унесенные в процессе формования на формовочных машинах волокна асбеста и зерна цемента. Этот процесс называется *рекуперацией отработанной воды.*

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 27 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/27

§ 16. Основные виды асбестоцементных изделий и их классификация

Число видов изделий и их типоразмеров, вырабатываемых из асбестоцемента, очень велико. Основной продукцией асбестоцементной промышленности являются изделия, вырабатываемые на специализированных для каждого вида механизированных линиях. Но число видов и типоразмеров таких изделий невелико, они используются в строительстве зданий и в трубопроводах различного назначения.

Значительно меньшую по объему производства продукцию, но большую по числу типоразмеров составляют изделия сложной формы, не имеющие широкого распространения и вырабатываемые вручную с использованием простейшей механизации. Ассортимент этих изделий очень велик, от крупноразмерных листов двоякой кривизны (изогнутых в двух взаимно - перпендикулярных направлениях) для устройства сводчатых конструкций и до предметов бытового назначения (бочонков, цветочных горшков, ящиков, ваз и др.); а также специальных, вырабатываемых по отдельным заказам, деталей. Отечественная асбестоцементная промышленность эту группу изделий вырабатывает в очень небольшом количестве, поэтому мы ее рассматривать не будем.

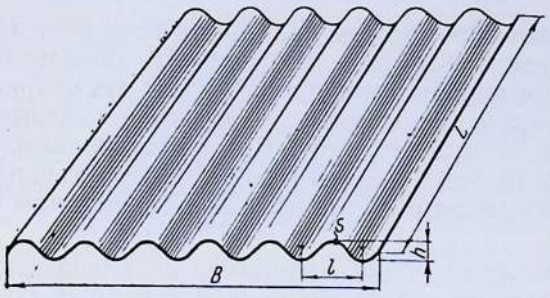


Рис. 12. Волнистый лист:
L — длина, B — ширина, S — толщина, h — высота волны, l — шаг волны

Все виды асбестоцементных изделий делятся на листы асбестоцементные для покрытия кровель и для стеновых ограждений зданий, плиты асбестоцементные плоские, плиты асбестоцементные полые утепленные (с теплоизоляционным слоем), короба асбестоцементные прямоугольного сечения, трубы и муфты асбестоцементные и фасонные асбестоцементные детали для кровель и стеновых ограждений.

Листы асбестоцементные волнистые для покрытия кровель и для стеновых ограждений зданий. Общий вид волнистого листа, сволнированного из снятого с форматного барабана круглосеточной листоформовочной машины плоского листа, изображен на рис. 12. По своему назначению волнистые листы вырабатывают для жилых и общественных зданий и сооружений, а также для промышленных зданий.

Волнистые листы для жилых и общественных зданий и сооружений используются как кровельные покрытия. Такие листы укладываются преимущественно на деревянную обрешетку с небольшими пролетами. В целях удешевления покрытия и облегчения укладки листов их делают более тонкими и меньшей длины, чем листы, применяемые в промышленном строительстве. Малогабаритные волнистые листы используются для ограждения балконов, крупногабаритные — для стеновых ограждений вспомогательных зданий.

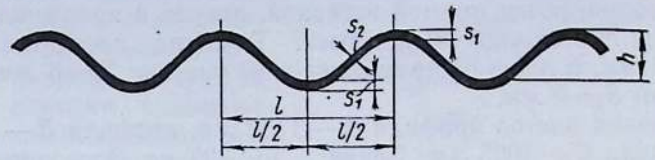


Рис. 13. Профиль волнистого листа переменной толщины:
l — шаг волны, h — высота волны, S_1 — толщина листа в гребнях волн, S_2 — толщина листа в наклонных участках волн

В жилищном строительстве применяются следующие марки волнистых листов:

малогабаритные марки ВО, имеющие следующие размеры: $L=1200$ *мм*, $B=678$ *мм*, $S=5{,}5$ *мм*, $h=28$ *мм*, $l=115$ *мм*;

среднегабаритные марки СВ-40: $L=1250$ и 1750 *мм*, $B=1130$ *мм*, $S=5{,}5$ *мм*, $h=40$ *мм*, $l=150$ *мм*;

крупногабаритные марки УВ-6: $L=1750$ и 2000 *мм*, $B=1125$ *мм*, $S=6$ *мм*, $h=54$ *мм*, $l=200$ *мм*. Листы марки УВ-6 вырабатываются также длиной $L=2500$ *мм* для использования в стеновых ограждениях.

Волнистые листы для промышленного строительства используют как для кровельных покрытий, так и для стеновых ограждений неотапливаемых зданий и галерей. Такие листы имеют следующие марки:

ВУ-К и ВУ-С, которые различаются только размером длины: листы марки ВУ-К имеют длину $L=1750$ *мм* и 2000 *мм*, а листы марки ВУ-С — $L=2500$ *мм*; остальные размеры одинаковые: $B=994$ *мм*, $S=8$ *мм*, $h=50$ *мм*, $l=200$ *мм*. Листы марки ВУ-К используют для кровельных покрытий, а ВУ-С — для стеновых ограждений.

Листы марки УВ-7,5 имеют такие размеры: $L=1750$, 2000 и 2500 *мм*; $B=1125$ *мм*, $S=7{,}5$ *мм*, $h=54$ *мм*, $l=200$ *мм*.

Волнистые и полуволнистые листы переменной толщины (рис. 13) формуются из асбестоцементной массы на специальной листоформовочной машине системы Маньяни, которая подробно рассматривается в § 32. У этих листов толщина на гребнях и впадинах больше, чем толщина наклонных участков

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 28 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/28

его профиля. Поэтому при наложении одного листа на другой они не образуют серповидных зазоров.

На комбинате «Красный строитель» установлена листоформовочная линия, вырабатывающая листы трех профилей *A*, *B* и *C*.

Листы профиля *A* и *B* имеют волнистую форму, из них первый *A* — крупноволнистый, высота волны $h=54$ *мм*, а второй *B* — мелковолнистый, высота $h=32$ *мм*. Толщина листов обоих профилей одинакова — у гребня S_1 и у впадины S_2 она равна 7,6 *мм*, а в наклонных участках $S_3=6$ *мм*.

Лист профиля *C* — полуволнистый, у него отдельные волны снизу сопрягаются прямой вставкой, откуда и произошло название этих листов «полуволнистые». Толщина листа на гребне $S_1=7{,}6$ *мм*, в нижнем прямолинейном участке $S_2=8$ *мм* и в наклонном $S_3=6$ *мм*.

Ширина листов профиля *A* — 1150 *мм*, профиля *B* — 1154 *мм* и профиля *C* — 1095 *мм*. Длина *L* до 2500 *мм*. Эти листы применяются преимущественно в стеновых ограждениях и реже в кровельных покрытиях.

Плиты асбестоцементные плоские. По своему назначению подразделяются на следующие виды: облицовочные, крупноразмерные непрессованные для ограждающих строительных конструкций, прессованные для оросителей градирен.

Плиты асбестоцементные плоские облицовочные изготовляют как из прессованных, так и непрессованных листов. Их лицевая поверхность подвергается следующей отделке: офактуриванию, покрытию эмалями, окраске, полировке, имитированию под керамическую плитку и другим способам отделки. Применяются они для облицовки внутренних стен и перегородок, а также для наружной облицовки стен.

Плиты вырабатывают следующих размеров: длина *L* от 600 до 1600 *мм*, ширина *B* от 300 до 1200 *мм* и толщина *S* от 4 до 10 *мм*.

Плиты асбестоцементные плоские крупноразмерные непрессованные используют для изготовления стеновых панелей и для утепленных плит покрытия кровель, для устройства транспортных галерей, вентиляционных шахт и ограждающих строительных конструкций. Листы вырабатываются размерами: длина до 2800 *мм*, ширина до 1640 *мм*, толщина до 8—10 *мм*.

Плиты асбестоцементные плоские прессованные для оросителей градирен тепловых электростанций вырабатывают следующих размеров: длина $L=1570$ *мм*, ширина $B=1200$ *мм*, толщина $S=6$ *мм*.

Плиты асбестоцементные полые утепленные (с теплоизоляционным слоем). Такие плиты бывают двух типов: плиты АП, требующие покрытия их гидроизоляционным ковром, и плиты АС, не требующие гидроизоляционного покрытия.

Плиты АП (рис. 14) предназначаются для устройства кровель промышленных зданий; после их укладки по ним настилается рулонный гидроизоляционный ковер. Плиты вырабатывают длиной от 1750 до 3000 *мм*.

Плиты АС (рис. 15) применяют преимущественно в сельскохозяйственном строительстве. В покрытии плиты АС перекрываются аналогично волнистым листам, образуя в достаточной степени герметизированные стыки; поэтому они не требуют дополнительной гидроизоляции рулонным ковром. Покрытия такими плитами называют «безрулонными». Плиты АС имеют следующие размеры: длина $L=3220$ *мм*, ширина $B=905$ *мм*.

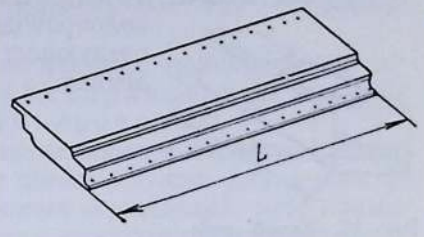


Рис. 14. Плита асбестоцементная полая утепленная АП:
L — длина плиты

Короба асбестоцементные прямоугольного сечения.

Короба предназначаются для устройства систем вентиляции и кондиционирования воздуха производственных, общественных и жилых зданий. Они бывают двух типов: короба без раструба и короба раструбные.

Короба без раструба (рис. 16) вырабатывают из свежесформованных асбестоцементных труб. Они не имеют шва.

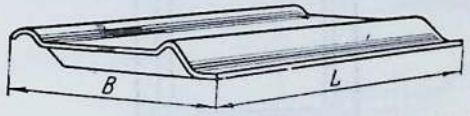


Рис. 15. Плита асбестоцементная полая утепленная АС:
L — длина, *B* — ширина плиты

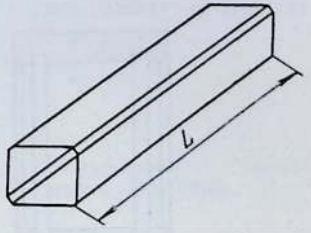


Рис. 16. Короб асбестоцементный безраструбный:
L — длина короба

Для их соединения используют асбестоцементные муфты или муфты, изгстовленные из листовой стали. Изготовляют короба длиной *L* от 2000 до 4000 *мм* с внутренними размерами сечения от 100×100 и до 300×300 *мм*.

Короба раструбные (рис. 17) вырабатывают из свежесформованных листов. Они имеют продольный шов. Длина раструбных коробов $L=1000$ *мм*, внутренние размеры сечения от 300×300 до 500×600 *мм*.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 29 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/29

Трубы и муфты асбестоцементные. По своему назначению трубы подразделяются на водопроводные напорные, для безнапорных трубопроводов, газопроводные и обсадные.

Асбестоцементные муфты бывают двух типов: для сборки асбестоцементных напорных трубопроводов и муфты для безнапорных трубопроводов.

Трубы водопроводные напорные применяют для водопроводных сетей, работающих при следующих максимальных избыточных давлениях:

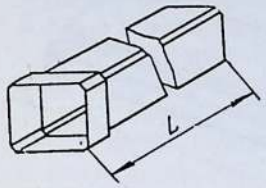


Рис. 17. Короб асбестоцементный раструбный:
L — длина короба

Марка труб	Рабочее давление, *атм*
ВТ-3	до 3
ВТ-6	» 6
ВТ-9	» 9
ВТ-12	» 12
ВТ-18	» 18

Длина труб от 2950 до 6000 *мм*, внутренний диаметр от 100 до 456 *мм*.

Трубы для безнапорных трубопроводов предназначаются для канализации бытовых и поверхностных вод и для прокладки телефонных кабелей. Трубы вырабатывают длиной до 3925 *мм* и внутренним диаметром от 100 до 526 *мм*.

Трубы газопроводные используют для прокладки промысловых газопроводов и для подвода газа к городам и населенным пунктам с давлением газа, не превышающем 5 *ати*. Длина труб 2950; 3950 и 6000 *мм*, внутренний диаметр от 100 до 456 *мм*.

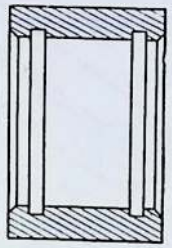


Рис. 18. Муфта асбестоцементная самоуплотняющаяся «САМ»

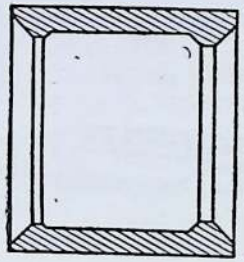


Рис. 19. Муфта асбестоцементная «симплекс»

Трубы обсадные применяют для крепления стенок буровых скважин артезианских колодцев, используемых для нужд сельскохозяйственного водоснабжения. Обсадные трубы вырабатываются с внутренним диаметром от 204 до 505 *мм*. Один конец обсадной трубы имеет наружную винтовую нарезку, а другой — внутреннюю. Винтовая нарезка служит для их соединения с соседними трубами.

Асбестоцементные муфты для сборки асбестоцементных напорных трубопроводов вырабатывают двух типов: муфты «САМ» (рис. 18) с самоуплотняющим резиновым манжетом и муфты «симплекс» (рис. 19) с резиновым кольцом круглого сечения.

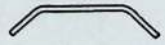
Трубы в безнапорных асбестоцементных трубопроводах соединяются асбестоцементными цилиндрическими муфтами для безнапорных трубопроводов.

Фасонные асбестоцементные кровельные и стеновые детали. Фасонные кровельные и стеновые детали служат для покрытия пересечения скатов кровли и стеновых ограждений, мест примыкания скатов к выступающим частям конструкции кровли: световым фонарям, слуховым окнам и пр.

Основные виды асбестоцементных кровельных и стеновых фасонных деталей к волнистым листам УВ и их назначение указаны в табл. 10.

Таблица 10

Фасонные детали кровли и стеновых ограждений

Наименование и марка детали	Эскиз	Назначение
Коньковая упрощенная, УКУ-1		Устройство упрощенного конька шарнирного типа
Коньковая упрощенная, УКУ-2		То же
Коньковая, КУ-1		Устройство конька шарнирного типа
» КУ-2		То же
Переходная, ПУ		Переход от ската к вертикальной плоскости
Лотковая, ЛУ		Покрытие деформационного шва

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 30 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/30

Продолжение табл. 10

Наименование и марка детали	Эскиз	Назначение
Неравнобокая угловая, УУ		Переход от ската кровли к вертикальной плоскости
Равнобокая угловая, РУ		Обрамление углов стен, фонарей и откосов проемов
Гребенка, ГУ		Устройство карнизов, примыканий к волнистой поверхности листа

Глава VII

ХРАНЕНИЕ СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ, РАСПУШКА АСБЕСТА И ПРИГОТОВЛЕНИЕ АСБЕСТОЦЕМЕНТНОЙ МАССЫ

§ 17. Хранение основных сырьевых материалов

Хранение цемента. Асбестоцементные заводы в основном расположены близ цементных заводов. Поэтому нет необходимости создавать на асбестоцементных заводах большие запасы цемента и сооружать для его хранения силосы. На цементном заводе выделяют силосы для хранения цемента, предназначенного асбестоцементному заводу, поскольку этот цемент должен удовлетворять специальным требованиям.

Выходящий из мельницы цемент имеет температуру до 80° С. При вылеживании в силосе он медленно охлаждается и скорость схватывания цемента после смешивания с водой при этом несколько замедляется. Цементные силосы, которые устанавливают на современных цементных заводах, имеют емкость свыше 2000 *т*. Цемент подается в силос и направляется из него на завод асбестоцементных изделий преимущественно пневматическим транспортом. Для очистки воздуха от цементной пыли служат рукавные фильтры.

В тех случаях, когда цементный завод находится далеко от асбестоцементного, на территории последнего сооружают силосы для хранения цемента. Силосы снабжаются аппаратами для механизированной разгрузки цемента из железнодорожных вагонов, погрузки его в силосы и подачи из силосов в расходные бункера асбестоцементного производства.

При хранении в больших емкостях цемент слеживается и при разгрузке со дна силоса часто образует своды. Эти своды затрудняют разгрузку емкостей и, обрушиваясь, могут вызвать аварию. Поэтому при разгрузке цемент подвергают аэрации, т. е. вводят в него под давлением воздух.

Воздух, медленно протекая между зернами цемента, придает им большую подвижность и аэрированный цемент приобретает способность течь при очень малых уклонах, что позволяет почти полностью разгрузить силос.

При хранении цемент поглощает из воздуха пары воды и медленно гидратируется. Этот процесс протекает интенсивнее, когда цемент свободно омывается воздухом или хранится в сыром помещении. Если цемент долго находится в таких условиях, то могут снизиться в значительной степени его вяжущие свойства и цемент будет непригоден для производства асбестоцементных изделий.

Хранение асбеста. Товарный асбест состоит не только из волокон, он содержит также некоторое количество неволокнистых включений — «гали» и «пыли»; чем больше в асбесте неволокнистых включений, тем меньше он содержит волокна, и, следовательно, ниже его армирующая способность. Предельное содержание неволокнистых включений в асбесте ГОСТ нормирует, причем содержание пыли определяется по величине просева через сито с размером ячеек 0,25 × 0,25 *мм*. Но при этом определении не вся пыль выделяется из волокон, а часть ее последние удерживают на своей поверхности и тем в большем количестве, чем более они распушены. В связи с этим при равных показателях содержания в асбесте пыли по результатам ситового анализа асбеста фактическое ее содержание не будет одним и тем же, и распушенный асбест будет содержать пыли больше, а волокна меньше, чем асбест более жесткой текстуры, и потому армировать цементный камень они будут хуже последнего. Поэтому асбест полужесткой и мягкой текстур следует хранить на складе раздельно.

На большинство асбестоцементных заводов асбест поступает по железной дороге, и поэтому для обеспечения бесперебойной работы заводов необходимо строить при них склады асбеста. Емкость этих складов определяется удаленностью завода от месторождения, с которого поставляется асбест, и находится в пределах от трехнедельной до полуторамесячной потребности в нем завода.

Склад асбеста на заводе обычно располагают так, чтобы он примыкал к отделению, где установлены аппараты для распушки асбеста. К складу подводят железнодорожный путь нормальной колеи.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 31 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/31

На заводы асбестоцементных изделий асбест поступает в бумажных непропитанных мешках или в льно-джуто-кенафных мешках. На каждом поступающем на завод мешке обозначены месторождение, сорт и марка асбеста. Если асбест поступает навалом, то на внутренней стороне двери вагона прибит паспорт, в котором указаны сорт и марка находящегося в вагоне асбеста. На новых заводах асбест поступает от железнодорожных вагонов к складу транспортными устройствами — обычно ленточными транспортерами или электропогрузчиками. Сейчас разрабатывают аппараты для механизированной выгрузки асбеста из мешков. Однако в настоящее время эти операции еще выполняют вручную.

На складе асбест разных месторождений, сортов и марок следует хранить отдельно, для чего склад разделяют стенками на отсеки. Если асбест хранят на складе в таре, то разбивать склад на отсеки не обязательно; при аккуратной укладке в штабеля мешки не рвутся и, следовательно, асбест различных штабелей смешиваться не будет. Над каждым отсеком и каждым штабелем должна быть установлена доска с обозначением сорта и марки хранящегося асбеста.

Работники складов должны принимать все меры против потерь асбеста при хранении его и транспортировании, а также против загрязнения этого ценного сырья землей, обрывками бумажных мешков, древесными щепками, окурками, спичками и т. п. Пол в складском помещении должен быть всегда чистым. На складе для асбеста не должны храниться другие материалы.

§ 18. Составление смески асбеста

Для производства асбестоцементных изделий используется асбест 3, 4, 5 и 6-го сорта разных марок, за исключением М-6-30. *Технологическая ценность,* т. е. способность увеличивать прочность цементного камня, у асбеста разных марок и сортов неодинакова. Она наиболее высокая у 3-го сорта и наиболее низкая у 6-го.

Технологическая ценность товарного асбеста одного и того же сорта с ухудшением текстуры его волокон снижается; наиболее высока она при жесткой текстуре волокна, ниже при полужесткой и наименьшая — при мягкой текстуре. У асбеста одного сорта и текстуры, но различных марок, технологическая ценность волокна снижается с уменьшением гарантированного для данной марки остатка на сите контрольного ситового аппарата. Так, асбест 4-го сорта полужесткой текстуры выпускается четырех марок П-4-40, П-4-30, П-4-20 и П-4-5. Цифры 40, 30, 20 и 5 показывают, что при просеивании асбеста этих марок на контрольном аппарате остаток на втором сите должен быть соответственно не менее 40, 30, 20 и 5% от общего веса контролируемой навески.

Для каждого вида изделий устанавливается свой состав смесок асбеста; чем ответственней вид вырабатываемых изделий, тем лучшие сорта и марки асбеста используются в этих смесках. Так, наиболее ответственными асбестоцементными изделиями являются газопроводные трубы. Для их изготовления используют смеску, в которой 50% асбеста марки П-3-70 и 50% марки П-4-40. Для производства асбестоцементных водопроводных труб смеску составляют из 40% асбеста 3-го сорта, 40% асбеста 4-го сорта полужесткой или мягкой текстуры и 20% асбеста 5-го сорта полужесткой текстуры.

Основным видом изделий, вырабатываемых в настоящее время асбестоцементной промышленностью, являются асбестоцементные волнистые листы марки ВО, УВ-6 и СВ-40, которые применяют для покрытия кровель жилых зданий. Смеска асбеста для этих листов установлена следующая: 50% асбеста 5-го сорта, 50% асбеста 6-го сорта, причем содержание в смеске асбеста марки М-6-40 не должно быть более 15%.

Сорта асбеста и их процентное содержание в смесках, применяемых для производства каждого вида асбестоцементных изделий, нормируются технологическими картами. Эти карты устанавливают также технологические режимы производства асбестоцементных изделий. Марки же асбеста технологическими картами не устанавливаются, а определяются наличием асбеста различных марок на складе завода. Для того чтобы применение в смесках асбеста различных марок не сказывалось отрицательно на качестве вырабатываемых изделий, процентное содержание асбеста в асбестоцементной массе устанавливают в зависимости от технологической ценности асбеста этих марок.

Для каждого вида изделий имеются технологические карты, устанавливающие технологические режимы их производства. Эти карты устанавливают также для каждой группы изделий сорта асбеста, которые должны использоваться при выработке, марки же асбеста в пределах этих сортов могут изменяться в зависимости от наличия их на заводе.

Содержание волокон, их длина и содержание неволокнистых включений в асбесте различных марок, даже одного и того же сорта, различны, а следовательно, различна их способность повышать прочность цементного камня, т. е. их армирующая способность. Поэтому, для того чтобы механические свойства вырабатываемых изделий не зависели от используемых марок, процентное содержание асбеста в вырабатываемых изделиях устанавливают в зависимости от технологической ценности применяемых марок асбеста: чем ниже армирующая способность асбеста используемых марок, тем в большем проценте вводят асбест в асбестоцементную массу.

Процентное содержание асбеста по отношению к общему количеству асбеста и цемента установлено НИИасбестцементом на

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
Published by AsbestosClaims.Law
ACL Doc 25272 · Page 32 of 158
asbestosclaims.law/library/25272/32

основании исследований армирующих способностей выпускаемых марок асбеста. Результаты этих исследований сведены в «Таблице взаимозаменяемости различных марок асбеста».

Эти таблицы периодически пересматриваются, так как технологическая ценность марок асбеста со временем изменяется в результате усовершенствований методов добычи и обогащения асбеста, включения новых асбестоносных участков старых месторождений и организации добычи асбеста на новых месторождениях.

В 1967 г. был утвержден новый ГОСТ 12871-67 на хризотил-асбест, в который вошли новые марки асбеста. В связи с этим, а также поступлением на асбестоцементные заводы асбеста Джетыгаринского месторождения, в 1968 г. НИИасбестцементом

Таблица 11

Временная таблица взаимозаменяемости (эквивалентности) различных марок асбеста (ГОСТ 12871—67) для производства основных видов асбестоцементных листовых изделий

Сорт и марка	Эквивалентные количества асбеста, вводимого в асбестоцементную массу, %	
	Волнистые листы для жилищного строительства ВО,УВ-6	Конструктивные изделия и волнистые листы для промышленного строительства
П-3-70	—	12,1
П-3-60	—	12,5
П-3-50	—	12,9
П-4-40	—	13,6
П-4-30	—	13,9
П-4-20	—	14,7
М-3-70	—	14,9
П-4-5	—	15,0
М-3-60	—	15,2
П-5-67	12,0	15,2
П-5-65	12,3	15,5
П-5-52	12,9	16,3
М-4-40	—	16,6
П-5-50	13,1	16,7
М-4-30	—	17,0
М-4-20	—	17,4
П-6-45	14,1	—
М-4-5	14,1	—
М-5-65	14,3	—
П-6-30	15,4	—
М-5-50	15,4	—
М-6-40	17,2	—
М-6-30	18,5	—

Примечания:
1) пропуск во 2 и 3 графах показывает, что эта марка асбеста для производства данной группы изделий не применяется;
2) приведенные в таблице цифры относятся к асбестам Баженовского и Ак-Довуракского месторождений;
3) при применении асбеста Джетыгаринского месторождения эти цифры увеличиваются на 5%.

были разработаны две новые временные таблицы взаимозаменяемости различных марок асбеста: одна — для основных видов листовых изделий (табл. 11) и другая — для асбестоцементных труб.

Таблица включает все сорта и марки асбеста, используемые асбестоцементной промышленностью. В целях удобства сопоставления технологической ценности асбеста различных марок и влияния на нее текстуры (степени распушки волокон) асбеста этих марок, они расположены в порядке понижения их армирующей способности и, соответственно, возрастания процента содержания асбеста этих марок в асбестоцементной массе.

Во второй графе указаны эквивалентные (т. е. обеспечивающие изготовление равнопрочной продукции) процентные содержания асбеста для группы волнистых листов, используемых для покрытия кровель жилых зданий, и в третьей графе — то же при производстве более ответственных и имеющих большие размеры конструкционных изделий и волнистых листов для промышленного строительства. В соответствии с этим, как это вытекает из приведенных в них цифр, содержание асбеста в этой группе изделий существенно повышено (как процентное содержание, так и марочность асбеста).

Из табл. 11 видна зависимость армирующих свойств товарного асбеста от его текстуры. Так, армирующие свойства асбеста марки П-5-67 такие же, как и асбеста марки М-3-60 (так как для достижения требуемой прочности процентное содержание их в изделии одно и то же), а асбеста марки П-6-45 такие же, как и асбеста марки М-4-5.

В таблице приведено для каждой марки асбеста процентное ее содержание в асбестоцементной массе в том случае, если изделие вырабатывается на асбесте только этой марки. Но практически при производстве всех видов асбестоцементных изделий используется асбест не одной марки, а смеска из асбеста нескольких марок (до 4-х), имеющихся на складе завода.

Процентное содержание асбеста в асбестоцементной массе, составленной из нескольких марок асбеста, можно рассчитать по следующей форме:

$$a = \frac{100}{\frac{П_1}{a_1} + \frac{П_2}{a_2} + \ldots + \frac{П_n}{a_n}}, \qquad (1)$$

где a — процентное содержание в асбестоцементной массе асбеста данной смески;

$П_1, П_2 \ldots П_n$ — процентное содержание в смеске асбеста данных марок;

$a_1, a_2 \ldots a_n$ — эквивалентные количества асбеста, которые находим в зависимости от вида вырабатываемого изделия (в табл. 11, графа 2 или 3).

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 33 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/33

Пример 1. Завод, вырабатывающий волнистые листы ВО, имеет на складе асбест следующих марок: П-5-52 — 500 *т*, М-5-65 — 200 *т*, П-6-30 — 400 *т* и М-6-40 — 100 *т*.

В соответствии с этим установлен следующий состав смески асбеста:

П-5-52 — 40%; М-5-65 — 15%; П-6-30 — 35%; М-6-40 — 10%.

В табл. 11 (графа 2) находим эквивалентные содержания асбеста этих марок:

$$a_1=12{,}9\%;\ a_2=14{,}3\%;\ a_3=15{,}4\%;\ a_4=17{,}2\%.$$

$$П_1=40\%;\ П_2=15\%;\ П_3=35\%;\ П_4=10\%.$$

Подставляя эти данные в формулу (1), получаем:

$$a=\frac{100}{\frac{40}{12{,}9}+\frac{15}{14{,}3}+\frac{35}{15{,}4}+\frac{10}{17{,}2}}=\frac{100}{7{,}0}=14{,}3\%.$$

Следовательно, при данной смеске асбеста асбестоцементная масса состоит из асбеста, который составляет по весу 14,3%, и цемента — 85,7%.

Пример 2. Завод вырабатывает асбестоцементные листы для асбестоцементных панелей, относящихся к конструктивным изделиям. На его складе имеется асбест следующих марок: П-3-50 — 100 *т*, П-4-20 — 150 *т*; П-5-52 — 600 *т* и П-5-50 — 500 *т*.

В соответствии с этим установлен следующий состав смески асбеста:

П-3-50 — 10%; П-4-20 — 15%; П-5-52 — 40%; П-5-50 — 35%.

В табл. 11 (графа 3) находим эквивалентные содержания асбеста этих марок:

$$a_1=12{,}9\%;\ a_2=14{,}7\%,\ a_3=16{,}3\%;\ a_4=16{,}7\%.$$

$$П_1=10\%,\ П_2=15\%,\ П_3=40\%,\ П_4=35\%.$$

$$a=\frac{100}{\frac{10}{12{,}9}+\frac{15}{14{,}7}+\frac{40}{16{,}3}+\frac{35}{16{,}7}}=\frac{100}{6{,}355}=15{,}7\%.$$

Следовательно, асбестоцементная масса состоит из 15,7% асбеста указанной смески и 84,3% цемента.

Для распушки асбеста и приготовления асбестоцементной массы большинство заводов используют аппараты периодического действия. В технологической схеме асбестоцементного производства первым аппаратом являются бегуны, загружаемые определенной порцией асбеста. Из бегунов эта порция асбеста поступает в распушивающий аппарат, а затем асбест вместе с цементом поступает в аппарат, приготовляющий асбестоцементную массу. Обычно в последний аппарат цемент загружают в постоянном количестве, а вес порционной загрузки асбеста в бегуны зависит от процентного содержания его в асбестоцементной массе и веса порционной загрузки цемента, и он рассчитывается по следующей формуле:

$$A=\frac{Ц\cdot a}{100-a}\ кГ, \qquad (2)$$

где A — вес порционной загрузки смески асбеста в бегуны, *кГ*;

$Ц$ — вес порционной загрузки цемента, *кГ*;

a — процентное содержание смески асбеста в асбестоцементной массе.

Обычно вес порционной загрузки цемента $Ц = 900$ *кГ*.

В примере 2 процентное содержание смески асбеста мы определили равным 15,7% следующего состава: П-3-50 — 10%, П-4-20 — 15%, П-5-52 — 40% и П-5-50 — 35%.

Используя эти данные, определим порционную загрузку смески асбеста в бегуны:

$$A=\frac{900\cdot 15{,}7}{100-15{,}7}=168\ кГ.$$

Для составления такой смески нужно отвесить:

асбеста	марки	П-3-50 — 168·0;1 = 16,8 *кГ*
»	»	П-4-20 — 168·0,15 = 25;2 *кГ*
»	»	П-5-52 — 168·0,4 = 67,2 *кГ*
»	»	П-5-50 — 168·0,35 = 58,8 *кГ*
	Итого . . .	168,0 *кГ*

Таким же образом, пользуясь таблицей взаимозаменяемости различных марок асбеста для изготовления труб, рассчитывают процентное содержание смески асбеста и ее состав при производстве труб.

Все эти определения и расчеты должны производиться со следующей точностью. Состав смески, т. е. процентное содержание в ней асбеста каждой марки, определяют с точностью до десятых долей процента. Эквивалентное количество данной марки асбеста в формулу (1) вносят с той же точностью, с какой оно указано в технологической карте. Процентное содержание смески асбеста в асбестоцементной массе вычисляют по формуле (1) с точностью до десятых долей процента. Вес порции смески асбеста рассчитывают по формуле (2) с точностью до десятых долей килограмма и округляют до целых единиц килограмма. Вес асбеста каждой марки в смеске вычисляют с точностью до десятых долей килограмма и округляют до целых единиц килограмма.

Результаты определения состава смески асбеста, общий вес смески, загружаемой в бегуны, и вес асбеста каждой марки, входящей в смеску, передаются в письменном виде за подписью начальника ОТК рабочему, приготовляющему смеску асбеста. При отсутствии на складе завода механизированной установки рабочие составляют смеску асбеста вручную. Асбест каждой марки, входящей в смеску, отвешивают в соответствии с полученным от ОТК составом с точностью до 1 *кг*.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)

Published by AsbestosClaims.Law

ACL Doc 25272 · Page 34 of 158

asbestosclaims.law/library/25272/34

На складе механизированной установки для составления смески асбеста, схема которой изображена на рис. 20, стоят несколько (обычно три или четыре) бункеров *1*. В каждый из бункеров *1* грейферным краном загружают асбест одной марки, входящей в смеску. Под бункерами установлены ленточные разгружатели *2*, приводимые в движение электродвигателями. С ленточных разгружателей асбест ссыпается в дозаторы *3*, представляющие

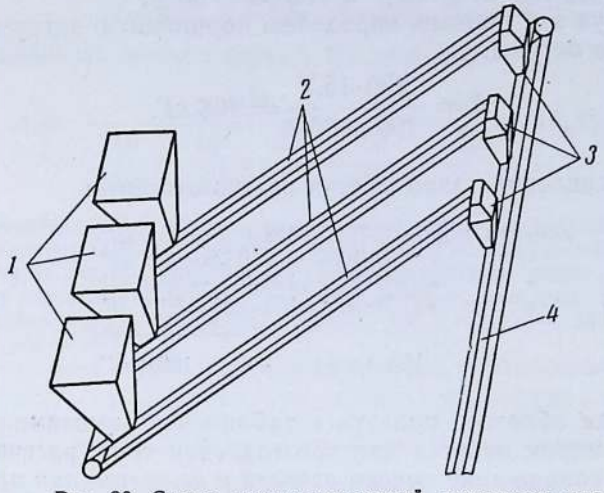


Рис. 20. Схема механизированной установки для составления смески асбеста:
1 — бункеры асбеста, *2* — ленточные разгружатели, *3* — дозаторы асбеста, *4* — транспортерная лента

собой легкие металлические контейнеры, подвешенные на десятичных или сотенных весах.

Работники ОТК рассчитывают в соответствии с наличием асбеста на складе состав смески асбеста. Например, в нее должен входить асбест марки *А* — 32 *кг*, марки *Б* — 58 *кг*, марки *С* — 45 *кг*. В соответствии с этим обслуживающий склад асбеста крановщик загружает первый бункер асбестом марки *А*, второй — асбестом марки *Б* и третий — асбестом марки *С*. Соответственно весовые дозаторы *3* на первом бункере устанавливают на отвешивание 32 *кг* асбеста, на втором — 58 *кг* и на третьем — 45 *кг*. На этом заканчивается настройка установки, и дальше она работает автоматически. Как только в контейнер дозатора *3* поступает заданная порция асбеста, контейнер опускается и выключает поступление тока в электродвигатель, приводящий в движение ленту разгружателя *2*. Когда все контейнеры заполнятся асбестом, он выгружается на общую транспортерную ленту *4*, которая подает смеску асбеста в чашу бегуна, где смешиваются входящие в смеску марки асбеста и обминаются его волокна.

Дозаторы *3* отвешивают определенные количества асбеста, составляющие порционную загрузку бегунов.

На механизированном складе асбеста рабочие, обслуживающие склад, только управляют механизмами, налаживают их и наблюдают за правильностью работы. Так, рабочий, управляющий грейферным краном, по мере опорожнения бункеров захватывает ковшом крана асбест требуемой марки и загружает его в соответствующий бункер. Рабочий, обслуживающий весовые дозаторы, следит за правильностью их работы, очищает от пыли и при изменении состава смески асбеста переналаживает весовые устройства дозаторов.

Неточность развески весовыми дозаторами может быть вызвана тем, что призмы весового устройства забиваются пылью, или пыль осаждается на платформе весов и поверхности контейнера.

Перед началом работы рабочий должен получить из ОТК завода состав смески асбеста и весовое количество каждой входящей в смеску марки асбеста; проверить, нет ли на платформе весов и на контейнерах, в которые загружается асбест, пыли; проверить нуль весов при опорожненном контейнере, поставив на нуль подвижной груз; при этом положении весы должны находиться в равновесии.

Перед окончанием работ рабочий должен очистить весовое устройство и контейнер от пыли; проверить наличие асбеста в бункерах и соответствие его марок заданной ОТК смеске; подмести пол дозировочного помещения.

На некоторых из построенных в последнее время заводах механизация процесса составления смески асбеста осуществляется по другой схеме (см. рис. 23). В этой схеме в качестве емкостей для размещения различных сортов и марок асбеста, входящих в смеску, используются саморазгружающиеся емкости, называющиеся л о б а з ы. В асбестоцементной промышленности применяют эти аппараты двух типов: для составления смески асбеста и для создания запаса смески асбеста и выдачи ее определенными порциями для производства.

Аппараты для составления смески асбеста называются питатели механизированные. Они позволяют одновременно производить его разгрузку и загрузку. Таких питателей устанавливают до 5 шт. и в каждый из них загружают асбест одной марки, входящей в смеску. Установка из таких питателей позволяет составлять смеску из пяти различных марок асбеста.

На рис. 21 изображен п и т а т е л ь м е х а н и з и р о в а н н ы й ПМ1-А. Он представляет собой объемный металлический каркас, обшитый стальными листами. Питатель состоит из верхней камеры *2* и нижней *7*. Камера *2* имеет два патрубка: патрубок *1* служит для пневматической загрузки асбеста, а через патрубок *3* воздух выводится в трубопровод и направляется в фильтр для очистки от пыли. Полом нижней камеры *7* служит бесконечный

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 35 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/35

пластинчатый цепной транспортер, верхняя ветвь которого опирается на валики *6*. Транспортер получает движение от его нижних звездочек через храповой механизм *5*.

Принцип действия питателя следующий. Асбест через патрубок *1* пневматически загружается в верхнюю камеру *2*. Вследствие резкого падения скорости движения воздуха в камере *2* асбест выпадает в нижнюю камеру *7*, которая является рабочей, и

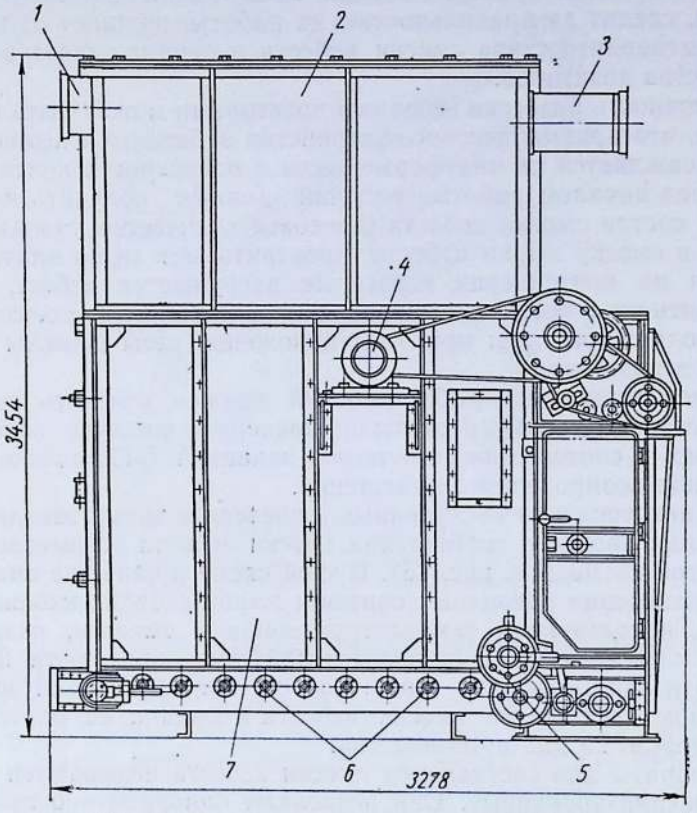


Рис. 21. Питатель механизированный ПМ1-А:
1, 3 — патрубки, *2* — верхняя камера, *4* — электродвигатель, *5* — храповой механизм, *6* — валики, *7* — нижняя камера

попадает на транспортер. Этот транспортер подает всю массу асбеста, находящуюся в рабочей камере *7*, к передней ее части, где вертикально установлен бесконечный игольчатый разгружатель, приводимый в движение электродвигателем *4*.

Рабочая ветвь игольчатого транспортера, двигаясь вверх, охватывает всю толщу находящейся в рабочей камере массы асбеста, и его иголки захватывают волокна асбеста. Когда транспортер обогнет верхние звездочки привода, быстро вращающиеся щетки снимают асбест с иголок и сбрасывают его в вертикальный рукав.

Емкость рабочей камеры *7* питателя около 7 $м^3$.

Второй тип аппаратов, служащих для создания запаса смески асбеста и выдачи ее определенными порциями на производство, носит название лобазы расходные механизированные. На рис. 22 изображен такой лобаз марки ЛР-40 с полезным объемом 40 $м^3$. Он также состоит из объемного металлического каркаса *1*, обшитого стальными листами, но емкость его рабочей камеры значительно превышает емкость рабочей камеры механизированного питателя.

Полом у расходного лобаза служит пластинчатый бесконечный транспортер, аналогичный пластинчатому цепному транспортеру механизированного питателя, но значительно более мощный. На транспортер жестко закреплена вторая, подвижная задняя стенка, примыкающая к стенкам и потолку внутренней полости лобаза.

Реверсивный электродвигатель *8* через приводной механизм приводит в движение пластинчатый транспортер. Последний вместе с закрепленной на нем подвижной задней стенкой медленно продвигает всю находящуюся в лобазе массу смески асбеста к передней части лобаза, где установлен игольчатый разгружатель. Разгружатель приводится в движение электродвигателем через отдельный привод *6*. Асбест, выгружаемый по желобу *7*, направляется на ленточный транспортер.

После того как лобаз опорожнится, электродвигатель *8* переключается на обратное вращение и пластинчатый транспортер продвигает подвижную стенку в крайнее заднее положение. При этом ее положении производится загрузка лобаза новой порцией смески асбеста. Загрузка лобаза производится пневмотранспортом через патрубок *2*. Асбест осаждается в рабочей камере лобаза, заключенной между подвижной стенкой и разгружателем, и распределяется в ней специальным механизмом *3*. Воздух поступает в камеру *4*, а затем удаляется через патрубок *5*.

В отличие от питателя механизированного загрузка и разгрузка в расходном лобазе производится раздельно. Поэтому количество установленных расходных лобазов не может быть меньше двух.

На рис. 23 приведена схема механизированной установки для составления смески асбеста с использованием описанных саморазгружающихся емкостей и аппарата для растаривания упакованного в бумажные мешки асбеста-растарки *1*.

Схема разработана для двух технологических линий асбестоцементных листовых материалов, вырабатывающих однотипный вид продукции, с использованием обеими линиями одной и той

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
Published by AsbestosClaims.Law
ACL Doc 25272 · Page 36 of 158
asbestosclaims.law/library/25272/36

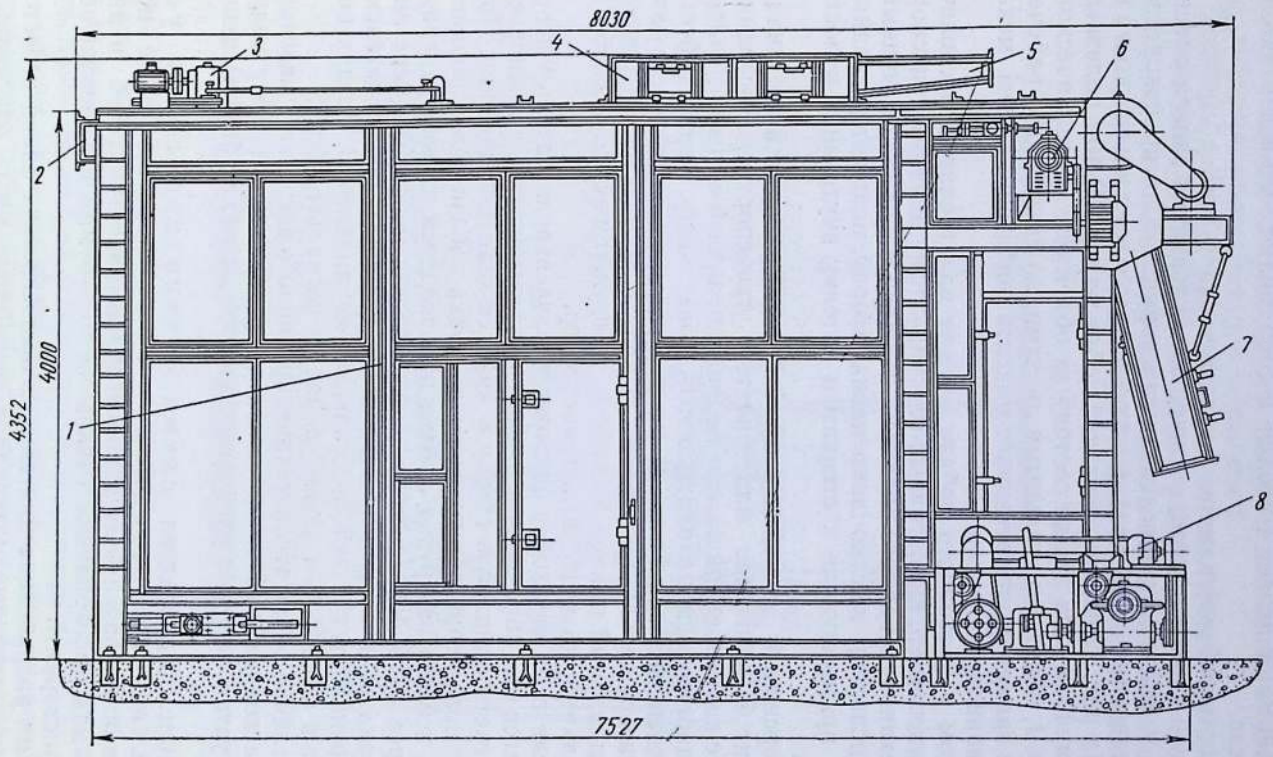


Рис. 22. Лобаз расходный механизированный ЛР-40:

1 — металлический каркас, *2*, *5* — патрубки, *3* — механизм распределения асбеста, *4* — воздушная камера, *6* — привод разгружателей, *7* — разгрузочный желоб, *8* — электродвигатель

Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/37

же смески асбеста. Она предусматривает установку пяти емкостей *4*, что позволяет составлять смеску асбеста различных марок и месторождений, например трех марок асбеста Баженовского месторождения и двух марок Джетыгаринского месторождения.

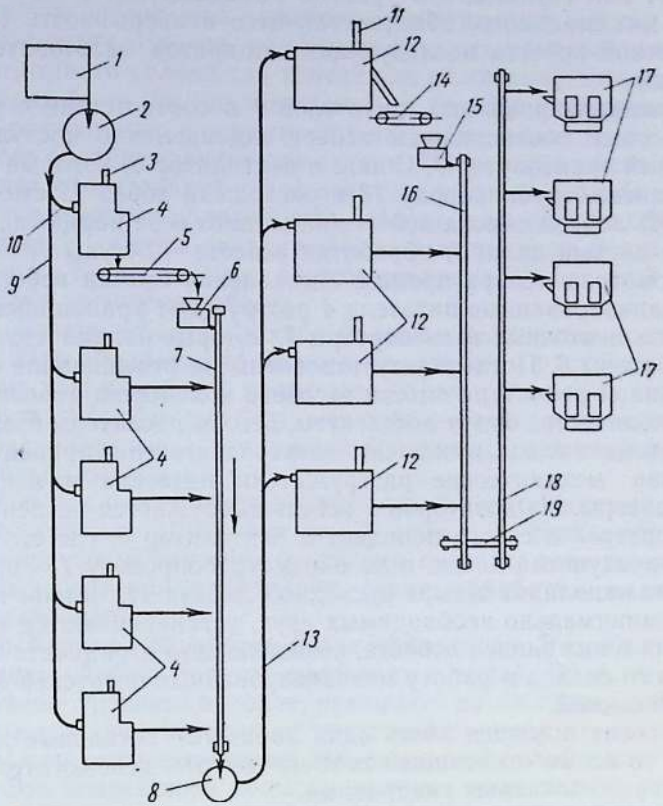


Рис. 23. Схема механизированной установки для составления смески асбеста:

1 — растарка, *2*, *8* — вентиляторы, *3*, *11* — трубопроводы, отводящие воздух, *4* — питатель механизированной ПМІ-А, *5*, *7*, *14*, *16* и *18* — ленточные транспортеры, *6*, *15* — весовые дозаторы, *9*, *10*, *13* — пневмотрубопроводы, *12* — лобаз расходный ЛР-40, *17* — бегуны, *19* — передаточное устройство

В целях упрощения схемы на ней приводится лишь один узел емкости *4* с вспомогательными аппаратами, назначение которых мы рассмотрим несколько позже. Остальные же четыре аналогичных узла обозначены без них.

Со склада автопогрузчик подвозит асбест к растарке *1*, где растарочный аппарат освобождает асбест от бумажных мешков. Затем, пройдя вентилятор *2*, он поступает по пневмотрубопроводам *9* и *10* к выделенному для данной марки асбеста механизи-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 38 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/38

рованному питателю. В нем асбест оседает. Воздух же по трубопроводу *3* направляется для очистки от увлеченных им мелких волокон асбеста и пыли в пылеосадительные камеры или рукавные фильтры. Так пополняются асбестом емкости *4* при поступлении от них сигнала, что уровень находящегося в них асбеста достиг минимального, обеспечивающего непрерывность снабжения смеской асбеста последующих аппаратов заготовительного отделения.

Из механизированных питателей *4* в соответствии с указанным весовым соотношением асбест одновременно поступает на ленточный транспортер *7*. С него в вентилятор *8*, который подает его по пневмотрубопроводу *13* в расходный лобаз *12* смески асбеста. Из лобаза смеска асбеста заданного веса порциями поступает на первый аппарат обработки асбеста — бегуны *17*.

Рассмотрим теперь процесс составления смески асбеста.

Механизированные питатели *4* разгружают хранящийся в них асбест на ленточные транспортеры *5*, которые подают его в весовые дозаторы *6*. Последние установлены на отвешивание согласно заданной рецептуре смески весового количества асбеста. Когда эти количества будут достигнуты, весовые дозаторы *6* опустятся и автоматически выключат электродвигатели, приводящие в движение механические разгружатели питателя и ленточные транспортеры. Из дозаторов *6* асбест выгружается на ленточный транспортер *7* и с него попадает в вентилятор *8*, где его захватывает воздушный поток, и по пневмотрубопроводу *13* последовательно наполняет четыре расходных лобаза *12*. Четыре лобаза, вместо минимально необходимых двух, устанавливаются в целях создания в них запаса асбеста, позволяющего ограничить выдачу асбеста со склада и работу механизированных питателей *4* одной дневной сменой.

На схеме помещен лишь один лобаз *12*, остальные же три лобаза со всеми относящимися к его работе вспомогательными аппаратами, показаны квадратами.

Назначение пневмотрубопровода *11* такое же, как и трубопровода *3*. Лобазы расходные *12* подают смеску асбеста на ленточные транспортеры *14*, выгружающие ее в весовые дозаторы *15*, установленные на отвешивание заданного количества асбеста, которое определяется порциями асбеста, обрабатываемого бегунами. Эти дозаторы *15* последовательно выгружают отвешенную порцию смески асбеста на ленточный транспортер *16*, с которого она передаточным устройством *19* (ленточным транспортером или желобом) передается на ленточный транспортер *18*, расположенный параллельно бегунам, и с него поступает в освободившуюся чашу одного из них.

Линия эта автоматизирована, включение и выключение электродвигателей и переключение клапанов на пневмотрубопроводах *10* и *13* происходит автоматически.

§ 19. Обработка асбеста

Способы обработки асбеста

Сортовой асбест, даже наиболее распушенной мягкой текстуры М, содержит волокна, каждое из которых представляет собой пучок огромного количества тончайших волоконец. Для того чтобы волокна были прочно закреплены в цементе (цементном камне), их расщепляют, распушивают на более тонкие.

Асбест обрабатывают в две стадии. На первой стадии, являющейся подготовительной, надо возможно больше ослабить связь между тончайшими волоконцами асбеста, для чего их обминают на бегунах. На второй стадии волокна разделяют на более тонкие волоконца в голлендере или другом аппарате, т. е. на этой стадии происходит распушка асбеста.

В волокнах асбеста имеется большое количество тончайших трещин. При обработке на бегунах эти трещины распространяются на всю длину волокна, кроме того образуются новые трещины.

В результате обмятые бегунами волокна асбеста представляют собой раздавленные пучки тонких волоконец, связь между которыми сильно ослаблена.

На бегунах можно обрабатывать сухой и увлажненный асбест. Когда на бегунах обминают сухой асбест, то такая обработка называется *сухим способом распушки асбеста*, если же при обминании асбест увлажняется, то такая обработка называется *мокрым способом*.

Второй способ обработки более эффективен. Это объясняется следующим. Асбест хорошо смачивается водой. Вода, проникая в тончайшие трещины волокон, оказывает на их стенки давление, величина которого зависит от расстояния между стенками этих трещин (чем тоньше трещины, тем с большей силой давит на них вода). Это воздействие воды на волокна значительно ускоряет процесс разрушения взаимной связи волоконец, и, следовательно, сокращает время, необходимое для обработки асбеста бегунами.

Действие воды усиливается, если в ней растворен гидрат окиси кальция. Поэтому для увлажнения асбеста следует применять воду, отходящую от формовочных машин, так как она всегда насыщена гидратом окиси кальция. Но ее предварительно необходимо очистить от волокон асбеста и цемента.

Как правило, асбест увлажняют в начале процесса обработки на бегунах с помощью мерного бачка и опрыскивающих трубок в два приема при вращении катков бегунов. Такой способ обеспечивает быстрое и равномерное увлажнение всей порции асбеста определенным количеством воды и предохраняет от выделения пыли при обработке.

Количество воды, необходимое для смачивания 1 *кг* асбеста, определяется конструкцией бегунов, сортаментом и текстурой

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
Published by AsbestosClaims.Law
ACL Doc 25272 · Page 39 of 158
asbestosclaims.law/library/25272/39

асбеста (степенью распушки его волокон) и находится в пределах 0,5—0,6 *л*. При излишнем количестве смачивающей воды асбест образует мелкие комки, рассыпающиеся перед катками к центру и краям чаши. В результате они не подвергаются обмятию их катками, а последние, катясь по тонкому слою оставшегося асбеста, истирают и сокращают длину его волокон.

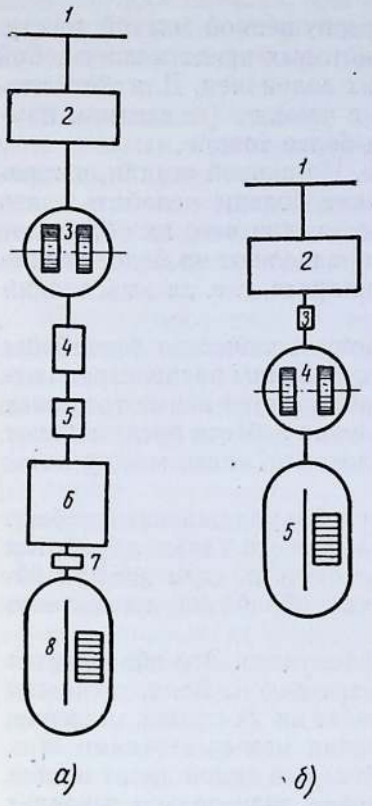


Рис. 24. Схема распушки асбеста:

а — сухим способом: *1* — склад асбеста, *2* — участок для составления смески асбеста, *3* — бегуны, *4* — дезинтегратор (пушитель), *5* — эксгаустер, *6* — камера распушенного асбеста, *7* — весовой дозатор, *8* — голлендер; *б* — мокрым способом: *1* — склад асбеста, *2* — участок для составления смески асбеста, *3* — весовой дозатор, *4* — бегуны с увлажнением асбеста, *5* — голлендер

Наша промышленность использует мокрый способ распушки асбеста уже 35 лет. В последние годы этот способ стала применять и зарубежная асбестоцементная промышленность.

На рис. 24 приведены схемы распушки асбеста по сухому и мокрому способам. Из сопоставления этих схем видно, что сухой способ сложнее.

Ввиду того что нужного ослабления связи между волоконцами при сухом способе распушки (рис. 24, *а*) не достигается, по выходе из бегунов *3* асбест дополнительно обрабатывается на специальном аппарате — дезинтеграторе (пушителе) *4*. Для этой цели используют дезинтеграторы различной конструкции. Все они работают по принципу ударного воздействия на волокна быстровращающихся бил.

Разгрузочное окно дезинтегратора *4* соединено с эксгаустером (вентилятором) *5*, создающим в дезинтеграторе разрежение воздуха. Под влиянием этого разрежения воздух и увлекаемый им асбест устремляются во внутреннюю полость дезинтегратора, где волокна подвергаются ударам бил, а затем воздушным потоком выносятся через разгрузочное окно в эксгаустер и далее по трубопроводу направляются в камеры распушенного асбеста *6*. В них создается запас распушенного асбеста для загрузки в голлендер *8* или другой, аналогичного действия, аппарат.

При мокром способе (рис. 24, *б*) асбест для окончательной распушки из бегунов *4* направляется непосредственно в голлендер *5* или в другой распушивающий аппарат, минуя все промежуточные стадии.

Преимущества мокрого способа заключаются в его простоте; в том, что значительно уменьшается образование пыли, т. е. улучшаются условия работы; что лучше сохраняется длина волокон. Однако при производстве асбестоцементных изделий, которые подвергаются механической обработке (водопроводных труб и муфт, а также электроизоляционных досок), сухой метод распушки имеет некоторые преимущества. При распушке волокон этим методом можно выделить находящуюся в асбесте галю (частицы горной породы), которая выкрашивается при обточке концов труб, расточке муфт или при обработке поверхности электроизоляционных досок.

Одним из основных условий выработки продукции хорошего качества является постоянное соотношение количества асбеста и цемента для данной смески. Поэтому точность дозирования как асбеста, так и цемента является основным правилом асбестоцементного производства.

При мокром способе распушки дозировать загружаемый в голлендер влажный асбест сложно, так как требуется непрерывно проверять содержание в нем воды. Кроме того, в отдельных, взятых для пробы, порциях асбеста, влажность может быть различна. Поэтому при мокром способе асбест дозируют перед его загрузкой в бегуны и эта порция асбеста, как это показано на схеме, после ее обработки на бегунах, непосредственно загружается в голлендер (или другой распушивающий и смешивающий асбест с цементом и водой аппарат).

Аппараты, применяемые для обминания асбеста

Бегуны. Как видно из схемы (рис. 25), бегуны представляют собой два тяжелых катка *1*, передвигающихся по круглой плите-поду *4* вокруг вала *2*. Катки и плита сделаны из естественного камня (гранита) или из чугуна. Плита окружена металлической чашей *3* с разгрузочным люком, который закрывается шибером *5*. Катки устанавливают на разных расстояниях от вала *2*: левый каток отстоит от вала дальше, чем правый, для того чтобы увеличить обкатываемую катками площадь плиты. Эту площадь можно подсчитать, зная расстояние от оси вала до наиболее удаленной кромки левого катка (R) и до наиболее близкой кромки правого катка (r). Площадь плиты, обкатываемой катками, можно выразить следующей формулой:

$$\pi(R^2 - r^2).$$

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 40 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/40

Основной недостаток описанного аппарата — периодичность его работы, что затрудняет автоматизацию процесса распушки асбеста. Помимо того, бегуны — это тяжелый аппарат, для установки которого требуется массивный фундамент. Обычно бегуны устанавливают в первом этаже производственного корпуса.

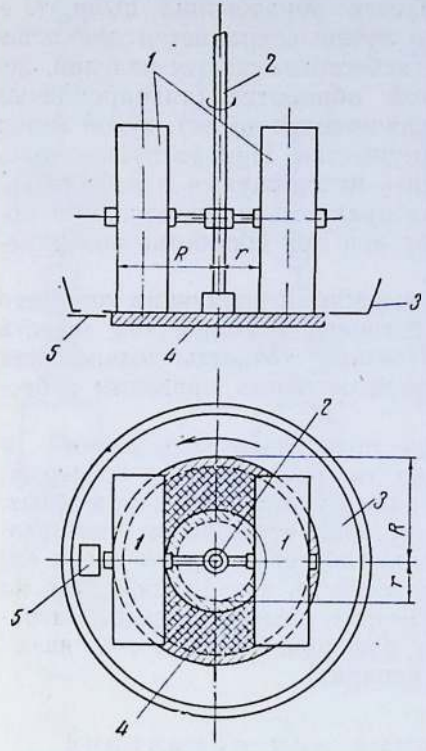


Рис. 25. Схема бегунов:
1 — катки, *2* — вал, *3* — металлическая чаша, *4* — плита-под, *5* — шибер, закрывающий разгрузочный люк

Порцию асбеста, которую следует обмять, загружают в чашу *3* бегунов.

Рассмотрим процесс воздействия катков на загруженный асбест. Свободно рассыпанный на плите асбест представляет собой рыхлую массу волокон, в которой основной объем занимает воздух и значительно меньший — волокна. Под влиянием давления тяжелого катка слой уплотняется, т. е. волокна асбеста сближаются, а находящийся в слое воздух удаляется. При этом волокна асбеста изгибаются и сжимаются.

Если каток будет продолжать двигаться по уже уплотненному слою, то его воздействие на волокна резко снизится. Помимо того, катки бегуна обкатывают не всю площадь чаши — на ней имеются «мертвые» площади, на которых асбест не обминается. Чтобы разрыхлять уже уплотненный слой и подгребать под катки асбест с «мертвых» площадей чаши, на валу бегуна установлены скребки. Эти скребки должны возможно ближе располагаться к поверхности плиты так, чтобы максимальный зазор между ними не превышал 5 *мм*. При большей величине этого зазора нижний слой асбеста даже на площади, охватываемой катками, периодически не будет разрыхляться, а асбест, находящийся на «мертвой» площади, вообще не подвергнется обкатке катками.

После того как катки обработают загруженную в бегуны порцию асбеста, ее необходимо выгрузить из чаши через люк. Чтобы скребки не препятствовали выгрузке, их с помощью специального устройства поднимают над слоем асбеста, одновременно с этим опускают установленные на валу разгрузочные скребки, которые и подгребают весь асбест к разгрузочному люку чаши.

Крайне важно, чтобы разгрузочные скребки, которые в верхнем положении (при обработке асбеста катками) располагаются над слоем асбеста, в нижнем положении (в процессе выгрузки обработанного асбеста из чаши) также располагались возможно ближе к поверхности плиты, а их форма обеспечивала быструю выгрузку асбеста. В этом случае катки прокатываются по толстому разрыхленному слою асбеста, вдавливаются в него и их давление распределяется на значительную площадь поверхности катка. Если разгрузочные скребки медленно разгружают асбест, то слой асбеста под катками становится все тоньше и тоньше, а давление катков распределяется на все меньшую и меньшую площадь слоя. При прокате же по тонкому слою катки истирают и рвут волокна, в результате чего длина их значительно уменьшается.

Если в опущенном положении разгрузочные скребки образуют с плитой значительный зазор, асбест выгружается не полностью, и на плите остается тонкий слой, волокна которого разрушаются катками до тех пор, пока в бегуны не поступит следующая порция асбеста. Разрушающее действие катков на волокна асбеста усиливается еще и тем, что катки не только катятся по слою, но и скользят по нему. Скольжение катков относительно слоя асбеста объясняется следующим. Если цилиндрическому телу, находящемуся на плоской поверхности, сообщить движение, то цилиндр покатится по прямой линии. Катки же связаны с валом и принудительно двигаются по кругу, а это вызывает скольжение их относительно слоя асбеста. Все это приводит к истиранию волокон и сокращению их длины.

Особенно сильно проявляется истирающее действие катков на волокна при обработке сухого асбеста. Если же асбест смочен, то вода, которая играет роль смазки, несколько смягчает их разрушающее действие.

При распушке асбеста мокрым способом на станине бегунов устанавливается мерный бачок с поплавковым указателем (или водомерным стеклом) и шкалой для отсчета объема находящейся в нем воды. Заполняется бачок отработанной водой, очищенной рекуператорами.

Расход воды на увлажнение загружаемой в бегуны смески асбеста рассчитывается по следующей формуле:

$$B = (0{,}5 - 0{,}6) \cdot A, \qquad (3)$$

где B — расход воды, *л*;

A — вес загружаемой в бегуны смески асбеста, *кг*.

Пример. Рассчитать расход воды B для увлажнения смески асбеста весом 160 *кг*, принимая расход воды на 1 *кг* смески равным 0,55 *л*. По формуле (3) находим: $B = 0{,}55\ л/кг \cdot 160\ кг = 121\ л$.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 41 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/41

Объем воды, необходимый для данной смески, заливают в мерный бачок. Немедленно после загрузки в бегуны смески открывают разгрузочный кран, и вода, вытекая из бачка, равномерно увлажняет обрабатываемую бегунами смеску асбеста. Для более равномерного увлажнения опорожнение мерного бачка производится в два-три приема с перерывом в 1—2 *мин*. Продолжительность обработки смески асбеста в бегунах должна составлять для асбеста Баженовского и Ак-Довуракского асбеста 13—15 *мин*, а для асбеста Джетыгаринского — 15—20 *мин*. По окончании обработки смеска должна быть полностью выгружена из чаши бегунов и передана без потерь в голлендер или другой аппарат для распушки волокон.

Перед началом работ рабочий-бегунщик должен:

получить от ОТК вес смески асбеста, подлежащей загрузке в бегуны, рассчитать по формуле (3) объем воды, необходимый для увлажнения одной смески асбеста, и залить этот объем воды в мерный бачок;

проверить максимальный зазор между скребками и поверхностью плиты; в том случае, если он превышает 5 *мм*, бегунщик должен опустить скребки;

проверить смазку в подшипниках и при отсутствии или недостатке ее смазать подшипники;

по окончании работы бегунщик должен очистить бегуны от пыли и подмести пол у рабочего места.

При обминании асбеста на бегунах необходимо соблюдать следующие *правила техники безопасности*.

Катки бегунов должны быть ограждены сплошным, плотным кожухом, исключающим выделение пыли. Для наблюдения за работой у катков допускается наличие в кожухе застекленного окна, зарешеченного и закрывающегося дверцей.

Загрузку бегунов надо производить после пуска бегунов — пуск бегунов с заполненной асбестом чашей не допускается. Очищать чаши и катки от прилипшего асбеста или случайно попавших туда посторонних предметов можно только при остановленных бегунах, отключенном электропроводе и при вынутых предохранителях электродвигателя.

Пробу для определения влажности асбеста разрешается отбирать только по выходе асбеста из люка чаши бегунов при их разгрузке.

При отсутствии ограждений или при неисправности каких-либо деталей оборудования работать на бегунах запрещается.

Бегуны с верхним расположением привода необходимо оборудовать специальной площадкой и лестницей с перилами для ухода за приводом.

Приямок для привода бегунов с нижним расположением привода должен иметь ограждение и лестницу.

Бегуны СМ-874, работающие в автоматическом цикле. В процессе обработки (обмятия) асбеста рабочий, обслуживающий старые, неавтоматизированные бегуны, должен вручную производить следующие операции.

После выгрузки из чаши бегунов обмятого асбеста посредством соответствующих механизмов закрыть шибером разгрузочный люк, поднять разгрузочный скребок и опустить подгребающие к каткам скребки; включить механизм загрузки в чашу бегунов новой порции асбеста и открыть кран для увлажнения асбеста водой из мерного бачка. После истечения времени, установленного для обмятия асбеста, рабочий должен открыть шибер разгрузочного люка, поднять подгребные скребки, опустить разгрузочный скребок и закрыть кран мерного бачка. По окончании выгрузки обмятого асбеста описанные операции повторяются.

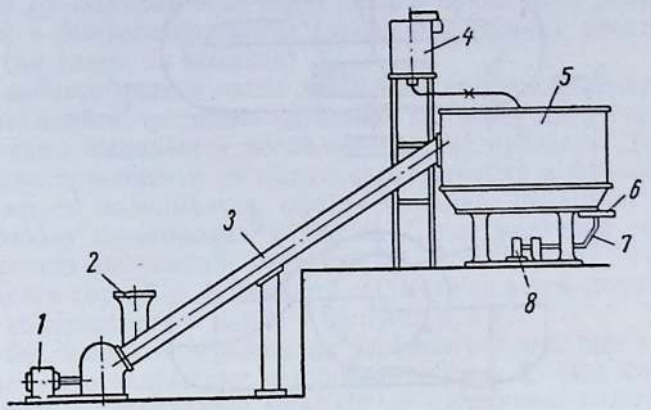


Рис. 26. Бегуны СМ-874:

1 — электродвигатель, *2* — загрузочная воронка, *3* — шнек, *4* — бачок-дозатор, *5* — бегуны, *6* — разгрузочный люк, *7* — рычаг, *8* — электродвигатель

В бегунах СМ-874 (рис. 26) все эти операции производят автоматически соответствующие электродвигатели, которые включают и выключают реле времени. Путем соответствующей настройки этих реле продолжительность обмятия асбеста в зависимости от текстуры и сортамента может быть различной.

Подлежащий обработке асбест загружается в воронку *2* наклонного шнека *3*, приводимого в движение электродвигателем *1*, включением и выключением которого управляет реле времени. Шнек передает асбест в чашу бегунов *5*. Вода для увлажнения асбеста поступает в оросительные трубки из бачка-дозатора *4*, включением и выключением подачи воды управляет отдельное реле.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 42 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/42

По прошествии заданного времени обработки асбеста электродвигатель *8* посредством рычага *7* открывает разгрузочный люк *6* в чаше бегуна, одновременно он поднимает подскребающие (рабочие) скребки и опускает разгрузочный скребок. По истечении времени, обеспечивающего выгрузку из чаши загруженной порции асбеста, электродвигатель закрывает люк, поднимает

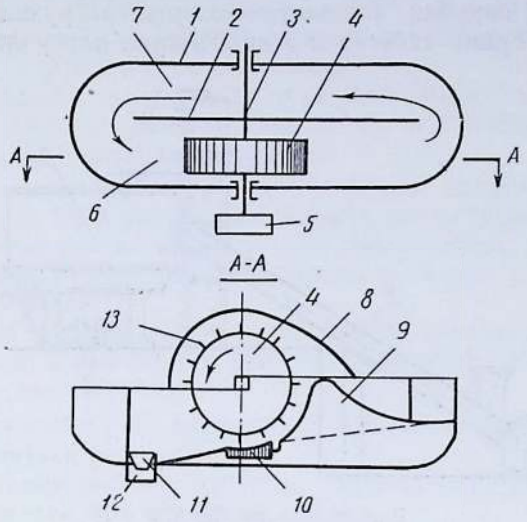


Рис. 27. Схема голлендера периодического действия:
1 — ванна, *2* — перегородка, *3* — вал барабана, *4* — ножевой барабан, *5* — шкив, *6* и *7* — каналы, *8* — съемный кожух, *9* — горка, *10* — рама с ножами, *11* — клапан, *12* — патрубок, *13* — ножи

разгрузочный скребок и опускает рабочие скребки. Управляет электродвигателем *8* отдельное реле времени. Приборы, автоматизирующие процесс работы бегунов, установлены на отдельном щите управления.

Аппараты, применяемые для распушки асбеста

Голлендер периодического действия. Наиболее распространенным распушивающим аппаратом в нашей промышленности является голлендер, схема которого представлена на рис. 27.

Голлендер производит распушку волокон асбеста в водной среде, а потому он не применим при сухом способе формования асбестоцементных изделий. Его используют как при мокром, так и при полусухом способах формования.

При мокром способе распушки асбест в голлендер поступает непосредственно после его обработки бегунами. При сухом способе распушки асбест после обработки его бегунами сперва поступает в дезинтегратор (пушитель), а потом уже в голлендер (см. рис. 24).

Голлендер состоит из чугунной ванны *1*, разделенной в средней части перегородкой *2*. Эта перегородка разделяет среднюю часть ванны на два канала *6* и *7*. В канале *6* на валу установлен барабан *4* с укрепленными по его образующим стальными ножами *13*. Барабан этот через шкив *5* приводится ременной передачей в быстрое вращение (около 240 *об/мин*) электродвигателем (на схеме не показан).

В наиболее низкой части дна ванны установлен патрубок *12*, закрывающийся чугунным клапаном *11*. Через патрубок *12* масса из ванны выливается после завершения процесса. Дно ванны несколько приподнято от выпускного патрубка к барабану *4*, а затем круто поднимается, огибая барабан, переходит на другую сторону перегородки в канале *7*, где медленно снижается к отверстию выпускного патрубка *12*. Возвышенная часть дна называется горкой *9*. Благодаря ей увеличивается скорость движения содержимого в ванне в каналах *6* и *7*.

Чтобы содержимое ванны не разбрызгивалось при вращении барабана, его закрывают съемным кожухом *8*. Под барабаном в дне ванны установлена рама *10* со стальными ножами, расположенными под небольшим (1,5—2,5°) углом к ножам барабана. Эта рама с ножами называется планкой или гребенкой.

Подшипники вала *3* подвешены на стержнях, которые при помощи винтового механизма могут подниматься и опускаться, изменяя величину зазора между ножами барабана и планкой. Это приспособление на схеме не показано.

В асбестоцементной промышленности голлендер применяется для распушки асбеста и для смешивания в водной среде волокон асбеста с цементом, т. е. для приготовления асбестоцементной массы. Некоторые заводы эти операции производят в различных голлендерах, на большинстве же заводов они производятся в одном и том же голлендере. Полезный объем ванн голлендеров составляет от 3,5 до 4,5 $м^3$.

Процесс распушки асбеста голлендером протекает так.

Вначале ванна голлендера заполняется примерно на 50% своей емкости водой, очищенной рекуператорами от асбеста и цемента. Не рекомендуется для этой цели применять неочищенную воду, содержащую в значительном количестве цемент, так как зерна цемента связывают волокна, что затрудняет их расщепление.

Затем в ванну загружают обмятую бегунами порцию смески асбеста. Если голлендер используется только для распушки волокон асбеста и расположен рядом с бегунами, то асбест посту-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 43 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/43

пает в него непосредственно из разгрузочного люка бегуна. Голлендерщик при этом следит за тем, чтобы смеска асбеста была полностью выгружена в голлендер. Асбест постепенно распределяется в нем во всем объеме воды. Распушка волокон асбеста в голлендере осуществляется следующим порядком.

Выступающие над поверхностью барабана ножи образуют карманы, которые совершают вокруг оси барабана до 240 *об/мин*. Диаметр барабана D около 0,95 *м* и, следовательно, окружная скорость v движения этих карманов достигает:

$$v = \pi Dn = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}95 \cdot 240}{60} = 11{,}8 \text{ м/сек.}$$

Вода с обмятым бегунами асбестом медленно подходит к барабану, захватывается его карманами и перекидывается через горку. При этом масса почти мгновенно из состояния, близкого к покою, приобретает скорость около 12 *м/сек*. В результате ударного воздействия вода в кармане приобретает вихревое движение и движущиеся в различных направлениях струйки ее вовлекают в движение отдельные волоконца, отделяя их от соседних. При этом пучок волокон распадается на более тонкие волоконца. Пройдя горку, вода и увлекаемые ею волокна асбеста спокойно движутся по каналу *7*.

Интенсивность процесса распушки асбеста зависит от объема карманов ножевого барабана, а объем их тем больше, чем на большую величину ножи выступают из барабана. Рекомендуется, чтобы эта величина не была менее 50 *мм*. На интенсивность процесса влияет также величина зазора, образуемого кромками ножей барабана и гребенками, который должен быть в пределах 2—3 *мм*. При соблюдении этих условий достигается достаточная степень распушки волокон за 6—10 *мин* (в зависимости от текстуры асбеста), считая с момента загрузки асбеста в ванну.

Из приведенного описания работы голлендера следует, что при движении массы в ванне процесс распушки волокон асбеста происходит лишь на небольшом участке его пути. Недостатком голлендера является также периодичность выдачи водной массы распушенного асбеста (асбестовой суспензии).

Недостатком голлендера является и то, что при распушке в нем асбеста некоторые трудоемкие операции рабочему приходится выполнять вручную. Так, при обработке в бегунах влажного асбеста он комкуется и, загруженный в голлендер в таком виде, водой не увлекается, поэтому рабочему-голлендерщику приходится продвигать его к ножевому барабану с помощью деревянного весла или скребка. В начале обработки в голлендере асбест содержит еще слабо расщепленные волокна, которые при медленном движении массы осаждаются на дне канала *7*. Для

того чтобы они получили нужную распушку, рабочий должен скребком подвести их вновь к ножевому барабану.

При использовании голлендера только для распушки асбеста его устанавливают рядом с бегунами в первом этаже производственного корпуса. В этом случае приготовленную голлендером асбестовую суспензию через патрубок *12* (см. рис. 27) спускают в установленную в приямке рядом с голлендером металлическую мешалку объемом 2—2,5 $м^3$. Асбестоцементную массу приготовляют обычно во втором этаже, чтобы она самотеком спускалась в следующий аппарат — ковшовую мешалку. По сигналу рабочего, приготовляющего асбестоцементную массу, голлендерщик включает электродвигатель центробежного насоса, который перекачивает по трубопроводу асбестовую суспензию из мешалки в установленный на втором этаже аппарат для приготовления асбестоцементной массы. При перемешивании суспензии в мешалке и при прохождении через центробежный насос волокна асбеста дополнительно распушаются. Голлендерщик должен следить за тем, чтобы из мешалки была выкачана вся асбестовая суспензия без остатка.

При работе этой мешалки ее ванна должна быть закрыта закрепленной болтами съемной металлической крышкой, имеющей зарешеченное окно. Открывать крышку во время работы, становиться на нее и ходить по ней запрещается. Если мешалку используют как рабочую площадку, поверх ее крышки делают второй настил из досок толщиной не менее 20 *мм*.

Чистить лопасти мешалки во время работы нельзя.

Перед началом работы голлендерщик должен:

узнать у бегунщика вес и состав смески асбеста;

установить, есть ли в подшипниках голлендера и мешалки асбестовой суспензии смазка и при недостатке ее смазать подшипники;

отрегулировать величину зазора между ножами барабана и гребенки;

осмотреть ванну голлендера и мешалку асбестовой суспензии и удостовериться в том, что они чистые.

По окончании работы голлендерщик должен:

очистить ванну голлендера и внутреннюю полость мешалки;

подмести пол у голлендера.

Правила техники безопасности. При распушке волокон в голлендере рабочий-голлендерщик должен соблюдать следующие правила.

Ножи голлендера должны быть надежно закреплены в ножевом барабане.

Цемент в голлендер следует загружать постепенно, чтобы избежать образования пыли.

Рукоятки весел и гребков для размешивания массы в ванне должны быть сделаны из дерева. При размешивании массы под-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 44 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/44

водить вплотную к вращающемуся барабану весло или гребок нельзя.

Производить какие-либо работы в голлендере (очищать ванны и вращающиеся части от массы, поднимать кожух, осматривать барабан и гребенку, проверять зазор между барабаном и гребенкой и др.) разрешается только после полного спуска массы и остановки голлендера при снятом ремне привода или вынутых предохранителях электродвигателя.

При возникновении стука или сильной вибрации во время вращения ножевого барабана работать на голлендере запрещается.

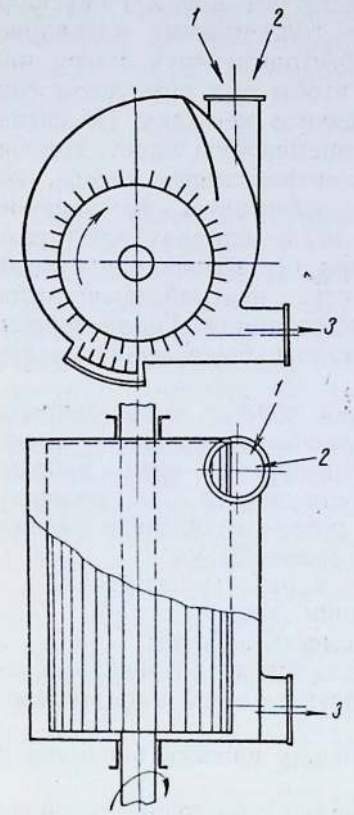


Рис. 28. Голлендер непрерывного действия:
1 — поступление асбеста, *2* — поступление воды, *3* — выход асбестовой суспензии

Голлендер непрерывного действия. Схема голлендера непрерывного действия изображена на рис. 28. В этом голлендере нет канала для возврата к барабану водной смеси асбеста, как в голлендере периодического действия. Соответственно и ванна голлендера имеет другую форму — она удлинена по направлению оси барабана, и резко сужена в перпендикулярном к оси вала направлении.

Объем ванн в голлендере непрерывного действия в несколько раз меньше, а объем карманов вследствие большой длины барабана значительно больше, чем у обычного голлендера. Это резко увеличивает производительность усовершенствованного голлендера. Вода и асбест непрерывно загружаются в ванну с одного конца, а готовая асбестовая суспензия также непрерывно выливается с противоположного конца. Следовательно, асбестовая суспензия движется вдоль оси барабана и в то же время с карманами барабана периодически движется по дуге круга.

В голлендере непрерывного действия устранены основные недостатки обычного голлендера: он непрерывно выдает асбестовую суспензию; ввиду малого объема ванны вода в ней настолько быстро движется, что увлекает асбест, и рабочему не приходится

подгребать его к барабану, следовательно, работа аппарата полностью механизирована.

Мокрый дезинтегратор. Для непрерывной распушки асбеста, помимо голлендера непрерывного действия, спроектирован, изготовлен и испытан аппарат — мокрый дезинтегратор, схематически изображенный на рис. 29.

Волокна асбеста распушиваются в нем вихревыми движениями воды так же, как и в голлендерах. Аппарат состоит из чугунного кожуха *2*, в котором вращается диск *3* с закрепленными на нем по концентрическим окружностям лопатками *4* (пальцами). На противоположной этому диску стенке кожуха также закреплены лопатки *4*, проходящие между лопатками вращающегося диска. В середине кожуха находится загрузочный патрубок *1*, а на торцевой стенке — разгрузочный патрубок *5*. В загрузочный патрубок поступает вода и асбест, а из разгрузочного патрубка вытекает асбестовая суспензия.

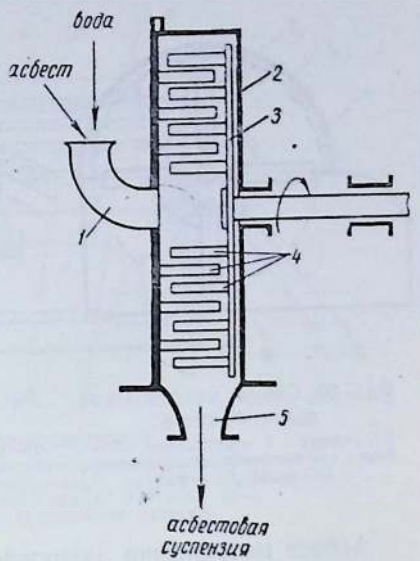


Рис. 29. Мокрый дезинтегратор:
1 — загрузочный патрубок, *2* — кожух, *3* — диск, *4* — лопатки, *5* — разгрузочный патрубок

Если в аппарат подавать сухой асбест, то его волокна будут распушиваться от ударов пальцев, т. е. так же как и в дезинтеграторе при сухом способе распушки асбеста. Если же в этот аппарат подавать одновременно асбест и воду, то лопатки создадут вихревые токи воды, которые будут воздействовать на волокна асбеста также, как в голлендере при распушке волокон.

Дополнительные аппараты, применяемые при распушке асбеста сухим способом. При сухом способе распушки асбест в бегунах обрабатывается в сухом состоянии, а после этого, также в сухом состоянии, он обрабатывается в дезинтеграторе и затем лишь поступает в голлендер.

Бегуны в этом случае применяются те же самые, что и при обработке мокрым способом.

Рассмотрим некоторые типы дезинтеграторов, применяемых при сухом способе распушки асбеста.

На рис. 30 изображена схема молоткового дезинтегратора, который применяла наша промышленность при производстве асбестоцементных труб до перехода на мокрый способ распушки.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 45 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/45

Молотковый дезинтегратор состоит из чугунного корпуса *1*, отфутерованного в верхней части бронеплитами *2* из зеркального чугуна, имеющими волнистую поверхность. В нижней части внутренней полости дезинтегратора установлены чугунные колосниковые решетки *4*. На валу *6*, который приводится электродвигателем в быстрое вращение, установлена шайба *5*, а на ней жестко закреплены четыре призматических молотка-била *3* прямоугольного сечения.

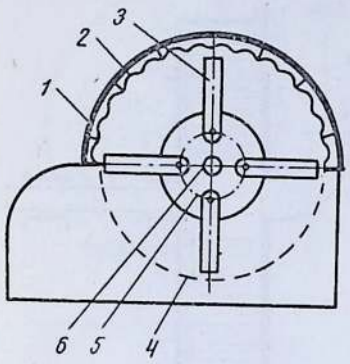


Рис. 30. Схема молоткового дезинтегратора:
1 — корпус, *2* — футеровка, *3* — била, *4* — колосниковая решетка, *5* — шайба, *6* — вал

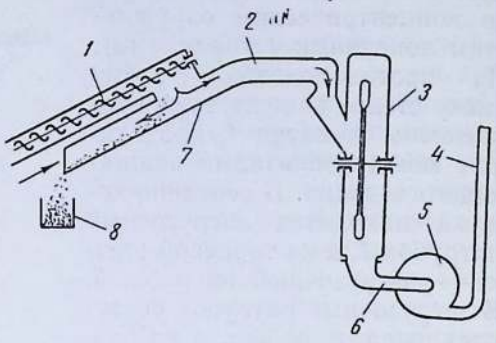


Рис. 31. Схема загрузки молоткового дезинтегратора:
1 — шнек, *2* — рукав, *3* — дезинтегратор, *4* — трубопровод, *5* — эксгаустер, *6* — патрубок, *7* — ловушка гали, *8* — ящик

Асбест непрерывно загружается в приемную воронку дезинтегратора и подвергается ударам быстро вращающихся бил *3*. После удара волокна асбеста по инерции продолжают движение и ударяются о волнистую поверхность футеровки *2*, затем снова подвергаются удару бил и т. д. Под влиянием чередующихся ударов бил и футеровки пучки волокон, взаимная связь между которыми уже нарушена, распадаются на тонкие волоконца, вместе с воздушным потоком проходят через колосниковую решетку *4* и по короткому патрубку направляются в эксгаустер.

На рис. 31 представлена схема загрузки молоткового дезинтегратора и присоединения его к эксгаустеру. Асбест в дезинтегратор *3* загружается наклонным шнеком *1*, переходящим в рукав *2*. В месте присоединения рукава к шнеку установлена ловушка гали *7*, являющаяся продолжением рукава *2*. Из шнека *1* асбест высыпается в ловушку гали *7*, где его подхватывает поток воздуха и по рукаву *2* направляет к приемной воронке дезинтегратора.

Внутренние размеры сечения ловушки подобраны так, что скорость протекания по ней воздушного потока достаточна для

увлечения волокон асбеста. Галю же и недостаточно обмятое жесткое (игольчатое) волокно воздушный поток увлечь не в состоянии; они падают на дно ловушки *7*, скатываются к открытому ее концу и высыпаются в ящик *8*.

Воздушный поток создает эксгаустер *5*. Вследствие создаваемого им разрежения воздух устремляется в открытый конец ловушки и дальше вместе с захваченными волокнами асбеста проходит через герметически соединенную цепь приспособлений и аппаратов — рукав *2*, молотковый дезинтегратор *3*, короткий

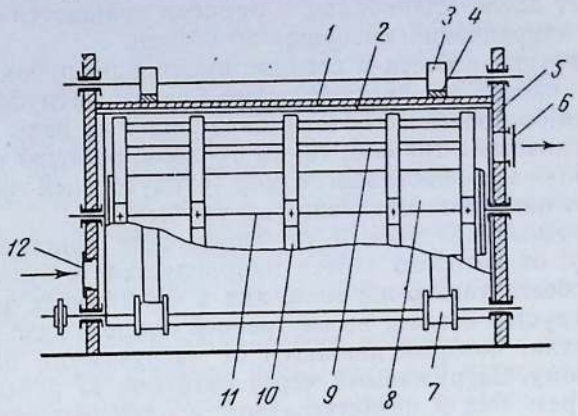


Рис. 32. Схема дезинтегратора:
1 — барабан, *2* — стальные плиты, *3* — верхний ролик, *4* — бандаж, *5* — станина, *6* — разгрузочный патрубок, *7* — нижний ролик, *8* — металлическая труба, *9* — била, *10* — крестовина, *11* — вал, *12* — загрузочный патрубок

патрубок *6*, эксгаустер *5* — и пневматическим трубопроводом *4* направляется в циклон, установленный над бункером распушенного асбеста. В циклоне волокна асбеста осаждаются и падают в бункер, а воздух проходит через пылеосадительную камеру или рукавный фильтр и выбрасывается наружу.

Вся система аппаратов до эксгаустера находится под разрежением, создаваемым эксгаустером, после же него давление воздушного потока превышает давление наружного воздуха. Следовательно, бункер распушенного асбеста в период его заполнения находится под давлением. Поэтому выгружать асбест из бункера можно только, отсоединив его от эксгаустера. В связи с этим для распушенного асбеста устанавливают не менее двух бункеров, один из которых заполняется асбестом, а из другого, предварительно отделив его шибером от трубопровода *4*, отбирают асбест для производства.

В Италии на заводах асбестоцементных изделий для распушки асбеста применяют дезинтегратор, схематически изображенный на рис. 32. Он состоит из стального барабана *1* диаметром

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 46 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/46

около 800 *мм* и длиной 1250 *мм*, внутренняя поверхность которого отфутерована сменными стальными с продольным рифлением плитами *2*. На барабан вблизи его концов надеты два бандажа *4*. Каждый из бандажей снизу опирается на два ролика *7* и сверху фиксируется еще одним роликом *3*. С торцов барабан примыкает к станине *5*, которая закрывает его внутреннюю полость. Внутри барабана по его оси проходит вал *11* с пятью крестовинами *10*, а на последних закреплены горизонтальные стальные била *9*. Вал дезинтегратора приводится во вращение электродвигателем и совершает около 1200 *об/мин*, а барабан вращается в противоположном направлении, совершая 80 *об/мин*.

Для загрузки асбеста в станине имеется патрубок *12*, а выгружается асбест из дезинтегратора через патрубок *6*. Для уменьшения бесполезного объема барабана *1* на валу *11* закреплена металлическая труба *8*; таким образом, рабочий объем дезинтегратора — это пространство между внутренней футеровкой цилиндра и наружной поверхностью трубы *8*.

Разгрузочный патрубок *6* трубопроводом присоединяется к эксгаустеру, от которого асбест направляется в бункер распушенного асбеста такого же типа, как в молотковых дезинтеграторах. Эксгаустер создает во внутренней полости дезинтегратора поток воздуха, который движется от загрузочного патрубка к разгрузочному. Загружаемый через патрубок *12* асбест подвергается ударам бил *9* дезинтегратора и одновременно потоком воздуха увлекается к разгрузочному патрубку *6*. Из бункера порции распушенного асбеста по мере надобности отбирают и загружают в голлендер для приготовления асбестоцементной массы.

Как показала практика, сухая распушка асбеста, особенно для 5 и 6-го сортов, по тонкости расщепления волокон менее эффективна по сравнению с мокрой распушкой. Положительной стороной является то, что при сухой распушке из асбеста удаляется галя и часть пыли.

§ 20. Приготовление асбестоцементной массы

Процесс приготовления массы. Приготовление асбестоцементной массы является одним из наиболее ответственных этапов изготовления асбестоцементных изделий. Во время этого процесса должно быть обеспечено заданное соотношение асбеста и цемента, постоянная, неизменяющаяся концентрация массы, т. е. соотношение количества твердых ее компонентов (асбеста и цемента) и воды, и равномерное распределение волокон асбеста, зерен цемента и воды во всем объеме массы.

Для обминания асбеста в настоящее время все заводы используют бегуны. В бегуны загружают по весу определенную порцию асбеста, а в аппарат для приготовления асбестоцементной массы весовым дозатором — цемент. Для обеспечения постоянного соотношения асбеста и цемента необходимо следить за тем, чтобы вся загружаемая в бегуны порция асбеста и вся отвешенная дозатором порция цемента полностью поступили в аппарат для приготовления массы.

Для обеспечения постоянной концентрации массы наиболее надежным средством служит объемная или весовая дозировка воды. Если ее нет, то с внутренней стороны стенки голлендера должен быть отмечен уровень, до которого следует добавлять в массу воду перед ее спуском в ковшовую мешалку.

Аппарат для приготовления асбестоцементной массы должен перемешать ее так, чтобы промежутки между волокнами были равномерно заполнены зернами цемента и водой. Ввиду того что диаметры хорошо распушенных волокон асбеста очень малы (не более 0,04 *мм*), а средний диаметр зерен цемента не превышает 0,007—0,008 *мм*, равномерно распределить такие мелкие частицы нелегко. Эта задача значительно упрощается тем, что наиболее измельченные зерна цемента осаждаются и удерживаются на поверхности волокон асбеста. Благодаря этому через 8—10 *мин* перемешивания достигается однородность асбестоцементной массы.

При использовании песчанистого цемента, как показали исследования, тонкие фракции песка, хотя и в несколько меньшей степени, также осаждаются на волокнах асбеста. Это обеспечивает однородность массы при несколько более продолжительном перемешивании (в течение примерно 12—13 *мин*).

Для приготовления водной асбестоцементной массы служат те же голлендеры, которые заводы используют для распушки волокон асбеста. При быстрой загрузке в ванну значительная часть цемента осаждается на дно и не смешивается ни с асбестом ни с водой до тех пор, пока рабочий лопатой или скребком постепенно не подведет всю осевшую массу к ножевому барабану.

В цилиндрическом смесителе процесс приготовления асбестоцементной массы механизирован (см. рис. 33).

При обслуживании голлендера и цилиндрического смесителя рабочий должен также следить за тем, чтобы вся обработанная бегунами порция смески асбеста была загружена в голлендер или смеситель, чтобы цемент из дозатора примерно в течение 4 *мин* был полностью выгружен, чтобы продолжительность смешивания компонентов массы (от момента полной выгрузки цемента из дозатора) была не менее 4—5 *мин*, а также чтобы масса в ванне голлендера или смесителя перед спуском ее находилась на заданном уровне.

После спуска массы рабочий должен промыть ванну голлендера или внутреннюю полость цилиндрического смесителя от остатков асбестоцементной массы определенным объемом воды, отбираемой из нижней части рекуператоров.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 47 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/47

Из голлендера и цилиндрического смесителя готовую асбестоцементную массу выпускают периодически, сливая ее в ковшовую мешалку, а из мешалки непрерывным потоком подают к формовочным машинам. При распушке асбеста в отдельном голлендере асбестовую суспензию в аппарат для приготовления асбестоцементной массы подает голлендерщик по сигналу рабочего, приготовляющего эту массу.

Если же распушка асбеста и приготовление асбестоцементной массы сосредоточены в одном и том же голлендере, то от бегунов в голлендерное отделение поступает смеска асбеста в контейнере и ее загружает в голлендер рабочий, приготовляющий массу. В этом случае рабочий сначала распушивает в голлендере волокна асбеста, а по окончании процесса распушки загружает туда же цемент из дозатора. Следовательно, рабочий, приготовляющий асбестоцементную массу, обслуживает следующие аппараты:

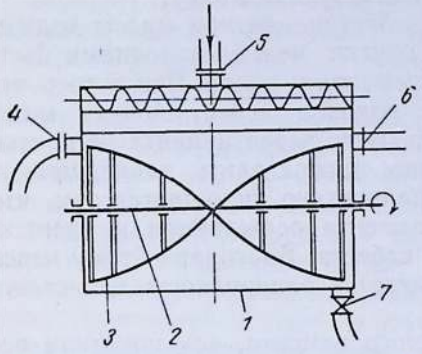


Рис. 33. Схема цилиндрического смесителя:

1 — металлический цилиндр, *2* — вал, *3* — лопасти, *4*, *5* и *6* — патрубки, *7* — кран

при распушке асбеста в отдельном голлендере — голлендер для приготовления массы или цилиндрический смеситель, дозатор цемента и ковшовую мешалку;

при распушке асбеста и приготовлении асбестоцементной массы в одном голлендере — контейнер со смеской асбеста, голлендер, дозатор цемента и ковшовую мешалку.

Аппараты для периодической выработки асбестоцементной массы. На рис. 33 схематически изображен цилиндрический смеситель. Он состоит из горизонтального металлического цилиндра *1*, внутри которого вращается вал *2* с укрепленными на нем лопастями *3*. В цилиндр сначала загружают через патрубок *4* асбестовую суспензию, приготовленную в голлендере, затем через патрубок *5* — отвешенную весовым дозатором порцию портландцемента и через патрубок *6* добавляют обогащенную цементом и асбестом воду из нижней части рекуператоров. Готовую асбестоцементную массу выпускают через кран *7*, находящийся в нижнем патрубке цилиндра.

В этом аппарате компоненты асбестоцементной массы смешиваются во всем объеме. Аппараты такого типа работают на некоторых новых асбестоцементных заводах и при медленной и равномерной их загрузке дают удовлетворительные результаты.

Для более равномерной загрузки цемента по длине цилиндра следует установить над ним распределительный шнек.

На рис. 34 представлена схема аппарата для дозировки цемента. Открывая шибер бункера-дозатора *8*, загружают цемент в голлендер *1* (или в цилиндрический смеситель). Бункер-дозатор подвешен на металлических тягах к весам *6* под расходным бункером *4* цемента, из которого шнек *5*, приводимый в действие электродвигателем *2* через редуктор *3*, подает цемент. Включает электродвигатель рабочий, обслуживающий аппарат для приготовления асбестоцементной массы. Он нажимает пусковую кнопку, которая находится на втором этаже у рабочего места. Когда шнек *5* загрузит в бункер-дозатор *8* требуемую порцию цемента, бункер опускается и автоматически выключает электродвигатель *2*.

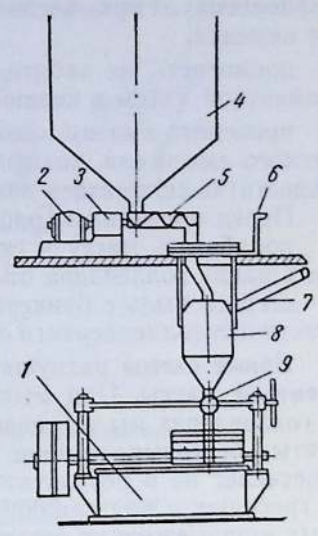


Рис. 34. Схема аппарата для дозирования цемента:

1 — голлендер, *2* — электродвигатель, *3* — редуктор, *4* — бункер, *5* — шнек, *6* — весы, *7* — трубка, *8* — бункер-дозатор, *9* — питатель

Вытесняемый цементом из дозатора *8* воздух трубкой *7* отводится для его очистки от пыли в пылеочистительную камеру или в атмосферу. Если цемент через шибер дозатора высыпается свободно, то движущаяся в голлендере водная суспензия асбеста не успевает захватывать цемент, и он частично скапливается на дне голлендера. Для устранения этого многие заводы заменили в дозаторе шибер барабанным питателем *9*, приводимым в движение электродвигателем.

Чтобы обеспечить герметичность аппаратов, горловину дозатора цемента и течку для цемента соединяют брезентовыми рукавами.

Спускная (разгрузочная) ручная задвижка или механический роторный разгружатель дозатора должны плотно закрывать выпускной патрубок и работать легко.

Для очистки и ремонта дозатора в его нижней части делают люк с герметичной крышкой.

Отверстия в потолочных перекрытиях для прохода подвесок дозатора необходимо закрывать брезентовыми диафрагмами.

Перед началом работы рабочий должен:

проверить чистоту ванны голлендера;

замерить и при необходимости отрегулировать величину зазора между ножами барабана и гребенкой голлендера;

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 48 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/48

осмотреть, исправлен ли рабочий инвентарь (гребки, лопаты и крючки), применяемый при работе с голлендером;

проверить, исправлен ли спускной кран цилиндрического смесителя и затвор весового дозатора цемента; удостовериться, что на дозаторе и весовом устройстве нет пыли;

отрегулировать весовое устройство (поставить подвижную гирю на нуль; при этом весовое устройство должно находиться в равновесии). Гирю весов установить на вес порционной загрузки цемента;

посмотреть, не забита ли сливная труба для спуска асбестоцементной массы в ковшовую мешалку;

проверить смазку в подшипниках голлендера или цилиндрического смесителя, ковшовой мешалки и весового дозатора; при недостатке ее, смазать подшипники.

Перед окончанием работы рабочий должен:

доработать массу и спустить ее в ковшовую мешалку; очистить ванну голлендера от затвердевшей массы;

стереть пыль с бункера дозатора, весового устройства и подмести пол голлендерного отделения.

Новые схемы распушки асбеста и приготовления асбестоцементной массы. При рассмотрении процесса распушки асбеста в голлендерах мы установили, что распушка, т. е. распадение обмятых бегунами волокон асбеста на более тонкие волоконца, протекает не в результате воздействия на них ножей барабана и гребенки, а под влиянием вихревых движений воды, создаваемых в промежутках между ножами в карманах барабана.

В том, что для такого расщепления волокон асбеста не является необходимым воздействие на них твердого тела, убеждает следующий простой опыт.

Положим в стеклянную пробирку емкостью примерно 2,5 $см^3$ около 0,1 *г* обмятого бегунами асбеста и заполним ее на три четверти водой. Затем закроем пробирку пробкой или пальцем и в течение 3—5 *сек* будем резко встряхивать ее. В результате воздействия на волокна вихревых токов воды, возникающих под влиянием резкого встряхивания пробирки, асбест, ранее занимавший ничтожную долю объема пробирки, теперь распушился и заполнил весь ее объем.

Такой метод распушки волокон асбеста получил название *гидравлического.* Следовательно, рассмотренные выше голлендеры и мокрый дезинтегратор работают по методу гидравлической распушки асбеста.

Дальнейшее развитие гидравлический метод распушки асбеста и приготовления асбестоцементной массы получил в Новороссийской схеме, разработанной коллективом Новороссийского завода, и в схеме приготовления асбестоцементной массы, разработанной итальянской фирмой РКМ.

Новороссийский завод производит распушку асбеста и приготовление асбестоцементной массы по схеме, изображенной на рис. 35. Обмятая бегунами *1* увлажненная порция асбеста поступает в пропеллерную мешалку *2*, заполненную предварительно водой из нижней конусной части сборника *3* очищенной рекуператором воды. Пропеллер мешалки смешивает асбест с водой в асбестовую суспензию. В целях повышения интенсивности и равномерности распушки

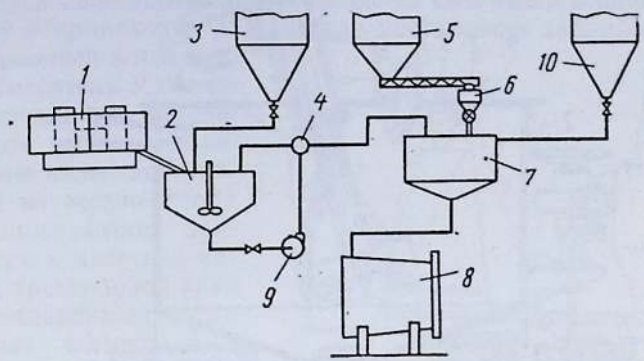


Рис. 35. Применяемая Новороссийским заводом схема распушки асбеста и приготовления асбестоцементной массы:

1 — бегуны, *2* — мешалка, *3* — сборник очищенной рекуператором воды, *4* — трехходовой кран, *5* — бункер цемента, *6* — дозатор, *7* — смеситель пропеллерного типа, *8* — ковшовая мешалка, *9* — центробежный насос (или гидравлический дезинтегратор), *10* — рабочий рекуператор

волокон, суспензию непрерывно перекачивает центробежный насос *9,* забирая ее из нижней, конусной части мешалки и возвращая в верхнюю цилиндрическую ее часть по трубопроводу, заканчивающемуся специальной насадкой. Насадка создает интенсивное вихревое движение суспензии.

По окончании процесса распушки асбеста, продолжающегося 5—10 *мин,* установленный на трубопроводе трехходовой кран *4* автоматически переключается на выпуск суспензии в аппарат для приготовления асбестоцементной массы — смеситель *7* пропеллерного типа. После того как асбестовая суспензия будет перекачана, смеситель *7* из бункера *5* цемента через весовой дозатор *6* загружается порцией цемента, который смешивается с асбестовой суспензией. Готовая асбестоцементная масса спускается самотеком или перекачивается отдельным насосом в ковшовую мешалку *8.*

Для повышения разжижения асбестоцементной массы перед ее спуском в ковшовую мешалку и для промывки смесителя вода отбирается из нижней конусной части рабочего рекуператора *10.*

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 49 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/49

Цикл работы смесителя, включая его загрузку и выгрузку, составляет 12—15 *мин.*

Смеситель пропеллерного типа (рис. 36) состоит: из металлического чана *2* с конусным дном; перемешивающего устройства — трехлопастного пропеллера *5*, заключенного в цилиндрический диффузор *4* (направляющий струи суспензии вниз); электродви-

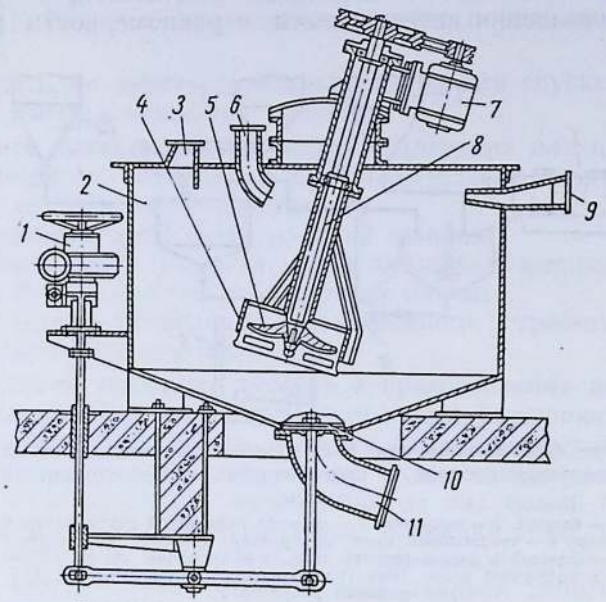


Рис. 36. Смеситель пропеллерного типа:

1 — электропривод для открывания клапана, *2* — чан с конусным дном, *3* — патрубок для загрузки цемента, *4* — диффузор, *5* — пропеллер, *6* — патрубок для загрузки асбестовой суспензии, *7* — электродвигатель, *8* — вал, *9* — патрубок для подачи воды, *10* — выпускной клапан, *11* — патрубок для слива асбестоцементной массы

гателя *7*, который приводит в движение пропеллер; электропривода *1*, автоматически открывающего клапан *10* для выпуска готовой асбестоцементной массы.

На корпусе чана установлены четыре патрубка: патрубок *3* — для загрузки цемента, патрубск *6* — для загрузки асбестовой суспензии, патрубок *9* — для воды из рабочего рекуператора, патрубок *11* — для слива готовой асбестоцементной массы.

Работа всех аппаратов описанной схемы автоматизирована и по этой схеме работает уже ряд заводов.

Схема РКМ приготовления асбестоцементной массы (рис. 37) применена на линии производства шестиметровых асбестоцементных труб, установленной на комбинате «Красный строитель» (г. Воскресенск, Московская область).

Особенностью схемы является автоматическое весовое дозирование всех компонентов асбестоцементной массы (воды, асбеста и цемента) одним аппаратом — весовым дозатором *4*. Последний настраивают на отвешивание определенных количеств воды, асбеста и цемента, которые поступают в смеситель *9*; реле времени устанавливают на заданную продолжительность их перемешивания. После настройки дозатора и реле времени установка работает автоматически.

Спуск асбестоцементной массы из смесителя в ковшовую мешалку *6* происходит лишь после достижения заданного уровня находящейся в ней массы. Смеситель *9* сначала загружается определенным весовым количеством воды, поступающей из рекуператора *1*. Одновременно приводится в действие насос *8*, трехходовой кран *7* устанавливается на возврат материала в смеситель. Затем включается электродвигатель, приводящий в движение разгрузочные валки *2* и шнек у бункера *3* асбеста, а после поступления заданной порции они останавливаются и включаются разгружатель и шнек у бункера цемента *5*. После загрузки заданной порции цемента разгрузочное устройство выключается, а по истечении заданного времени смешивания трехходовой кран *7* автоматически переключается на выгрузку массы в ковшовую мешалку, если к этому моменту уровень массы в ней достиг заданного.

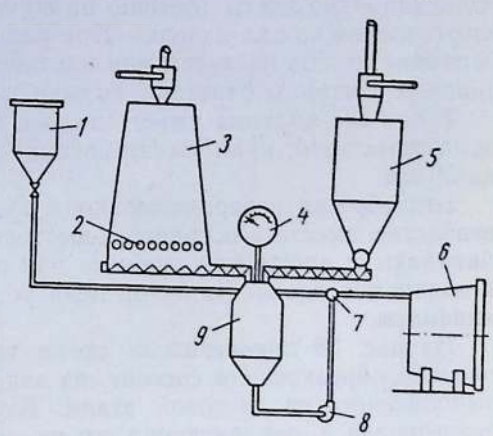


Рис. 37. Схема РКМ приготовления асбестоцементной массы:

1 — рекуператор, *2* — разгрузочные валки, *3* — бункер асбеста, *4* — весовой дозатор, *5* — бункер цемента, *6* — ковшовая мешалка, *7* — трехходовой кран, *8* — центробежный насос, *9* — смеситель

В заготовительном отделении РКМ отсутствуют бегуны, и составляющие смески асбеста различных марок сперва проходят смешивающий их аппарат, а из него идут в дезинтегратор; из дезинтегратора смеска асбеста пневмотранспортом направляется в бункер *3* рассмотренной нами схемы. Как показали исследования, получаемая степень распушки волокон недостаточна и при предварительной обработке смески бегунами прочность вырабатываемых трубоформовочной машиной РКМ труб существенно повышается. Цемент в расходный бункер *5* также доставляется пневмотранспортом, поэтому как над бункерами цемента, так и

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 50 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/50

асбеста установлены циклоны, отделяющие цемент и асбест от воздуха.

Аппарат для переработки обрезков. Кромки листа, расположенные у краев форматного барабана листоформовочной машины, получаются менее плотными, чем в остальной его части. Это объясняется пластичностью первичных слоев, а также тем обстоятельством, что в процессе работы сукно несколько смещается в направлении оси форматного барабана, вследствие чего кромки этих слоев асбестоцемента не всегда совпадают. Поэтому возникает необходимость формовать на листоформовочной машине более широкие листы (обычно на 50 *мм*), чем это требуется для изготовления из них изделий. При разрезке снятых с форматного барабана листов на листы или плитки требуемых размеров ротационные ножницы отрезают кромки шириной около 25 *мм*.

Такая же картина имеет место и при производстве асбестоцементных труб; края у сформованных труб обрезают примерно на 50 *мм*.

Эти обрезки перерабатывают в пульпу и используют в производстве вместе с основной асбестоцементной массой. Перерабатывают и листы, разорванные при разрезке или формовании в волнистые листы. Для этой цели устанавливают специальные аппараты.

На рис. 38 представлена схема такого аппарата для переработки обрезков. Он состоит из закрытого корпуса-корыта *4*, выполненного из листовой стали. Внутри корыта установлена перегородка *5*, разделяющая его на две сообщающиеся полости *a* и *b*. По оси этого корыта вращается вал *1*, на котором в полости *a* закреплены тринадцать лопастей *10*. Каждая из лопастей повернута по отношению к соседней на угол 27,6°. По концам этих лопастей натянуты две цепи, образующие две спиральные линии. В левой части крышки корыта прорезано окно и над ним установлена загрузочная воронка *3*. К полости *a* подведен водопровод, отключающийся краном *2*.

Перед началом работы аппарат заполняют водопроводной водой примерно на $^3/_4$ его объема, а затем постепенно загружают несхватившимися обрезками и бракованными листами. Вращающиеся лопасти и цепи разбивают обрезки и смешивают их с водой, превращая в шлам.

Затем открывают кран *2* и при дальнейшей загрузке обрезков регулируют им количество воды так, чтобы консистенция массы в корыте примерно соответствовала бы консистенции асбестоцементной массы в ковшовой мешалке. Постепенно заполняя корыто, асбестоцементная масса поднимается и достигает сливного отверстия *6* в стенке полости *b*, к которому прикреплена сливная труба *8*.

Труба *8* огибает корыто и затем присоединяется к закрытому котлу-пульсатору *15*. На торцовом конце этой трубы имеется

клапан *11*, препятствующий обратному движению асбестоцементной массы из котла в аппарат. Когда асбестоцементная шламообразная масса постепенно заполнит котел-пульсатор *15*, включают электродвигатель воздушного компрессора *14*, соединенного трубопроводом *13* с котлом.

Когда вся находящаяся в котле асбестоцементная масса по трубопроводу *16* воздухом будет вытеснена в ковшовую мешалку, электродвигатель, приводящий в движение компрессор, останавливают и открывают кран *12*, через который сжатый воздух

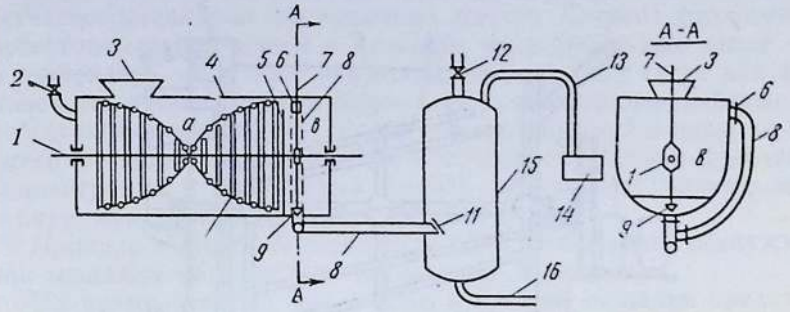


Рис. 38. Схема аппарата для переработки обрезков:
1 — вал, *2*, *12* — кран, *3* — загрузочная воронка, *4* — корпус-корыто, *5* — перегородка, *6* — сливное отверстие, *7* — стержень, *8* — сливная труба, *9* — пробка, *10* — лопасти, *11* — обратный клапан, *13*, *16* — трубопровод, *14* — компрессор, *15* — котел-пульсатор, *a* и *b* — камеры

выходит из котла наружу, в результате чего в него вновь начинает поступать асбестоцементная масса из аппарата.

На практике встречается необходимость полностью опорожнять аппарат, например, при остановке технологической линии для смены сукна листоформовочной машины, при небольшом ремонте одной из машин или одного из аппаратов, очистки аппаратов и т. п. Для этой цели в дне корыта установлен патрубок, присоединенный к сливной трубе *8*. Отверстие этого патрубка при работе аппарата закрыто чугунной пробкой *9*, которую открывают, подняв стержень *7*.

Во время работы аппарат должен быть закрыт крышкой. Чистить и ремонтировать аппарат разрешается только после его остановки и при вынутых предохранителях электродвигателя.

Ковшовая мешалка. Аппараты, применяемые в настоящее время для приготовления асбестоцементной массы, вырабатывают ее определенными порциями и выпускают периодически, в то время как формовочные машины надо питать этой массой непрерывно. Поэтому в технологической цепи для создания определенного запаса асбестоцементной массы между аппаратом, изготовляющим ее, и формовочной машиной устанавливают ков-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 51 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/51

Вращаются трубы от приводных роликов *1*. При помощи специального механизма расстояние между осями роликов изменяется в зависимости от диаметра труб.

Муфторасточный станок I-С-51-Н растачивает внутреннюю поверхность муфт диаметром от 108 до 631 *мм*, применяемых для соединения асбестоцементных водопроводных труб. Этот станок представлен на рис. 103.

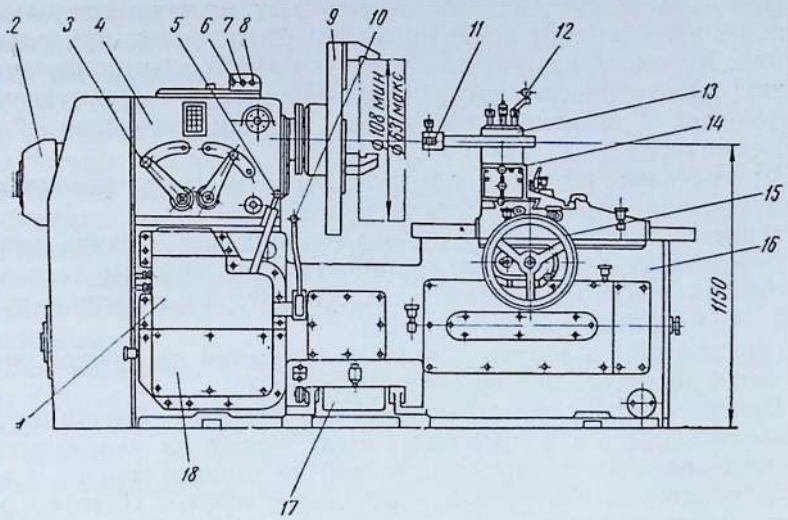


Рис. 103. Муфторасточный станок I-С-51-Н:

1 — механизм управления, *2* — главный привод, *3* — рукоятка для переключения числа оборотов шпинделя, *4* — шпиндельная коробка, *5* — рукоятка включения автоматической расточки стакана, *6*, *7* и *8* — пусковые кнопки, *9* — патрон, *10* — рукоятка для зажима патрона, *11* — резцедержатель, *12*, *14* — рукоятка для закрепления резца, *13* — суппорт, *15* — маховичок для перемещения суппорта, *16* — станина, *17* — ножная педаль для зажима патрона, *18* — привод подачи

В станке имеются два сменных зажимных трехкулачковых патрона *9*, один из которых служит для обработки муфт диаметром от 108 до 327 *мм*, а второй — от 327 до 631 *мм*. Кулачковый патрон зажимается и отжимается гидравлическим цилиндром. Продольная и поперечная подача резца осуществляется с помощью копирного устройства.

У шпинделя, на котором устанавливается кулачковый патрон *9*, имеется шесть ступеней чисел оборотов, которые устанавливаются в соответствии с диаметром обрабатываемой муфты. У суппорта *13*, на котором укреплен резец, имеется автоматическая продольная и поперечная подачи.

На станине *16* установлена шпиндельная коробка *4* и суппорт *13*. Под шпиндельной коробкой находится механизм управ-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
Published by AsbestosClaims.Law
ACL Doc 25272 · Page 52 of 158
asbestosclaims.law/library/25272/52

шовую мешалку, вертикальный разрез которой схематически изображен на рис. 39.

Ковшовая мешалка представляет собой металлический чан, корпус *4* которого имеет форму усеченного конуса (с малым углом при вершине). По оси чана, в который поступает асбестоцементная масса по сливной трубе *3*, установлен вал *2*, приводимый во вращение электродвигателем через привод *1*. На валу укреплены крестовины *6* с перемешивающими лопастями *5*. В переднем конце чан имеет узкую раструбную полость, в которой

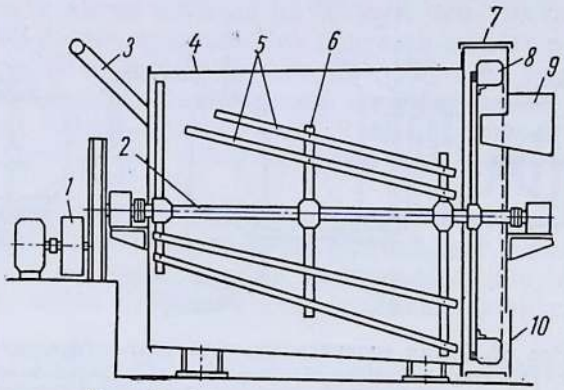


Рис. 39. Схема ковшовой мешалки:
1 — привод, *2* — вал, *3* — сливная труба, *4* — корпус, *5* — перемешивающие лопасти, *6* — крестовины, *7* и *10* — люки, *8* — ковши черпального колеса, *9* — приемная коробка

вращается каркасный круг с укрепленными на нем ковшами *8*. Круг носит название ковшовое колесо. В торцовой стенке чана, примыкающей к ковшовому колесу, с внутренней ее стороны установлена приемная коробка *9*, слив из которой выходит наружу. Ковши колеса зачерпывают асбестоцементную массу из чана и сливают ее в приемную коробку.

Мешалку не следует пополнять, когда в ней находится большое количество асбестоцементной массы. При соприкосновении с водой цемент гидратируется. Если гидратация цемента протекает в уже сформованном изделии, то плотность и прочность изделий увеличивается, а пористость и водопоглощаемость их соответственно уменьшаются. Если асбестоцементная масса находится в мешалке долго, то значительная часть наиболее мелких цементных зерен прогидратируется еще в мешалке. Изделия, сформованные из такой массы, будут менее плотными и прочными. Поэтому надо загружать мешалку новой порцией массы из голлендера (или смесителя) в тот момент, когда в ней остается не более 1 $м^3$ массы.

Полезная емкость чана мешалки (объем до оси вала) должна быть больше емкости ванны голлендера примерно на 2 $м^3$. Это обусловлено тем, что после спуска массы из голлендера в печь для промывки добавляют от 0,3 до 0,5 $м^3$ воды. Эта вода затем спускается в мешалку.

Перед каждой длительной остановкой формовочной машины необходимо прекратить приготовление асбестоцементной массы, а находящуюся в ковшовой мешалке массу использовать.

Из мешалки асбестоцементная масса через массораспределительную коробку по желобам или трубе направляется в ванны сетчатых цилиндров формовочных машин. Степень разжижения асбестоцементной массы в мешалке будет несколько выше, чем в голлендере, но все же эта масса еще слишком густа для формовочных машин, так как формовочные машины перерабатывают асбестоцементную массу, содержащую не менее 7 *л* воды на 1 *кг* смеси асбеста и цемента. Для получения суспензии требуемой концентрации в желоб (или трубу) непрерывно подают воду, отбираемую из нижней части рекуператоров.

Правила техники безопасности. Для безопасного обслуживания мешалки ее площадку ограждают перилами.

На время ремонта или чистки ковшовой мешалки предохранители электродвигателя вынимают, а лопасти мешалки — заклинивают. Ковшовая мешалка должна быть закрыта сплошной решеткой.

Чистить приемную коробку черпакового колеса разрешается только при полной остановке мешалки, отключенном электропроводе и вынутых предохранителях электродвигателя.

Глава VIII

ФОРМОВАНИЕ АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫХ ЛИСТОВ И ТРУБ ИЗ АСБЕСТОЦЕМЕНТНОЙ СУСПЕНЗИИ (МЕТОД МОКРОГО ФОРМОВАНИЯ)

§ 21. Технологическая схема формования

Формование асбестоцементных изделий на формовочной машине слагается из двух процессов, происходящих одновременно: формования на поверхности сетчатых цилиндров первичных асбестоцементных слоев и формования из этих слоев листов или труб с уплотнением и отжатием большей части содержащейся в них воды. *Формование* — самый ответственный процесс в производстве асбестоцементных изделий, так как им определяются важнейшие показатели работы завода — качество продукции и производительность.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 53 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/53

Для того чтобы формовочные машины работали с высокой производительностью и вырабатываемые изделия были хорошего качества, надо уметь управлять этим процессом.

Основные виды асбестоцементных изделий формуются на листоформовочных и трубоформовочных машинах. Конструкции этих машин различны, но принцип их действия одинаков.

Формование асбестоцементных изделий в машинах заключается в следующем: из асбестоцементной суспензии через сетку отфильтровывается вода, а на сетке осаждаются тонкие слои асбестоцемента. Эти слои в форме непрерывной ленты снимает с сетки сукно и передает их на форматный барабан или на форматную скалку, на поверхности которых формуются листы или трубы.

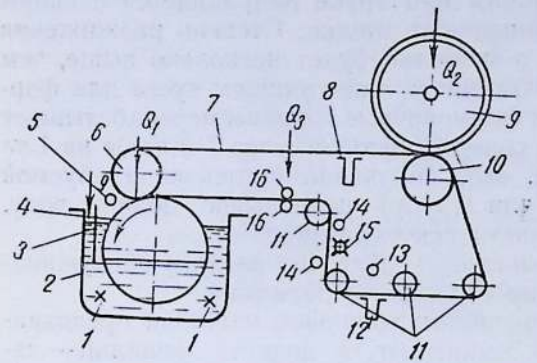


Рис. 40. Схема формовочной машины:

1 — мешалка, *2* — ванна, *3* — перегородка, *4* — сетчатый цилиндр, *5*, *13* и *14* — промывные трубки, *6* — прижимной вал, *7* — сукно, *8* — верхняя вакуум-коробка, *9* — форматный барабан, *10* — опорный (ведущий) вал, *11* — направляющие валики, *12* — нижняя вакуум-коробка, *15* — отбойный валик, *16* — отжимные валы; Q_1, Q_2, Q_3 — давления, создаваемые грузами, пружинами или гидравлическими цилиндрами

На рис. 40 представлена схема формовочной машины с одним сетчатым цилиндром. Машина состоит из металлической ванны *2*, в которую непрерывно по желобу или по трубе поступает асбестоцементная суспензия. Для того чтобы предупредить осаждение из суспензии асбеста и цемента, в ванне установлены две лопастные мешалки *1*.

В ванне вращается также полый перфорированный (или каркасный) барабан *4*, обтянутый металлической сеткой с очень малыми размерами ячеек. Этот барабан называется сетчатым цилиндром. Торцы сетчатого цилиндра снабжены кольцевыми выступами. С внутренней стороны боковых стенок ванны также имеются кольцевые выступы, расположенные против кольцевых выступов сетчатого цилиндра. Небольшие зазоры, образующиеся между ними, перекрывают защитные пояса, сделанные из отработанного сукна. Концы поясов натягивают и закрепляют на боковой стенке ванны. Зазоры уплотняют для устранения утечки из ванны водной асбестоцементной суспензии. Торцы сетчатого цилиндра открыты, и отфильтрованная вода свободно сливается из его внутренней полости через сливные окна в боковых стенках ванны, расположенные значительно ниже оси вращения цилиндра.

К поверхности сетчатого цилиндра вал *6* прижимает бесконечное сукно *7*, которое приводится в движение пресс-валом (опорным валом) *10*, и в свою очередь вращает сетчатый цилиндр *4*. Асбестоцементная суспензия поступает в ванну *2* в таком количестве, чтобы сетчатый цилиндр *4* был погружен в нее примерно на 0,7 его диаметра.

Так как уровень жидкости в сетчатом цилиндре значительно ниже уровня суспензии в ванне, находящаяся в суспензии вода проходит сквозь сетку цилиндра и выливается через сливные окна боковых стенок ванны. Волокна же асбеста с покрывающими их поверхность зернами цемента задерживаются сеткой и отлагаются на ней в виде сметанообразного слоя, который и называется *первичным слоем*.

Подаваемая на формовочную машину асбестоцементная суспензия должна быть однородной, т. е. волокна асбеста, зерна цемента и вода во всем объеме должны быть распределены равномерно. Если это достигнуто, то на поверхности сетчатого цилиндра будет отлагаться слой асбестоцемента одинаковой толщины. Это очень важно, так как при неравномерной толщине этого слоя толщина формуемых из этих слоев листов или труб будет также неодинакова.

При однородной асбестоцементной суспензии и хорошей очистке в процессе работы сетки сетчатого цилиндра первичный слой всегда имеет одинаковую толщину. Он откладывается на поверхности сетчатого цилиндра в результате фильтрации воды из асбестоцементной суспензии во внутреннюю полость цилиндра. Но при фильтрации вода преодолевает сопротивление не только сетки, но и уже отложившегося на его поверхности слоя асбестоцемента. Если на одном участке этой сетки отложился более толстый слой массы, чем на другом, то этот толстый слой массы окажет большее сопротивление фильтрации суспензии и соответственно дальнейшее отложение асбестоцемента на этом участке будет идти медленнее, чем на другом. В результате толщина отложившегося на этих участках сетки асбестоцемента несколько выравнивается.

Когда образовавшийся первичный слой выйдет из асбестоцементной суспензии, он встречает бесконечное сукно, которое снимает его с поверхности сетчатого цилиндра.

Слой асбестоцемента, находящийся на поверхности сетчатого цилиндра, содержит очень большое количество воды (до 67%). Для того чтобы его несколько обезводить, повышают давление вала *6* на сетчатый цилиндр *4* грузом Q_1. Однако и после этого как слой асбестоцемента, так и сукно содержат еще много воды (до 50%). Для дополнительного их обезвоживания установлены вакуум-коробки.

Узкая открытая сверху вакуум-коробка *8* расположена перпендикулярно движению сукна и имеет на торцовой стенке па-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 54 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/54

трубок. Патрубок этот соединен трубопроводом с вакуум-насосом, который создает в коробке разрежение. Под влиянием этого разрежения наружный воздух устремляется во внутреннюю полость вакуум-коробки, пронизывая по пути сукно и находящийся на его поверхности слой асбестоцемента, и увлекает при этом часть содержащейся в них воды.

Пройдя вакуум-коробку, сукно подводит слой асбестоцемента к полому металлическому цилиндру *9*, который в свою очередь снимает этот слой с сукна, и асбестоцементная масса непрерывной тонкой лентой навивается на поверхность цилиндра. Металлический цилиндр *9* называют форматным барабаном при производстве листовых изделий и форматной скалкой при производстве труб. Когда на поверхность форматного барабана навьется слой требуемой толщины, его разрезают по образующей цилиндра и снимают в виде сырого асбестоцементного листа.

Тяжелый форматный барабан *9* также отжимает воду из первичного слоя. Чтобы уплотнить асбестоцемент и увеличить количество отжимаемой воды, давление форматного барабана усиливают системой рычагов или стальными пружинами цилиндров — дополнительным давлением Q_2. После этого содержание воды в снятом с форматного барабана листе не должно превышать 23—25% от его веса.

При переходе слоя асбестоцемента с сетчатого цилиндра на сукно, а с него на форматный барабан в петлях сетчатого цилиндра и на сукне остается небольшое количество волокон асбеста и зерен цемента. Если их своевременно не удалить, то постепенно петли совершенно забьются, и фильтрация воды через сетку сетчатого цилиндра прекратится, а через забитое сукно вода будет плохо отфильтровываться.

Поэтому сетки цилиндра *4* и сукно непрерывно очищают от приставших волокон асбеста и зерен цемента при помощи промывных трубок *5, 13* и *14*, снабженных рядом отверстий, через которые протекают тонкие струйки воды. Сетчатый цилиндр промывается трубкой *5*. После отдачи слоя асбестоцемента форматному барабану сукно подходит к нижней вакуум-коробке *12*, над щелью которой расположена промывная трубка *13*. Из отверстий этой трубки вырываются струйки воды, которые направляются в сторону сукна. Они пронизывают сукно, увлекая приставшие частицы асбестоцемента в вакуум-коробку. От нижней вакуум-коробки *12* сукно поступает на второе промывное устройство, состоящее из двух промывных трубок *14* и отбойного вращающегося валика *15* с четырьмя лопастями, которые непрерывно бьют по сукну.

Промытое сукно поступает на отжимные валы *16*, верхний валик прижимается к сукну под действием собственного веса и дополнительного груза Q_3, которые отжимают из сукна воду, и сукно вновь направляется к сетчатому цилиндру.

§ 22. Формование слоя асбестоцемента на поверхности сетчатого цилиндра формовочных машин

Процесс формования слоя асбестоцемента на поверхности сетчатого цилиндра. Формование слоя асбестоцемента на поверхности сетчатого цилиндра является самым важным процессом в работе асбестоцементных формовочных машин, так как от равномерности толщины первичного слоя зависит равномерность толщины и плотность готовых асбестоцементных изделий, а количество асбестоцемента, отформованного сетчатыми цилиндрами в единицу времени, определяет производительность формовочной машины.

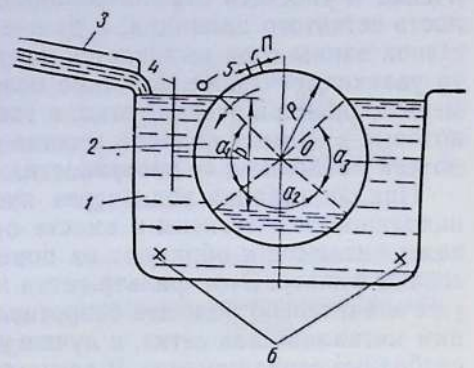


Рис. 41. Схема ванны и сетчатого цилиндра формовочной машины:

1 — ванна, *2* — сетчатый цилиндр, *3* — желоб (или труба), *4* — перегородка, *5* — промывная трубка, *6* — мешалки

На рис. 41 дана схема ванны *1* и сетчатого цилиндра *2* формовочных машин. В ванну *1* по желобу *3* (или трубе) непрерывно поступает асбестоцементная суспензия, концентрацию которой обозначим буквой $C_ж$ (индекс «ж» означает, что асбестоцементная суспензия находится в желобе). Проходя по желобу, суспензия расслаивается: волокна асбеста и зерна цемента, удельный вес которых значительно превышает удельный вес воды, опускаются, и в результате у дна желоба концентрация суспензии повышается. В ванне по всей ее длине установлена перегородка *4*, не доходящая до дна. Эта перегородка направляет поток суспензии к лопастным мешалкам *6*, которые перемешивают массу, восстанавливая ее однородность.

Процесс образования слоя асбестоцементной массы на поверхности сетчатого цилиндра происходит так. Фильтрующей поверхностью цилиндра служит бронзовая сетка с отверстиями размером 0,24 × 0,24 *мм*. Сетчатый цилиндр вращается в направлении, противоположном движению часовой стрелки, с постоянной угловой скоростью.

Выделим на сетке цилиндра узкую полоску (на рис. 41 обозначена буквой *П*), параллельную оси сетчатого цилиндра. При вращении цилиндра эта полоска подходит к промывной трубке *5* и вырывающиеся из отверстий этой трубки струйки воды промывают сетку. Большая часть этой воды пронизывает сетку и попадает во внутреннюю полость сетчатого цилиндра. Небольшая же

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 55 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/55

часть воды разбрызгивается и падает в ванну, где смешивается с асбестоцементной суспензией, понижая тем самым ее концентрацию. Затем полоска сетки *П* погружается в суспензию. В этот момент вода из суспензии проходит через сетку, а волокна асбеста осаждаются на ней.

Сетка оказывает небольшое сопротивление прохождению воды, поэтому, несмотря на незначительный напор, фильтрация в этот момент происходит наиболее интенсивно. Так как в момент погружения сетки ее ячейки открыты, то все, не связанные с волокнами асбеста, зерна цемента свободно проходят через эти ячейки и уносятся отфильтрованной водой во внутреннюю полость сетчатого цилиндра, а из нее через сливные окна боковых стенок ванны вода выливается наружу. Вместе с зернами цемента увлекаются также короткие волокна асбеста, длина которых меньше размера ячейки сетки, а также и более длинные волокна, которые в момент подхода к сетке расположены перпендикулярно или наклонно к ее поверхности.

При фильтрации воды через ячейки сетки волокна асбеста, находящиеся в суспензии вместе с осевшими зернами цемента, задерживаются и образуют на поверхности металлической сетки тонкий фильтр. Этот фильтр-сетка из волокон асбеста оказывает уже значительно большее сопротивление воде, чем лежащая под ним металлическая сетка, и лучше удерживает волокна асбеста и свободные зерна цемента. В результате, по мере утолщения слоев асбестоцемента на поверхности сетки процесс фильтрации замедляется, несмотря на то, что с углублением полоски сетки *П* в суспензию фильтрация протекает под возрастающим давлением.

Это давление возрастает до тех пор, пока полоска сетки *П* не достигнет уровня зеркала воды во внутренней полости сетчатого цилиндра, т. е. пока сетчатый цилиндр не повернется с момента погружения полоски на угол α_1 (см. рис. 41). С этого момента на всем пути, соответствующем углу α_2 поворота сетчатого цилиндра, фильтрация суспензии будет происходить при постоянном давлении, определяемом высотой b (разностью уровней суспензии в ванне и воды во внутренней полости сетчатого цилиндра) столба асбестоцементной суспензии. Незначительные колебания давления возникают вследствие некоторой разности в удельных весах водной асбестоцементной суспензии, находящейся в ванне, и воды во внутренней полости сетчатого цилиндра. Однако эта разница настолько мала, что без большой погрешности ею можно пренебречь.

При последующем движении полоски *П*, соответствующем повороту сетчатого цилиндра на угол α_3, фильтрация будет происходить при постепенно падающем до нуля давлении.

Следовательно, давление, под влиянием которого происходит фильтрация суспензии через полоску *П* сетки, меняется.

Величины давления представлены в виде диаграммы на рис. 42. На диаграмме по горизонтальной оси отложены величины углов поворота сетчатого цилиндра (от момента погружения полоски *П* в суспензию и до выхода ее). По вертикальной оси отложена высота столба асбестоцементной суспензии, под давлением которого отфильтровывается из нее вода. Поскольку углы α_1 и α_3 равны, то диаграмма давления симметрична.

Таким образом, чем выше уровень суспензии в ванне и чем ниже уровень воды во внутренней полости сетчатого цилиндра, тем под бо́льшим давлением идет фильтрация. Однако это не значит, что по мере углубления полоски в асбестоцементную суспензию ускоряется процесс фильтрации через нее воды. Хотя давление и возрастает, но одновременно увеличивается толщина и плотность осадка асбестоцемента (так как повышающееся давление водной асбестоцементной суспензии его уплотняет) на полоске *П*, а следовательно, возрастает и сопротивление, которое асбестоцемент оказывает фильтрующейся через него воде. Поэтому при опускании полоски *П* скорость отложения на ней осадка не увеличивается, а уменьшается.

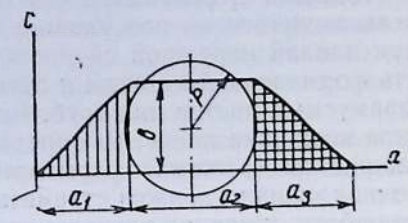


Рис. 42. Диаграмма давлений, под влиянием которых происходит фильтрация асбестоцементной суспензии

Когда полоска пройдет в асбестоцементной суспензии половину пути (т. е. сетчатый цилиндр повернется на угол $\alpha_1 + 0{,}5\alpha_2$) и начнет подниматься, на полоске образуется основная толщина слоя асбестоцемента, так как при ее подъеме фильтрация воды будет протекать при последовательно уменьшающемся давлении и при большом сопротивлении, которое ей будет оказывать уже образовавшийся осадок асбестоцемента. Следовательно, с наибольшей скоростью осадок асбестоцемента на полоске *П* сетки образуется в момент ее погружения в водную асбестоцементную суспензию, а при дальнейшем ее перемещении в суспензии этот процесс непрерывно замедляется.

Так протекает процесс образования первичного слоя (осадка) асбестоцемента при условии равномерной распушки волокон асбеста и равномерном распределении в воде этих волокон и зерен цемента. Если же волокна асбеста распушены неравномерно и часть их осталась нераспушенной, то эти тяжелые волокна не все увлекаются фильтрующей водой и улавливаются сетчатым цилиндром, а некоторые осаждаются на дне ванны.

Процесс образования первичного слоя (осадка) асбестоцемента на поверхности сетчатого цилиндра осложняется работой

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 56 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/56

находящихся в ванне лопастных мешалок. Движущаяся от их вращения суспензия частично смывает верхний рыхлый слой уже образовавшегося на поверхности сетчатого цилиндра осадка, замедляя образование первичного слоя и, следовательно, снижает производительность сетчатого цилиндра. Этот осадок смывается тем энергичнее, чем ближе мешалки расположены к поверхности сетчатого цилиндра и чем с большей скоростью вращаются их лопасти. Смытые мешалками волокна асбеста и зерна цемента смешиваются с асбестоцементной суспензией и повышают ее концентрацию.

Толщина и равномерность первичного слоя асбестоцемента, отлагающегося на поверхности сетчатого цилиндра, определяют при данной окружной скорости его движения производительность формовочной машины и равномерность толщины и плотности формуемых листов или труб. Выработка изделий высокого качества возможна лишь при определенных неизменяющихся условиях работы (режима) формовочной машины. Машинист формовочной машины должен стремиться обеспечить устойчивый режим ее работы, устраняя причины, вызывающие его изменение. Режим работы формовочной машины могут изменить следующие факторы.

Во-первых, изменение количества или концентрации асбестоцементной суспензии, поступающей в ванны сетчатых цилиндров.

Если концентрация суспензии сохраняется, но изменяется количество ее, поступающее в ванну за единицу времени, то в ванне соответственно повышается или понижается уровень суспензии. Повышение уровня суспензии в ванне увеличивает смачиваемую ею поверхность сетчатого цилиндра и разницу уровней суспензии и отфильтрованной воды во внутренней полости сетчатого цилиндра. Оба эти обстоятельства повышают производительность сетчатого цилиндра, т. е. в единицу времени отфильтровывается больше асбестоцемента.

Если поступление суспензии увеличивается не чрезмерно, то через некоторое время формовочная машина приобретает новый устойчивый режим работы. При этом сетчатый цилиндр будет отфильтровывать более толстый первичный слой асбестоцемента, соответственно и производительность формовочной машины станет более высокой.

В том случае, когда поступление суспензии увеличивается резко, ванна может переполниться, в результате чего суспензия затопит промывную трубку или даже перельется через борт. При уменьшении подачи асбестоцементной суспензии в ванну уровень ее понижается, уменьшается фильтрующая поверхность сетчатых цилиндров и среднее давление фильтрации. В этом случае сетчатые цилиндры будут отфильтровывать более тонкие слои асбестоцементной суспензии, производительность формовочной машины при этом уменьшается.

Во-вторых, если количество асбестоцементной суспензии, поступающей в единицу времени в ванну, остается неизменным, но увеличивается ее концентрация, то равновесие между количеством поступающей и отфильтрованной суспензии может наступить лишь в том случае, если уровень ее в ванне повысится. Объясняется это тем, что суспензия более высокой концентрации медленнее фильтруется и, следовательно, для того, чтобы отфильтровать один и тот же объем, требуется большая фильтрующая поверхность сетчатого цилиндра. В результате толщина осадка асбестоцемента на поверхности сетчатого цилиндра и, соответственно, производительность формовочной машины повысится. Однако при чрезмерном повышении концентрации ванна может переполниться. Понижение концентрации суспензии, поступающей в ванну формовочной машины, вызывает падение ее уровня, а также и понижение производительности машины.

И, в-третьих, уменьшение фильтрующей способности сетчатого цилиндра в результате загрязнения его сетки асбестоцементом.

При загрязнении сетки цилиндра уровень суспензии в ванне сетчатого цилиндра будет повышаться до тех пор, пока увеличивающаяся в результате этого фильтрующая поверхность сетчатого цилиндра не даст возможности полностью отфильтровать поступающее количество асбестоцементной суспензии.

При рассмотрении факторов, влияющих на режим работы сеточной части, т. е. на образование первичного слоя асбестоцементной массы, мы выяснили, что каждое из рассмотренных нарушений режима вызывает изменение толщины первичного слоя, отфильтровываемого сетчатыми цилиндрами. Изменение толщины первичного слоя вызывает соответственное изменение толщины формуемых на форматном барабане листов, так как толщина листа является суммой толщин образовавших его первичных слоев. Толщину листовых изделий нормируют стандарты на эти изделия, и, если отклонение их размеров от установленных выйдет за допустимые пределы (допуски), такие изделия являются браком.

На современных листоформовочных машинах установлены автоматические срезчики, снимающие с форматного барабана лист, когда его толщина не будет менее минимально допустимой, и толщиномеры, указывающие толщину листа на форматном барабане в процессе его формования.

Машинист должен установить такую концентрацию асбестоцементной суспензии, чтобы толщина снимаемых автоматическим срезчиком листов приближалась к установленной для данного изделия стандартной толщине.

Волокна асбеста (вместе с покрывающими их поверхность зернами цемента) в большинстве случаев не сразу осаждаются на сетчатом цилиндре всей своей длиной, а сначала пристают к

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 57 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/57

нему одним из своих концов. С этого момента волокна вовлекаются в движение по направлению вращения цилиндра. Затем все волокна осаждаются на его поверхность. В результате они приобретают уже линейную направленность (ориентировку) по движению сетчатого цилиндра. Эта направленность волокон в первичном слое сохраняется при переходе слоя на бесконечное сукно, а затем и на форматный барабан.

С повышением скорости движения сетчатого цилиндра волокна лучше ориентируются (направляются) по движению. Ориентировка волокон улучшается также с увеличением средней длины волокон асбеста. Уменьшается направленность волокон с усилением перемешивания асбестоцементной суспензии в ванне мешалками.

Направленность волокон существенно влияет на прочность изделий: чем определеннее она выражена, тем выше прочность изделия при изгибе и растяжении в том направлении, в котором ориентированы волокна, и тем меньше она будет в перпендикулярном направлении.

На одном из заводов асбестоцементных листовых изделий была проверена зависимость пределов прочности волнистых листов при изгибе в продольном и поперечном направлениях от числа оборотов мешалок в ванне. Результаты оказались следующими.

При числе оборотов мешалок 138, 159, 175 в минуту отношение пределов прочности при изгибе в поперечном направлении (R_1) и продольном направлении (R_2) волнистого листа составляло соответственно 0,78; 0,89 и 0,968, т. е. с возрастанием числа оборотов мешалок отношение $\frac{R_1}{R_2}$ возрастало.

На зависимость между пределом прочности при изгибе в поперечном направлении и пределом прочности в продольном направлении влияет также конструкция мешалок и их расположение относительно стенок ванны и поверхности сетчатого цилиндра.

Приведенные цифры характеризуют указанную зависимость лишь для той формовочной машины, на которой производился опыт. Но общая зависимость отношения $\frac{R_1}{R_2}$ от числа оборотов мешалок в ваннах сетчатых цилиндров сохраняется для всех формовочных машин.

Влияние условий формования первичного слоя на качество асбестоцементных изделий. Для производства асбестоцементных изделий высокого качества при формовании первичных слоев на сетчатых цилиндрах должны быть обеспечены следующие условия:

однородность состава первичного слоя;

равномерность толщины, вернее равномерность распределения количества асбестоцементной массы по всей ширине отфильтровываемого слоя;

направленность волокон асбеста в первичных слоях, которая в основном должна совпадать с направлением наибольших напряжений, возникающих в изделиях в процессе их эксплуатации.

Рассмотрим, насколько выполнимы эти условия при формовании изделий на круглосеточных машинах.

Однородность состава первичного слоя. В начальный период фильтрации, когда полоска *П* (см. рис. 41) погружается в суспензию и проходит верхние ее слои, фильтрующаяся вода встречает сопротивление только металлической сетки. Величина этого сопротивления незначительна, поэтому вода движется с большой скоростью и уносит свободные, не связанные с волокнами асбеста зерна цемента. Возможно, что отфильтрованная вода в этот период унесет также и часть зерен цемента, которые слабо связаны с волокнами асбеста. В результате образовавшийся на поверхности сетчатого цилиндра слой осадка будет обеднен цементом; цементом будет покрыта лишь поверхность волокон, а промежутки между ними будут слабо заполнены. Однако этот начальный период образования первичного слоя продолжается недолго, так как задержанные металлической сеткой волокна асбеста вместе с покрывающими их поверхность зернами цемента вскоре образуют достаточно густую дополнительную сетку, которая задерживает также и свободные зерна цемента. С этого момента в осаждающихся слоях соотношение асбеста и цемента приближается к соотношению этих компонентов в асбестоцементной суспензии, находящейся в ванне.

До того момента, когда полоска сетки *П* не погрузится в асбестоцементную суспензию на значительную глубину и, следовательно, пока образовавшийся на поверхности сетки осадок асбеста и цемента не уплотнится под давлением суспензии, более мелкие, свободные зерна цемента имеют возможность проникать в прилегающий к сетке обедненный цементный слой и несколько повышать в нем содержание цемента.

При дальнейшем погружении полоски сетки и увеличении давления суспензии на отфильтровываемый слой прилегающий к сетке осадок настолько уплотняется, что дальнейшее насыщение его цементом прекращается. В результате этого сукно снимает с сетчатого цилиндра первичный слой неоднородный как по составу, так и по плотности. Это обстоятельство является существенным недостатком способа формования асбестоцемента из асбестоцементной суспензии на круглосеточных формовочных машинах, так как он снижает прочность связи первичных слоев в изделиях и повышает их пористость.

Равномерность толщины первичного слоя. Равномерность первичного слоя асбестоцемента, отфильтрованного

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 58 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/58

сетчатым цилиндром, зависит, главным образом, от равномерности концентрации асбестоцементной суспензии в ванне и от чистоты сетки.

В процессе навивания асбестоцементной массы на поверхность форматного барабана первичные слои ее уплотняются под давлением форматного барабана и опорного (ведущего) вала.

Если сетчатый цилиндр отфильтровывает первичные слои неравномерной толщины, а именно, в средней части толще, чем по краям, то на середину форматного барабана (или форматной скалки) будет поступать более толстый слой, чем по его краям, а поэтому удельное давление (на 1 *см* ширины слоя) опорного вала в средней части навиваемого листа или трубы будет значительно превышать удельное давление на их краях. Наоборот, если к краям форматного барабана или скалки поступает более толстый слой массы, средняя часть изделия будет слабо уплотнена. Но так как прочность изделия характеризуется по наиболее слабому его участку, то неравномерность толщины слоя асбестоцемента, отфильтровываемого сетчатыми цилиндрами, приводит к резкому понижению качества продукции.

Основной причиной образования на поверхности сетчатого цилиндра первичного слоя неравномерной толщины является различная концентрация асбестоцементной суспензии по длине ванны. Для того чтобы уяснить причину неравномерной концентрации, необходимо помнить, что удельный вес твердых компонентов суспензии примерно в три раза превышает удельный вес воды. Вследствие этого в желобе, подводящем асбестоцементную суспензию к ваннам формовочной машины, происходит ее расслоение — нижние ее слои обогащаются твердыми компонентами, а верхние обедняются ими.

Неравномерная концентрация может быть также от того, что суспензия вливается только с одной стороны ванны. В этом случае в пространстве между задней стенкой ванны и перегородкой *4* (см. рис. 41) твердые компоненты суспензии опускаются, в результате чего со стороны подачи асбестоцементной суспензии концентрация ее в ванне повышается, а с противоположной стороны понижается.

Поэтому для достижения однородной концентрации суспензии подводящий желоб следует устанавливать под возможно бóльшим углом к горизонту с тем, чтобы поток подводимой суспензии имел бóльшую скорость. У одноцилиндровых листоформовочных машин, а также у задней ванны (считая от форматного барабана листоформовочной машины с несколькими сетчатыми цилиндрами) следует устанавливать небольшую дополнительную мешалку. Эта мешалка примыкает к задней стенке ванны и конец желоба монтируется посредине мешалки. Мешалка интенсивно перемешивает поступающую суспензию, которая равномерным слоем сливается в ванну через ее заднюю стенку. Для равномерного распределения суспензии по ширине ванны сливная стенка ванны должна быть строго прямолинейной и горизонтальной.

Толщина первичного слоя часто бывает неравномерной из-за прогиба продольных прутьев у сетчатых цилиндров каркасного типа.

Внешнюю поверхность сетчатых цилиндров этого типа образует ряд колец (опорные кольца), на которых закреплены продольные прутья, составляющие цилиндрический каркас. Каркас подвергается давлению вала, прижимающего рабочее сукно к поверхности сетчатого цилиндра. Для более равномерного распределения давления поверхность вала покрывают слоем резины.

Слой асбестоцемента, расположенный на сетчатом цилиндре, содержит много воды, он пластичен и потому может смещаться в сторону меньшего давления, т. е. от опорных колец каркаса в промежутки между кольцами. В результате сукно в местах, соответствующих опорным кольцам каркаса, снимает с сетчатого цилиндра более тонкий слой асбестоцемента. Накладываясь одна на другую при накатывании слоя на форматный барабан, узкие более тонкие полосы образуют в листе менее плотные зоны, а это может привести к браку изделий. Во избежание этого, необходимо, чтобы сетчатый цилиндр и вал, прижимающий сукно к сетке, имели строго цилиндрическую форму. При этом вал следует устанавливать так, чтобы его ось была строго параллельна оси сетчатого цилиндра. Чтобы не обматывать вал сукном (даже при аккуратной обмотке нельзя получить правильную цилиндрическую форму), поверхность вала покрывают слоем резины.

На поверхности форматного барабана листоформовочной машины или форматной скалки трубоформовочной машины асбестоцемент может распределяться неравномерно из-за того, что сетка цилиндра или сукно забиты асбестоцементной массой. Если ячейки вследствие отложения схватившегося цемента уменьшились равномерно по всей поверхности сетки цилиндра, это снизит ее фильтрующую способность также равномерно по всей поверхности сетчатого цилиндра. Соответственно снизится производительность цилиндра, но равномерность толщины первичного слоя не нарушится.

Гораздо чаще сетка забивается местами и ячейки полностью закрываются схватившейся асбестоцементной массой, в результате фильтрация суспензии на этой площадке поверхности сетчатого цилиндра полностью прекращается. Это приводит к образованию в первичных слоях «окон» и соответственно снижает в отдельных местах плотность формуемых асбестоцементных изделий. Чтобы сетка цилиндра не забивалась, необходимо внимательно следить за состоянием промывных трубок. При правильном обслуживании промывных трубок сетки и сукно забиваются редко. Но если сетки цилиндров или сукно начали забиваться, необходимо немедленно снять их и в специальной мойке промыть

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 59 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/59

подкисленной водой, растворяющей цемент. Промывать сетчатые цилиндры на формовочных машинах нельзя, так как кислота разрушает железные и чугунные части машины.

Иногда при работе формовочных машин толщина первичного слоя по всей его поверхности может быть неравномерной. Это объясняется следующим.

Мешалки находятся в нижней части ванны (см. рис. 41) и, следовательно, здесь суспензия перемешивается наиболее энергично, верхние же слои суспензии перемешиваются значительно слабее. При недостаточном перемешивании асбестоцементной суспензии волокна асбеста и зерна цемента сцепляются друг с другом, образуя пространственную сетку, обладающую некоторой механической прочностью. В этом случае асбестоцементная суспензия приобретает способность сдирать с поверхности сетчатого цилиндра верхние рыхлые слои первичного слоя. Прочность такой асбестоцементной суспензии в различных ее точках неодинакова. Неодинакова также и сила взаимной связи в отдельных местах верхнего слоя осадка (первичного слоя). Поэтому с осадка сдирается не ровный слой, а слой различной толщины. Вследствие этого первичный слой приобретает бугристую поверхность. Естественно, что это приводит к неравномерной плотности формуемых изделий и, соответственно, значительному ухудшению их механических свойств.

Основным условием получения качественной продукции, особенно при высокой концентрации асбестоцементной суспензии, а также при использовании длинноволокнистых сортов асбеста (3 и 4-й сорт) необходимо энергичное перемешивание суспензии в ваннах сетчатых цилиндров, особенно со стороны выхода первичного слоя из суспензии. Чтобы осадок вблизи мешалок при этом не смывался, лопасти последних должны быть достаточно удалены от поверхности сетчатого цилиндра (не менее чем на 80 *мм*), ось мешалок — строго параллельна оси сетчатого цилиндра, а их лопасти должны иметь по всей длине одинаковую ширину и находиться на одном и том же расстоянии от оси.

Направленность волокон в первичном слое. Как уже отмечалось, в первичных слоях волокна асбеста имеют преимущественную направленность по движению сетчатого цилиндра. В процессе эксплуатации многие виды асбестоцементных изделий испытывают напряжения как в продольном, так и в поперечном направлениях. Так, асбестоцементные трубы испытывают давление не только наполнителя, но также и давление грунта при подземной укладке трубопровода, которое часто распределяется неравномерно по длине трубы, вызывая в ней изгибающие напряжения.

Степень направленности волокон асбеста в первичных слоях зависит от интенсивности перемешивания в ванне водной асбестоцементной суспензии и, следовательно, поддается регулированию.

Производительность сетчатого цилиндра. Производительность формовочной машины определяется количеством асбестоцементной массы, которое сукно снимает в единицу времени с сетчатого цилиндра и передает форматному барабану листоформовочной машины или форматной скалке трубоформовочной машины. Следовательно, производительность формовочных машин определяется производительностью сетчатых цилиндров. Производительность сетчатого цилиндра определяется полезной его длиной (т. е. той его длиной, на которой отлагается первичный слой асбестоцементной массы), толщиной первичного слоя асбестоцемента и окружной скоростью движения сетчатого цилиндра (или скоростью движения сукна, приводящего его в движение).

Полезная длина сетчатого цилиндра определяется конструкцией формовочной машины. Скорость движения рабочего сукна может быть изменена путем изменений в приводе формовочной машины. Толщина же первичного слоя, отлагающегося на поверхности сетчатого цилиндра при данном размере его диаметра, зависит, главным образом, от концентрации асбестоцементной суспензии, регулируемой машинистом формовочной машины, а также от следующих дополнительных факторов.

Толщина первичного слоя увеличивается с повышением температуры асбестоцементной суспензии, так как при этом вязкость последней уменьшается, что ускоряет процесс фильтрации. Но с повышением температуры резко ускоряется гидратация цемента, поэтому не следует температуру суспензии поднимать выше 30—40° С.

Толщина первичного слоя понижается с увеличением окружной скорости движения сетчатого цилиндра из-за сокращения времени его формования (цикл фильтрации). Но с увеличением окружной скорости движения сетчатого цилиндра толщина первичного слоя уменьшается значительно медленнее, чем возрастает скорость, в результате чего производительность сетчатого цилиндра возрастает.

Повышать производительность сетчатого цилиндра следует, увеличивая концентрацию и повышая уровень водной асбестоцементной суспензии в ваннах (при соответственном повышении скорости движения мешалок), а также увеличивая окружную скорость движения сетчатых цилиндров.

§ 23. Обезвоживание и уплотнение первичных слоев асбестоцемента

Отфильтрованный сетчатым цилиндром первичный слой асбестоцемента насыщен водой. Влажность его достигает 67%. Поскольку механическая прочность изделий возрастает с увеличением их плотности, необходимо удалить как из первичных

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 60 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/60

слоев, так и из формуемых затем изделий, лишнюю воду и уплотнить их.

Вначале первичный слой уплотняет прижимной вал *6* (см. рис. 40), и на этой стадии влажность первичного слоя в среднем снижается до 40—50%. Этот слой следует уплотнять постепенно, так как при быстром нарастании давления удаляемая из слоя вода может вызвать в нем разрывы, что снизит качество формуемого изделия. Поэтому вал *6* покрывают слоем мягкой резины.

Отжимаемая валом *6* вода, растекаясь по поверхности сукна, сливается с его краев. При этом часть ее пронизывает поры сукна и вновь насыщает сукно и первичный слой асбестоцемента, снятый сукном с предыдущего цилиндра. Для того чтобы ограничить растекание воды по сукну, вблизи прижимного вала устанавливают водозадерживающий валик.

Этот валик, кроме того, отжимает воду при сравнительно небольшом давлении на первичный слой, подготовляя его тем самым к более сильному воздействию вала *6*.

Обычно у листоформовочной машины не один, а три сетчатых цилиндра, и для первичного слоя, снимаемого сукном с первого сетчатого цилиндра, этот процесс повторяется три раза; для слоя, снимаемого со второго сетчатого цилиндра — два раза и только первичный слой, снимаемый сукном с последнего сетчатого цилиндра, уплотняется один раз водозадерживающим валиком и валом *6*.

Уплотненные на прижимном валу первичные слои обезвоживаются еще раз при прохождении сукна над вакуум-коробкой *8* (см. рис. 40). Чем выше разрежение воздуха в вакуум-коробке, тем с большей скоростью пронизывает он слой асбестоцемента и тем в большей степени понижает его влажность, но при этом больше уносит и цемента. При высоком вакууме (до 400 *мм рт. ст.*) количество уносимого цемента может достигнуть 1,5%. Это количество невелико. Но цемент уносится преимущественно из верхней части слоя и без того уже обедненного цементом в процессе формования на сетчатом цилиндре. Поэтому высокое разрежение в вакуум-коробке увеличивает неравномерность первичного асбестоцементого слоя.

Следовательно, не нужно создавать большого разрежения в вакуум-коробках (более 180—200 *мм рт. ст.*), а для лучшего снижения влажности следует или увеличить ширину вакуум-коробки, или поставить вторую вакуум-коробку.

При отсасывании вакуум-коробкой воды из пор асбестоцемента и сукна плотность асбестоцемента, а следовательно, и его пористость почти не изменяются, так как вытесненную из пор воду замещает воздух.

После вакуум-коробки сукно со слоем асбестоцемента подходит к головной части формовочной машины, где слой переходит с сукна на форматный барабан листоформовочной машины или

на форматную скалку трубоформовочной машины и одновременно уплотняется.

Так как механическая прочность, пористость и водопоглощение, водо- и газопроницаемость вырабатываемых изделий зависит от плотности асбестоцемента, необходимо добиваться наибольшего его уплотнения, особенно, при выработке изделий, которые в дальнейшем не уплотняются на гидравлических прессах. На формовочных машинах асбестоцемент уплотняют, прокатывая его между валами, одним из которых служит форматный барабан *9* или форматная скалка, а другим — пресс-вал (опорный вал) *10* (см. рис. 40), приводящий в движение сукно. Помимо этого, для уплотнения асбестоцемента в головной части трубоформовочных машин устанавливают дополнительные уплотняющие валики на так называемом «экипаже давления», а в головной части листоформовочных машин — дополнительные пресс-валы и сглаживающие валики. Все эти устройства уплотняют асбестоцемент прокаткой.

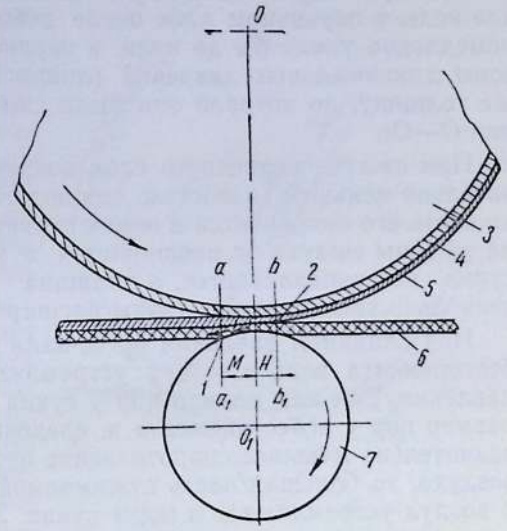


Рис. 43. Схема передачи первичных слоев асбестоцемента на форматный барабан:

1 — начало зоны уплотнения, *2* — конец зоны уплотнения, *3* — форматный барабан, *4* — слой асбестоцемента, *5* — принятый от сукна первичный слой, *6* — сукно, *7* — пресс-вал (опорный вал); *M* — зона сжатия, *H* — зона расширения

Рассмотрим процесс уплотнения асбестоцемента при его прокатке между ведущим валом и форматным барабаном или форматной скалкой.

На рис. 43 представлена схема передачи первичных слоев асбестоцемента на форматный барабан. Вследствие давления форматного барабана на пресс-вал проходящее между ними сукно с первичными слоями асбестоцемента, а также слой асбестоцемента на поверхности форматного барабана подвергаются сжатию, величина которого максимальна по вертикали $O—O_1$, проходящей через центры форматного барабана и опорного вала.

Вертикальная линия $a—a_1$ проходит через точку *1* — начало соприкосновения опорного вала *7* с сукном *6*, которая характеризует начало процесса уплотнения асбестоцемента; окончание

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 61 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/61

процесса уплотнения происходит на линии $O—O_1$ — максимального сжатия слоя, в связи с чем промежуток между этими линиями М носит название «зона сжатия». Линия $b—b_1$ проходит через точку *2* — начало отхода сукна от форматного барабана, которая характеризует окончание процесса прокатки.

Первичные слои и сукно наибольшее сжатие получают на линии $O—O_1$. Так как воду можно считать практически несжимаемой, то при отсутствии в порах асбестоцемента воздуха, движение воды в первичном слое после зоны максимального сжатия немедленно упало бы до нуля, и первичные слои по выходе из зоны максимальных давлений (линия $O—O_1$) сохранили бы ту же толщину, до которой они были сжаты при прохождении линии $O—O_1$.

При сжатии первичного слоя воздух, который обладает значительно меньшей вязкостью, чем вода, выжимается легче. Однако часть его сохраняется в порах первичных слоев, и после выхода из зоны сжатия он расширяется, в результате чего толщина сукна восстанавливается, а толщина асбестоцементных слоев несколько увеличивается (зоны расширения — N).

Под влиянием давления пресс-вала находящиеся в порах асбестоцемента вода и воздух устремляются в сторону меньшего давления. Так как размер пор у сукна значительно превышает размер пор у асбестоцемента и, следовательно, сукно оказывает значительно меньшее сопротивление протеканию по нему воды и воздуха, то большая часть отжимаемой из асбестоцемента воды и воздух устремляются в поры сукна. Здесь они соединяются с отжимаемыми из сукна водой и воздухом, создают поток, основная масса которого движется с большей скоростью в порах сукна во встречном направлении к движению последнего (на схеме показано стрелкой).

Выйдя из зоны давления, вода сливается на поверхность пресс-вала. В том случае, если поры первичных слоев не содержали воды и воздуха, то все давление на них пресс-вала восприняли бы зерна цемента и волокна асбеста, и оно расходовалось бы только на уплотнение слоя. Но так как фактически эти поры заполнены водой и воздухом, то некоторая часть давления форматного барабана расходуется на выдавливание их из пор первичных слоев и сукна.

Это давление определяется сопротивлением, которое выдавливаемые вода и воздух встречают при протекании в первичных слоях асбестоцемента и в порах сукна в зоне уплотнения. Следовательно, величина давления зависит также от того, насколько открыты эти поры, т. е. от степени чистоты сукна. При плохой работе устройства для очистки сукна его сопротивление резко возрастает и соответственно возрастает давление воды и воздуха в первичных слоях асбестоцемента и снижается доля давления

форматного барабана, расходуемая на уплотнение первичных слоев асбестоцемента.

Давление воды и воздуха достигает максимальной величины вблизи линии $0—0_1$ и затем резко падает. Эта неравномерность давления вызывает растягивающие напряжения в первичных слоях. Если напряжения превысят определенную величину, происходит разрыв этих слоев. Аналогичное явление наблюдается при прессовании на гидравлических прессах асбестоцементных листов, когда при быстром подъеме давления отжимаемая из них вода разрывает листы. Такие разрывы первичных слоев распространяются по всей их площади на небольших расстояниях один от другого. Это явление в асбестоцементной промышленности называется *запрессовкой первичных слоев.*

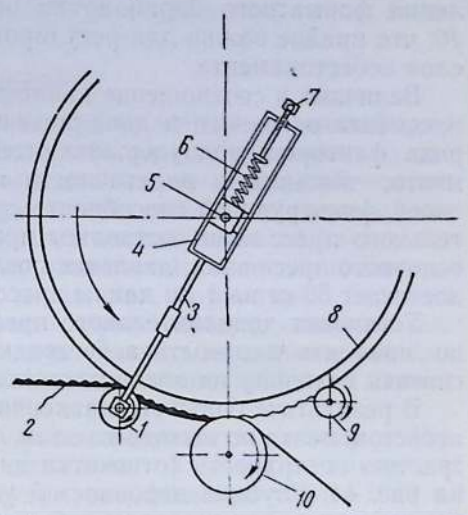


Рис. 44. Схема установки дополнительного пресс-вала и сглаживающего валика:
1 — дополнительный пресс-вал, *2* — сукно со слоем асбестоцемента, *3* — тяга, *4* — рамка, *5* — ось форматного барабана, *6* — пружина, *7* — винт, *8* — форматный барабан, *9* — сглаживающий валик, *10* — пресс-вал

Запрессовка происходит в большинстве случаев, если сукна забиваются асбестоцементной массой или (значительно реже) из-за чрезмерно высокого давления пресс-вала при большой толщине первичных слоев асбестоцемента.

Запрессовка первичных слоев — это значительное, видимое невооруженным глазом их разрушение, разрывы. Но в первичных слоях могут происходить существенные нарушения их целостности, не обнаруживаемые невооруженным глазом, существенно снижающие прочность вырабатываемых изделий.

Для того чтобы снизить содержание воды и воздуха в первичных слоях асбестоцемента и сукне, поступающих в зону уплотнения *М*, на круглосеточных листоформовочных машинах устанавливают дополнительный пресс-вал, схематически изображенный на рис. 44. Такой пресс-вал *1* создает меньшее давление на первичные слои и сукно, чем основной пресс-вал *10*, и, отжимая от слоя часть находящихся в них воды и воздуха, подготовляет первичные слои к восприятию более высоких давлений основного пресс-вала в зоне уплотнения.

Процесс отжатия воды и воздуха и уплотнения первичных слоев дополнительным пресс-валом аналогичен уже рассмотрен-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 62 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/62

ному процессу отжатия основным пресс-валом *10* (см. рис. 44).

Ось дополнительного пресс-вала *1* тягой *3*, рамкой *4* и пружиной *6* соединена с осью *5* форматного барабана *8*. Величина давления дополнительного пресс-вала на сукно и первичные слои асбестоцемента определяется степенью сжатия пружины *6*, которая регулируется винтом *7*.

При такой установке величина давления дополнительного пресс-вала на форматный барабан не влияет на величину давления форматного барабана на опорный (ведущий) пресс-вал *10*, что крайне важно для регулирования давления на первичные слои асбестоцемента.

Величина и соотношение давлений на навиваемый слой асбестоцемента основного и дополнительного пресс-валов зависит от ряда факторов: водоудерживающей способности асбеста и цемента, толщины и пластичности асбестоцементных первичных слоев, фильтрующей способности сукна и др. Давление дополнительного пресс-вала составляет примерно 40—50% от давления основного пресс-вала; давление последнего на некоторых заводах достигает 50 *кг* на 1 *см* длины пресс-вала.

Установка дополнительного пресс-вала позволила значительно повысить плотность асбестоцементных листовых изделий и снизить величину их водопоглощения с 28—30 до 24—25%.

В результате большого давления пресс-вала навиваемый слой асбестоцемента по выходе из зоны давлений имеет неровную, бугристую поверхность (отпечатки нитей сукна), как это показано на рис. 44. Глубина неровностей увеличивается с возрастанием толщины первичных слоев асбестоцемента и достигает 0,5 *мм*.

Когда на неровную, бугристую поверхность накладывается следующий слой асбестоцемента, находящийся во впадинах поверхности воздух перекрывается этим слоем, создавая дополнительные препятствия к уплотнению формуемых листов и понижая прочность связи между этими слоями. Чтобы сгладить неровные поверхности формуемых листов, на форматном барабане устанавливают сглаживающий валик *9*.

Подшипники, в которых вращается ось сглаживающего валика, могут быть связаны или с осью форматного барабана, или со станиной листоформовочной машины. Для того чтобы первый слой, накладываемый на форматный барабан, не переходил на валик после снятия предыдущего наката, диаметр сглаживающего валика *9* на его концах, опирающихся на свободную от слоя асбестоцемента поверхность форматного барабана, увеличен на 2—3 *мм*. Вследствие этого валик приходит в соприкосновение с накатываемым слоем асбестоцемента лишь при наложении на поверхность форматного барабана второго или третьего слоя асбестоцемента, передаваемого ему сукном.

Неровности поверхности листов сглаживаются при давлении 3—4 *кг* на 1 *см* длины валика.

Описанное приспособление позволяет получать листы с гладкой поверхностью с обеих сторон.

В новейших листоформовочных машинах устанавливается не один, а два дополнительных пресс-вала и давление их на навиваемый слой создают гидравлические цилиндры. При двух дополнительных пресс-валах наименьшее давление оказывает первый (считая по ходу сукна), несколько большее давление на слой создает второй дополнительный пресс-вал, а наибольшее уплотнение первичных слоев создает основной пресс-вал.

§ 24. Листоформовочные машины

Устройство и принцип работы трехцилиндровых листоформовочных машин. Основными типами формовочных машин на отечественных заводах асбестоцементных листовых изделий являются трехцилиндровые листоформовочные машины с полезной шириной сукна (шириной формуемых листов после обрезки у них продольных кромок) 1600 *мм*, диаметром сетчатых цилиндров 1000 *мм* (реже 1200 *мм*) и диаметром форматного барабана 1600 *мм*. Однако на некоторых старых заводах еще работают листоформовочные машины с двумя сетчатыми цилиндрами диаметром 720 и 850 *мм*, полезной шириной сукна 1200 *мм* и диаметром форматного барабана 1200 *мм*.

Практика показывает, что лучшие результаты дают листоформовочные машины с тремя сетчатыми цилиндрами диаметром 850—1000 *мм*. При сетчатых цилиндрах диаметром более 1000 *мм* трудно перемешивать в ваннах верхние слои асбестоцементной суспензии.

Длина формуемого листа $L_л$ определяется по формуле:

$$L_л = \pi \cdot D_ф,$$

где $D_ф$ — диаметр форматного барабана.

Площадь этого листа $F_л$ равна:

$$F_л = \pi \cdot D_ф \cdot B,$$

где $D_ф$ — диаметр форматного барабана:

B — ширина слоя асбестоцемента на сукне.

Из листа вырезают изделия определенного размера. Для того чтобы обрезков получалось возможно меньше, диаметр форматного барабана надо устанавливать в соответствии с размером изделий, которые будут вырабатываться на листоформовочной машине.

Лист, снимаемый с форматного барабана, разрезают по образующей барабана. В месте разреза кромка листа получается неровной независимо от того, разрезают его вручную или автоматически, поэтому поперечные кромки листа обрезают на 30—50 *мм*.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
Published by AsbestosClaims.Law
ACL Doc 25272 · Page 63 of 158
asbestosclaims.law/library/25272/63

На рис. 45 показана схема трехцилиндровой листоформовочной машины. Выделим мысленно на сукне узкую полоску *П*, расположенную слева от первого сетчатого цилиндра. В этом положении полоска прошла промывные устройства *20* и отжимные валы *23* и подходит к сетчатым цилиндрам *а*, *б*, *в*, с которых последовательно снимает отфильтрованные ими первичные слои асбестоцемента. Над сетчатыми цилиндрами установлены водоотгонные валики *6* и отжимные валы *5*. Водоотгонные валики прижимают сукно к поверхностям сетчатых цилиндров собственным весом. Общее его давление на 1 *см* ширины рабочего сукна рекомендуется устанавливать 0,3—0,5 *кГ*. Пройдя водоотгонные валики *6*, полоска сукна *П* проходит под отжимными валами *5*.

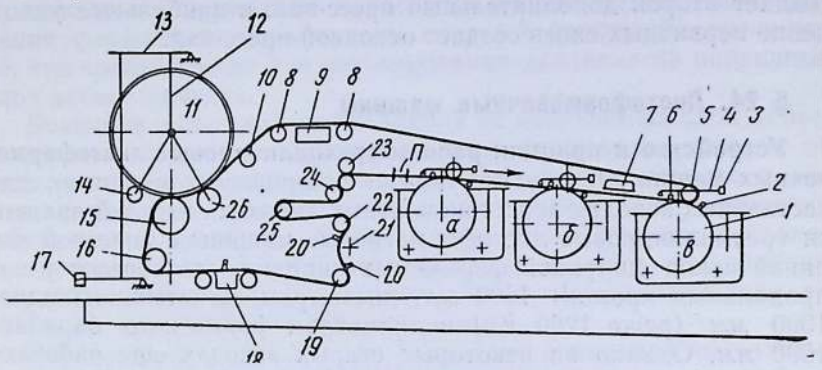


Рис. 45. Схема трехцилиндровой листоформовочной машины:

1 — сетчатый цилиндр, *2* и *20* — промывные трубки, *3* — груз, *4* — рычаги, *5* и *23* — отжимные валы, *6* — водоотгонный валик, *7*, *9* и *18* — вакуум-коробки, *8* — ролики, *10* — регулировочный валик, *11* — форматный барабан, *12*, *13* — рычажное устройство, *14* — сглаживающий валик, *15* — опорный пресс-вал, *16* — направляющий валик, *17* — груз, *19* — разгонный валик, *21* — отбойный валик, *22* и *24* — направляющие валики, *25* — натяжной валик, *26* — дополнительный пресс-вал; *а* — первый сетчатый цилиндр, *б* — второй сетчатый цилиндр, *в* — третий сетчатый цилиндр, *П* — полоска сукна

Для большего уплотнения первичного слоя вес отжимного вала усиливают грузом *3* через рычаги *4*, установленные по концам отжимного вала. На некоторых заводах грузы *3* заменены пружинами, а на новейших машинах — гидравлическими цилиндрами. Общее давление отжимного вала рекомендуется устанавливать 3—5 *кГ* на погонный сантиметр ширины сукна в зависимости от толщины первичного слоя.

Вследствие того, что первичный слой имеет больше точек соприкосновения с сукном, чем с сеткой сетчатого цилиндра (из-за большей пористости сетки), первичный слой с поверхности сетчатого цилиндра переходит на сукно. Однако это происходит лишь в том случае, если у соприкасающейся с полоской *П* ячейки сетки не забиты асбестоцементом. Если же петли забиты, то площадь соприкосновения слоя с сеткой будет превышать площадь соприкосновения с сукном, а потому слой останется на сетке сетчатого цилиндра.

Полоска сукна *П* движется ко второму сетчатому цилиндру *б*, а сетка первого сетчатого цилиндра *а*, уже свободная от слоя асбестоцемента, проходит около промывной трубки.

На нижней поверхности полоски *П* имеется уже один первичный слой. При проходе полоски над поверхностями второго *б*, а затем и третьего *в* сетчатых цилиндров процесс уплотнения первичных слоев и отжатия из них воды протекает совершенно так же, как и на первом сетчатом цилиндре. Отличие заключается только в том, что полоска сукна снимает с сетчатого цилиндра первичный слой не непосредственно, а через первичные слои, снятые с предыдущих сетчатых цилиндров.

Следовательно, сила тяжести слоев, стремящихся оторвать их от сукна, суммируясь с силой сцепления снимаемого первичного слоя с поверхностью сетчатого цилиндра, возрастает по мере увеличения числа проходимых полоской *П* сетчатых цилиндров. Поэтому чистота сеток каждого последующего цилиндра, которая определяет силу сцепления с ним первичного слоя, приобретает в работе листоформовочной машины большое значение.

Для лучшего обезвоживания находящихся на нижней поверхности сукна первичных слоев асбестоцемента иногда перед третьим сетчатым цилиндром устанавливают над сукном вакуум-коробку *7*.

Многие передовые машинисты листоформовочных машин в ванне первого сетчатого цилиндра поддерживают высокую концентрацию асбестоцементной суспензии, а в ваннах последующих цилиндров постепенно снижают ее. Это обусловлено тем, что первичный слой, снятый с первого сетчатого цилиндра, уплотняют несколько отжимных валов (при трех сетчатых цилиндрах три отжимных вала), тогда как слой, снятый с последнего цилиндра, уплотняет только один отжимной вал. Однако такое распределение концентрации необязательно, так как некоторые машинисты с успехом работают при одинаковой концентрации во всех ваннах.

Когда полоска сукна пройдет над тремя сетчатыми цилиндрами, на ней находятся три первичных слоя асбестоцементной массы.

После отжимного вала *5* полоска сукна огибает три поддерживающие сукно валика и дальше проходит над вакуум-коробкой *9*. Для того чтобы при большой скорости движения сукна продолжительность вакуумирования асбестоцементного слоя была достаточной, вакуум-коробку делают большой ширины (400 *мм*). Вода из слоя массы и сукна отсасывается такой вакуум-коробкой за 0,7 *сек*. Внутри вакуум-коробки установлены четыре ролика, поддерживающие сукно, а по ее бокам располо-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 64 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/64

жены два ролика *8*. При такой конструкции вакуум-коробки трение сукна о стенки коробки наименьшее.

Пройдя вакуум-коробку *9*, полоска сукна поступает на регулировочный валик *10*, при помощи которого устраняют отклонения сукна в сторону.

При вращении цилиндров гибкая лента, натянутая на них, находится в неустойчивом положении. Достаточно незначительного отклонения оси одного из цилиндров от направления осей остальных, чтобы лента начала отходить в сторону более натянутой ее кромки. В ременных передачах, чтобы получить устойчивое положение ремня, шкивам придают выпуклый, бочкообразный профиль. При такой форме шкива наиболее сильно натянута середина ремня. Если ремень отклонился вправо, то левая часть его (считая от середины шкива) будет натянута сильнее, чем правая, поэтому ремень будет отклоняться влево до тех пор, пока его середина не совпадет точно с серединой шкива.

В формовочной же машине бесконечное сукно натянуто между цилиндрическими барабанами и валиками. Следовательно, его положение неустойчиво и сукно нужно периодически выправлять. Выправляют сукно при помощи регулировочного валика, который, так же как и направляющие валики, изготовлен из металлической трубы.

Подшипники регулировочного валика установлены на салазках, скользящих по направляющим суппорта, и положение их регулируется маховичками. Если сукно отклонилось влево (по его ходу), надо передвинуть левый конец регулировочного валика так, чтобы эта перестановка уменьшила натяжение левой кромки сукна. Если же сукно уходит в правую сторону машины (по ходу машины), надо увеличить натяжение его левой кромки или ослабить натяжение правой. Таким образом, незначительно перемещая подшипники регулировочного валика, следует постепенно придать сукну устойчивое положение.

На листоформовочных машинах новейшей конструкции требуемое положение сукна устанавливается автоматически.

После регулировочного валика *10* полоска сукна с тремя первичными слоями асбестоцемента подходит к поверхности форматного барабана *11*, прижимается к ней благодаря натяжению сукна и дальше подвергается давлению дополнительного пресс-вала *26*, опорного пресс-вала (ведущего вала) *15* и сглаживающего валика *14*. Уплотнение, которое получают на форматном барабане листы, не подвергаемые последующему прессованию на гидравлическом прессе, является окончательным.

Поэтому надо всегда стремиться возможно больше уплотнить лист на листоформовочной машине. С увеличением плотности листа и, соответственно, снижением содержания в нем воды пластичность листа уменьшается, а прочность возрастает. При выработке профилированных листов (волнистых, полуволнистых

и др.) в процессе профилирования на сильно уплотненных листах могут образоваться трещины. В этом случае в целях увеличения пластичности асбестоцементных листов в массу вводят сульфатно-спиртовую барду из расчета 0,15% по отношению к весу цемента.

Причиной образования трещин на профилируемых листах часто являются тонкие трещины в первичных слоях листа, являющиеся результатом высоких давлений воды, которые возникают при уплотнении слоя асбестоцемента пресс-валом.

В этом случае машинист листоформовочной машины должен проверить давление пресс-валов на формуемый слой асбестоцемента. Давление подпрессовочного (дополнительного) вала должно быть примерно в два раза меньше давления опорного вала. Однако это соотношение может изменяться в зависимости от свойств цемента, от того, покрыт пресс-вал резиной или нет, от жесткости слоя резины и т. д. Поэтому машинист листоформовочной машины должен изучить, при каком распределении давлений валов хорошо уплотняются листы и на них не образуются трещины в процессе волнировки.

В большинстве случаев хорошие результаты дает такое распределение давлений валов, при котором подпрессовочный вал отжимает такое же количество воды, как и опорный вал.

Давление форматного барабана на первичные слои асбестоцемента составляет от 30 до 50 *кГ* на погонный сантиметр ширины этих слоев. Эти величины общего давления форматного барабана складываются из веса форматного барабана и дополнительного давления грузов *17*, передаваемых на подшипники форматного барабана системой рычагов *12* и *13*. На новых листоформовочных машинах дополнительное давление на форматный барабан создают гидравлические цилиндры.

Для равномерной передачи давления форматного барабана на сукно поверхность опорного вала *15* покрывают слоем резины. Вода, отжатая валами *26* и *15*, отводится под машину и далее поступает в рекуператоры.

Процесс перехода слоя массы с сукна на поверхность форматного барабана аналогичен процессу перехода первичного слоя с поверхности сетчатого цилиндра на сукно. Этот переход также обусловлен тем, что площадь сцепления первичного слоя асбестоцемента с поверхностью барабана больше, чем с поверхностью сукна. Кроме того, этому переходу способствует давление атмосферы. Однако, как и при переходе с сетчатого цилиндра на сукно, слой асбестоцемента перейдет с сукна на поверхность форматного барабана только в том случае, если петли сукна не забиты асбестоцементной массой.

Для смягчения удара форматного барабана о сукно (во время съема накатанного асбестоцементного листа) при падении форматного барабана на опорный вал под подшипниками форматно-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 65 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/65

го барабана устанавливают масляный амортизатор. На форматном барабане листоформовочной машины формуется по существу не лист, а цилиндр и форму листа этот цилиндр приобретает лишь после того, как его разрежут по образующей и выпрямят в плоскость.

При выпрямлении стенки цилиндра в плоскость наружные слои его сжимаются, а внутренние растягиваются. Величина сжатия и растяжения этих слоев возрастает с увеличением толщины асбестоцементного слоя и уменьшается с увеличением диаметра цилиндра, т. е. диаметра форматного барабана. Поэтому толстые листы не рекомендуется формовать на форматных барабанах малого диаметра.

После форматного барабана полоска сукна проходит направляющий валик *16* и подходит к промывной вакуум-коробке *18*, конструкция которой аналогична конструкции верхней вакуум-коробки *9*. Затем полоска подходит к разгонному валику *19* и попадает в сферу действия отбойного валика *21* и двух промывных трубок *20*, расположенных по обеим сторонам сукна.

На поверхность разгонного валика *19* (от середины к краям) навита спиралью проволока, которая при движении несколько растягивает сукно по ширине перед его промывкой и предотвращает излишнюю усадку сукна. Чтобы сукно меньше изнашивалось под действием бил отбойного валика, била делают из трубок, свободно вращающихся в шариковых подшипниках.

Промытая полоска сукна проходит направляющий валик *22* и натяжной валик *25*, которые служат для регулирования натяжения сукна. Подшипники валика подвижные; устанавливают их, вращая маховичок. Затем полоска сукна проходит направляющий валик *24* и поступает на отжимные валы *23*. Чтобы эти валы лучше отжимали из сукна воду, их поверхность покрывают слоем мягкой резины. После валиков полоска сукна вновь подходит к поверхности первого сетчатого цилиндра.

По мере увеличения толщины слоя асбестоцемента форматный барабан поднимается над опорным валом *15*, и его подшипники скользят по вертикальным направляющим станины. Движение подшипников форматного барабана передается рычажным стрелкам, не показанным на схеме, которые по шкале указывают толщину накатанного слоя асбестоцемента.

На станине листоформовочной машины установлены два толщиномера, которые контролируют толщину наката около кромок. Каждый толщиномер состоит из опорного ролика и измерительной головки. Опорные ролики жестко укреплены на специальной траверсе и опираются на нерабочую поверхность форматного барабана. Измерительные головки толщиномера установлены на той же траверсе, но шарнирно. Ролики этих головок опираются на поверхность асбестоцементного наката и по мере увеличения его толщины отходят от поверхности форматного барабана.

Когда толщина листа достигнет заданного размера, срезчик наката автоматически срезает и снимает лист с форматного барабана. Нож срезчика с лезвием пилообразной формы автоматически подходит под небольшим углом к касательной поверхности барабана, врезается в асбестоцемент, прорезает лист и направляет его на ленточный приемный транспортер. Для того чтобы снимаемый лист по всей длине содержал одно и то же число первичных слоев, срезать накат надо всегда по одной образующей форматного барабана.

Сукно листоформовочной машины приводится в движение электродвигателем, который через редуктор и два зубчатых колеса соединен с опорным пресс-валом *15*.

Новейшая конструкция трехцилиндровой листоформовочной машины СМ-942 (943) приведена на рис. 46. Эта машина называется «универсальной», так как путем смены сетчатых цилиндров, форматного барабана и сукна она может формовать листы шириной до 1310 *мм* (СМ-942) или до 1600 *мм* (СМ-943). Формовка листов такой ширины позволяет вырабатывать весь ассортимент волнистых листов. Выделим мысленно на сукне узкую полоску *П* также как и в предыдущей схеме (рис. 45) и рассмотрим совершаемый ею путь. Полоска *П* движется к первому сетчатому цилиндру и прижимается к его поверхности отжимным валом *7*, поверхность которого покрыта слоем мягкой резины. Усилие, с которым вал *7* прижимает полоску сукна *П*, создается весом вала и рычагами *6*, расположенными по обеим сторонам сетчатого цилиндра. Рычаги *6* одним концом шарнирно закреплены на фильцевой (несущей сукно) раме *3*, а другим — шарнирно соединены со штоками поршней гидроцилиндров *5*. Давление отжимного вала *7* на сукно регулируют путем изменения давления масла в гидроцилиндрах.

На раме *3*, шарнирно закрепленной на станине *9* головной части листоформовочной машины, установлены отжимные валы и гидравлические цилиндры от всех трех сетчатых цилиндров, водоотжимные валики *2* от двух задних сетчатых цилиндров (*Б*, *В*), а также смонтированы направляющие сукно валики *1* и *4*. При подъеме рамы она поворачивается на шарнирной опоре *8* и сетчатые цилиндры освобождаются от сукна.

Пройдя через три сетчатых цилиндра и направляющие валики *1* и *4*, полоска сукна *П* с тремя первичными слоями асбестоцемента на ее поверхности подходит к вакуум-коробке *10*, а затем к аппарату *11*, центрирующему сукно. Этот аппарат автоматически ограничивает отклонения сукна от центрального положения по отношению к продольной оси машины, освобождая машиниста от необходимости следить за положением сукна. Полоска сукна *П* валиком *12* направляется к поверхности форматного барабана *14*. В отличие от схемы на рис. 45 форматный барабан *14* машины СМ-942 (943) является опорным барабаном,

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
Published by AsbestosClaims.Law
ACL Doc 25272 · Page 66 of 158
asbestosclaims.law/library/25272/66

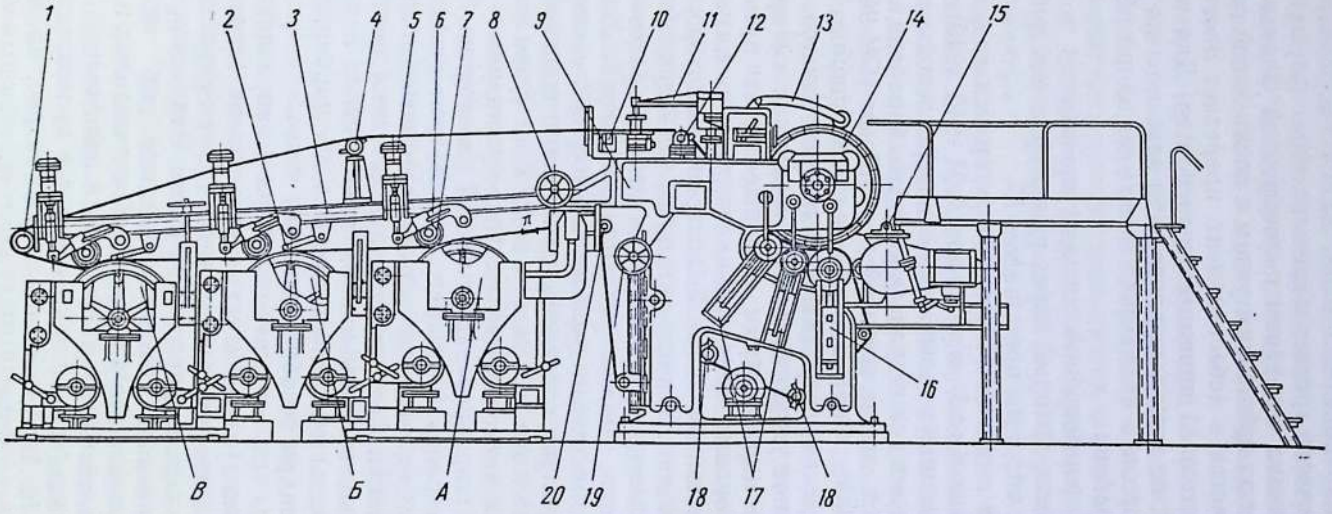


Рис. 46. Трехцилиндровая листоформовочная машина СМ-942 (943):

1, *4* и *12* — направляющие валики, *2* — водоотжимной валик, *3* — фильцевая рама, *5*, *16* и *17* — гидроцилиндры, *6* — рычаг, *7* — отжимной вал, *8* — шарнирная опора фильцевой рамы, *9* — станина, *10* — вакуум-коробка, *11* — автоматический аппарат, центрирующий сукно, *13* — рычаг ролика толщиномера, *14* — форматный барабан, *15* — срезчик наката, *18* — устройство для промывки сукна, *19* — натяжной валик, *20* — отжимные валики; *А*, *Б*, *В* — первый, второй и третий сетчатые цилиндры

Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/67

так как не имеет вертикальных перемещений (его подшипники неподвижно укреплены на станине). Два дополнительных и один основной пресс-валы гидроцилиндрами *16* и *17* прижимают к поверхности форматного барабана через сукно первичные слои асбестоцемента, которые уплотняются и последовательно наслаиваются на его поверхность. Как только накат достигнет заданной толщины, рычаг *13* ролика толщиномера придет в соприкосновение с ним и замкнет электрическую сеть срезчика *15*. Последний разрезает накат. Полоска сукна *П*, покинув форматный барабан, проходит устройство *18* для промывки сукна, натяжной валик *19*, пару отжимных валиков *20*, после чего вступает в новый цикл работы.

Производительность листоформовочных машин. Производительность листоформовочной машины определяется суммарной производительностью установленных на ней сетчатых цилиндров.

Производительность многоцилиндровой формовочной машины прямо пропорциональна произведению толщины первичных слоев, отфильтрованных сетчатыми цилиндрами, на скорость движения сукна и на ширину снимаемого с форматного барабана листа после обрезки у него продольных кромок.

Так как толщина первичных слоев увеличивается с повышением концентрации водной асбестоцементной суспензии, то, следовательно, для повышения производительности листоформовочных машин нужно повышать концентрацию асбестоцементной суспензии, а также скорость движения сукна. Высококвалифицированные мастера в асбестоцементной промышленности доводят скорость движения сукна до 50 *м/мин* вместо 33—36 *м/мин*, а концентрацию асбестоцементной суспензии — до 12% вместо обычных 8%.

Однако не следует полагать, что достаточно только повысить концентрацию асбестоцементной суспензии и скорость движения рабочего сукна, чтобы обеспечить высокую производительность формовочных машин. Высокую производительность машин можно обеспечить только при правильном их обслуживании.

Обслуживание листоформовочных машин. Для того чтобы добиться высокой производительности листоформовочных машин и хорошего качества сформованных листов, нужно строго соблюдать следующие правила при обслуживании машин:

равномерно подавать в ванны сетчатых цилиндров асбестоцементную суспензию постоянной концентрации с температурой 30—40° С (в зависимости от минералогического состава и тонкости помола цемента);

хорошо перемешивать суспензию в ванне и поддерживать ее на определенном уровне;

следить, чтобы сетчатые цилиндры и отжимные валки имели правильную цилиндрическую форму, а давление отжимных валков на поверхность сетчатых цилиндров было равномерным;

Production of Asbestos-Cement Products (1970) Published by AsbestosClaims.Law
ACL Doc 25272 · Page 68 of 158 asbestosclaims.law/library/25272/68

поддерживать в вакуум-коробке разрежение, не превышающее 180—200 *мм рт. ст.*;

создавать повышенные давления основного и дополнительных пресс-валов листоформовочной машины на навиваемый слой асбестоцемента;

следить, чтобы форматный барабан и пресс-вал имели правильную цилиндрическую форму;

хорошо промывать сукна и сетчатые цилиндры, для чего давление в промывных трубках должно быть не ниже 2—3 *ати*, а содержание твердой фазы в осветленной рекуператорами воде не больше 0,08 *г* на 1 *л*;

поддерживать в исправном состоянии все остальные детали машин.

Перед началом смены рабочий, обслуживающий листоформовочную машину, должен:

узнать у рабочего, обслуживающего бегуны, состав смески асбеста и весовую ее дозировку в бегуны;

выяснить у сменного рабочего, обслуживающего листоформовочную машину, о замеченных недостатках в работе листоформовочной машины и вспомогательных аппаратов (вакуум-насоса, мешалки для переработки обрезков, центробежных насосов, подающих отработанную воду в рекуператоры и осветленную воду в промывные устройства листоформовочной машины);

проверить сохранность и чистоту сеток сетчатых цилиндров, сохранность, чистоту и натяжение сукна; состояние и натяжение защитных поясов на торцах сетчатых цилиндров;

проверить чистоту внутренней полости и отверстий промывных трубок, давление форматного барабана на пресс-вал и давление дополнительного пресс-вала и сглаживающего валика на форматный барабан; смазку в подшипниках листоформовочной машины и вспомогательных аппаратов; наличие асбестоцементной массы в ковшовой мешалке.

Для увеличения срока службы сукна необходимы следующие условия:

опорный и отжимные валы должны быть покрыты резиной;

при съеме асбестоцементного листа форматный барабан должен плавно опускаться на сукно, для чего на подшипники барабана устанавливают масляные амортизаторы;

билами отбойного валика должны служить металлические трубки, свободно вращающиеся в подшипниках;

края сукна при работе не должны соприкасаться с рамой формовочной машины и сукно не должно перекашиваться; при перекосе на нем образуются складки, а затем дыры; дыры надо немедленно заштопать;

сукно следует хорошо промывать, поэтому необходимо следить за тем, чтобы отверстия в промывных трубках не были забиты; если сукно забилось асбестоцементной массой лишь немного,

нужно, чтобы машина 10—15 *мин* поработала вхолостую; когда и это не помогает, следует остановить формовочную машину, перевернуть сукно рабочей поверхностью вниз и еще раз промыть при холостом ходе машины; если сукно еще крепкое и целое, но забилось затвердевшей массой, его надо, не разрезая, снять с машины и промыть в сукномойке в течение часа 1,2%-ным раствором соляной кислоты;

поверхности форматного барабана и пресс-вала должны иметь строго цилиндрическую форму;

на поверхности сетчатого цилиндра не должно быть вмятин; ее нужно периодически очищать от загрязнений; не реже чем один раз в квартал поверхность сетчатого цилиндра следует проверять на токарном станке и при выявлении эксцентричности по отношению к оси — протачивать;

если сукно износилось, его следует заменить.

Порядок съема и установки сукон. Для того чтобы сменить износившееся сукно, в ковшовую мешалку перестают подавать асбестоцементную массу. После полного опорожнения ковшовую мешалку останавливают. Вся находящаяся в ваннах сетчатых цилиндров асбестоцементная суспензия вырабатывается, а в ванны подается только вода из рекуператоров.

Когда прекратится образование сплошного первичного слоя на сукне, машину останавливают, открывают люк в боковой стенке ванны и через этот люк очищают ванну от осадка. Затем вновь пускают машину и промывают в течение 5 *мин* сукно при холостом ходе, после чего вновь останавливают машину, разрезают сукно у опорного (ведущего) вала и пускают машину. В результате сукно сходит с машины у опорного вала.

Перед тем как поставить новое сукно проверяют его размеры (длину и ширину) и в зависимости от длины определяют, какое количество направляющих валиков необходимо установить.

При установке нового сукна поднимают форматный барабан, снимают и очищают направляющие валики, мешалки ванн и желоб под опорным валом. После этого очищают промывные трубки, снимают вакуум-коробку и внутреннюю ее полость тщательно очищают от затвердевшей массы.

Когда подготовительные операции окончены, один конец опорного и дополнительных валов поднимают и надевают на них сукно. На опорном валу сукно располагают так, чтобы контрольная черная линия была параллельна оси опорного вала, а направление стрелки на сукне совпадало с направлением его движения. Положение сукна фиксируют, опуская на него форматный барабан, который плотно прижимает сукно к опорному валу.

После этого тельфером, краном или другим приспособлением поднимают один конец вакуум-коробки, надевают сукно на

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 69 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/69

нее, затем на отжимные валы, которые для этого поочередно поднимают, и, наконец, на трубовалики.

Чтобы можно было установить направляющие валики, необходимо ослабить натяжение сукна; для этой цели поднимают фильцевую раму. Таким образом при смене сукна очищаются от осадков ванны сетчатых цилиндров, вакуум-коробки с патрубками вакуум-проводов, а также трубовалики, желоб под пресс-валом, бетонный приямок под машиной и промывные трубки.

Сетчатые цилиндры заменяют цилиндрами с вновь обтянутой или хорошо промытой сеткой, проверяют подмотки на всех отжимных валах (если они не обрезинены), дополнительные пояса сетчатых цилиндров и сальники мешалочек всех сетчатых цилиндров.

После того как сукно надето, крепят все снятые детали листоформовочной машины, закрывают люки в ваннах и опускают фильцевую раму сетчатых цилиндров. Затем машину пускают вхолостую на 10—20 *мин* для предварительной замочки надетого сукна.

Во время замочки сукна фильцевая рама должна быть приподнята на 20—30 *мм* от поверхности заднего сетчатого цилиндра. Затем раму опускают, натягивают сукно натяжным валиком, ванны сетчатых цилиндров наполняют асбестоцементной суспензией, и включают привод пресс-вала.

Обтяжка сетками цилиндров листоформовочных машин. Сетчатые цилиндры бывают двух типов: каркасные, собранные из колец и прутьев, и перфорированные, отлитые из чугуна или стали.

Преимуществом сетчатых цилиндров каркасного типа является меньшая ширина глухих промежутков (создаваемых прутьями каркаса) в фильтрующей поверхности цилиндра, чем промежутков между перфорацией тела стальной или чугунной перфорированной трубы. Сетчатые цилиндры каркасного типа требуют осторожного обращения, так как к ним нельзя применять повышенную нагрузку отжимного вала.

Хорошее состояние сетчатого цилиндра и длительная работа без забивки асбестоцементной массой обеспечивается при правильной цилиндрической его форме и плотной, равномерной натяжке верхней и нижней сеток.

На сетчатый цилиндр натягивают латунную сетку № 5 с ячейками размером 4—5 *мм*, которая служит опорой для натягиваемой на ее поверхность частой сетки № 60 из мельхиора (сплав меди, никеля, марганца и железа).

Сеткой № 5 цилиндры обтягивают на станке (рис. 47). Рулон сетки разматывают и свободный (передний) его конец закрепляют на валике *3* станка. Затем сетку плотно перематывают с рулона на этот валик. Освободившийся (задний) конец сетки

проволокой привязывают к продольным прутьям каркаса или к стенкам отверстий перфорированных цилиндров. Затем включают привод *2* станка и тормозом *4* регулируют натяжение полотна сетки. Плотно натянув таким способом сетку на всю поверхность цилиндра, ее концы припаивают или связывают тонкой проволокой. Затем сетку обрезают выше того места, где она припаяна, и концы закрепляют на цилиндре. Кромки сетки на обоих концах цилиндра, как правило, крепят проволокой.

Верхней сеткой № 60 цилиндры обтягивают так же. Разница состоит в том, что при обтяжке сеткой № 5 концы сетки на

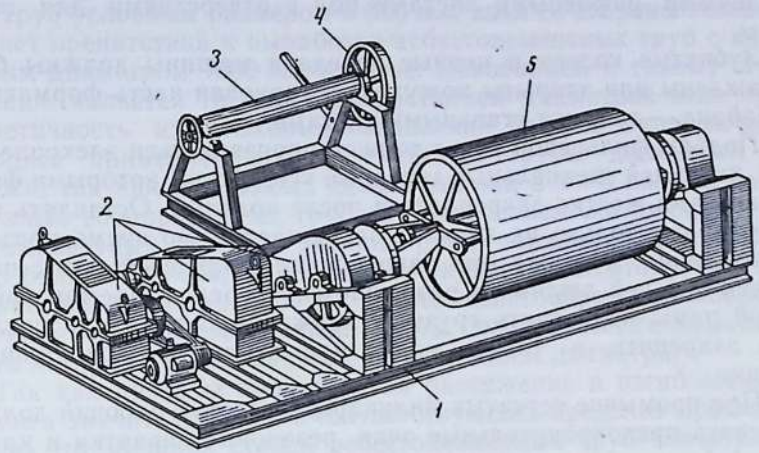


Рис. 47. Станок для обтяжки сеткой сетчатых цилиндров:
1 — станина, *2* — привод, *3* — валик для закрепления рулона сетки, *4* — тормоз, *5* — сетчатый цилиндр

цилиндре крепят встык, а при обтяжке сеткой № 60 — внахлестку.

Очень важно, чтобы как нижняя, так и верхняя сетки были плотно натянуты по всей поверхности цилиндра и чтобы эта натяжка не ослабевала.

В практике часто бывает так, что даже при удовлетворительной натяжке во время работы сетка вытягивается, образуя мешки, которые переходят в складки и, в конце концов, приводят к разрыву сетки. Причиной этого является волнистая форма нитей основы (нити основы расположены вдоль полотна сетки, а нити утка — поперек). На некоторых заводах цилиндры обтягивают по направлению нитей утка, которые не имеют волнистости, а потому меньше вытягиваются.

Если сетки хорошо натянуты, цилиндры имеют правильную форму без вмятин и во время работы хорошо промываются, то

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 70 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/70

сетки могут работать продолжительное время: нижняя не менее трех месяцев, а верхняя свыше недели.

Как уже отмечалось, концы верхней сетки сшивают или припаивают один к другому. Крайне важно, чтобы в месте соединения концов сетки не снизилась их фильтрующая способность. Поэтому припаивать надо точками или тонкой сплошной полосой.

Правила техники безопасности при работе на листоформовочных машинах. Для обслуживания листоформовочной машины вокруг нее должны быть устроены площадки шириной не менее 0,75 *м*. Площадки должны иметь лестницы, перила и покрытый стальными рифлеными листами пол с отверстиями для стока воды.

Зубчатые колеса и цепные передачи машины должны быть ограждены или закрыты кожухом, а торцовая часть форматного барабана — закрыта стальными листами.

Подъем фильцевой рамы должен производиться элекролебедкой, имеющей специальные запорные устройства, которыми фильцевая рама жестко закрепляется после подъема. Оставлять поднятую раму только на канатах запрещается. Во время подъема и опускания, а также при закреплении фильцевой рамы находиться под ней людям не разрешается. Перед подъемом фильцевой рамы надо снять грузы с прижимных валов и последние закрепить, а также снять или закрепить водоотгонные валики.

При промывке сетчатых цилиндров кислотой рабочий должен надевать предохранительные очки, резиновые перчатки и клеенчатый фартук.

Поднимать сетчатый цилиндр разрешается только при помощи специальной траверсы за его ось.

Поднимать и опускать пресс-вал при одевании сукна можно только подъемными приспособлениями; выполнять эту работу вручную запрещается.

Запрещается перевертывать сукно во время работы машины.

Передвигать и ремонтировать прижимные валы разрешается только при полной остановке машины.

Нельзя подматывать уплотнения лопастных мешалочек при работе механического привода.

Снимать приставшую к сетчатому цилиндру асбестоцементную пленку руками во время работы машины не разрешается. На ходу машины приставшую к цилиндру пленку следует смывать струей воды из шланга.

Запрещается выправлять обмотку прижимных валов, очищать трубовалики от приставшей асбестоцементной массы и смазывать зубчатые и цепные передачи на ходу машины.

Сточные канавы для промывных и отработанных вод, а также колодцы должны быть закрыты съемными щитами.

§ 25. Трубоформовочные машины

Особенности формования асбестоцементных труб. Асбестоцементные трубы, из которых собирают трубопроводы, соединяются между собой муфтами. В целях удешевления трубопроводов и упрощения их сборки стремятся увеличивать длину труб. Длина труб, которые вырабатывали первые трубоформовочные машины, достигала 3—4 *м*. В настоящее время асбестоцементная промышленность выпускает асбестоцементные трубы длиной 3; 4; 6 *м*.

Стандарт ограничивает внутренний диаметр асбестоцементных труб условным размером в 500 *мм*, хотя со стороны технологии нет препятствий к выработке асбестоцементных труб с внутренним диаметром 1000 *мм* и более. Основанием к такому ограничению является то, что с возрастанием диаметров этих труб герметичность их стыковых соединений падает. Экономически выгоднее применять асбестоцементные трубы диаметром до 500 *мм*, так как при малых диаметрах они в 2—3 раза дешевле чугунных водопроводных труб. С увеличением же диаметра асбестоцементных труб эта разница резко снижается, а если диаметр больше 500 *мм*, то совсем сглаживается. Поэтому для трубопроводов диаметром 500 *мм* и более целесообразнее применять чугунные или железобетонные трубы, экономическая эффективность которых увеличивается с возрастанием диаметра.

Так как пределы прочности на растяжение и изгиб асбестоцемента значительно ниже соответствующих пределов прочности чугуна, то толщина стенок асбестоцементных труб значительно превышает толщину стенок чугунных водопроводных труб. Это обстоятельство предопределило в мировой промышленности две системы нормирования размеров диаметров асбестоцементных труб.

По первой системе, которую приняли промышленность СССР, промышленность Англии и некоторых социалистических стран, размеры наружных диаметров концов (которые обтачиваются) труб незначительно отличаются от размеров наружных диаметров чугунных водопроводных труб. Это позволяет непосредственно присоединять к ним все фасонные чугунные водопроводные детали. Размеры внутренних диаметров таких труб несколько меньше, чем чугунных.

По второй системе, которой пользуется асбестоцементная промышленность остальных стран, внутренние диаметры асбестоцементных труб имеют те же размеры, что и чугунные водопроводные трубы. При этой системе нормирования чугунные фасонные детали уже нельзя использовать в асбестоцементных трубопроводах, для которых необходимо вырабатывать либо специальные чугунные фасонные части, либо специальные чугунные переходные патрубки.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 71 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/71

Устройство и принцип работы трубоформовочных машин. Конструкции сетчатых цилиндров, вакуумообезвоживающих устройств и устройств для очистки сукна в трубоформовочных машинах не имеют принципиальных отличий от таких же конструкций листоформовочных машин. У трубоформовочных машин лишь значительно больше развита длина этих конструкций и, соответственно, ширина всей машины. Количество же сетчатых цилиндров ограничивается обычно одним. Это объясняется тем, что количество прокатываний (уплотнений) формуемой трубы, от которой в значительной степени зависит ее плотность и прочность, уменьшается с увеличением числа сетчатых цилиндров. Последнее время, с целью повышения производительности, исследуется возможность выработки высококачественных труб на двухцилиндровых машинах, но промышленного, широкого распространения такой тип машин еще не получил.

Головная же часть трубоформовочной машины, где происходит формование трубы из первичных слоев и их уплотнение, существенно отличается и значительно сложнее головной части листоформовочной машины.

Толщина асбестоцементного слоя, отфильтровываемого сетчатым цилиндром (в уплотненном состоянии), обычно не превышает следующей величины: при производстве труб, предназначенных для прокладки безнапорных трубопроводов. — 0,3 *мм* и для труб, работающих под давлением до 12 *ати*, — 0,16—0,25 *мм*.

На рис. 48 дана схема расположения сукон и деталей на трубоформовочных машинах, с которыми сукна связаны при своем движении. Последовательность нумерации деталей на рисунке соответствует направлению движения сукон, указанному стрелками.

Рабочее сукно *1*, сняв с сетчатого цилиндра первичный слой асбестоцемента, проходит направляющий валик *2* и подходит к вакуум-коробке *3*. В трубоформовочной машине итальянской фирмы «РКМ», вырабатывающей трубы длиной 6 *м*, установлено три вакуум-коробки, величина разрежения которых последовательно возрастает. Затем сукно проходит регулировочный валик *4*, устраняющий отклонение сукна от средней линии. Регулировку валиком *4* осуществляют вручную посредством штурвального колеса *5*. На новых трубоформовочных машинах, так же как и на новых листоформовочных, положение сукна регулируется автоматически.

Покинув регулировочный валик *4*, сукно подходит к форматной скалке *6* для того, чтобы передать ей первичный слой асбестоцемента.

Уплотнение первичных слоев и стенок навиваемой трубы в трубоформовочных машинах также основано на принципе прокатки, так как при каждом обороте форматной скалки они подвергаются давлению опорного (ведущего) вала *7* и двух прессу-

Production of Asbestos-Cement Products (1970) Published by AsbestosClaims.Law
ACL Doc 25272 · Page 72 of 158 asbestosclaims.law/library/25272/72

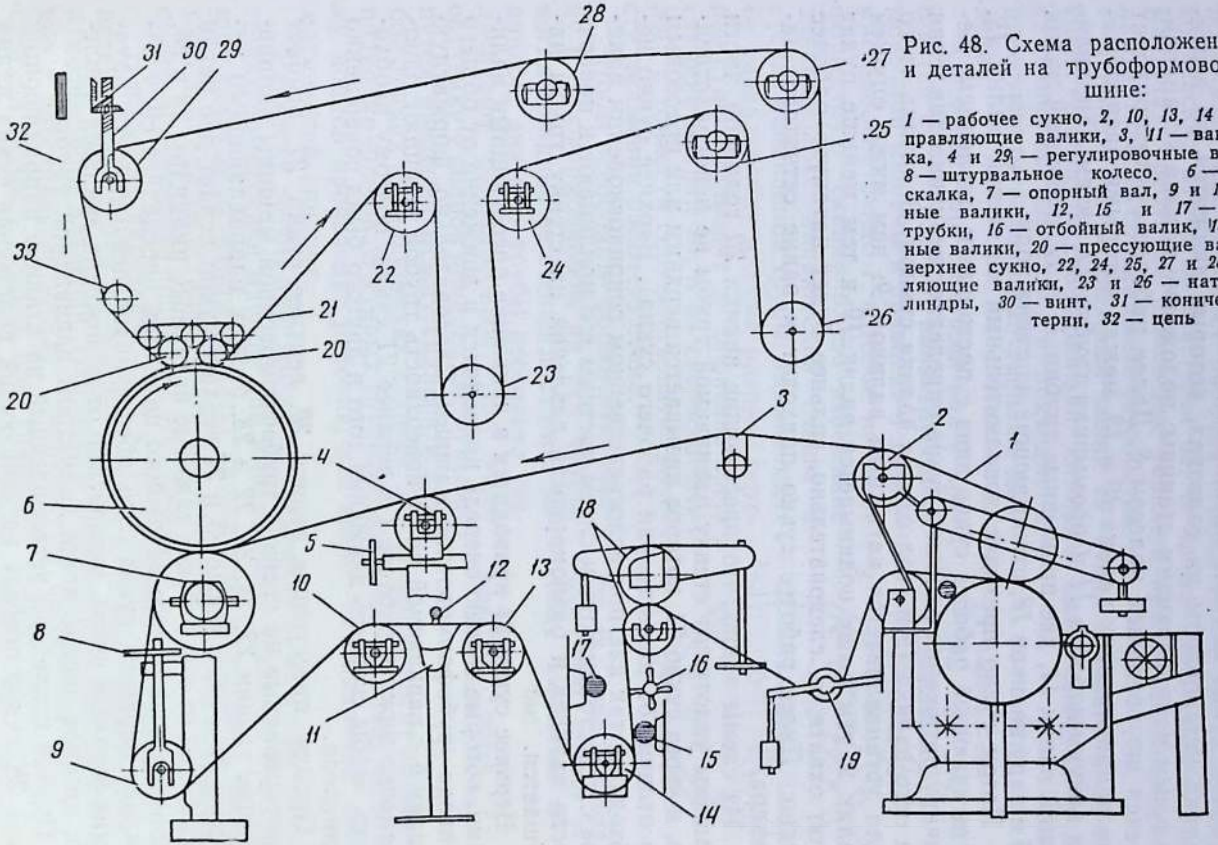


Рис. 48. Схема расположения сукон и деталей на трубоформовочной машине:

1 — рабочее сукно, *2*, *10*, *13*, *14* и *33* — направляющие валики, *3*, *11* — вакуум-коробка, *4* и *29* — регулировочные валики, *5* и *8* — штурвальное колесо, *6* — форматная скалка, *7* — опорный вал, *9* и *19* — натяжные валики, *12*, *15* и *17* — промывные трубки, *16* — отбойный валик, *18* — отжимные валики, *20* — прессующие валики, *21* — верхнее сукно, *22*, *24*, *25*, *27* и *28* — направляющие валики, *23* и *26* — натяжные цилиндры, *30* — винт, *31* — конические шестерни, *32* — цепь

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 73 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/73

ющих валиков *20*, установленных на так называемом экипаже давления, схему которого мы рассмотрим несколько позже.

Отдав форматной скалке *6* первичный слой асбестоцемента, рабочее сукно огибает натяжной валик *9*. Подшипники этого валика установлены на салазках, которые движутся по вертикальным направляющим станины; положение валика устанавливается штурвальным колесом *8*. Далее рабочее сукно проходит два направляющих валика *10* и *13*, между которыми расположены вакуум-коробка *11* и промывная трубка *12*, затем направляющий валик *14*, две промывные трубки *15* и *17*, отбойный валик *16* и пару валиков *18*, отжимающих из сукна воду.

Потом сукно проходит дополнительный натяжной валик *19*, оттягивающий рабочее сукно вниз с постоянным давлением. Величину натяжения рабочего сукна определяет величина давления на него валика *19* и угол охвата валика сукном. Величина этого угла устанавливается натяжным валиком *9*: чем ниже опущен валик *9*, тем выше поднимается валик *19* и тем меньше будет угол охвата, а, следовательно, сильнее будет натянуто рабочее сукно. Далее рабочее сукно подходит к ванне сетчатого цилиндра.

Из схемы видно, что прессующие валики *20* головной части машины уплотняют стенку навиваемой трубы не непосредственно, а через сукно *21*, которое называется верхним или прессовым (в отличие от нижнего или рабочего сукна). Верхнее сукно необходимо, так как при непосредственном соприкосновении валиков с асбестоцементным слоем частицы его прилипают к поверхности валиков и равномерность давления на стенку трубы нарушается.

Верхнее сукно *21* приводится в движение прессующими валиками, которые в свою очередь приводятся в движение от общего привода трубоформовочной машины. Следовательно, форматную скалку *6* с навиваемой на ее поверхность трубой вращают одновременно нижнее рабочее *1* и верхнее *21* сукна, поэтому необходимо, чтобы скорость движения того и другого была совершенно одинакова.

Пройдя прессующие валики *20*, верхнее сукно *21* огибает смонтированные на станине трубоформовочной машины направляющие валики *22*, *24*, *25*, *27* и *28*. Между направляющими валиками *22* и *24*, а также *25* и *27* верхнее сукно делает две петли и в каждой из них огибает тяжелые натяжные цилиндры *23* и *26*. Половина веса одного натяжного цилиндра определяет силу натяжения верхнего сукна. Это обеспечивает неизменность натяжения верхнего сукна, независимо от положения экипажа давления, которое определяется диаметром навиваемой трубы.

Пройдя последний установленный на станине направляющий валик *28*, сукно огибает регулирующий положение сукна валик *29*, установленный на экипаже давления. Действует регулировочный валик *29* так же, как и валик *4*, но салазки, на которых установлен один из его подшипников, двигаются по направляющим. Салазки, на которых смонтирован подшипник валика *29*, поднимает или спускает рабочий с пола цепью *32* через пару конических зубчатых шестерен *31*. В новых трубоформовочных машинах требуемое положение верхнего сукна устанавливают автоматически специальные устройства.

Пройдя регулировочный валик *29*, сукно огибает направляющий валик *33*, подшипники которого смонтированы также на экипаже давления, и подходит к прессующим валикам *20* экипажа давления.

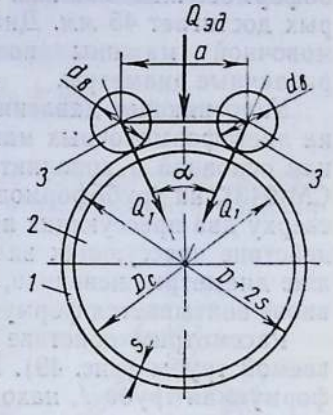


Рис. 49. Схема давления прессующих валиков на стенку навиваемой трубы:

1 — формуемая труба, *2* — форматная скалка, *3* — прессующие валики

Опорный или ведущий вал *7* вращается от приводного вала трубоформовочной машины и приводит в движение рабочее сукно *1*, которое вращает форматную скалку *6*. Во избежание значительных напряжений сдвига в стенке навиваемой трубы, вызывающих ее развальцовку и даже разрыв, верхнее сукно приводят в движение прессующие валики *20*, и их скорость должна в точности соответствовать скорости движения рабочего сукна.

Чтобы освободить форматную скалку *6* от сформованной на ней трубы, когда толщина ее стенки достигнет заданной, диаметр трубы несколько увеличивают развальцовкой. Для этого ее стенку у концов немного растягивают путем введения между скалкой и трубой тонких металлических клиньев. Эта операция носит название подколки концов. В старых трубоформовочных машинах подколку концов производит рабочий, а в новых — специальный автоматический аппарат.

Раскатку трубы производят на специальном каландре или на трубоформовочной машине при минимальном давлении прессующих валиков *20*. Чтобы раскатку производить на машине, последнюю приходится останавливать для подколки концов трубы. Рассмотрим несколько подробнее этот процесс.

В процессе навивания слой асбестоцемента удерживается на поверхности стенки форматной скалки *6* силами прилипания и атмосферного давления. Небольшое количество воздуха, введенное в пространство между поверхностью форматной скалки и стенкой трубы у концов, при вращении скалки распределяется по всей длине трубы и уравновешивает атмосферное давление, действующее на ее внешнюю поверхность. Поэтому сравнительно

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 74 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/74

небольшого давления прессовальных валиков на стенку трубы (вследствие ее пластичности) достаточно, чтобы развальцевать трубу.

Рассмотрим теперь процесс уплотнения стенки формуемой трубы прессующими валиками *20* экипажа давления. Этот процесс отличается от рассмотренного нами в § 24 процесса уплотнения формуемого листа на листоформовочной машине.

На форматном барабане листоформовочной машины формуется лист, толщина которого обычно не превышает 8—10 *мм*. Трубоформовочные машины формуют трубы, толщина стенок которых достигает 45 *мм*. Диаметр форматного барабана листоформовочной машины постоянен. Форматные скалки имеют различные диаметры.

Уплотняющее давление на формуемый слой асбестоцемента на листоформовочных машинах создает или форматный барабан или основной и дополнительные пресс-валы (машины СМ-942, СМ-943), на трубоформовочных машинах — снизу опорный вал и сверху два прессующих валика экипажа давления. Уплотняющее действие прессующих валиков, имеющих сравнительно небольшие диаметры, невелико, так как отжимаемая ими из слоя вода вновь впитывается формуемой трубой.

Рассмотрим действие прессующих валиков на стенку навиваемой трубы (рис. 49). На рисунке схематически представлена формуемая труба *1*, находящаяся на скалке *2*, с уплотняющими асбестоцементную массу прессующими валиками *3* экипажа давления. Тогда давление каждого прессующего валика на слой асбестоцемента составит:

$$Q_1 = \frac{Q_{э.д}}{2 \cdot \cos \alpha/2}, \ кГ;$$

$$\cos \alpha/2 = \frac{\sqrt{(D_c + 2S + d_в)^2 - a^2}}{D_c + 2S + d_в}.$$

$$Q_1 = \frac{Q_{э.д} \cdot (D_c + 2S + d_в)}{2 \cdot \sqrt{(D_c + 2S + d_в)^2 - a^2}} \ кГ,$$

где Q_1 — давление прессующего валика на слой асбестоцемента, *кГ*;
D_c — диаметр форматной скалки, *см*;
S — толщина слоя асбестоцементной массы, *см*;
$d_в$ — диаметр прессующих валиков, *см*;
a — расстояние между центрами прессующих валиков, *см*;
α — угол, образованный направлением сил давления прессующих валиков.

Обозначим длину навиваемой на скалку трубы $L_т$, *см*.

Удельное линейное давление прессующих валиков (давление на 1 линейный *см* навиваемой стенки) равно:

$$q_{п.в} = \frac{Q_1}{L_т} = \frac{Q_{э.д}(D_c + 2S + d_в)}{2L_т\sqrt{(D_c + 2S + d_в)^2 - a^2}} \ кГ/см.$$

Эти давления действуют на навиваемую трубу сверху. Снизу же стенка трубы подвергается давлению опорного вала $Q_{о.в}$, которое слагается из общего давления экипажа давления $Q_{э.д}$, веса форматной скалки Q_c и веса навитой трубы $Q_т$, т. е. $Q_{о.в} = Q_{э.д} + Q_c + Q_т$.

Удельное линейное давление опорного вала:

$$q_{о.в} = \frac{Q_{о.в}}{L_т}; \qquad q_{о.в} = \frac{Q_{э.д} + Q_c + Q_т}{L_т} \ кГ/см.$$

Эти давления не должны превышать определенной величины, в противном случае навитый слой асбестоцемента разваль-цовывается, отстает от поверхности форматной скалки и в конце концов разрушается. Следовательно, существуют определенные оптимальные величины удельных давлений, превышение которых вызывает разрушение навиваемой трубы.

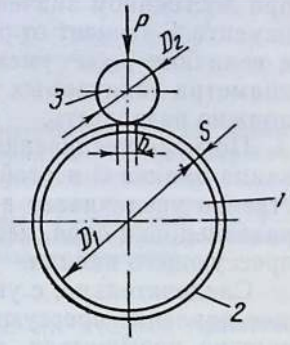


Рис. 50. Схема действия прессующего валика на слой асбестоцементной массы:
1 — форматная скалка, *2* — слой асбестоцемента, *3* — прессующий валик

Рассмотрим действие прессующих валиков на слой асбестоцементной массы (рис. 50). Представим себе форматную скалку *1* диаметром D_1 и длиной L, на поверхности которой равномерно нанесен слой асбестоцемента 2 толщиной S. На этот слой равномерно по всей его длине с силой P давит прессующий валик *3* диаметром D_2.

Под влиянием давления P валика *3* слой асбестоцемента будет сжиматься, и давление P распределится на площади $L \cdot b$, где b — ширина полосы смятия слоя.

Размер ширины полосы смятия b будет возрастать с увеличением размеров диаметров как D_1, так и D_2. Так как слой асбестоцементной массы обладает пластичностью, то прессующий валик вдавливается в него и глубина его вдавливания возрастает с увеличением давления P и толщины S слоя асбестоцемента. Следовательно, оба эти фактора также будут влиять на размер ширины площадки смятия слоя.

Слой по ширине b сжат неравномерно: в средней зоне полосы смятия напряжение будет достигать наибольшей величины, а по краям — убывать до нуля.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
Published by AsbestosClaims.Law
ACL Doc 25272 · Page 75 of 158
asbestosclaims.law/library/25272/75

Среднее напряжение сжатия, которое мы обозначим $p_{ср}$, будет составлять:

$$p_{ср} = \frac{P}{L \cdot b}$$

и максимальное

$$p_{наиб} = \frac{P}{L \cdot b} \cdot K \frac{кГ}{см^2},$$

где K — больше единицы.

В том случае, если $p_{наиб}$ превзойдет определенную величину, слой асбестоцемента начинает перемещаться в сторону меньшего давления, т. е. от центральной части к краям. Так как этот процесс вследствие вращения цилиндров будет непрерывным, то навиваемая стенка трубы может оторваться от поверхности форматной скалки, и при дальнейшем продолжении прокатки — разрушиться.

Возвратимся теперь к выражению $p_{наиб} = \frac{P}{L \cdot b} \cdot K$. Величина b при постоянном значении величины D_2 и толщины слоя асбестоцемента S зависит от размера D_1 и с его увеличением возрастает, а величина $p_{наиб}$ уменьшается. Следовательно, с увеличением диаметра навиваемых труб общее давление прессующих валиков должно возрастать.

По мере увеличения толщины навитого слоя глубина вдавливания валика *3* в слой асбестоцемента возрастает, что соответственно увеличивает в нем напряжения сдвига. Во избежание развальцовки слоя, необходимо снижать общее давление на него прессующего валика.

Следовательно, с увеличением диаметра навиваемых труб общее давление прессующих валиков на стенку навиваемой трубы должно повышаться, а по мере возрастания толщины навитой стенки — снижаться.

Диаметры и толщины стенок труб меняются в широких пределах и это заставляет изменять давление прессующих валиков как в процессе навивания одной трубы, так и при переходе на изготовление труб другого внутреннего диаметра. Изменяют это давление путем изменения давления масла в гидравлических цилиндрах экипажа давления, которые устанавливаются или на самом экипаже давления (на трубоформовочных машинах старой конструкции), или с боков трубоформовочной машины, с воздействием их штоков на траверсу экипажа давления (на трубных машинах новой конструкции).

Основные узлы трубоформовочных машин. На наших заводах, вырабатывающих асбестоцементные трубы, установлены следующие трубоформовочные машины, которые отличаются длиной вырабатываемых труб, конструкцией и степенью автоматизации работы отдельных узлов:

АТМ-3 и СМ-713, вырабатывающие трубы диаметром от 75 до 200 *мм* и длиной 3 *м*;

АТМ-4 и СМ-871, вырабатывающие трубы диаметром от 200 до 500 *мм* и длиной 4 *м*;

машина РКМ, вырабатывающая трубы диаметром от 100 до 1000 *мм* и длиной 6 *м*.

На рис. 51 изображен схематический разрез ванны сетчатого цилиндра четырехметровой трубоформовочной машины. Перед ванной установлена мешалка *1*, в которую поступает водная асбестоцементная суспензия. Мешалка распределяет суспензию по длине ванны, восстанавливая равномерность концентрации суспензии. Из мешалки через сливную перегородку *2* асбестоцементная масса переливается в ванну *7* сетчатого цилиндра, в которой установлена не доходящая до дна перегородка *8*, направляющая массу в нижнюю часть ванны к перемешивающим мешалкам. У сетчатого цилиндра установлена промывная трубка *3*, которая непрерывно промывает сетку. Ранее на старых четырехметровых трубоформовочных машинах по другую сторону сетчатого цилиндра устанавливали вторую трубку *6*, назначение которой состоит в следующем.

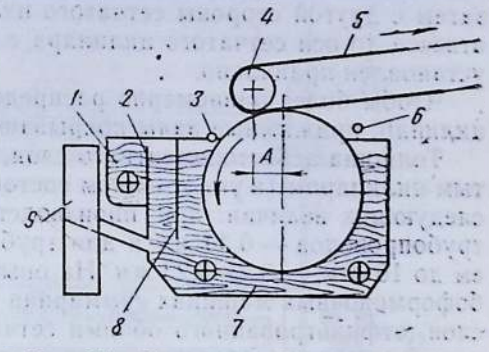


Рис. 51. Схематический разрез ванны сетчатого цилиндра четырехметровой трубоформовочной машины:

1 — мешалка, *2* — сливная перегородка, *3* и *6* — промывные трубки, *4* — прижимной вал, *5* — сукно, *7* — ванна, *8* — перегородка, *9* — камера поплавкового регулятора

Во время остановки трубоформовочной машины для отвода форматной скалки с навитой трубой и установки новой скалки сетчатый цилиндр отфильтровывает толстый слой, не пригодный для навивания трубы. Поэтому после каждой остановки машины перед ее пуском в промывную трубку *6* подавали воду, которая смывала слой асбестоцемента с поверхности сетчатого цилиндра. После этого подачу воды в трубку *6* прекращали, и первичный слой асбестоцемента с сетчатого цилиндра начинал переходить на рабочее сукно *5*.

В результате рационализации этих машин продолжительность процесса смены скалок на четырехметровой трубоформовочной машине резко сократилась, что позволило отказаться от использования трубки *6* и на подавляющем большинстве заводов эти трубки сняты. Но при формовании труб диаметром 300 *мм* и бо-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 76 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/76

лее на старых, так называемых шарнирных машинах, на которых смена скалок производится медленнее, смывные трубки следует устанавливать, так как это улучшает качество труб.

Сукно *5* прижимается к поверхности сетчатого цилиндра прижимным валом *4*. Так как от равномерного распределения этого давления зависят равномерность отжатия воды из асбестоцемента, продолжительность службы сеток и рабочего сукна, необходимо периодически проверять установку прижимного вала. Для этого от оси вала опускают отвес и измеряют расстояние *А* от оси вала до центра оси сетчатого цилиндра сначала с одной, а затем с другой стороны сетчатого цилиндра. Если расстояния от отвесов до оси сетчатого цилиндра с обеих сторон равны, то вал установлен правильно.

Чтобы более равномерно распределять давление на сетчатый цилиндр, прижимные валы покрывают слоем мягкой резины.

Толщина асбестоцементного слоя, отфильтровываемого сетчатым цилиндром (в уплотненном состоянии), обычно не превышает следующих величин: при производстве труб для безнапорных трубопроводов — 0,30 *мм* и для труб, работающих под давлением до 10 *ати*, — 0,2—0,23 *мм*. На опытных двухцилиндровых трубоформовочных машинах суммарная толщина асбестоцементного слоя, отфильтрованного обоими сетчатыми цилиндрами, при хорошей структуре достигла соответственно 0,3—0,35 *мм*.

Камера *9* поплавкового регулятора, рассматриваемая нами в § 26, имеется в машинах АТМ-3, СМ-713, АТМ-4 и СМ-871. В ванне трубоформовочной машины РКМ уровень суспензии регулирует мембранный уровнемер (см. также § 26).

Трубоформовочные машины АТМ-3, СМ-713, АТМ-4 и СМ-871 имеют по одной ванне и, соответственно, по одному сетчатому цилиндру. У этих машин, кроме машины СМ-871, мешалки в ваннах вращает общий электродвигатель через редуктор цепным приводом, отхватывающим звездочки, надетые на оси мешалочек. Недостатком такого привода является необходимость смены звездочек при изменении числа оборотов мешалок.

Как уже отмечалось, основное отличие конструкции трубоформовочных машин от листоформовочных заключается в головных, формующих частях. Оно вытекает из различия формуемой ими продукции: листоформовочная машина формует лист на поверхности стационарного форматного барабана, а трубоформовочная машина — трубу на сменных форматных скалках различного диаметра. На трубоформовочной машине помимо рабочего сукна имеется верхнее прессовое сукно.

Съем сформованного листа с форматного барабана производит срезчик, который направляет лист на ленточный конвейер. Гораздо сложнее процесс съема сформованной трубы с трубоформовочной машины, который включает следующие операции:

подъем экипажа давления;

вывод скалки с навитой трубой из формующей части трубной машины;

ввод в формующую часть трубоформовочной машины новой форматной скалки;

подколку концов трубы;

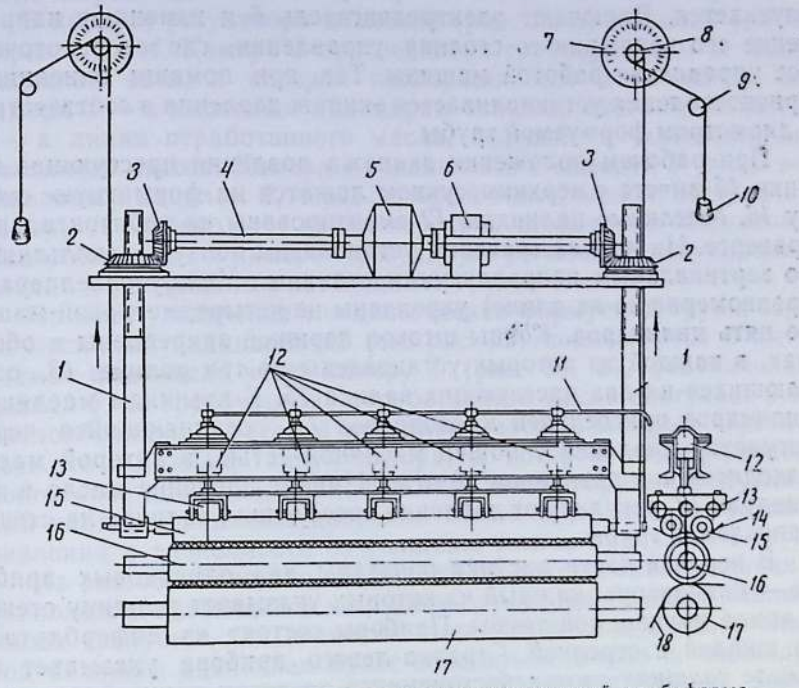


Рис. 52. Схема экипажа давления четырехметровой трубоформовочной машины АТМ-4:

1 — стержень для подъема экипажа давления, *2* — гайка с коническим зубчатым колесом, *3* — коническое зубчатое колесо, *4* — вал, *5* — редуктор, *6* — электродвигатель, *7* — циферблат индикатора, *8* и *9* — звездочки, *10* — грузик, *11* — маслопровод, *12* — масляные цилиндры, *13* — ролики, *14* — верхнее сукно, *15* — прессующие валики, *16* — форматная скалка, *17* — опорный (ведущий) вал, *18* — рабочее сукно

развальцовку трубы;

съем трубы со скалки и подача ее на конвейер для предварительного твердения;

опускание экипажа давления на новую скалку.

На рис. 52 приведена схема экипажа давления четырехметровой трубоформовочной машины АТМ-4. Экипаж давления подвешен к станине машины на двух массивных стержнях *1*, имеющих в верхней части винтовые нарезки, которые входят в гайки *2*. Гайки *2* установлены на станине машины, причем на боковой их поверхности нарезаны конические зубчатые колеса, приводимые во вращение коническими зуб-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 77 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/77

чатыми колесами *3*, насаженными на вал *4*. Вал приводится во вращение через редуктор *5* реверсивным электродвигателем *6*, который путем переключения двух его фаз может вращаться в направлении движения часовой стрелки и наоборот.

При вращении электродвигателя в одном направлении экипаж давления поднимается, а при вращении в противоположном опускается. Включают электродвигатель *6* и изменяют направление его вращения со столика управления, где сосредоточено все управление работой машины. Так, при помощи описанного приспособления устанавливается экипаж давления в соответствии с диаметром формуемой трубы.

При рабочем положении экипажа давления прессующие валики *15* вместе с верхним сукном ложатся на форматную скалку *16*. Масляные цилиндры *12* смонтированы на горизонтальной траверсе. На концах траверсы установлены ползуны, скользящие по вертикальным направляющим станины. Между швеллерами (равномерно по их длине) укреплены на четырехметровой машине пять цилиндров. Концы штоков поршней закреплены в обоймах, в каждой из которых установлены по три ролика *13*, опирающихся на два прессующих валика *15*. К крышкам масляных цилиндров присоединен маслопровод *11*, соединяющийся через регулятор давления с общей масляной сетью, в которой масло находится под давлением 20 *ати*. Изменяя давление масла в цилиндрах *12*, регулируют давление прессующих валиков на стенку навиваемой трубы.

В верхней части рисунка показаны два одинаковых прибора — индикатора, каждый из которых указывает толщину стенки у конца навиваемой трубы. Приборы состоят из циферблата *7* со шкалой и стрелкой. Стрелка левого прибора указывает по шкале толщину слоя асбестоцемента на левом конце форматной скалки, а правого — на противоположном ее конце. Стрелки приводит в движение цепочка, один конец которой закреплен на экипаже давления, а другой охватывает звездочку *8*, имеющую общую ось со стрелкой индикатора, потом проходит направляющую звездочку *9* и заканчивается грузиком *10*, который натягивает цепочку.

По мере увеличения толщины стенки навиваемой трубы экипаж давления поднимается, прикрепленный к концу цепочки грузик опускается, звездочка *8* начинает вращаться, увлекая за собой стрелку индикатора. Замедленное движение стрелки одного индикатора по сравнению со стрелкой другого указывает, что с этой стороны в ванне сетчатого цилиндра концентрация асбестоцементной суспензии ниже, чем на противоположной, или что часть сетчатого цилиндра начала забиваться асбестоцементом, в результате чего его фильтрующая способность снизилась.

Некоторые заводы установили на индикаторах конечные выключатели, автоматически выключающие питание электродвигателя, приводящего в движение опорный вал машины, при достижении заданной толщины стенки.

Давление в масляных цилиндрах *12* экипажа меняется автоматически при помощи регулятора давления, установленного на столике управления. Схема этого регулятора изображена на рис. 53.

В корпусе регулятора давления (рис. 53, *а*) имеются три камеры *1*, *3* и *4*. Камера *3* присоединена трубопроводом к общей масляной сети, в которой поддерживается давление 20 *ати*; камера *1* — к масляным цилиндрам экипажа давления и камера *4* — к линии отработанного масла, ведущей к маслосборнику масляного насоса. Камера *1* соединяется с камерой *3* узким вертикальным каналом *2*, через который масло может поступать в камеру *1*. Обычно этот канал перекрыт игольчатым клапаном *8*. Давление масла в камере *4* регулирует рычажный редукционный клапан *5* с подвижным катающимся грузом *6*.

По мере увеличения толщины стенки формуемой трубы поршни масляных цилиндров *12* (см. рис. 52) поднимаются и вытесняемое ими масло через камеру *1* (рис. 53, *а*), редукционный клапан *5*, по трубопроводу отработанного масла поступает в бак маслосборника, а затем к масляному насосу, который перекачивает его в цилиндр аккумулятора, в котором поддерживается постоянное давление, равное 20 *ати*. Таким образом, редукционный клапан *5* изменяет давление масла в цилиндрах экипажа давления в зависимости от толщины стенки навиваемой трубы.

Из рис. 53, *а* ясно, что чем дальше от редукционного клапана *5* расположен катающийся на рычаге груз *6*, тем большее давление масла требуется для поднятия этого клапана и, следовательно, под большим давлением будет находиться масло в цилиндрах экипажа давления и тем с большей силой прессующие валики будут давить на стенку навиваемой трубы.

Положение катающегося груза *6* устанавливается автоматически в зависимости от толщины стенки навиваемой трубы. Следовательно, давление масла в камере *1* и в масляных цилиндрах экипажа давления определяется исключительно положением подвижного груза на рычаге редукционного клапана *5*.

Положение груза редукционного клапана, которое определяет величину давления прессующих валиков на стенку навиваемой трубы, зависит от толщины навитого слоя асбестоцемента на форматной скалке. Эта зависимость осуществляется при помощи следующего устройства.

Подвижной груз *6* металлическим стержнем *9* связан с обоймой *10*, которая в свою очередь при помощи гайки закрепляется в прорези стержня *11* (см. рис. 53, *б*). Стержень *11* и звездочка *13* посажены жестко на одном конце валика *12*, на другом конце которого также жестко посажена рукоятка *14*. На схеме рис. 53, *б* стержень *11* и рукоятка *14* расположены под различ-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
Published by AsbestosClaims.Law
ACL Doc 25272 · Page 78 of 158
asbestosclaims.law/library/25272/78

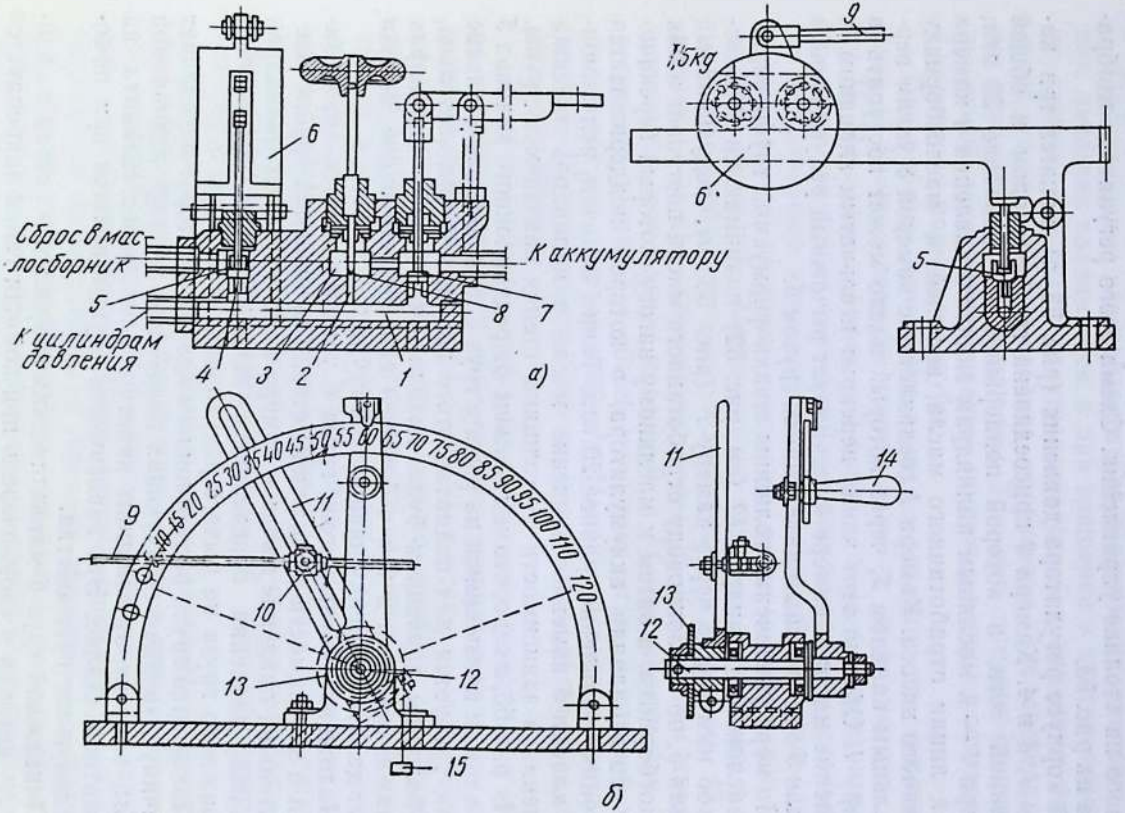


Рис. 53. Схема регулятора давления масла в цилиндрах экипажа давления:

а — регулятор давления, *б* — шкала регулятора; *1*, *3*, и *4* — камеры, *2* — вертикальный канал, *5*, *7* и *8* — клапаны, *6* — подвижной груз, *9* и *11* — стержни, *10* — обойма, *12* — валик, *13* — звездочка, *14* — рукоятка, *15* — контргруз

Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/79

ными углами, фактически же они установлены один против другого. Через звездочку *13* перекинута цепь, на одном конце которой подвешен контргруз *15*, а другой ее конец соединен металлическим гибким тросом с устройством для автоматического перемещения подвижного груза *6* соответственно увеличению толщины стенки трубы.

Схематически это устройство представлено на рис. 54. Цепь, находящаяся в зацеплении со звездочкой *13*, на одном конце

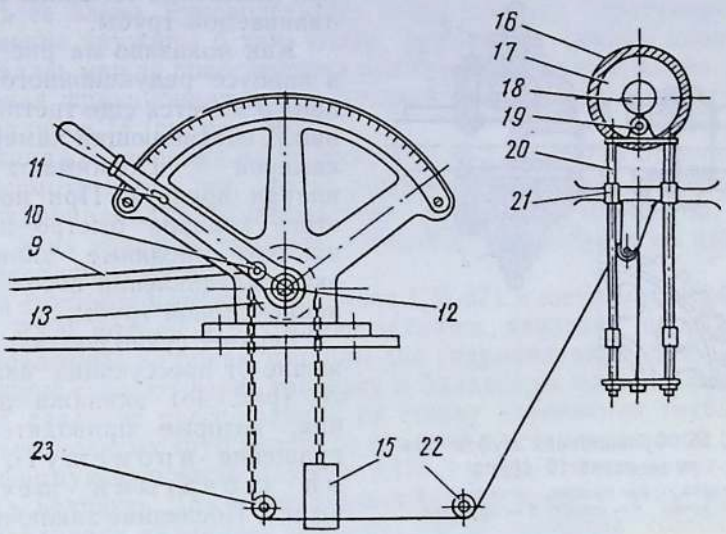


Рис. 54. Схема устройства автоматического передвижения редукционного клапана регулятора давления (позиции этого рисунка являются продолжением позиций рис. 53):

9 и *11* — стержни, *10* — обойма, *12* — валик, *13* — звездочка, *14* — рукоятка, *15* — контргруз, *16* — навиваемая труба, *17* — форматная скалка, *18* — ось форматной скалки, *19* — упорный ролик, *20* — рама, *21* — направляющие, *22* и *23* — направляющие ролики

имеет груз *15*, а другим концом связана с тонким металлическим тросом. Трос проходит направляющие ролики *22* и *23*. Конец его закреплен на легкой подвижной раме *20*. Таким образом, рама *20* оказывается подвешенной на тросе. На верхнем конце рамы имеется ролик *19*. Груз *15* натягивает трос, и ролик *19* все время прижимается к оси *18* форматной скалки *17*. Рама *20* перемещается вертикально по направляющим *21*, неподвижно укрепленным на станине трубоформовочной машины.

Так как опорный вал, на котором лежит форматная скалка с навиваемым слоем асбестоцемента, вращается в неподвижных опорах, то по мере увеличения толщины навитого слоя ось форматной скалки поднимается; соответственно поднимается рама *20* и опускается контргруз *15*. Это заставляет звездочку *13* вращать-

Production of Asbestos-Cement Products (1970) Published by AsbestosClaims.Law
ACL Doc 25272 · Page 80 of 158 asbestosclaims.law/library/25272/80

ся по направлению движения часовой стрелки, а подвижной груз *6* (см. рис. 53) — перемещаться в направлении к оси вращения рычага редукционного клапана *5*. Поворачивая рукоятку *14* стержень *11*, можно перед началом формования трубы в цилиндрах экипажа давления установить любое давление, а передвигая обойму *10*, на которой закрепляется металлический стержень *9*, связывающий подвижной груз со стержнем *11*, можно увеличить или уменьшить скорость падения в них давления при изменении толщины стенки навиваемой трубы.

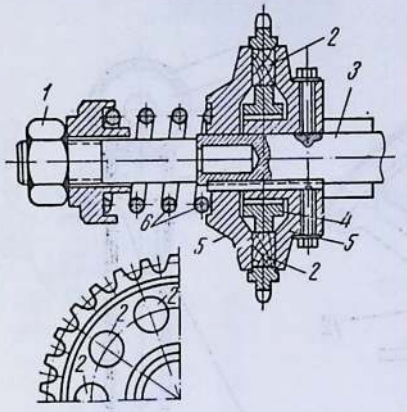


Рис. 55. Фрикционная муфта привода верхнего сукна:
1 — гайка, *2* — пробка, *3* — вал, *4* — звездочка, *5* — диски, *6* — пружина

Как показано на рис. 53, *а* в корпусе редукционного клапана *5* имеется еще третий клапан *7*, соединяющий камеру *1* с камерой *3*. Поднимают этот клапан вручную. При помощи этого клапана быстро наполняются масляные цилиндры экипажа давления перед навиванием новой трубы.

Верхнее сукно получает движение от прессующих валиков *20* (рис. 48) экипажа давления, которые приводятся во вращение промежуточными зубчатыми шестернями. Последние заключены в две пары шарнирно соединенных обойм, вследствие чего их сцепление при различных положениях экипажа давления не нарушается.

Крайняя шестерня первой пары обойм закреплена на валу *3* (рис. 55), на конце которого между двумя дисками трения *5* расположена звездочка *4*, приводимая во вращение цепной передачей от привода машины. Диски *5* посажены на шпонках и вращают вал *3*. Звездочка *4* посажена на вал свободно.

В теле звездочки имеется ряд отверстий, в которые вставлены обладающие высоким коэффициентом трения пробки *2*. Эти пробки выступают из тела звездочки и зажаты между дисками трения *5*. Фрикционные диски нажимают на эти пробки силой стальной пружины *6*, натягиваемой гайкой *1* и приводят во вращение вал *3*.

Согласованность движения верхнего и нижнего сукон достигается тем, что звездочка *4*, приводящая в движение через диски *5* вал *3* вращается с несколько большей скоростью, чем это необходимо. Вал же *3* приводит в движение верхнее сукно с той же скоростью, что и нижнее, вследствие скольжения пробок *2* звездочки по поверхности торцов дисков *5*. Сила, с которой звездочка через ряд шестерен будет вращать прессующие валики экипажа давления и вести верхнее сукно, регулируется спиральной пружиной *6*. Если слишком натянуть пружину гайкой, то усилие, передаваемое звездочкой прессующим валикам, будет слишком велико, и верхнее сукно, стремясь двигаться быстрее рабочего сукна, будет тянуть форматную скалку вправо (см. рис. 48).

Наоборот, при недостаточном натяжении пружины верхнее сукно будет тормозить вращение форматной скалки, а нижнее тянуть ее влево. Руководствуясь этим, следует отрегулировать натяжение пружины *6* так, чтобы форматная скалка спокойно вращалась между прессующими валиками и опорным валом. Аналогичная фрикционная муфта установлена и на приводе отжимных валиков *18* (см. рис. 48).

Экипажи давления на машинах АТМ-3 и СМ-713 отличаются от рассмотренного тем, что их подъем и опускание производят два гидроцилиндра, установленные на верхней платформе станины, а на траверсе экипажа давления установлено не пять, а три масляных цилиндра.

На трубоформовочных машинах СМ-871 и шестиметровой машине РКМ подъем и опускание экипажа давления производят установленные по бокам машины два гидроцилиндра. Эти гидроцилиндры создают через траверсу и балансиры экипажа необходимое давление пресс-валиков на стенку навиваемой трубы.

Съем навитых труб вместе со скалкой и установка новой скалки в формующую часть машины АТМ-3 и СМ-713 ранее производились вручную. Для развальцовки стенок труб у этих машин устанавливали каландры. Рабочая часть каландра состоит из двух параллельно расположенных валиков, получающих вращение от электродвигателя через редуктор и верхнего свободно вращающегося валика, который поднимается и опускается штоками двух гидроцилиндров, установленных на станине каландра. Форматную скалку с навитой трубой вручную укладывали на два нижних валика, производили подкол концов трубы, затем сверху на трубу опускался верхний валик, включался электродвигатель, и приводные валики вращали скалку с трубой. Под действием давления верхнего валика труба развальцовывалась и скалку вручную вынимали из трубы.

В настоящее время почти на всех трехметровых трубоформовочных машинах этот процесс автоматизирован.

Автомат для загрузки и разгрузки скалок в трубоформовочных машинах СМ-713 и АТМ-3 (рис. 56) выполняет следующие операции:

подает форматные скалки на опорный вал (сукно) трубоформовочных машин;

снимает с опорного вала форматные скалки со сформованной трубой;

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 81 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/81

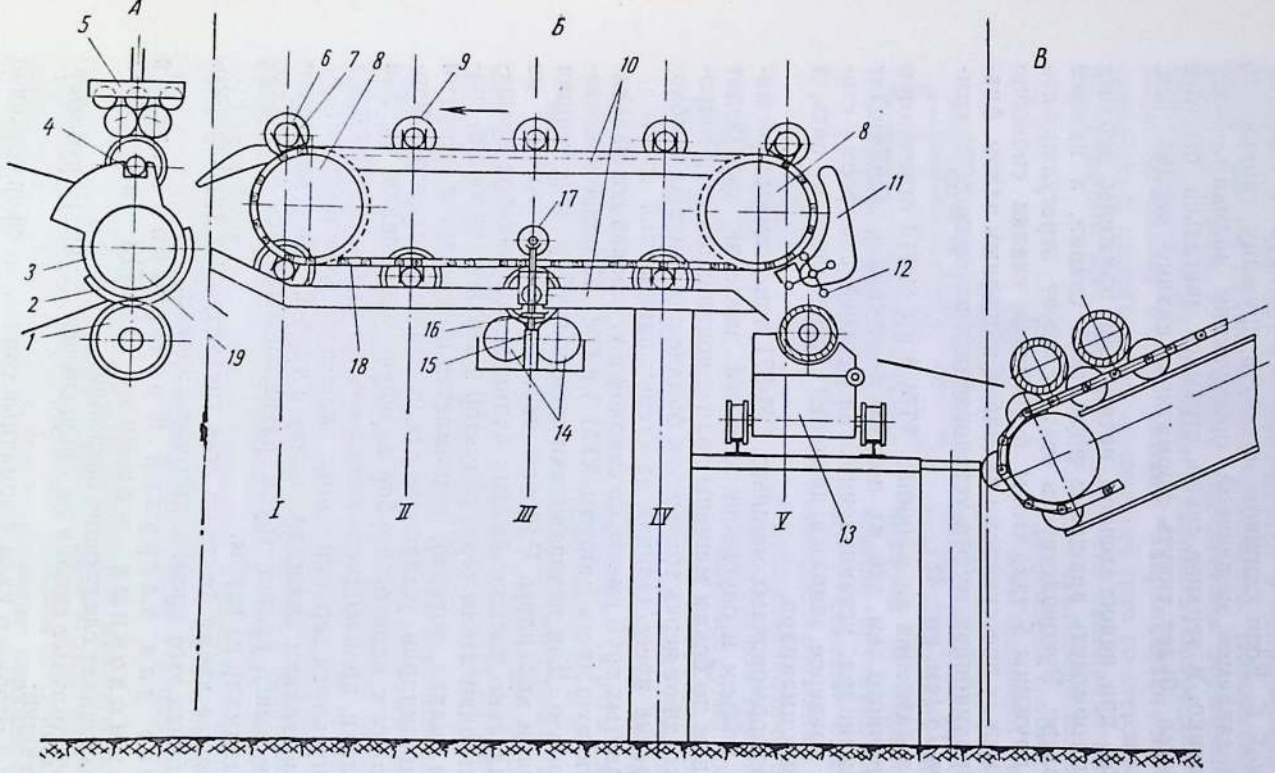


Рис. 56. Схема автомата для загрузки и разгрузки скалок в трубоформовочных машинах СМ-713 и АТМ-3:

А — головная часть трубоформовочной машины, *Б* — автомат, *В* — приемная часть конвейера предварительного твердения; *1* — привод вала транспортера скалок, *2* — зубчатый сектор, *3* — муфта, *4* — захват форматных скалок, *5* — экипаж давления трубоформовочной машины, *6* — цапфы форматных скалок, *7* — захваты транспортера скалок, *8* — звездочки, ведущие цепь транспортера скалок, *9* — форматные скалки, *10* — направляющие транспортера скалок, *11* — турникет, *12* — храповой механизм, *13* — тележка, *14* — нижние валки каландра, *15* — гидравлическиецилиндры, *16* — планки, *17* — верхний валок каландра, *18* — цепи транспортера скалок, *19* — конец опорного (ведущего) вала; *I, II, III, IV* и *V* — позиции форматных скалок на транспортере скалок

Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/82

подкалывает и развальцовывает асбестоцементную трубу;
вынимает форматную скалку из асбестоцементной трубы;
вынимает асбестоцементную трубу на конвейер предварительного твердения;
возвращает форматную скалку для нового цикла формования.

Схема включает: *А* — головную часть трубоформовочной машины, *Б* — рассматриваемый автомат, *В* — приемную (начальную) часть конвейера предварительного твердения труб.

Для использования форматных скалок, которые применялись раньше и были изготовлены из тонкостенных металлических труб, проточенных по наружному диаметру, на концы таких скалок привариваются цапфы *6* с проточенными шейками. За шейки вилочные захваты *7* перемещают в автомате скалки.

На обоих концах опорного (ведущего) вала *19* трубоформовочной машины свободно без шпоночных соединений установлены муфты *3* с вилочными захватами *4* и зубчатым сектором *2*. Под опорным валом *19* устанавливается приводной вал *1*, на концах которого посажены на шпонках шестерни, приводящие в движение муфты *3* с захватами *4*.

Основной частью автомата является транспортер скалок, представляющий собой две бесконечные цепи, на которых на равных расстояниях друг от друга закреплены десять захватов *7*. Захваты удерживают в определенном положении форматные скалки *9*, в которых цапфы *6* прокатываются по направляющим *10*. Цепи транспортера совершают шаговые перемещения в направлении, указанном на схеме стрелкой, величина которых равна расстоянию между захватами *7* или, что то же самое, расстоянию между осями скалок *9*. Интервалы шагового перемещения цепного конвейера скалок автомата определяются продолжительностью формования труб трубоформовочной машиной и сменой на ней форматных скалок.

Скалки, освобожденные от сформованных на них труб, движутся по верхней направляющей *10* к головной части *А* трубоформовочной машины; по нижней — к приемной части конвейера — скалки со сформованными трубами. После шагового перемещения форматные скалки как освободившиеся от труб, так и со сформованными трубами, занимают пять позиций на транспортере скалок, обозначенных на схеме цифрами *I*, *II*, *III*, *IV* и *V*.

В позиции I происходит смена скалок *9* на трубоформовочной машине. После того как труба сформована, экипаж давления *5* трубоформовочной машины поднимается, освобождая трубу. При верхнем положении он нажимает на конечный выключатель, который включает привод вала *1*. Находящиеся на концах вала *1* шестерни поворачивают на 100° зубчатый сектор *2* муфты *3* по направлению часовой стрелки и захваты *4* освобождают скалку от сформованной трубы, которая скатывается по наклонным

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
Published by AsbestosClaims.Law
ACL Doc 25272 · Page 83 of 158
asbestosclaims.law/library/25272/83

концам нижних направляющих *10*, попадая в захваты цепей транспортера, находящихся на позиции *I*.

Затем вал *1* поворачивает захваты *4* в противоположном направлении и одновременно приводится в движение транспортер скалок; цепи транспортера перемещаются на один шаг, передвигая все скалки на следующие позиции. Находящаяся на верхней направляющей в позиции *I* скалка скатывается, попадая в зев захвата *4*, который вводит ее на опорный вал; экипаж давления *5* опускается и на трубоформовочной машине начинается процесс формования новой трубы.

При следующем шаговом перемещении цепей транспортера скалок находящаяся в позиции *I* скалка с трубой перемещается в *позицию II*, где установлены иглы на подкол труб данного диаметра. Иглы перемещаются в направлении параллельном оси трубы, проходя между ее стенкой и поверхностью скалки, и возвращаются в исходное положение.

При следующем шаговом перемещении цепей транспортера скалка с подколотой трубой переходит в *позицию III*, где производится каландровка трубы. На этой позиции установлен каландр, нижние валки *14* которого непрерывно вращаются. Верхний валок *17* каландра поднимает и опускает штоки гидравлических цилиндров *15*. При укладке трубы на нижние валки *14* для прохода цапф *6* форматной скалки в направляющих *10* имеются прорези, которые при верхнем положении валка *17* закрывают закрепленные на штоках планки *16*. Когда на эти планки *16* станут цапфы *6* скалки, гидравлические цилиндры *15* опустят штоки и труба со скалкой ляжет на вращающиеся нижние валки *14* каландра, а сверху ее прижмет своим весом верхний валок *17*. За два-три оборота трубы внутренний диаметр ее несколько увеличится, и теперь скалку свободно можно извлечь из трубы. Затем гидравлические цилиндры *15* поднимут верхний валок *17* каландра и планки *16* поставят скалку с трубой в начальное положение.

При последующем шаговом перемещении цепей транспортера скалка с трубой переходит в *позицию IV*, которая является промежуточной, а затем переходит в *позицию V*, где происходит снятие трубы со скалки, передача снятой трубы на конвейер предварительного твердения, а форматной скалки на транспортер скалок.

Перед позицией *V* скалка с трубой скатывается по направляющим *10* и ложится в желоб тележки *13*. Желоб предварительно устанавливается на такой высоте (соответствующей диаметру трубы), чтобы цапфа скалок вне зависимости от их диаметра была всегда на одной высоте.

При укладке трубы в желоб цапфа скалки попадает в вилку, задерживающую скалку при передвижении тележки. Затем тележка *13*, длина которой превышает двойную длину скалки, приводится в движение, а труба стягивается со скалки, причем освобождающаяся часть скалки поддерживается установленным на тележке роликом. После выхода трубы специальный механизм рычагами поднимает скалку и подает ее цапфы в раскрытый зев захвата *7* цепей транспортера, где она удерживается храповым механизмом *12* и при последующем переходе на верхние направляющие *10* транспортера направляется турникетом *11*.

Тележка *13* с трубой, после снятия с нее скалки, возвращается в исходное положение, при котором специальный механизм

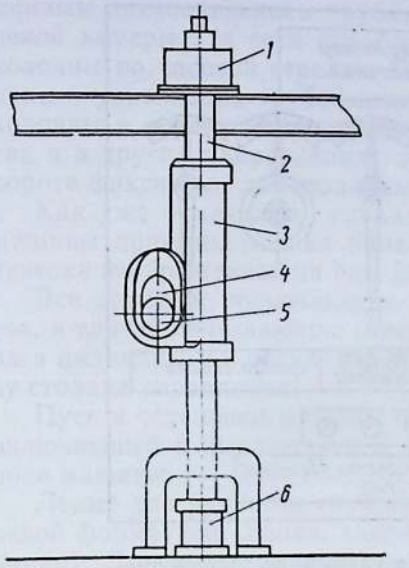


Рис. 57. Механизм смены скалок на трубоформовочной машине АТМ-4:

1 — сервомотор, *2* — колонна, *3* — обойма, *4* — затвор для закрепления оси форматной скалки, *5* — ось форматной скалки, *6* — гидроподъемник

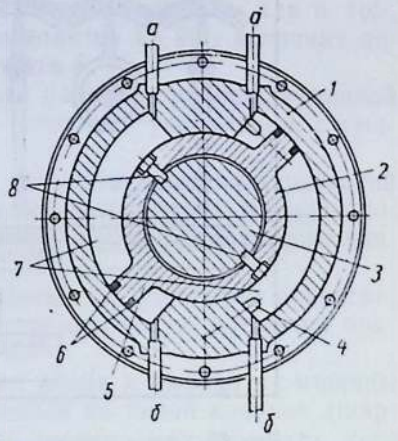


Рис. 58. Разрез гидравлического сервомотора:

1 — корпус, *2* — ротор, *3* — колонна, *4* — стопорные винты, *5* — приливы ротора, *6* — уплотнения, *7* — камеры, *8* — шпоночные шпильки, *а* и *б* — трубки

поворачивает желоб тележки на 45° и труба скатывается с него по наклонному мостику на конвейер твердения.

Так как автомат одновременно может принимать от трубоформовочной машины трубы только одного диаметра, то при переходе на формование труб другого диаметра требуется переналадка отдельных деталей автомата.

Съем навитой трубы с трубоформовочных машин. Подколка концов трубы и ее развальцовка производится на самой машине АТМ-4, как это уже отмечалось при рассмотрении схемы рис. 48. В связи с этим при формовании трубы машина останавливается два раза: один — для подколки концов и

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 84 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/84

другой — для вывода скалки с навитой трубой после развальцовки последней и ввода новой скалки. Ввод и вывод форматных скалок производит на машине АТМ-4 механизм смены скалок (рис. 57).

По обеим сторонам прессового (ведущего) вала установлены колонны *2* (рис. 57), на которых жестко установлены мощные обоймы *3* с гнездом для установки конца оси форматной скалки *5*, которая прочно закрепляется затвором *4*. Нижний конец

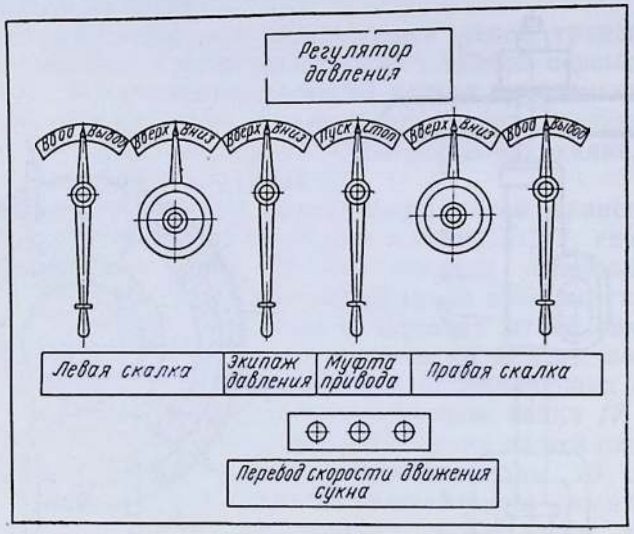


Рис. 59. Схема панели столика управления трубоформовочной машиной АТМ-4

колонны установлен во внутренней полости плунжера гидравлического подъемника *6*, где опирается на подшипник, позволяющий производить поворот колонны. Поворот колонны *2* осуществляет установленный на станине машины гидравлический сервомотор *1*, в который входит верхняя часть колонны.

Разрез гидравлического сервомотора поворота колонны изображен на рис. 58. Сервомотор состоит из цилиндрического корпуса *1*, в котором расположен ротор *2* с двумя приливами *5*, плотно прилегающими к внутренней поверхности корпуса. Для большей герметичности на торцах приливов имеются кожаные уплотнения *6*.

Ротор надет на верхнюю часть колонны *3* и соединяется с ней двумя шпоночными шпильками *8*, входящими в профрезованные продольные канавки, что дает возможность осевого перемещения колонны при ее подъеме. Корпус *1* и ротор *2* как сверху, так и

снизу плотно закрыты крышками, в результате чего в сервомоторе образуются две камеры *7*, в каждую из которых проведены две трубки *а* и *б*. Эти трубки ведут к панели управления работой трубоформовочной машины, где одна из них (любая) может быть присоединена к общей масляной сети, идущей от аккумулятора, в то время как другая трубка одновременно присоединяется к сети отработанного масла.

Пуск масла под давлением, создаваемым аккумулятором, в трубку *а* правой камеры *7* и трубку *б* левой камеры *7* с одновременным присоединением трубки *б* правой камеры *7* и трубки *а* левой камеры *7* к сети отработанного масла вызовет поворот колонны по часовой стрелке. Соответствующее переключение на панели управления трубоформовочной машины вызовет поворот колонны в обратном направлении. Поворот колонны как в том, так и в другом направлениях производится на 90°; величину поворота фиксируют два стопорных винта *4*.

Как уже отмечалось, управление работой трубоформовочной машины производится на панели (столике) управления, схематически изображенной на рис. 59.

Все приборы, включающие и выключающие электрический ток, а также открывающие и переключающие краны маслопровода в цилиндры и в регулятор давления масла, расположены внизу столика управления.

Пуск и остановка машины производятся поворотом рукоятки, включающей и выключающей электромагнитную муфту на приводе машины.

Левые две рукоятки служат для ввода и вывода из машины левой форматной скалки, закрепленной на левой колонне (шарнирно). Для ввода скалки следует поднять колонну, для чего необходимо под давлением подать в цилиндр масло, а это достигается поворотом против часовой стрелки второй круглой рукоятки. Затем скалку надо поставить под опорным валом машины, для чего следует повернуть колонну на 90°. Это достигается поворотом первой рукоятки (также против часовой стрелки), стержень которой включит гидравлический сервомотор, вращающий эту колонну. Затем скалку нужно опустить на опорный вал, для чего колонну опускают, повернув по часовой стрелке вторую рукоятку, которая подключит цилиндр к линии сброса масла, и колонна под собственным весом вытеснит из цилиндра масло и опустится.

После того как закончится процесс формования трубы, скалка с навитой трубой выводится из машины посредством тех же рукояток.

Таким же порядком, но при посредстве правых двух рукояток производится ввод и вывод правой форматной скалки.

Подъем и опускание экипажа давления производит реверсивный электродвигатель, который включается поворотом третьей

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
Published by AsbestosClaims.Law
ACL Doc 25272 · Page 85 of 158
asbestosclaims.law/library/25272/85

слева рукоятки на подъем или опускание; при среднем положении рукоятки электродвигатель отключается.

Регулятор давления масла (рис. 53) в цилиндрах экипажа давления также установлен на панели столика.

Скорость движения сукна регулируют тремя электрокнопками, при посредстве которых пуск машины можно производить при замедленных оборотах ведущего вала машины.

Перевод трубоформовочных машин на работу при высокой скорости, что повышает их производительность, осложняется тем, что их приходится периодически останавливать (для смены скалок на трехметровой и для развальцовки и смены скалок на четырехметровой машинах). Если при этом пустить машину сразу на большую скорость, то будут рваться передаваемые на форматную скалку первичные слои асбестоцемента, увеличится расход сеток и сукон. Для того чтобы этого не происходило, привод машины снабжают приспособлением, позволяющим при пуске постепенно доводить скорость движения машины до 35 *м/мин* и даже выше.

Для съема сформованных труб со скалки машины АТМ-4 впереди ее по обеим сторонам устанавливают два приспособления, параллельные оси машины. Эти съемные приспособления состоят из металлической рамы длиной 8 *м*, по которой передвигается каретка. Каретку приводит в движение бесконечная цепь, натянутая на приводные валики со звездочками, которые установлены на концах рамы. Звездочку вращает через редуктор электродвигатель. На каретке имеется полукруглый деревянный желоб с внутренним диаметром, равным внешнему диаметру навиваемой трубы. При движении каретки желоб снимает трубу со скалки, а скалка остается на колонне. С желоба трубу снимает и переносит на конвейер предварительного твердения кран.

На машинах СМ-871 и РКМ отсутствует рассмотренный механизм (колонны) для смены скалок. Поэтому на этих машинах при смене форматных скалок и освобождении их от сформованных труб, скалка и труба сохраняют перпендикулярное положение к оси трубоформовочной машины. Процесс съема сформованных труб со скалок аналогичен такому же процессу на машине АТМ-4. Различие лишь в том, что желоб с трубой остается на месте, а осевое перемещение получает скалка. Это исключает необходимость иметь для переноса труб на конвейер предварительного твердения кран, так как после выемки скалки съемный механизм наклоняет желоб и труба по наклонной плоскости скатывается на конвейер предварительного твердения труб, т. е. так же, как на рассмотренном выше автомате (см. рис. 56).

На машине СМ-871 подколка концов и развальцовка труб производятся так же, как на машине АТМ-4, поэтому в процессе формования трубы машина СМ-871 также останавливается два раза: первый — для подколки концов трубы, второй — для смены

скалок. Смену скалок и выемку из навитой трубы скалки выполняют механизмы.

В трубоформовочной машине РКМ ввод форматной скалки в формующую часть машины, вывод скалки с отформованной трубой из формующей части и подача их на каландр, подколка концов и развальцовка труб, снятие труб со скалки и подача их на конвейер предварительного твердения производит автомат, установленный перед станиной трубоформовочной машины.

Экипаж давления опускается и начинается процесс формования следующей трубы. Так как процесс формования труб, их каландрования и съема труб с форматной скалки протекают одновременно, то время простоя трубоформовочной машины за каждый цикл ее работы определяется временем рабочего передвижения кареток.

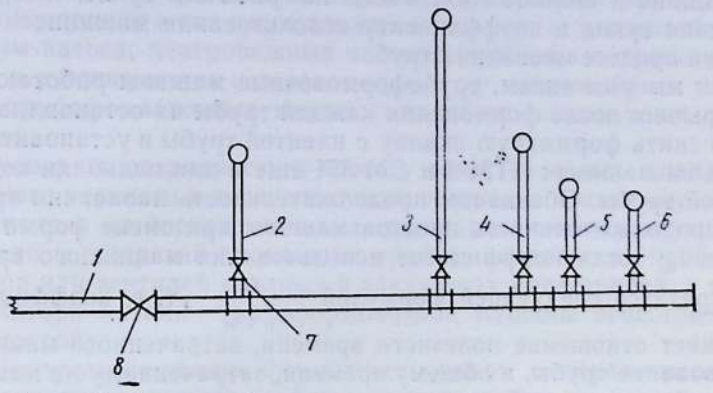


Рис. 60. Схема трубопровода для промывки деталей трубоформовочной машины АТМ-4:

1 — магистральная труба, *2, 3, 4, 5* и *6* — отводы к промывным трубкам, *7* — кран, *8* — задвижка

Трубоформовочные машины, так же как и листоформовочные, расходуют большое количество воды. На рис. 60 показана схема трубопровода, при помощи которого промывают сетчатый цилиндр и сукно четырехметровой трубоформовочной машины АТМ-4. В трубу *1* поступает вода, осветленная рекуператорами. В промывную трубку, расположенную над вакуум-коробкой, для промывки рабочего сукна подается вода из трубки *6*, а в две другие промывные трубки — из трубок *4* и *5*. Трубка *2* питает промывную трубку сетчатого цилиндра.

Верхнее сукно во время работы трубоформовочной машины не промывается. Но если сукно надето вновь или машину надолго останавливали для промывки, то сукно необходимо промывать в течение 10—15 *мин*. В трубку для промывки верхнего сукна вода подается трубкой *3*. Перед всеми этими трубками на основ-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 86 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/86

ной магистральной трубе *1* поставлена задвижка *8* — лудло, закрываемая на время длительной остановки трубоформовочной машины. Трубки *3*, *4*, *5* и *6* снабжены кранами, которые закрывают во время прочистки промывных трубок. Вода в промывную трубку *2* для промывки верхнего сукна подается через кран *7*.

Производительность трубоформовочных машин. Часовая производительность трубоформовочных машин определяется так же, как и производительность листоформовочных: количеством асбестоцемента, переданного за определенное время рабочим суконом форматной скалке. Это количество массы прямо пропорционально толщине и ширине слоя массы на рабочем сукне, скорости движения сукна и коэффициенту использования машинного времени на процесс навивания труб.

Как мы уже знаем, трубоформовочные машины работают не непрерывно: после формования каждой трубы их останавливают, чтобы снять форматную скалку с навитой трубы и установить новую, а на машинах АТМ-4 и СМ-871 еще и для подколки концов навитой трубы. Обозначим продолжительность навивания трубы $t_н$, а продолжительность простоя машины при смене форматных скалок $t_п$; тогда коэффициент использования машинного времени выразится следующей формулой $\frac{t_н}{t_н+t_п}$, т. е. коэффициент выражает отношение полезного времени, затраченного машиной на навивание трубы, к общему времени, затраченному на навивание трубы и на неизбежные простои машины, связанные со сменой форматных скалок.

Время, затраченное на смену форматных скалок, мало зависит от диаметра скалок (т. е. от диаметра формуемых труб), а продолжительность навивания труб резко возрастает с увеличением диаметра и толщины стенки труб. Следовательно, коэффициент использования машинного времени и, соответственно, производительность трубоформовочной машины будут тем больше, чем большего диаметра трубы она формует и чем толще стенки этих труб.

Как уже отмечалось, производительность трубоформовочной машины пропорциональна толщине слоя асбестоцемента на рабочем сукне. Согласно стандарту, асбестоцементные трубы вырабатываются для водопроводов, работающих под давлением воды 3; 6; 9 и 12 *ати*. Чем большее давление будет испытывать формуемая труба, тем более высокие требования предъявляет ГОСТ к пределу ее прочности. Но предел прочности стенок труб как на растяжение, так и на изгиб увеличивается при формовании ее из более тонких слоев асбестоцемента. Поэтому при выработке высоконапорных труб, например рассчитанных на 12 *ати*, производительность трубоформовочной машины (т. е. количество асбестоцементной массы, переданной за единицу времени сукном форматной скалке) несколько ниже, чем при выработке труб,

предназначенных для прокладки водопроводов с более низким давлением воды (например, 3 *ати*), несмотря на возрастание коэффициента использования машинного времени за счет большей толщины стенки этих труб.

Обслуживание трубоформовочных машин. Перед началом смены рабочий, обслуживающий трубоформовочные машины, должен:

узнать состав смески асбеста и весовую ее дозировку в бегунах;

выяснить у сменного рабочего, обслуживающего трубоформовочную машину, замеченные недостатки в работе трубоформовочной машины и вспомогательных аппаратов и приспособлений: вакуум-насоса; центробежных насосов, подающих отработанную воду в рекуператоры и осветленную воду в промывные устройства трубоформовочных машин; масляного насоса и маслопроводов;

проверить сохранность и чистоту сеток сетчатых цилиндров, рабочего верхнего и нижнего сукон; состояние и натяжку защитных поясов на торцах сетчатых цилиндров; чистоту внутренней полости и отверстий промывных трубок; исправность пробковых кранов или вентилей водяных и вакуумных магистралей, а также регулятора питания трубоформовочной машины асбестоцементной массой;

осмотреть состояние форматных скалок и сердечников для транспортирования свежесформованных труб.

Перед окончанием смены рабочий должен:

промыть на холостом ходу из брандспойта трубоформовочную машину и пол;

проверить чистоту и состояние сеток цилиндра и в случае неудовлетворительного их состояния заменить сетчатый цилиндр.

Смена сукон на трубоформовочных машинах. Трубоформовочную машину подготовляют к установке на ней нового сукна так же, как и листоформовочную. Так как сукна имеют вид бесконечной ленты и на трубоформовочной машине они огибают ряд направляющих валиков, прижимной и опорный (ведущий) вал и верхнюю вакуум-коробку, то при съеме и установке сукон у всех этих деталей одну опору освобождают от станины. Поднимают эти направляющие валики, прижимной вал и вакуум-коробку краном, а опорный вал — домкратом. Снимают и устанавливают сукна на трех- и четырехметровой машинах одинаково, но на четырехметровую машину одевать и снимать сукна сложнее из-за большой ширины и веса сукна и большого веса деталей машины.

Рассмотрим процесс смены сукна на трехметровой машине.

Снимают и ставят рабочее сукно со стороны, противоположной приводу машины, в определенной последовательности.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 87 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/87

Сначала снимают все грузы с рычажных опор валиков, затем, чтобы уменьшить натяжение сукна, поднимают при помощи штурвальных колес натяжной валик *9* (см. рис. 48), сдвигают сукно в сторону, противоположную приводу трубоформовочной машины, и снимают его с валика *19*.

После этого подшипники опорного вала *7* освобождают от станины и опорный вал со стороны, противоположной приводу машины, поднимают примерно на 150 *мм*. Через пространство, образовавшееся между подшипником опорного вала и станиной, удаляют старое и вводят новое сукно.

Затем освобождают от станины подшипники натяжного валика *9* и валика *4*, регулирующего положение рабочего сукна, снимают с них сукно с той же стороны и таким же порядком, как и с опорного вала.

Сукно с вакуум-коробки *3* снимают со стороны, противоположной той, к которой присоединены трубопроводы. Болты, при помощи которых этот конец вакуум-коробки укреплен, снимают, а с противоположного конца их слегка отвинчивают, после чего поднимают освобожденный конец вакуум-коробки на 150 *мм* и через образовавшийся промежуток протаскивают сукно под коробку.

В такой же последовательности снимают сукно с отжимных валиков *18*, прижимного вала и с направляющих валиков *2* и *14*, разобрав предварительно промывные трубки *15* и *17*.

Новое рабочее сукно надевают на опорный вал *7* после того, как с него сняли старое. Затем сукно надевают на отжимной валик и валик *4*, вакуум-коробку *3*, валики *2* и *19*, прижимной вал и нижний направляющий валик *14*. Надетое сукно тщательно выправляют.

После этого собирают и крепят подшипники всех валов и вакуум-коробку. При смене верхнего сукна сначала поднимают натяжные валики и сдвигают сукно к одной стороне машины. Затем разбирают экипаж давления. Прессовальные валики подпирают деревянными прокладками, после чего снимают сукно со всех остальных валиков. Вслед за съемом старого надевают новое сукно в том же порядке, но в обратной последовательности, выравнивают сукно и крепят все разобранные детали.

Обтяжка сетками цилиндров трубоформовочных машин. Цилиндры трубоформовочных машин обтягивают сетками так же, как цилиндры листоформовочных машин (см. § 24).

Правила техники безопасности при работе на трубоформовочных машинах. При работе на трубоформовочных машинах нужно соблюдать те же правила техники безопасности, что и при работе на листоформовочной машине (см. § 24).

Кроме того, необходимо выполнять следующие правила:

при развальцовке труб на четырехметровой машине пускать

машину в ход разрешается только тогда, когда рабочие-шарниристы вытащат клинья, которыми стенка трубы отделяется от скалки;

при ручной закладке скалок в трех- и двухметровую машину, а также в каландр запрещается брать скалку сверху;

запрещается на ходу машины пальцами руки проверять плотность навиваемой на скалку стенки трубы.

§ 26. Регулирование поступления асбестоцементной массы в ванны формовочных машин

Ранее отмечалось, что для выработки изделий хорошего качества при высокой производительности технологических линий необходима неизменность условий работы всех аппаратов, производящих распушку волокон асбеста и приготовляющих суспензию. Это требование целиком относится и к работе формовочных машин. Важнейшим условием их работы является постоянство уровня и концентрации суспензии в ваннах сетчатых цилиндров. Для этого необходимо, чтобы в желобы или трубопроводы, подводящие асбестоцементную суспензию в ванны сетчатых цилиндров, в единицу времени поступало постоянное количество массы из массораспределительной коробки ковшовой мешалки и возвратной воды из рекуператоров и чтобы температура рекуперационной воды была постоянной.

Однако и при соблюдении указанных условий необходимо регулировать питание сетчатых цилиндров. Объясняется это тем, что нагрузка меняется в зависимости от продолжительности работы сукна. Вновь надетое сукно не снимает с сетчатого цилиндра толстый первичный слой асбестоцемента, поэтому приходится работать 2—4 *ч* с уменьшенной производительностью. Со временем сукно изнашивается, его фильтрующие свойства снижаются и потому приходится также снижать концентрацию асбестоцементной массы в ваннах сетчатых цилиндров.

Машинист должен регулировать питание формовочной машины для снижения или повышения ее производительности. Для снижения производительности следует снизить концентрацию асбестоцементной суспензии, поступающей в ванны машины, а для этого необходимо уменьшить поступление асбестоцементной массы в желоб (или трубу) из массораспределительной коробки ковшовой мешалки. С понижением концентрации объем асбестоцементной суспензии, фильтрующейся через поверхность сетчатого цилиндра, возрастает. Поэтому одновременно с уменьшением поступления асбестоцементной массы из мешалки машинист должен увеличить поступление в желоб воды из рекуператора настолько, чтобы общий объем асбестоцементной суспензии, поступающей в ванны формовочной машины, не снизился, а несколько увеличился.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 88 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/88

Для повышения производительности формовочной машины машинист должен уменьшить поступление в желоб воды из рекуператоров и несколько увеличить поступление массы из сливной коробки ковшовой мешалки, чтобы общее поступление асбестоцементной суспензии в ванны сетчатых цилиндров несколько снизилось.

Регулировать питание сетчатых цилиндров массой вручную очень сложно, требуется большая наблюдательность и опыт.

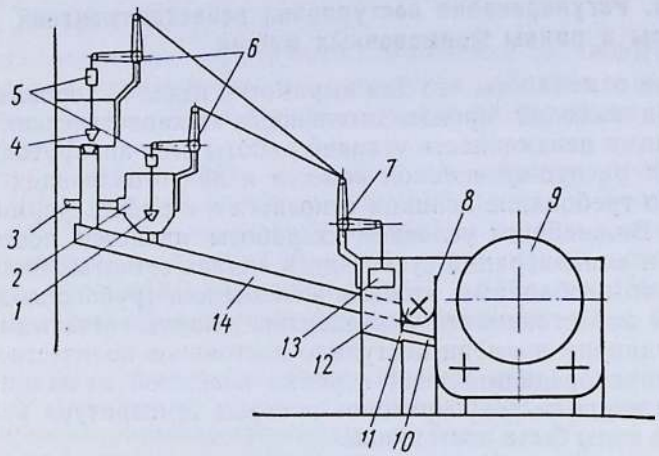


Рис. 61. Схема регулятора, автоматически поддерживающего постоянным уровень суспензии в ванне трубоформовочной машины:

1 и *4* — конические клапаны, *2* — бачок, *3* — труба, *5* — гайки, *6* и *7* — рычажки, *8* — перегородка, *9* — сетчатый цилиндр, *10* — рукав, *11* — мешалка, *12* — поплавковая камера, *13* — поплавок, *14* — желоб

В ваннах сетчатых цилиндров находится значительное количество суспензии, поэтому после каждого изменения питания машина начинает работать на новом режиме лишь через 5—10 *мин*. Следовательно, прибавлять или убавлять приток массы из сливной коробки ковшовой мешалки или воды из системы рекуператоров надо понемногу, постепенно приближаясь к требуемому режиму. Даже у опытных рабочих уровень и концентрация суспензии в ваннах сетчатых цилиндров колеблется очень значительно. Поэтому важно автоматизировать этот процесс.

Установка регулятора особенно необходима на трубоформовочных машинах, потому что они работают с периодическими остановками, во время которых ванны сетчатого цилиндра могут переполниться. Чтобы этого не произошло и в ванне поддерживался постоянный уровень суспензии, устанавливают автоматически действующее устройство, которое схематично изображено на рис. 61.

Асбестоцементная масса из ковшовой мешалки поступает в сливную коробку, в дне которой имеется круглое выпускное отверстие, перекрываемое коническим клапаном *4*. Регулируемое этим клапаном количество массы поступает в желоб *14*, куда одновременно из бачка *2* через имеющееся в его дне круглое отверстие подается вода для ее разжижения. В бачок *2* вода поступает из рабочего рекуператора по трубе *3*. Количество воды, поступающей из бачка в желоб *14*, регулирует конический клапан *1*.

Асбестоцементная масса и вода из рекуператора поступают по желобу *14* в небольшую мешалку *11*, которая их смешивает в суспензию. Суспензия переливается через перегородку *8* в ванну сетчатого цилиндра *9*.

Каждый из клапанов *1* и *4* подвешен на металлических стержнях к одному из концов рычажков *6*, второй конец которых тонкими металлическими тросиками закреплен к рычажку *7*. На другом конце рычажка *7* подвешен поплавок *13*. Последний помещен в поплавковой камере *12*, соединенной рукавом *10* с внутренней полостью ванны сетчатого цилиндра, поэтому жидкость в поплавковой камере *12* находится на том же уровне, что и в ванне. Таким образом, положение поплавка *13* определяет положение конических клапанов *1* и *4*.

Если уровень суспензии в ванне сетчатого цилиндра понизится, то поплавок *13* опустится, а клапаны *1* и *4* поднимутся, тем самым приток асбестоцементной массы и воды в ванну сетчатого цилиндра увеличится. При подъеме уровня суспензии в ванне сетчатого цилиндра клапаны *1* и *4* опустятся и поступление в ванну как асбестоцементной массы, так и воды снизится.

Поскольку клапаны *1* и *4* поднимаются и опускаются одновременно, соотношение между количеством поступающей в ванну рекуперационной воды и асбестоцементной массы сохраняется и концентрация суспензии не изменяется. Для возможности регулирования концентрации клапаны *1* и *4* присоединены к несущим их стержням гайками *5*. Вращая гайки, можно изменять высоту подвески их к рычажкам *6*, тем самым регулируя степень концентрации суспензии в ванне.

Если сетчатый цилиндр отфильтровывает слишком толстый слой массы, то для уменьшения толщины этого слоя необходимо повысить разжижение основной массы, поступающей в ванну. Для этого поднимают клапан *4*, поворачивая гайки *5* (или стержни), чтобы стержень вошел в гайку. Положение клапана *1* не изменяется. Если же слой массы на рабочем сукне слишком тонок, что является результатом слишком большого разжижения асбестоцементной массы, то клапан *4* следует несколько опустить, регулируя его положение до тех пор, пока не будет достигнута требуемая толщина слоя на рабочем сукне.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 89 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/89

Описанное устройство автоматически регулирует поступление массы, но постоянства концентрации суспензии в ванне сетчатого цилиндра в случае изменения концентрации массы в ковшовой мешалке оно не может обеспечить. Колебания уровня асбестоцементной суспензии в ванне сетчатого цилиндра достигают значительных размеров. Причиной этого является отложение на по-

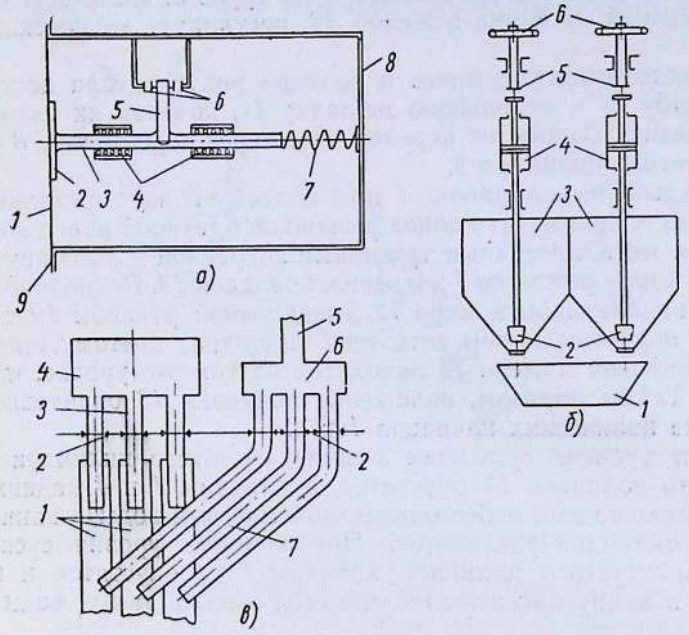


Рис. 62. Схемы других регуляторов уровня суспензии в ваннах сетчатых цилиндров:

а — датчик; *1* — мембрана, *2* — диск, *3* — стержень, *4* — направляющие, *5* — штифт, *6* — электроконтакты, *7* — пружина, *8* — кожух, *9* — боковая стенка ванны; *б* — исполнительный механизм; *1* — желоб, *2* — клапаны, *3* — бачок, *4* — гидро-или пневмоцилиндры, *5* — упор, *6* — маховичок; *в* — регулятор австрийской фирмы «Фойт»: *1* — желоба (или трубы), *2* — пневматические клапаны, *3* — резиновые трубки для подачи массы, *4* — приемная коробка ковшовой мешалки, *5* — труба, *6* — закрытый бачок, *7* — резиновые трубки для подачи воды

плавке асбестоцемента и пены, изменяющих его вес, а следовательно, и степень погружения, а также и динамическое действие на клапаны протекающих массы и воды.

На рис. 62 представлены схемы других более совершенных регуляторов уровня суспензии в ваннах сетчатых цилиндров. Метод регулирования в них основан на изменении давления на стенку сосуда с изменением высоты уровня жидкости.

На рис. 62, *а, б* схематически изображен регулятор уровня асбестоцементной суспензии в ванне трубоформовочной машины,

состоящий из датчика (рис. 62, *а*) и исполнительного механизма (рис. 62, *б*).

Датчик (рис. 62, *а*) устанавливается на вырезанном окне ванны и состоит из тонкой пластмассовой гидрофобной упругой мембраны *1*, к которой легкая чувствительная пружина *7* прижимает через стержень *3* легкий диск *2*. Для уменьшения трения в направляющих *4* последние выполнены в виде шариковых подшипников. На стержне *3* закреплен штифт *5* с электроконтактами *6* по обеим его сторонам. Против контактов на небольшом расстоянии установлены вторые электроконтакты *6*, которые присоединены к проводам электросистемы, дающей команду исполнительным механизмам.

В том случае, если уровень суспензии в ванне станет повышаться, давление на мембрану *1* увеличится, стержень *3* продвинется вправо и замкнет правый контакт *6*; при понижении уровня суспензии стержень *3* пойдет в обратном направлении и замкнет левый контакт *6*.

На рис. 62, *б* представлен исполнительный механизм регулятора уровня суспензии в ванне сетчатого цилиндра. Механизмы состоят из двух бачков *3* с конусными днами и круглыми сливными отверстиями в дне. Левый бачок *3* непосредственно примыкает к приемной коробке ковшовой мешалки, которая заполняет его асбестоцементной массой. Второй бачок заполняется водой из рекуператора. Вытекающие из бачков массу и воду желоб *1* направляет в ванны сетчатых цилиндров или предварительно в гомогенизатор.

Регулируют количество массы и воды, подаваемой для ее разжижения, конусные клапаны *2*, аналогичные устанавливаемым в поплавковом регуляторе (рис. 61), но принцип регулирования здесь несколько другой. Клапаны *2* подвешены на стержнях к поршням цилиндров *4*, в которых при замыкании в датчике левого контакта *6* (рис. 62, *а*) вода (или воздух) поднимают поршни до упоров *5*. При замыкании правого контакта *6* (рис. 62, *а*) вода (или воздух) из поршня свободно выходит и клапаны *2*, под действием силы тяжести опускаются и закрывают сливные отверстия обоих бачков. Следовательно, подача асбестоцементной суспензии происходит периодически с секундными интервалами.

Регулирование соотношения подаваемых количеств массы и воды достигается повышением или понижением упоров *5*, определяющих степень открытия клапанами *2* сливного отверстия.

Такая система регулирования, которую применяет итальянская фирма «РКМ», обеспечивает меньшие колебания уровня суспензии в ванне по сравнению с рассмотренным выше регулированием поплавком.

Недостатком этой схемы регулирования, также как и поплавковой, является неприспособленность их для раздельного регу-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 90 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/90

лирования уровня суспензии в ваннах трех- или четырехцилиндровых листоформовочных машин, ввиду невозможности установки у приемной коробки ковшовой мешалки большого количества регуляторов.

На рис. 62, *в* представлена схема регулятора австрийской фирмы «Фойт», устанавливаемого на листоформовочных машинах (на схеме трехцилиндровой).

Асбестоцементная масса отбирается непосредственно из приемной коробки *4* ковшовой мешалки резиновыми трубками *3*, отдельными для каждой ванны сетчатого цилиндра, и направляются ими в желоба *1* (или трубы), подводящие массу в ванны сетчатых цилиндров. В них же направляется и вода для разжижения массы, также отдельными резиновыми трубками *7*, из закрытого бачка *6*, питающимися по трубе *5* водой из рекуператора. Регулируют количество поступающей массы и воды пневматические клапаны *2* путем сжатия резиновых трубок.

Формовочные машины с каскадным питанием. Для выработки листов с постоянной толщиной необходимо, чтобы уровень суспензии в ваннах сетчатых цилиндров листоформовочных машин не изменялся, а для достижения максимальной производительности машин необходимо, чтобы во всех ваннах этот уровень держался на оптимальной высоте.

В трехцилиндровых листоформовочных машинах (рис. 46), требующих раздельного подвода асбестоцементной суспензии к каждой ванне сетчатого цилиндра, ручное регулирование асбестоцементной массы в ваннах требует от машиниста большого опыта и отнимает много времени. Как уже отмечалось в § 22, многие машинисты работают при различной концентрации суспензии в ваннах, понижая ее от первой (считая по движению нижней ветви рабочего сукна) к последней, что усложняет работу машиниста. В связи с этим многие заводы асбестоцементных листовых изделий начали реконструировать листоформовочные машины, применяя каскадный метод подачи суспензии в ванны сетчатых цилиндров.

Сущность этого каскадного метода заключается в том, что количество асбестоцементной суспензии, необходимое для работы листоформовочной машины (чаще с большим ее избытком), поступает в третью заднюю ванну сетчатого цилиндра. Внутренние полости ванн сообщаются широкими короткими лотками, установленными в вырезах продольных стенок ванн. Неиспользованная суспензия задней ванны переливается в среднюю ванну, а неиспользованный в средней ванне остаток суспензии поступает в первую переднюю ванну. Следовательно, асбестоцементная суспензия непрерывным потоком протекает в направлении, противоположном движению нижней ветви рабочего сукна.

В рассмотренных ранее схемах трехцилиндровых листоформовочных машин при раздельном питании (рис. 45 и 46) ванны установлены с постепенным их понижением от передней к задней.

При каскадном методе подачи суспензии (рис. 63) ванны устанавливаются или все на одном уровне, или же с постепенным понижением ванн от задней ванны к передней, т. е. по потоку асбестоцементной суспензии.

Обе эти схемы предназначены для *безызбыточного питания* листоформовочных машин суспензией.

При установке всех ванн на одном уровне (рис. 63, *а*) суспензия в ваннах *2* и *3* будет находиться также на одном уровне, а в ванне *1* уровень суспензии будет колебаться.

При установке ванн на разных уровнях (рис. 63, *б*) суспензия в них будет находиться на разных уровнях. Перелив суспензии в следующую ванну происходит по принципу водопада, что обусловило название рассматриваемого метода питания «каскадное». Как первое, так и второе расположение ванн обеспечивает постоянство уровней суспензии в двух ваннах — задней *3* и средней *2* — и при изменившихся условиях фильтрации суспензии на сетчатых цилиндрах или изменении в поступлении суспензии уровень суспензии изменится только в передней ванне *1*, в этом отношении схема на рис. 63, *а* не имеет преимущества перед схемой на рис. 63, *б*.

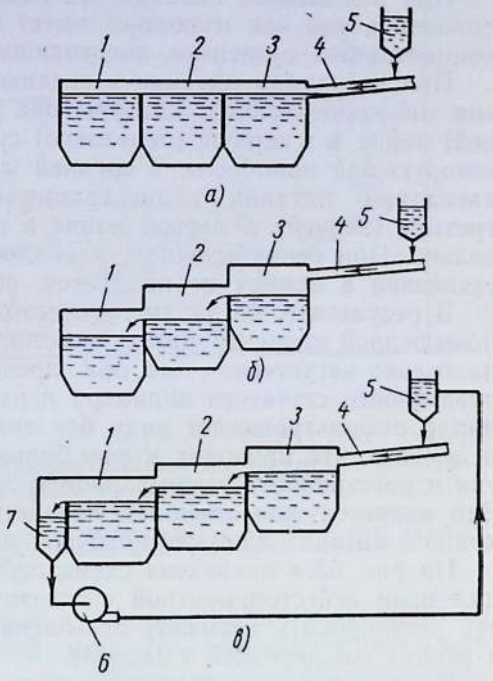


Рис. 63. Схемы каскадного питания листоформовочных машин:

а — безызбыточного каскадного питания с установкой ванн на одном уровне, *б* — безызбыточного каскадного питания с установкой ванн на разных уровнях, *в* — избыточного каскадного питания листоформовочных машин; *1, 2, 3* — ванны первого, второго и третьего сетчатых цилиндров, *4* — лоток, *5* — смесительный бачок, *6* — центробежный насос, *7* — ложная ванна

В § 22 мы отмечали, что создаваемое мешалками движение суспензии частично смывает верхний рыхлый слой уже образовавшегося на поверхности сетчатого цилиндра осадка. Смытый осадок вновь смешивается с суспензией и повышает ее концент-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 91 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/91

рацию. Поэтому концентрация суспензии в ваннах сетчатых цилиндров всегда превышает концентрацию поступающей в них суспензии. Процент смываемого с сетчатых цилиндров осадка не зависит от способа подачи суспензии в ванны сетчатых цилиндров (раздельного или каскадного).

При раздельном питании это обстоятельство не создает осложнений, так как машинист имеет возможность регулировать концентрацию суспензии, поступающей в каждую ванну.

При каскадном питании в среднюю ванну поступает суспензия той концентрации, которую она приобрела в третьей (задней) ванне, а в первую (переднюю) суспензия той концентрации, которую она приобрела в средней ванне. Следовательно, при каскадном питании концентрация суспензии повышается от третьей (задней) к первой ванне и происходит это самопроизвольно. При безызбыточном каскадном питании концентрация суспензии в ваннах не поддается регулированию машиниста.

В результате, когда листоформовочная машина работает на повышенной концентрации суспензии, последняя в первой ванне настолько загустевает, что она препятствует образованию на поверхности сетчатого цилиндра первичного слоя; сетчатый цилиндр отфильтровывает воду без выноса из суспензии асбеста и цемента, что приводит к еще большему загустеванию суспензии и расстройству режима работы листоформовочной машины. Это является существенным недостатком безызбыточного каскадного питания листоформовочной машины.

На рис. 63, *в* приведена схема *избыточного каскадного питания* ванн асбестоцементной суспензией, позволяющая машинисту регулировать величину повышения концентрации суспензии в ваннах (от передней к задней).

В этой схеме избыточное, неотфильтрованное сетчатыми цилиндрами количество суспензии сливается из ванны *1* в ванну *7*, которая называется ложной ванной (так как в ней отсутствует сетчатый цилиндр), и уровень суспензии в ней сохраняется неизменным.

Уровень суспензии в ложной ванне *7* поддерживает постоянным центробежный насос *6*, который непрерывно возвращает ее в смесительный бачок *5*, куда поступает асбестоцементная масса из ковшовой мешалки и вода из рекуперационной системы.

Не касаясь пока вопроса о регулировании количества избыточной суспензии, сливающейся в ложную ванну, рассмотрим как оно влияет на повышение концентрации суспензии в ваннах в результате частичного смыва осадка. Мы уже говорили о том, что количество смываемого в единицу времени с поверхности сетчатого цилиндра осадка асбестоцемента не зависит от метода питания суспензией листоформовочной машины; практически это количество не зависит и от объема суспензии, протекающей в единицу времени через ванну. Но повышение концентрации

суспензии в ванне, в результате смешивания со смытым осадком, зависит от объема суспензии, в котором распределяется осадок — оно понижается с возрастанием объема протекающей суспензии, т. е. с увеличением объема избыточной суспензии, по-

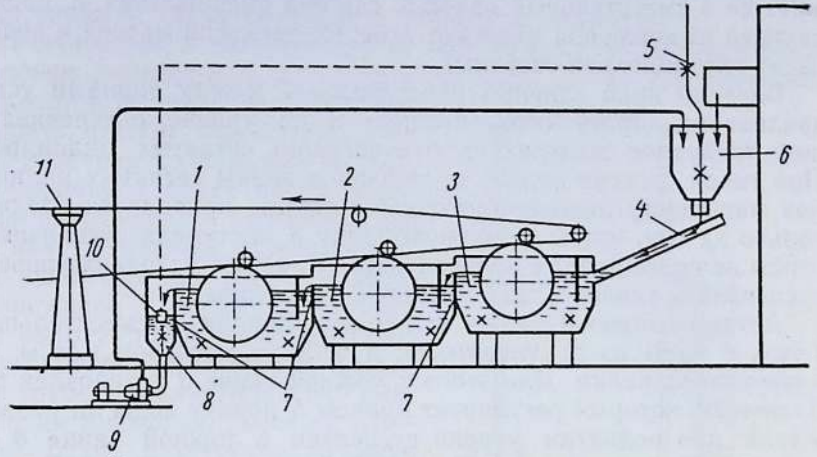


Рис. 64. Схема автоматизированного избыточного каскадного питания листоформовочных машин завода Пунана-Кунда:

1, 2, 3 — ванны первого, второго и третьего сетчатых цилиндров, *4* — лоток, *5* — кран, *6* — смесительный бачок, *7* — разделяющие перегородки, *8* — ложная ванна, *9* — центробежный насос, *10* — поплавок, *11* — вакуумная коробка

ступающей в единицу времени в ванны сетчатых цилиндров. Количество (объем) избыточной суспензии, циркулирующей в ваннах сетчатых цилиндров, определяется производительностью центробежного насоса, перекачивающего избыточную суспензию из ложной ванны в смесительный бачок, которую можно регулировать либо изменением числа оборотов насоса, либо краном, установленным в трубопроводе на пути от ложной ванны к насосу. При избыточном питании ванны могут быть установлены и на одном уровне по схеме 63, *а*.

На рис. 64 приведена схема автоматизированного избыточного каскадного питания листоформовочных машин завода Пунана-Кунда, который первый в нашей промышленности освоил этот метод.

В этой схеме ванны сетчатых цилиндров установлены на разных уровнях: наиболее высоко располагается задняя ванна *3*, в которую лотком *4* подается с некоторым избытком все потребное для работы листоформовочной машины количество асбестоцементной суспензии. В среднюю ванну *2*, установленную примерно на 50 *мм* ниже ванны *3*, суспензия поступает из ванны *3*, переливаясь через разделяющую их перегородку *7*.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 92 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/92

В ванну *1*, установленную также ниже предыдущей, суспензия поступает таким же образом через перегородку *7* из ванны *2*. Избыток суспензии сливается через перегородку *7* в ложную ванну *8*, имеющую большую емкость. Из ложной ванны *8* избыток суспензии поступает в центробежный насос *9*, который возвращает ее в смесительный бачок *6*, где она смешивается с поступающей из ковшовой мешалки асбестоцементной массой и водой из рекуперационной системы.

Верхний край сливных перегородок *7* между ваннами устанавливается строго горизонтально и на уровне, обеспечивающем требуемое погружение в суспензию сетчатых цилиндров. При такой системе подачи суспензии в ванны сетчатых цилиндров машинисту листоформовочной машины приходится следить только за тем, чтобы в ложную ванну *8* поступала суспензия и чтобы не произошло ее переполнение. При этих условиях уровень суспензии в ваннах *1, 2, 3* остается неизменным.

Автоматизирован также и процесс подачи в смесительный бачок *6* воды из рекуператоров и асбестоцементной массы из ковшовой мешалки. Для этого в ложной ванне *8* установлен поплавок *10*, который регулирует краном *5* подачу воды на разжижение: при поднятии уровня суспензии в ложной ванне *8* он уменьшает подачу воды, а при опускании — увеличивает. Подачу асбестоцементной массы из ковшовой мешалки регулирует другой прибор, непрерывно измеряющий толщину снимаемых с форматного барабана накатов. При увеличении толщины наката он снижает приток массы в смесительный бачок *6*, а при снижении — увеличивает, что обеспечивает постоянство требуемой толщины формуемых листов.

§ 27. Вспомогательное оборудование формовочных машин

Вакуум-насос. При ознакомлении с технологической схемой формования (§ 21) мы выяснили назначение вакуум-коробок *8* и *12* (рис. 40), во внутренней полости которых создается разрежение находящегося там воздуха. Это разрежение создает в них вакуум-насос, принцип работы которого и схему его присоединения к вакуум-коробке мы теперь рассмотрим.

При работе машины во внутреннюю полость верхней вакуум-коробки *8* (рис. 40) непрерывно поступают засасываемый наружный воздух и вода, увлекаемая воздухом из слоя асбестоцемента и сукна. Эта вода не должна поступать в вакуум-насос, так как в ней может присутствовать цемент, который будет истирать детали насоса. Чтобы удалить из воздуха воду, вакуум-насос присоединяют к вакуум-коробке по схеме, изображенной на рис. 65.

Из нижней точки дна вакуум-коробки *5* вода отводится под формовочную машину трубой *6*, заканчивающейся обратным клапаном *7*, который препятствует проникновению в нее наружного воздуха. По трубе *4* отводится воздух, направляемый в ресивер-водоотделитель *3*, а из него по трубе *2* засасывает воздух вакуум-насос *1*. К дну ресивера *3* также присоединена водоотводящая труба *8*, заканчивающаяся обратным клапаном *7*.

Разрежение в вакуум-коробке при повышении разрежения в ресивере *3* изменяется следующим образом. До тех пор, пока разрежение в ресивере не будет превышать высоты водяного столба H_1, величина разрежения в вакуум-коробке *5* будет равна величине разрежения в ресивере, вода из вакуум-коробки будет свободно удаляться по трубе *6*. Если разрежение в ресивере *3* превысит высоту столба воды H_1, то вакуум-коробка заполнится водой, а в трубе *4* образуется столб смеси воды и воздуха, высота *x* которого будет возрастать по мере увеличения разрежения в ресивере. Вода при этом вытекает из вакуум-коробки по трубе *6*, и величина разрежения в ней определится той же высотой столба воды H_1, т. е. оно останется постоянным независимо от возрастания разрежения в ресивере.

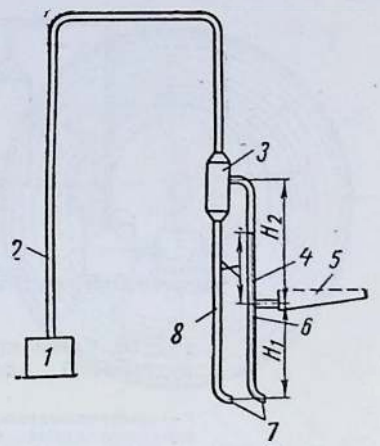


Рис. 65. Схема вакуумной установки:

1 — вакуум-насос, *2, 4, 6* и *8* — трубы, *3* — ресивер-водоотделитель, *5* — вакуум-коробка, *7* — обратные клапаны; H_1 — высота установки вакуум-коробки, H_2 — высота установки ресивера над вакуум-коробкой, *x* — высота столба смеси воды и воздуха

Когда высота столба смеси воды и воздуха *x* достигнет величины H_2, разрежение в вакуум-коробке *5* опять начинает возрастать, причем наибольшая возможная его величина определяется высотой установки ресивера, т. е. около 4 *м вод. ст.* Однако разрежение в вакуум-коробке будет меньше разрежения, создаваемого вакуум-насосом *1*, на величину, соответствующую потере вакуума при прохождении воздуха через водовоздушную смесь в трубе *4*. Эта потеря пропорциональна высоте столба H_2. Вода в этом случае будет удаляться по трубе *8*, труба же *6* по всей ее высоте будет находиться под разрежением.

С наименьшей затратой энергии на создание разрежения в вакуум-коробке работает вакуум-система при величине разрежения в ресивере, не превышающей высоты H_1 водяного столба.

Если формовочные машины работают с высоким разрежением в вакуум-коробке, то следует откачивать воду из трубы *6* цен-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 93 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/93

тробежным насосом. Схема вакуумной установки с принудительной откачкой отфильтрованной воды, поступающей из вакуум-коробки показана на рис. 66. По такой схеме организована вакуумная система на листоформовочной машине системы Маньяни и на шестиметровой трубоформовочной машине на комбинате «Красный строитель».

Количество просасываемого через верхнюю вакуум-коробку воздуха при нормальной работе машины изменяется в зависимости от толщины слоя асбестоцемента на сукне. Во время замачивания при холостом ходе машины нового сукна разрежение в системе резко падает. Поэтому при каждой формовочной машине следует устанавливать отдельный вакуум-насос.

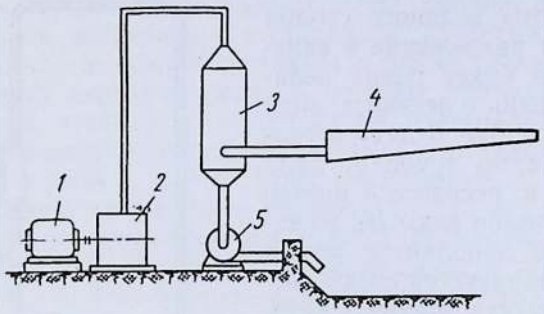


Рис. 66. Схема вакуумной установки с принудительной откачкой отфильтрованной воды:

1 — электродвигатель, *2* — вакуум-насос, *3* — ресивер-водоотделитель, *4* — вакуум-коробка, *5* — насос

Для создания и поддержания разрежения в вакуум-коробках формовочных машин асбестоцементная промышленность применяет вакуум-насосы следующих типов: водокольцевые насосы типа РКМ для верхних вакуум-коробок и центробежные вентиляторы высокого давления для нижних (промывочных) вакуум-коробок.

На рис. 67 схематически показано устройство вакуум-насоса РКМ. Он состоит из цилиндрического корпуса *1*, внутри которого вращается вал *2* с расположенными по его окружности лопастями *3, 5, 6*. Ось вала 2 смещена по отношению к оси цилиндра *1* на величину *l* (эксцентриситет), вследствие чего концы его лопастей близко подходят к поверхности цилиндра в верхней его части, а в нижней части цилиндра отходят на величину, вдвое большую эксцентриситета. В торцовой крышке корпуса *1* имеются окна *4* и *7*. Окно *7* соединено с ресивером-водоотделителем *3* (см. рис. 65), а окно *4* с патрубком, через который выбрасывается воздух, засасываемый вакуум-насосом.

Вакуум-насос действует следующим образом. Во внутреннюю полость цилиндра *1* непрерывно поступает из водопровода небольшое количество воды. Лопасти вала *2* быстро вращают эту воду и она равномерно распределяется по поверхности цилиндра. Толщина слоя воды зависит от расположения окна *4*, через которое удаляется избыток воды. Уровень воды показан на схеме пунктиром. Этот слой воды служит гидравлическим затвором для лопастей вала *2*, который вращается по часовой стрелке.

Проследим за вращением лопасти *6*. При переходе ее в нижнее положение объем воздушной камеры, образуемой лопастями *5* и *6*, возрастает и заполняется воздухом, засасываемым камерой через окно *7* из водоотделителя *3* (рис. 65) вакуумной системы. При дальнейшем вращении лопасть *6* поднимается, и по мере ее возвращения в исходное (верхнее) положение объем воздушной камеры (заключенный между лопастями *5* и *6*) непрерывно уменьшается. Находящийся в камере воздух сжимается и выталкивается через окно *4* наружу вместе с избыточной водой, температура которой значительно повышается в процессе работы насоса. Эту воду обычно используют для пополнения убыли в рекуперационной системе. Ротационные насосы приводятся в движение непосредственно электродвигателями. Большая скорость вращения вала *2* обусловливает высокую производительность этих небольших по размерам насосов.

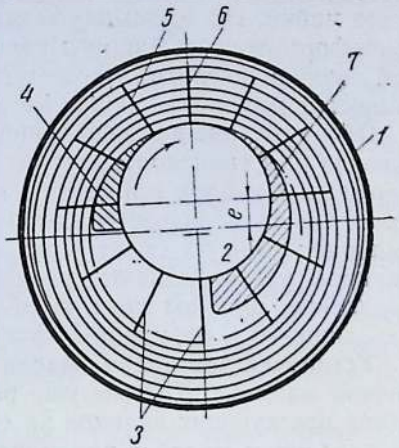


Рис. 67. Схема вакуум-насоса РКМ:

1 — цилиндрический корпус вакуум-насоса, *2* — вал, *3, 5* и *6* — лопасти колеса, *4* и *7* — окна

Промывочные аппараты. Несмотря на то, что сетки цилиндров непрерывно и интенсивно промываются, все же некоторые волокна асбеста с зернами цемента так прочно застревают в петлях сетки, что отмыть их с помощью промывных трубок не удается. Поэтому, чтобы очистить петли сеток, цемент растворяют соляной кислотой в специальных мойках.

Мойка сетчатых цилиндров состоит из деревянного резервуара, привода, вращающего установленный для промывки сетчатый цилиндр, и промывной трубки. В мойках для трубоформовочных машин один из подшипников, в которых вращается вал промываемого цилиндра, можно переставлять. Это позволяет промывать в мойке сетчатые цилиндры четырех- и трехметровых трубофор-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 94 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/94

мовочных машин. Мойки либо снабжены рабочим и холостым шкивами, либо приводятся в движение электродвигателем через редуктор.

Сетчатый цилиндр сначала промывают в течение 5—10 *мин* водопроводной водой при помощи промывной трубы, прочищая при этом сетку металлической щеткой. Затем в ванну мойки выливают 50-процентную соляную кислоту, разбавленную водой в соотношении 1 : 40. После того как кислота растворит цемент, схватившийся в ячейках сетки, раствор выпускают через клапан в дне мойки. На промывку сетчатого цилиндра четырехметровой трубоформовочной машины расходуется около 4,5 *л* 50-процентной соляной кислоты, трехметровой — примерно 3 *л* и листоформовочной машины — около 1,5 *л*.

Оборудование для перемещения сетчатых цилиндров. Если на заводах для транспортирования изделий, прокладочных листов и форматных скалок применяют мостовые краны или кран-балки, то их также используют для подъема и перемещения сетчатых цилиндров при их смене и промывке. Иногда над сетчатым цилиндром устанавливают специальную перемещающуюся по направлению ширины цеха кран-балку, которая обслуживает все находящиеся в цеху формовочные машины.

Установка для подачи масла в экипаж давления трубоформовочной машины. Как мы уже рассмотрели, дополнительное давление прессующих валиков на стенку навиваемой трубы создается давлением масла в цилиндрах экипажа давления. В шарнирных трубоформовочных машинах подъем и поворот колонн (шарниров) также производит масло. Масло для этих операций, подает установка, состоящая из следующих элементов:

лопастного масляного насоса, подающего масло в аккумулятор под давлением 20 *ати;*

гидродинамического аккумулятора масла;

масляного сборного резервуара, маслопровода высокого давления и трубопровода отработанного масла.

Трубные скалки. Для выработки всех предусмотренных стандартами типов и размеров асбестоцементных труб требуется большое количество форматных скалок, которые носят название трубные скалки. Асбестоцементные трубы при сборке из них трубопроводов соединяются асбестоцементными или чугунными муфтами. Асбестоцементные муфты, которые вырабатываются из асбестоцементных труб, формуются на отдельных скалках, называемых муфтовыми скалками.

Для хранения трубных скалок вблизи трубоформовочных машин отводится отдельная площадка, где их укладывают по диаметрам и назначению. Для того чтобы хранящиеся трубные скалки не подвергались коррозии, их поверхность необходимо смазать густым маслом. При использовании скалки в машине масло удаляют бензином.

Перевозить и перекладывать трубные скалки нужно осторожно, так как даже небольшая вмятина на поверхности скалки оси приводит их в негодность.

В первые годы освоения промышленностью производства асбестоцементных труб трубоформовочные машины работали при низкой концентрации асбестоцементной суспензии в ванне сетчатого цилиндра и невысокой скорости движения рабочего сукна. Трубы при этих условиях формовались с плотными стенками на форматных скалках, имеющих гладкую внешнюю поверхность. Производительность таких машин была низкая.

Повысив концентрацию асбестоцементной суспензии, подаваемой в ванну сетчатого цилиндра, и увеличивая скорость движения рабочего сукна, достигли высокой производительности трубоформовочных машин. Но в этих условиях все чаще трубы в процессе их формования, когда толщина стенки труб еще не достигла требуемого размера, стали самопроизвольно и преждевременно развальцовываться (т. е. их внутренняя поверхность стала отставать от поверхности форматной скалки). Это явление объяснялось тем, что стенки формуемой трубы недостаточно прочно связывались с гладкой поверхностью форматной скалки. Для повышения прочности их связи скалкам стали придавать шероховатость, обкатывая поверхность стальным рифленым роликом.

При формовании труб на гладких скалках внутренняя поверхность труб становилась гладкой, как бы полированной. В результате этого асбестоцементные трубы оказывали небольшое сопротивление воде (или другой жидкости) или газу. Это сопротивление было значительно меньше, чем у чугунных и стальных труб. При применении накатанных скалок внутренняя поверхность труб стала шероховатой, что снизило пропускную способность труб тем в большей степени, чем больше шероховатость на их внутренней поверхности. Так, при глубине впадин (шероховатости) в 0,1 *мм* снижение пропускной способности асбестоцементных труб может достигнуть 9%, а с возрастанием глубин это снижение может достигнуть 20%. Поэтому при накатке форматных скалок предельных величин углубления рифленого ролика следует принять 0,1 и как максимум 0,15 *мм*.

§ 28. Рекуперация производственной воды

При формовании асбестоцементных изделий из асбестоцементной суспензии на круглосеточных формовочных машинах расходуется большое количество воды. Вода расходуется:

на приготовление и разжижение асбестоцементной суспензии, поступающей в ванны сетчатых цилиндров;

на промывку сеток сетчатых цилиндров и сукон формовочных машин в процессе их работы;

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 95 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/95

на периодическую промывку сеток сетчатых цилиндров и сукон в специальных мойках;

на периодическую поливку асбестоцементных изделий на складе твердения.

Кроме того, некоторые виды изделий после отформования выдерживают в водных бассейнах, в которых необходимо пополнять убыль воды и периодически ее менять.

Наибольшее количество воды требуется на первые две операции: приготовление и разжижение асбестоцементной суспензии и на промывку сеток сетчатых цилиндров и сукон формовочных машин в процессе работы.

Вода, отходящая от формовочных машин, содержит значительное количество асбеста и цемента, которое не уловили сетчатые цилиндры. Чтобы можно было вновь использовать воду и находящиеся в ней асбест и цемент, ее направляют в так называемые рекуператоры. В них осаждаются частицы асбеста и цемента, которые затем вновь поступают в голлендеры и мешалки, а осветленную воду используют для промывки сетчатых цилиндров формовочных машин и сукон.

Воду, расходуемую на периодическую промывку сеток сетчатых цилиндров и сукон в специальных мойках, больше не используют, так как она содержит соляную кислоту.

На периодическую промывку сеток и сукон, на периодическую поливку асбестоцементных изделий на складе твердения, а также пополнение убыли и смену воды в водных бассейнах используется свежая вода из общей заводской водопроводной сети. Применять для этой цели осветленную воду из системы рекуператоров нельзя, так как периодический отбор из системы воды нарушает работу рекуператоров.

Благодаря применению рекуператоров, расход свежей воды составляет лишь незначительную долю от всей используемой.

Уже было сказано в § 22, как влияет на производительность формовочных машин и качество вырабатываемых изделий очистка сукна и сеток цилиндров. Но хорошо очистить сукна и сетку можно только водой с минимальным содержанием во взвешенном состоянии асбеста и цемента (не более 0,08 *г* в 1 *л*). Так очистить отработанную воду могут только хорошо работающие рекуператоры.

Количество воды, расходуемой в единицу времени на приготовление и разжижение асбестоцементной суспензии, зависит от концентрации суспензии и от производительности формовочных машин. И концентрация суспензии, и производительность машин значительно колеблются как на отдельных заводах, так и у отдельных машинистов формовочных машин. В табл. 12 приведены средние цифры расхода воды при производстве листовых изделий. Пропускная способность рекуператоров должна быть рассчитана на это количество воды.

Таблица 12

Примерный расход рекуперируемой воды при производстве листовых изделий

Операции	Расход воды		
	минутный, $м^3/мин$	часовой, $м^3/ч$	%
Приготовление асбестоцементной суспензии (исключая распушку асбеста)	0,52	31,0	13,9
Промывка сеток и сукон в процессе работы листоформовочной машины и расход на распушку асбеста . . .	3,2	192	86,1
Всего на один агрегат трехцилиндровой листоформовочной машины (округленно)	3,72	223	100

Из приведенных данных видно, что основным потребителем воды являются формовочные машины, расходующие около 86% всей производственной воды.

Формовочные машины работают лучше всего при температуре воды 30—40° С (в зависимости от состава цемента); при падении температуры ниже +15° С производительность машин резко снижается и увеличивается количество порванных листов в результате падения их прочности.

Применение в производстве асбестоцементных изделий отработанной воды обусловлено следующими причинами.

Во-первых, если расходовать все время только свежую воду, то надо затратить значительное количество энергии, чтобы подавать ее на завод, и израсходовать много топлива, чтобы подогреть производственную воду в холодное время года.

Во-вторых, в отработанной воде содержится до 10% общего количества поступающего на формовочные машины сырья, которое при работе на свежей воде терялось бы. Этот процент зависит от размера ячеек верхних сеток цилиндров (чем меньше размер ячеек сетки, тем меньше уносится сырья), от степени распушки волокон асбеста (с повышением степени распушки асбеста уносится меньше сырья) и от толщины первичных слоев асбестоцемента (с повышением толщины слоев сырья уносится меньше).

Для того чтобы уяснить, насколько целесообразно использовать в производстве осаждаемую рекуператором асбестоцементную массу, рассмотрим, чем она отличается от асбестоцементной массы, получаемой в голлендере.

Длина волокон асбеста, возвращаемого в производство с отработанной водой, значительно меньше длины волокон асбеста основной асбестоцементной массы. Качество цемента, находя-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 96 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/96

щегося в отработанной воде, также ниже. Объясняется это следующим.

В асбестоцементной массе часть зерен цемента связана с поверхностью волокон асбеста. Они могут проникнуть с отфильтрованной водой через сетку сетчатого цилиндра, в основном, вместе с волокнами асбеста, с которыми они связаны. Остальная масса цемента не связана с асбестом.

Совершенно очевидно, что через сетку цилиндра свободные зерна цемента проходят легче, чем смесь волокон асбеста и зерен цемента. Поэтому асбестоцементная масса, проникающая через сетку сетчатого цилиндра, обогащается цементом преимущественно за счет той его части, которая не связана с волокнами асбеста. Достаточно полно связываются с волокнами асбеста наиболее тонкие фракции порошка цемента. Следовательно, в асбестоцементе, который находится в отработанной воде, значительно меньше асбеста, чем в основной асбестоцементной массе; средняя длина волокон асбеста в этой массе значительно меньше, а средняя величина зерен цемента — больше, и, кроме того, цемент оказывается частично прогидратированным. В результате такая асбестоцементная масса менее качественна. Ее ценность падает особенно резко, если завод работает на низкокачественных цементах.

Однако было бы ошибочным считать эту массу отходом производства. Исследования показали, что предел прочности при изгибе асбестоцементных призм, изготовленных из осадков в рекуператоре, составляет не менее 50% предела прочности призм, изготовленных из асбестоцементной массы, взятой из ковшовой мешалки.

Необходимо создавать такую схему водного хозяйства, при которой производственную воду можно было бы полностью использовать. Для этого воду, отходящую от листоформовочной или трубоформовочной машины, нужно разделить на два потока. В первом должны сосредоточиться находящиеся в отработанной воде волокна асбеста и зерна цемента, а во втором вода должна быть возможно полно очищена от них. Первый можно будет использовать для приготовления и разжижения асбестоцементной массы, а второй — для промывки сетчатых цилиндров и сукон листоформовочной и трубоформовочной машин, а также для замочки асбеста при обработке его бегунами и для распушки асбеста в голлендере.

Такое разделение отходящей от формовочных машин воды производят рекуператоры. Установленные на различных заводах рекуператоры несколько различаются по конструкции. Наиболее распространенный тип рекуператора схематически изображен на рис. 68.

Вода, отфильтрованная сетчатыми цилиндрами, и вода, использованная на промывку сукна формовочных машин, свободно

сливается под машину, откуда каналом направляется в приямок. Из этого приямка центробежные насосы перекачивают ее по трубопроводу в отделение рекуператоров.

Рекуператор (рис. 68) представляет собой металлический цилиндр *3* диаметром 3800 *мм* с конусным дном, общей полезной емкостью 54 $м^3$. Центрально по отношению цилиндра установлена постепенно расширяющаяся труба *1*, доходящая до конической части рекуператора. Отходящая от формовочных машин вода поступает в трубу *1*, по которой опускается до начала конической части рекуператора, где она разделяется на два потока.

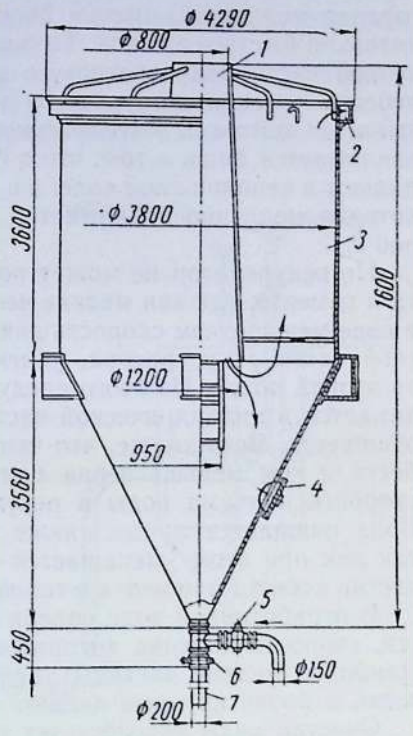


Рис. 68. Рабочий рекуператор:
1 — центральная труба, *2* — кольцевой желоб, *3* — цилиндрическая часть рекуператора, *4* — люк, *5* и *6* — краны, *7* — трубопровод

Первый поток опускается вниз, где через кран *6* по трубопроводу *7* поступает к формовочной машине и используется для разжижения асбестоцементной массы, поступающей из ковшовой мешалки, а через кран *5* производится периодически отбор воды для промывки голлендера.

Второй поток поднимается кверху, сливается в сборный кольцевой желоб *2*, а из него поступает в сборник осветленной воды.

Рассмотрим, почему почти весь содержащийся в отработанной воде асбест и цемент сосредоточиваются в воде первого потока, вытекающей из рекуператора через краны *5* и *6*, а вода второго потока, сливающаяся в желоб *2*, почти не содержит зерен цемента и волокон асбеста. Для этого проведем следующий опыт.

Стеклянную банку емкостью около 1 *л* заполним примерно на $^1/_{10}$ часть асбестоцементной массой, которая поступает в ванны формовочной машины, а остальной ее объем заполним водопроводной водой. Содержимое в банке тщательно перемешаем, после чего банку поставим на стол и будем наблюдать. Вскоре верхний слой содержимого станет совершенно светлым, а на дне банки образуется тонкий слой асбеста и цемента. Высо-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 97 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/97

та светлого слоя воды в банке будет все время возрастать и одновременно с этим увеличится и толщина осадка на дне банки.

Происходит это потому, что удельный вес (т. е. вес единицы объема вещества) асбеста в 2,5 раза, а цемента примерно в 3,1 раза выше удельного веса воды. Поэтому зерна цемента и волокна асбеста падают в воде так же, как и в воздухе, но только гораздо медленнее, причем более крупные частицы падают значительно быстрее мелких. То же самое происходит и в цилиндрической части рекуператора, в результате чего основная масса асбеста и цемента опускается в его конусную часть, где захватывается потоком, вытекающим через трубопровод *7*. Разница заключается лишь в том, что в банке частицы асбеста и цемента падают в неподвижной воде, а в рекуператоре они падают в воде, которая медленно поднимается кверху и там сливается в желоб *2*.

Но рекуператор не может полностью очистить воду от асбеста и цемента, так как мелкие частицы, скорость падения которых в воде меньше, чем скорость движения воды вверх в цилиндрической части рекуператора, увлекаются этой водой и поступают во второй поток. Из этого следует, что чем медленнее вода поднимается в цилиндрической части рекуператора, тем лучше она очищается. Ясно также, что чем тоньше распушены волокна асбеста и чем меньше зерна цемента, тем меньше должна быть скорость подъема воды в рекуператоре для хорошей очистки. Вода очищается лучше также с увеличением ее температуры, так как при этом уменьшается ее вязкость, и скорость падения частиц асбеста и цемента в такой воде возрастает.

В отработанной воде содержатся частицы различной крупности, скорость падения которых в водной среде будет различна. Наиболее мелкие частицы увлекаются в желоб *2* очищенной воды, а более крупные падают в конусную часть рекуператора.

Очистке воды способствует процесс укрупнения этих частиц в результате их столкновения. Для ускорения этого процесса было предложено вводить в асбестоцементную суспензию полиакриломид из расчета 50—100 *г* на 1 *т* сухих твердых компонентов суспензии. Полиакриломид, который вводится в виде водного раствора, агрегирует (связывает) частицы цемента и асбеста в более крупные агрегаты, облегчая их осаждение в рекуператорной воде и ускоряя процесс фильтрации асбестоцементной суспензии в ваннах сетчатых цилиндров формовочных машин.

Скорость подъема воды зависит от диаметра рекуператора: чем больше диаметр, тем меньше скорость восхождения воды. Чтобы не делать рекуператоры слишком большими, раньше устанавливали несколько рекуператоров. Так, на одну листоформовочную машину устанавливали обычно два рекуператора диаметром по 3 *м* каждый. Наиболее совершенно работает и не требует регулировки и наблюдения рекуперационная установка,

отдельная для каждой формовочной машины, состоящая из одного рекуператора диаметром 3800 *мм* и сборника очищенной воды.

При установке на одну формовочную машину двух рекуператоров рабочему-рекуператорщику надо тщательно следить, чтобы поступающая от формовочной машины вода поровну распределялась между ними, иначе более загруженный рекуператор будет недостаточно очищать воду.

Еще больше внимания и опыта от рабочего-рекуператорщика требуется, если установлена батарея рекуператоров, в которую поступает вода от нескольких формовочных машин. Так, на некоторых старых заводах в эту батарею входит до восьми рекуператоров и она обслуживает до четырех формовочных машин. Точно распределить поток воды между рекуператорами очень трудно. Неточное же распределение ведет к ухудшению очистки воды, а следовательно, и к ухудшению промывки сеток и сукон формовочных машин.

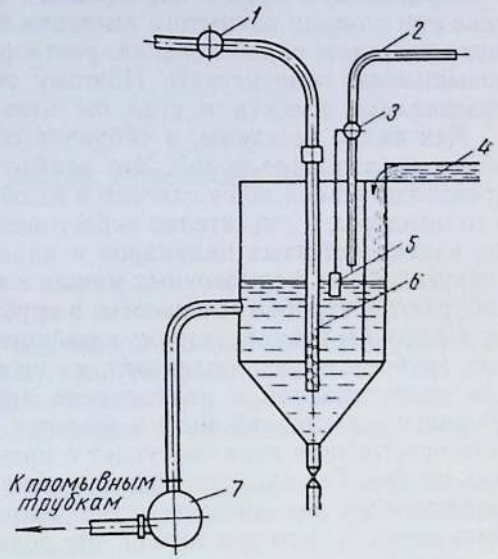


Рис. 69. Схема сборника осветленной воды:
1 и *3* — краны, *2* — водопроводная труба, *4* — желоб, *5* — поплавок, *6* — паропроводная труба, *7* — центробежный насос

Осветленная рекуператорами вода поступает в сборник. В качестве сборника осветленной воды используют уже рассмотренный выше тип рекуператора, но дополняют его нагревателем и подводом свежей воды. Такой сборник осветленной воды схематически изображен на рис. 69.

Осветленная вода поступает в сборник по желобу *4* из рекуператора и смешивается с водопроводной водой, которая подается от вакуума-насоса РКМ в сборник при помощи поплавка *5*. Последний открывает кран *3* водопровода *2* при определенном уровне воды в сборнике.

Если нет сброса производственной воды, то потребность производства в свежей воде невелика — нужно лишь компенсировать убыль воды с отформованными полуфабрикатами и потерю воды вследствие испарения и разбрызгивания.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 98 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/98

Подогревать воду следует в сборнике осветленной воды. Если подогревать воду в рекуператоре, то нагретая вода поднимется кверху, увлекая за собой частицы асбеста и цемента. Для нагревания воды к сборнику подводят паропроводную трубу *6* с краном *1*, которым регулируют подачу пара. Труба *6*, которая снабжена на конце рядом отверстий, легко отделяется от паропровода, что позволяет прочищать в ней отверстия, так как они тоже постепенно зарастают кристаллами гидрата окиси кальция.

Заданную температуру в рекуперационной системе можно поддерживать автоматически, установив терморегулятор, который включает и выключает электрическую цепь, открывающую и закрывающую кран *1* паропровода. Подогревать воду в сборнике при помощи закрытого змеевика нельзя, так как вода насыщена гидратом окиси кальция, растворимость которого падает с повышением температуры. Поэтому змеевик быстро зарос бы кристаллами извести и стал бы меньше отдавать тепла воде.

Как видно из схемы, в сборнике осветленной воды большой объем не заполнен водой. Это необходимо, так как количество производственной воды слагается из объемов воды, находящихся в голлендерах и смесителях асбестоцемента; в ковшовой мешалке; ваннах сетчатых цилиндров и каналах, подводящих отработанную воду от формовочных машин к приямку, из которого воду забирают центробежные насосы; в трубопроводе, подводящем воду к рабочим рекуператорам; в рабочих рекуператорах; желобах или трубопроводах, подающих из системы рекуператоров воду для приготовления и разжижения асбестоцементной массы; в сборнике осветленной воды и, наконец, в трубопроводе, из которого осветленная вода поступает в промывные трубки формовочных машин. Так как голлендеры, смесители и ковшовые мешалки периодически заполняются и опорожняются, в системе должна быть емкость, которая играла бы роль буфера и предохраняла от переполнения рабочие рекуператоры. Таким буфером служит свободный объем сборника осветленной воды.

Вода для промывки сукон должна быть хорошо очищена от асбеста и цемента. Чтобы вымыть застрявший в сукне цемент и асбест, вода должна вытекать из отверстий промывных трубок под достаточным давлением. Гидростатическое давление, создаваемое в промывных трубках сборником осветленной воды, не превышает 1—1,2 *ати*. Такое давление недостаточно для хорошей промывки сукна и его необходимо повысить до 3 *ати*. Для этого в трубопровод, подающий осветленную воду в промывные трубки, включают центробежный насос *7*, повышающий давление воды.

Необходимо следить, чтобы в кюветах, по которым поступает от формовочных машин в приямок оборотная вода, были установлены решетки, задерживающие посторонние предметы и обрывки асбестоцементных слоев и листов.

Центробежные насосы, подающие в рекуператоры отработанную воду, должны работать бесперебойно и равномерно. Если насос подает отработанную воду в несколько рекуператоров (батарею), необходимо следить за тем, чтобы она по всем рекуператорам распределялась равномерно, не переливаясь в осветленную зону. Образующуюся пену необходимо убирать, не допуская, чтобы она переливалась в осветленную зону или в желоб осветленной воды.

Рекуперационное отделение является одним из основных участков завода асбестоцементных изделий. От хорошей работы этого участка зависит качество продукции и производительность формовочных машин.

Глава IX

РАЗРЕЗКА И ВОЛНИРОВКА ЛИСТОВ. ПРЕССОВАНИЕ ЛИСТОВ И ПЛИТОК

§ 29. Разрезка листов

Форматный барабан листоформовочной машины формует листы определенной длины и ширины, зависящей от диаметра барабана и полезной ширины сукна. Отформованные листы снимают, а затем разрезают на форматы таких размеров, которые требуются для изделий.

Листы разрезают разнообразными ножницами: ротационными, гильотинными, дисковыми, гидравлическими и др. Наиболее распространены в асбестоцементной промышленности ротационные (вращающиеся) ножницы, которые названы так, потому что разрезают листы на вращающемся барабане и все детали ножниц также совершают в процессе резки вращательные движения. На рис. 70 показан продольный разрез этих ножниц.

Ножницы смонтированы на станине *9*, состоящей из двух литых боковин (щек) и двух поперечин, соединяющих их. На передней части станины установлен на подшипниках барабан транспортера *7*, который подает на ротационные ножницы асбестоцементный лист, снятый с форматного барабана листоформовочной машины. В средней части станины на подшипниках установлен транспортирующий барабан *8*, который принимает асбестоцементный лист, сходящий с транспортера *7*, и на котором ножи разрезают этот лист на форматы.

Сначала лист подходит к дисковым ножам *5*, разрезающим его в продольном направлении и обрезающим неровные, рыхлые продольные кромки; затем барабан *8* перемещает уже разрезан-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 99 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/99

ный в продольном направлении лист к поперечным ножам *3*, разрезающим лист в поперечном направлении. Асбестоцементный лист, разрезанный на форматы требуемых размеров, снимает с поверхности барабана пружинный нож *2*. После этого форматы поступают на отводящий транспортер *1*, который подводит их к следующему аппарату.

Для того чтобы разрезаемый лист не скользил по поверхности барабана *8*, около него установлены два прижимных валика

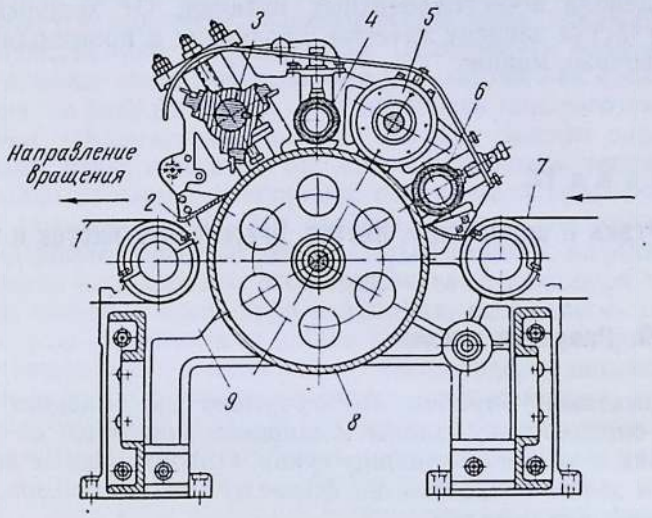


Рис. 70. Ротационные ножницы:
1 — отводящий транспортер, *2* — съемочный нож, *3* — обойма с поперечными ножами, *4* и *6* — валики, *5* — дисковые ножи, *7* — подающий транспортер, *8* — транспортирующий барабан, *9* — станина

6 и *4*, поверхность которых покрыта слоем резины. Эти валики прижимают асбестоцементный лист к барабану *8*. Прижимной валик *4*, помимо того, при подъеме включает и при опускании выключает движение ножей *3* поперечной резки.

Подающий транспортер *7* и барабан *8*, дисковые ножи *5* и валики *6* и *4* при работе листоформовочной машины находятся в непрерывном движении. Скорость движения транспортерной ленты *7* равна окружной скорости барабана *8* и валиков *6* и *4*. Вследствие этого всем частям листа сообщается одинаковая скорость движения, что предохраняет лист от вытягивания.

Дисковые ножи *5* обрезают продольные кромки листа и разрезают его в продольном направлении. Если на листоформовочной машине с полезной шириной сукна 1600 *мм* изготовляют волнистые листы ВО, то устанавливают три поперечных ножа, из

которых два крайних обрезают продольные кромки, а средний разрезает лист в долевом направлении на две полосы шириной около 800 *мм* каждая. При производстве прессованных кровельных плиток размером 400×400 *мм* на валу ножевого устройства устанавливают пять дисковых ножей: крайние обрезают кромки листа, а три средних разрезают лист в продольном направлении на четыре полосы шириной по 400 *мм* каждая.

Чтобы лезвия у дисковых ножей не затуплялись, на поверхности барабана *8* протачивают узкие кольцевые канавки, в которые входят режущие кромки ножей.

Ножи *3*, разрезающие листы поперек, приводятся в движение периодически. Вал, на котором установлена обойма *3* с этими ножами, включает при подходе к ножам передней кромки листа прижимной валик при помощи специальной муфты, и обойма вращается до тех пор, пока не пройдет весь лист. На рис. 70 видно, что на ступице установлены три прямых ножа, кромки которых расположены по окружности длиной 1200 *мм*. Окружная скорость движения кромок этих ножей равна окружной скорости движения барабана *8*.

Ножи *3* начинают вращаться при определенном положении передней кромки листа на барабане *8*. Это положение отрегулировано таким образом, что поперечные ножи сначала обрезают переднюю кромку листа, потом режут лист в продольном направлении на форматы длиной 400 *мм*. При изготовлении волнистых листов ВО два ножа снимаются и ножницы вырезают форматы длиной 1200 *мм*. При изготовлении листов длиной 1750 *мм* на вал поперечных ножей устанавливают только один нож, режущая кромка которого описывает окружность длиной 1750 *мм*.

Правила техники безопасности. При резке листов станина ротационных ножниц должна быть ограждена до уровня пола, чтобы исключить возможность доступа в пространство под транспортирующий барабан *8*.

Во время работы ротационных ножниц запрещается ремонтировать и смазывать транспортеры на ходу; касаться подающих валиков и удалять руками на ходу застрявшие куски асбестоцементных листов, убирать мусор под ножницами и транспортерами, ходить по транспортерам, производить на ходу регулировку, ремонт и смазку.

§ 30. Волнировка листов

Процесс волнировки листов. Вырабатываемые на круглосеточных листоформовочных машинах листы вследствие наличия в них тонких волокон асбеста до схватывания цемента обладают гибкостью, позволяющей придавать этим листам довольно сложную форму. Листы, имеющие не плоскую форму, называются профилированными. Профилированные листы составляют основ-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 100 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/100

ной вид продукции промышленности асбестоцементных листовых изделий.

Наиболее распространенный вид профилированных изделий — волнистые листы, которые используются главным образом для покрытия кровель. В кровельных покрытиях листы изгибаются под давлением лежащего на них снега и действием ветра. Ясно, что волнистый лист способен выдержать значительно бо́льшую изгибающую нагрузку, чем плоский лист такой же толщины. Профиль (форма поперечного сечения) волнистых листов обычно

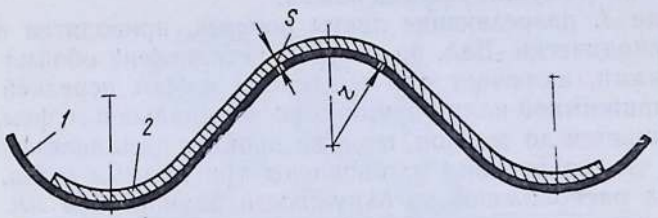


Рис. 71. Схема изгибания листа в процессе его волнировки:
1 — прокладка, *2* — асбестоцементный лист, *S* — толщина листа, *r* — радиус

образуется дугами окружности, соединенными прямолинейными наклонными участками.

Процесс придания плоским листам волнистой формы называется *волнировкой* листов. Этот процесс на большинстве заводов механизирован, но независимо от того, производится он механизмом или вручную, технические приемы при волнировке на металлических прокладках применяются одни и те же.

Вырезанные ротационными ножницами форматы укладывают на металлические волнистые листы (металлические прокладки). Верхняя поверхность этих прокладок определяет форму нижней поверхности волнируемого листа. Процесс волнировки заключается в том, чтобы асбестоцементный формат расположился на металлической прокладке всей своей нижней поверхностью. Для этого формат последовательно вдавливают во все впадины металлической прокладки цилиндрическими скалками соответствующего диаметра.

При наложении асбестоцементного листа *2* (рис. 71) на изогнутую поверхность прокладки *1* лист изгибается. В результате этого его слои, наиболее удаленные от центра окружности, растягиваются, а ближайшие к центру — сжимаются. Величины растяжения первых и сжатия вторых слоев возрастают с уменьшением радиуса *r* изогнутой поверхности прокладки и с увеличением толщины *S* волнируемого листа.

Во время волнировки ширина формата уменьшается при вдавливании каждой скалки и свободные, еще не сволнированные его участки скользят по вершинам металлической прокладки со скоростью, зависящей от скорости опускания форматной скалки. В результате этого в волнируемом асбестоцементном формате возникают растягивающие напряжения, определяемые трением перемещающихся по прокладке свободных участков формата и силами инерции, возникающими при переходе их из состояния покоя в движение (рис. 72). Напряжения возрастают с увеличением размера этих свободных участков и скорости опускания форматных скалок. Возникающие напряжения суммируются с напряжениями растяжения, появляющимися в верхних слоях формата при огибании им волн прокладки.

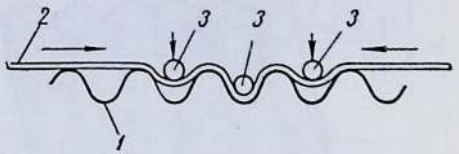


Рис. 72. Схема скольжения листа по прокладке в процессе волнировки:
1 — волнистая прокладка, *2* — асбестоцементный лист, *3* — формующая скалка

При неблагоприятных условиях напряжения могут превысить предел прочности листа и вызвать местные разрывы (трещины) на поверхности его гребней. Разрывы может вызвать повышенное содержание в примененной смеске очень коротковолокнистых марок асбеста (М-6 или К-6), недостаточная распушка волокон асбеста, недостаточное процентное содержание асбеста в асбестоцементной массе. Все это снижает армирование цемента волокнами асбеста и, значит, прочность и гибкость свежесформованного листа. Кроме того, разрывы происходят в результате применения прокладок, не смазанных маслом или покрытых асбестоцементной массой, либо слишком быстрого опускания форматных скалок. Эти обстоятельства резко повышают усилия, требующиеся для продвижения по прокладке свободных, не сволнированных участков формата.

Образующиеся при этих условиях на гребнях (изогнутых частях) листа трещины представляют собой сеть очень тонких трещин, не распространяющихся вглубь листа, направленных преимущественно вдоль гребней волн. Такие трещины легче обнаруживаются в затвердевшем листе.

На рис. 73 изображен наиболее распространенный в настоящее время тип волнистого листа — «волнистый лист обыкновенного профиля», сокращенно ВО.

Для того чтобы при покрытии кровель волнистыми листами не образовались значительные зазоры, через которые в помещение мог бы проникать снег и дождь, необходимо, чтобы листы имели правильную форму, т. е. чтобы расстояния между волнами, глубина волн, ширина и длина листа, а также расстояния продольных кромок от гребней волн не отклонялись от требуемых размеров.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 101 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/101

Листы должны иметь прямоугольную форму, а продольные их кромки должны быть параллельны гребням волн. Для этого необходимо перед волнировкой правильно укладывать лист на прокладку и следить, чтобы формующие скалки вдавливали лист во впадины до соприкосновения его с прокладкой, т. е. чтобы нижняя поверхность его полностью совпала с верхней поверхностью прокладки.

При правильной волнировке размеры и профиль волнистых листов определяются металлическими прокладками. Поэтому для волнировки асбестоцементных листов нужно применять прокладки требуемой формы и размеров. Прокладки перед употреблением следует очищать от приставших частиц асбестоцемента и смазывать маслом. Необходимо помнить, что у прокладочного листа лишь одна формующая поверхность, на которой асбестоцементный лист получает требуемую форму, поэтому волнировать листы на перевернутой прокладке нельзя.

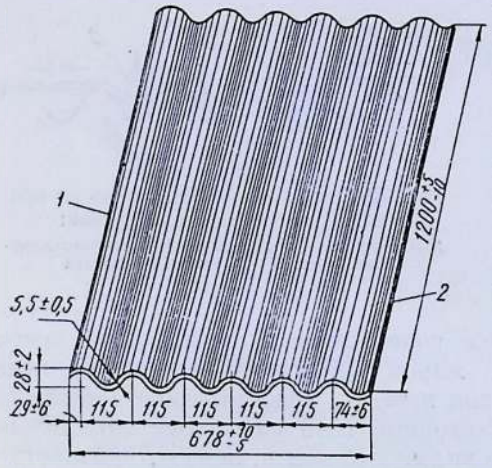


Рис. 73. Волнистый лист обыкновенного профиля «ВО»:
1 — накрывающая кромка, *2* — накрываемая кромка

В процессе эксплуатации металлические прокладки постепенно деформируются, теряют форму — высота волны уменьшается, а расстояния между вершинами волн возрастают. Поэтому надо периодически восстанавливать форму металлических прокладок. Для этого их прокатывают на специальном станке или выправляют форму прокладки, прессуя ее на гидравлическом прессе между двумя матрицами, рабочая поверхность которых имеет точную форму нижней и верхней поверхности прокладки. Процесс правки прокаткой показан на рис. 74.

Работа станка основана на принципе последовательного выправления волн волнистой металлической прокладки путем прокатки ее между верхними и нижними валками, рабочая поверхность которых закруглена под тем радиусом, какой должны иметь гребни и впадины волн металлической прокладки. Расстояние между роликами, расположенными на верхнем и нижнем валках, равно длине волн *l*, а вертикальное расстояние между

рабочими их поверхностями равно высоте волны *h*, которую должна иметь прокладка. Станок имеет три пары выправляющих валков *б*, *в* и *г* и одну пару профилирующих валков *д*.

Выправляемая прокладка, двигаясь по направлению, указанному на схеме стрелкой, сначала поступает на валки, из которых верхний несет два, а нижний один ролик (на рисунке обозначен цифрой *1*). Здесь выправляется средняя волна прокладки. На второй паре валков уже семь роликов, из них четыре составляют верхний и три ролика — нижний валок. Ролики с цифрами *1* поддерживают среднюю, уже выправленную волну, а ролики, обозначенные цифрой *2*, выправляют две соседние с ней волны.

Третья пара валков *г* несет одиннадцать роликов, из которых ролики, обозначенные цифрой *3*, выправляют крайние волны прокладок. Последняя пара валков *д* профилирует все волны и выправляет кромки прокладок. На этом станке удовлетворительно выправляются волны, но хуже кромки прокладки. Лучшие результаты дает правка на гидравлическом прессе.

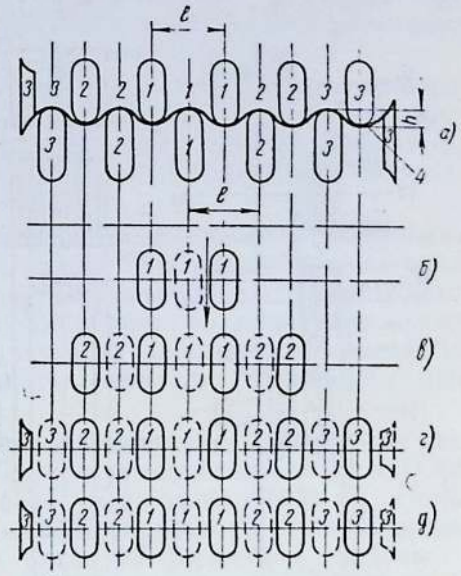


Рис. 74. Правка металлических волнистых прокладок:
а — схема правки прокладки, *б*, *в* и *г* — выправляющие валки, *д* — профилирующие валки; *1*, *2*, *3* — ролики, *4* — прокладка, *l* — шаг волны, *h* — высота волны

Станки для правки и смазки металлических формовочных прокладок должны иметь защиту, препятствующую попаданию руки в валки.

При правке прокладок запрещается подводить руки под подающие валки и касаться руками движущихся частей.

Автоматизированные линии для формования волнистых листов ВО на металлических прокладках. Листы ВО изготовляют следующих размеров: длина — 1200 *мм*, ширина — 678 *мм* и толщина — 5,5 *мм*. Соответственно этим размерам ротационными ножницами разрезают лист на форматы. Длину формата делают такой, какой она должна быть у готового листа ВО — 1200 *мм*. В процессе волнировки в листе возникают растягивающие напряжения, направленные по его ширине, лист в этом направлении несколько вытягивается. Величина этой вытяжки зависит от

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
Published by AsbestosClaims.Law
ACL Doc 25272 · Page 102 of 158
asbestosclaims.law/library/25272/102

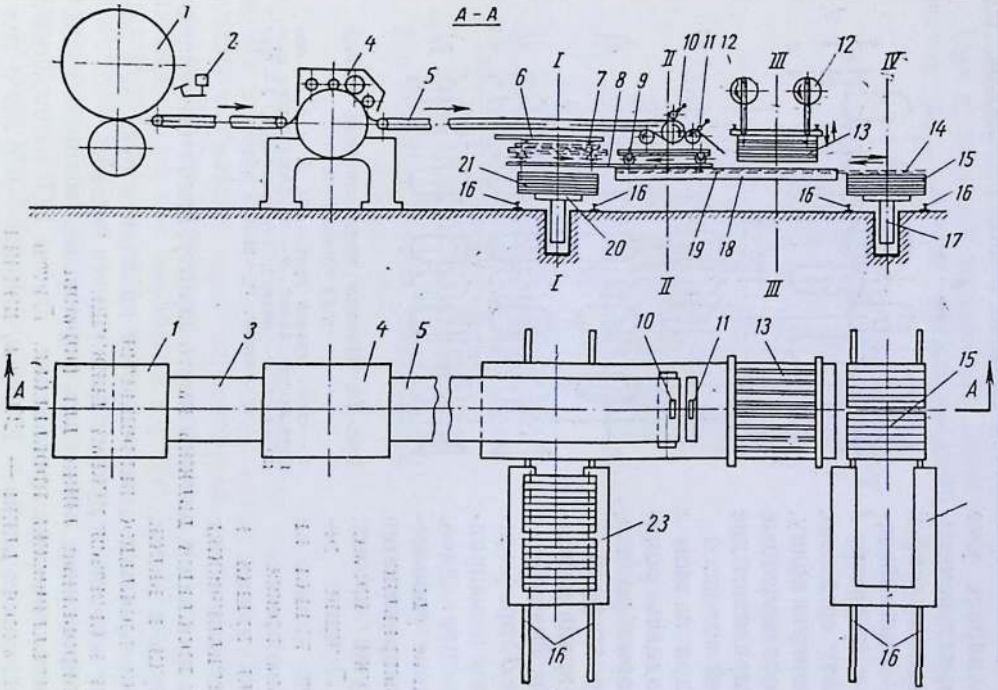


Рис. 75. Схема автоматической линии с волнировочно-стопирующим автоматом СМ-279:

1 — форматный барабан, *2* — срезчик, *3* и *5* — ленточные транспортеры, *4* — ротационные ножницы, *6* — магнитная рама, *7* — электромагниты, *8* и *16* — рельсы, *9* — тележка, *10* и *11* — ролики переключателей, *12* — кривошипный механизм, *13* — скалка, *14* — вилы, *15* — стопы сволнированных листов, *17* — гидравлический снижатель, *18* — стол, *19* — толкающие рейки, *20* — гидравлический подъемник, *21* — стопы прокладок, *22*, *23* — вагонетки; *I* — ось секции укладки прокладок на тележку, *II* — ось секции настила листов на прокладку, *III* — ось секции волнировки листов, *IV* — ось секции укладки сволнированных листов в стопы

Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/103

условий волнировки и свойств цемента. Поэтому ширина формата листа до волнировки устанавливается заводами опытным путем и составляет от 765 до 770 *мм*.

На большинстве асбестоцементных заводов, вырабатывающих волнистые листы ВО, установлены автоматизированные линии, на которых листы снимаются с форматного барабана листоформовочной машины, разрезаются на форматы требуемого размера; форматы укладываются на металлические волнистые прокладки, волнируются и укладываются вместе с металлическими прокладками в стопы.

В автоматизированных линиях применяют три типа волнировочно-стопирующих автоматов: СМ-279, В-150 и автомат Броценского завода. Наибольшее применение в промышленности нашел автомат СМ-279. Автоматы В-150 и Броценского завода имеют ограниченное применение.

Схема автоматической линии с волнировочно-стопирующим автоматом СМ-279 приведена на рис. 75. По этой схеме мы ознакомимся с принципами работы волнировочно-стопирующих автоматов, производящих укладку вырезанных ротационными ножницами асбестоцементных форматов на металлические волнистые прокладки, волнировку форматов и укладку их вместе с прокладками в стопы.

Эта автоматическая линия применяется на заводах, где листоформовочные машины имеют полезную ширину около 1600 *мм*, а диаметр форматного барабана имеет размер 1600 *мм*. После обрезки кромок на этих машинах формуют асбестоцементные листы шириной до 1600 *мм*. Когда на форматном барабане *1* толщина асбестоцементного слоя достигнет заданного размера (в данном случае 5,5 *мм*), автоматический срезчик *2* перерезает его по образующей и направляет на ленточный транспортер *3*, непрерывно движущийся со скоростью, которая превышает на 0,3—0,5 *м/мин* окружную скорость движения поверхности форматного барабана, что обеспечивает отрыв наката от следующего за ним асбестоцементного слоя.

При производстве волнистых листов ВО листоформовочная машина вырабатывает их длиной 5044 *мм*. Поэтому длина ленточного транспортера *3* в соответствии с длиной асбестоцементного наката около 5,2 *м*. Транспортер *3* подает асбестоцементный лист к ротационным ножницам *4*, на которых установлены три дисковых ножа *5* (см. рис. 70). Расстояние между центрами ножей равно ширине вырезаемых асбестоцементных форматов. Крайние ножи обрезают у асбестоцементного листа продольные кромки, а средний разрезает лист в продольном направлении на две части. Поперечный нож (один) *3* вырезает из образовавшихся двух асбестоцементных полотен восемь форматов длиной по 1200 *мм* каждый.

Production of Asbestos-Cement Products (1970) Published by AsbestosClaims.Law
ACL Doc 25272 · Page 104 of 158 asbestosclaims.law/library/25272/104

Получающиеся при этом продольные и поперечные обрезки специальный механизм сбрасывает на транспортер обрезков, а последний направляет в мешалку для переработки (см. рис. 38). Количество обрезков, образующихся при данном диаметре форматного барабана, составляет около 9% от снимаемого с форматного барабана наката.

Вырезанные ротационными ножницами *4* (рис. 75) восемь форматов поступают на ленточный транспортер *5*, который движется с бóльшей скоростью, чем форматы выходят с ротационных ножниц. В результате этого асбестоцементные форматы располагаются на ленте транспортера попарно, с некоторым разрывом между парами. Транспортер *5* подводит форматы двумя параллельными потоками к волнировочно-стопирующему автомату. Длина транспортера должна быть такой, чтобы на ней могли разместиться четыре пары форматов.

Устройство волнировочно-стопирующего автомата. Автомат состоит из четырех секций, в каждой из которых производятся следующие операции:

в секции I — отбор прокладок и укладывание их на тележку *9*, которая перевозит их попарно в секцию II;

в секции II — настил асбестоцементных листов на прокладки;

в секции III — волнировка листов;

в секции IV — укладка сволнированных листов в стопы.

В секции I находятся гидравлический подъемник *20*, на платформу которого устанавливаются две стопы металлических прокладок; самоходная вагонетка *23*, имеющая П-образную платформу, на которую укладывают две стопы металлических прокладок, и служащая для зарядки гидравлического подъемника *20* прокладками; рельсы *16*, по которым перемещается вагонетка *23*; рельсы *8*, по которым тележка *9* перевозит металлические прокладки из секции I в секцию II (ширина между рельсами *8* превышает ширину находящихся на платформе гидравлического подъемника *20* двух стоп прокладок, в результате чего они свободно проходят между рельсами); магнитная рама *6* с восемью электромагнитами *7*, производящая отбор с вагонетки *23* металлических прокладок. Через секцию I проходит ленточный транспортер *5*, подающий попарно асбестоцементные форматы от ротационных ножниц в секцию II.

В секции II заканчивается транспортер *5*, подающий в автомат асбестоцементные форматы. На пути движения транспортера имеются ролики переключателей *10* и *11*, которые регулируют его движение. В пределах секций II и III неподвижно установлены на станине автомата два чугунных стола *18*; в их пазах размещены по две толкающие рейки *19*, которые одновременно совершают возвратно-поступательное движение, также в пределах секций II и III. Поступательное движение реек происходит одновременно и синхронно с движением транспортера *5*.

На рейках *19* установлены лапки, захватывающие кромки металлических прокладок; при обратном движении реек лапки откидываются. Рейки заканчиваются вилами *14*, которые одновременно с ними совершают возвратно-поступательное движение от секции III к секции IV и обратно. При переходе в секцию IV вилы выходят из пазов стола. Положение их в этой секции показано на рис. 75 пунктирными линиями.

Тележка *9* при обратном движении в секцию I сбрасывает на столы *18* находящуюся на ней пару прокладок, на которые с транспортера *5* настилается пара асбестоцементных форматов. Все дальнейшие перемещения прокладок с находящимися на их поверхности асбестоцементными форматами в секцию III, где производится волнировка последних, и в секцию IV, где они укладываются в стопы, осуществляют эти рейки и вилы *14*.

В секции III установлен волнировщик, который состоит из подвижной рамы, скользящей по вертикальным направляющим станины и приводимой в движение кривошипными механизмами *12*. На раме пирамидально подвешены два комплекта скалок *13*, волнирующих одновременно два находящихся на столах *18* асбестоцементных формата. В каждом комплекте скалки расположены над впадинами прокладок на различной высоте. Наиболее низко расположены скалки, находящиеся над серединой прокладок; две следующие скалки расположены по обеим ее сторонам выше примерно на 45—50 *мм*, следующие две — еще выше.

Подвески, на которых установлены концы скалок, свободно проходят в прорезях рамы и при упоре скалок в прокладку не мешают дальнейшему опусканию рамы. При таком расположении скалок формат волнируется от середины к обоим краям. Такая последовательность формования волн принята для уменьшения свободных скользящих участков формата при волнировке по прокладке и снижения возникающих в них при таком скольжении растягивающих напряжений.

Кривошипные механизмы *12*, приводящие в движение раму со скалками, совершают один полный оборот. Скалки, отформовав волны, возвращаются в исходное положение.

В секции IV, где происходит укладка сволнированных асбестоцементных листов (вместе с металлическими прокладками) в стопы, находится гидравлический снижатель *17*, аналогичный установленному в секции I гидравлическому подъемнику *20*, и вагонетка *22*, такой же конструкции как и вагонетка *23* в секции I. Вагонетка *22* снимает стопы волнистых листов с платформы снижателя и вывозит их из пределов секции.

Работа волнировочно-стопирующего автомата. Перед началом работы тележка *9* автомата находится в крайнем правом

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 105 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/105

положении в секции II (т. е. в положении, показанном на схеме), а платформа гидравлического подъемника *20* прокладок занимает крайнее нижнее положение. Вагонетка *23*, на которой предварительно установлены две стопы металлических прокладок, по рельсам *16* вводится в секцию I, и стопы прокладок устанавливаются над платформой подъемника *20* прокладок.

Для того чтобы асбестоцементные форматы правильно накладывались на металлические прокладки, стопы прокладок ставятся краном или электропогрузчиком на определенные, фиксированные места вагонетки *23*, а сама вагонетка останавливается, дойдя до определенного места под магнитной рамой *6*. Вагонетка *23* приводится в движение находящимся на ней электродвигателем от пульта управления. Когда она достигает требуемого положения, ее привод автоматически выключает конечный выключатель.

Как уже говорилось, вагонетка имеет П-образную платформу, в свободный промежуток которой входит платформа гидравлического подъемника *20*. Нажатием соответствующей кнопки пульта управления в цилиндр гидравлического подъемника поступает от гидростанции масло, платформа подъемника поднимается и снимает обе стопы прокладок. Сняв стопы прокладок, платформа продолжает подниматься до тех пор, пока верхние прокладки стоп не достигнут определенного рабочего уровня. После этого подъем платформы автоматически прекращается. Рабочий уровень прокладок фиксирует фотореле, состоящее из осветителя, фотоэлемента и электроаппаратуры. На некоторых заводах это устройство заменено механическим щупом.

Осветитель и фотоэлемент находятся с двух противоположных сторон стопы прокладок на таком уровне, на котором подъемник прокладок должен поддерживать верхние листы стопы. Сопротивление, которое оказывает фотоэлемент прохождению через него электрического тока, резко падает при его освещении. В электрической цепи последовательно с фотоэлементом соединено реле, которое прекращает поступление масла в цилиндр подъемника, как только стопы прокладок перекроют путь свету от осветителя к фотоэлементу и снизят тем силу тока, поступающего в реле. После этого, нажав соответствующую кнопку пульта, вагонетку *23* выводят из секции и устанавливают на ее платформе следующие две стопы прокладок для последующей зарядки автомата прокладками.

Затем, также от пульта управления включаются ток в электромагниты *7* магнитной рамы *6* и подача масла в цилиндры гидравлического подъемника *20*, который поднимает находящиеся на его платформе две стопы металлических прокладок до соприкосновения с электромагнитами *7*. Подъемная сила электромагнитов *7* достаточна для захвата и удерживания только одной прокладки из каждой стопы (верхних прокладок стопы). После

захвата электромагнитной рамой пары прокладок, гидравлические цилиндры автоматически опускают стопы оставшихся прокладок до рабочего их уровня.

На этом зарядка автомата металлическими прокладками заканчивается и его подготовляют к приему сволнированных асбестоцементных листов.

Делают это так. Нажав соответствующую кнопку на пульте управления, включают привод гидравлического снижателя *17* стоп сволнированных листов на подъем. Платформа снижателя *17* поднимается в наивысшее положение, фиксируемое вторым фотореле, аналогичным уже рассмотренному. Фотореле поддерживает сначала его платформу, а затем верхние листы укладываемых на ней стоп сволнированных листов на определенном уровне. По рельсам *16* под платформу гидравлического снижателя *17* подводится вагонетка *22* (также от пульта управления) для последующего вывода стоп сволнированных листов.

После этого приводится в движение от пульта управления тележка *9*, которая перемещается по рельсам *8* в секцию I. Когда тележка будет точно под парой прокладок, находящихся на электромагнитной раме *6* (на схеме показано пунктиром), она нажмет на конечный выключатель, который выключит ток от электромагнитов, и пара металлических прокладок упадет на тележку. При возвратном движении тележки *9* в секцию II находящиеся на ней прокладки доводятся до упоров на ее поверхности, чем обеспечивается точная установка прокладок по отношению стола *18*. При этом положении тележка одновременно нажимает на конечный выключатель, отключающий ее привод и включающий привод ленточного транспортера *5*, который приводится в движение. Тележка *9* с двумя металлическими прокладками остается неподвижной. На этом заканчивается подготовка автомата к работе, которая производится от пульта управления. Дальнейшая же его работа протекает автоматически.

Ленточный транспортер *5*, подающий асбестоцементные форматы от ротационных ножниц, имеет две скорости движения — нормальную и замедленную (доводочную). Когда транспортер принимает форматы, он движется с нормальной скоростью, превышающей скорость выхода этих форматов из ротационных ножниц, поэтому на транспортере форматы располагаются парами с разрывом между ними по длине транспортера около 450 *мм*. Когда передняя кромка пары форматов подойдет к концу транспортера и поднимет на толщину формата ролик *10*, последний переключит транспортер на замедленную скорость движения. При этой скорости передняя кромка форматов поднимет ролик *11*, который выключит привод транспортера. Пара форматов займет положение на нем, обеспечивающее при последующем настиле правильное их размещение на металлических прокладках.

Во время описанного движения транспортера тележка *9* пе-

Зак. 3997

Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/106

реходит в секцию I до упора, который выключает ток в электромагнитах *7* магнитной рамы *6*. В результате пара металлических прокладок, удерживавшихся электромагнитами, падает на тележку. Последняя немедленно возвращается до упора в секцию II.

Всякий раз, когда тележка *9* переходит в секцию II (в положение, показанное на рисунке сплошными линиями), гидравлические цилиндры подъемника *20* поднимают стопы до соприкосновения верхних прокладок с электромагнитами *7*, которые их задерживают. Оставшиеся в стопе прокладки подъемник *20* тут же возвращает в начальное положение. Когда стопы прокладок достигнут этого положения, включается привод тележки *9* и она переходит из секции II в секцию I, где занимает положение, показанное на рисунке пунктирными линиями. В этот момент электромагниты *7* обесточиваются, в результате чего удерживаемая ими пара прокладок падает на тележку, которая немедленно возвращается в секцию II. При следующем переходе тележки в секцию I за новой парой прокладок специальные упоры сталкивают с нее прокладки на стол *18*.

Следовательно, тележка *9* принимает от магнитной рамы *6* металлические прокладки в секции I, а затем переносит и отбрасывает их на стол *18* в секции II автомата. В дальнейшем металлические прокладки и расположенные на них асбестоцементные форматы передвигают рейки *19* и вилы *14*.

При переходе тележки в секцию I конечные выключатели включают движение транспортера *5* и реек *19*. Вследствие того, что рейки движутся синхронно с транспортером, пара асбестоцементных форматов накладывается на прокладки и вводится в секцию III, где происходит волнировка форматов.

При обратном движении реек в секцию II за следующей парой металлических прокладок и асбестоцементных форматов, специальные упоры удерживают сволнированные листы с прокладками в пределах секции III. При следующем переходе реек в секцию III лапки вил *14* захватывают сволнированные листы и вилы переносят их в секцию IV автомата. При следующем переходе вил в секцию III специальные упоры задерживают прокладки со сволнированными листами в секции IV, и они вместе падают на стопу сволнированных листов.

Все описанные операции производятся одновременно и автоматически.

Рабочие уровни стоп прокладок и стоп сволнированных листов контролируют два фотореле. Когда в результате уменьшения высоты стоп прокладок открывается доступ света от осветителя к фотоэлементу, реле включает привод механизма подъемника *20* и он поднимает стопы до рабочего уровня, при котором они вновь преграждают путь света к фотоэлементу. При увеличении высоты стоп сволнированных листов на гидравлическом

снижателе *17* они преградят путь свету от установленного в стопирующей части осветителя к фотоэлементу, в результате чего реле отключит цилиндры гидравлического снижателя *17* от гидростанции, и фотореле вновь установит верхние листы стоп на рабочем уровне. Многие заводы заменили фотореле и осветитель более простым устройством — механическим щупом.

Механический щуп для контроля уровня верха стоп прокладок и стоп сволнированных листов на гидравлическом снижателе *17* представляет собой небольшую, изогнутую металлическую пластинку, шарнирно закрепленную на станине волнировщика таким образом, что при падении на стопу несущая сволнированный лист прокладка задевает ее, отклоняя на некоторый угол. Когда стопа еще не достигла предельной высоты, она не препятствует возвращению пластинки щупа в исходное положение, но после того, как верх стопы поднимается до предельного уровня, стопа препятствует возврату пластинки-щупа в исходное положение.

Пластинка-щуп электрической цепью связана с гидростанцией, приводящей в движение снижатель *17*. Когда при падении прокладка только отклоняет пластинку-щуп, выключатель не успевает сработать, и снижатель *17* остается неподвижным. Когда же пластинка-щуп остается в отклоненном от начального положения, снижатель *17* опускает стопу примерно на 100 *мм*, после чего автоматически останавливается. При опускании стопа освобождает пластинку-щуп, которая приходит в исходное положение. На таком же принципе основана работа механического щупа в узле отбора прокладок.

Таким образом, аппарат работает автоматически, когда на платформе гидравлического подъемника *20* находятся металлические прокладки. После отбора последней пары прокладок платформа подъемника опускается и при нижнем ее положении нажимает на конечный выключатель. Последний дает сигнал на пульт управления для включения электродвигателя вагонетки *23*, которая подает в автомат новую пару стоп металлических волнистых прокладок.

В это время платформа снижателя *17* доходит до своего нижнего положения, и стопы сволнированных листов ложатся на платформу вагонетки *22*. Конечный выключатель при этом прекращает дальнейшее опускание платформы и включает электродвигатель вагонетки на вывод стоп из автомата. В крайнем положении вагонетки *22* конечный выключатель выключает электродвигатель и включает гидропровод снижателя *17* на подъем для набора новых стоп сволнированных листов.

Правила техники безопасности при работе на волнировочно-стопирующих автоматах. Рассмотренный волнировочно-стопирующий автомат должен иметь боковые сплошные решетчатые заграждения.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 107 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/107

Во время работы этих автоматов запрещается поправлять металлические волнистые прокладки на подъемнике, снижателе, волнировщике и рейках, поправлять и убирать асбестоцементные листы.

Открывать аппаратный шкаф во время работы агрегата разрешается в исключительных случаях и только электрику, обученному приемам безопасной работы на волнировочно-стопирующих агрегатах.

Загромождать участок обслуживания агрегата посторонними предметами запрещается. Бракованные прокладки и асбестоцементные листы нужно немедленно удалять с рабочего места.

Рассмотренным способом волнируют листы около 30% технологических линий асбестоцементных листовых изделий. Этот способ называется прокладочным. Однако этот метод *имеет следующие недостатки:*

1. Вес металлической прокладки почти в два раза превышает вес асбестоцементного листа, что увеличивает вес стопы почти в три раза. В результате на асбестоцементные листы, особенно расположенные в нижней части стопы, прокладки давят с большой силой. Ввиду того, что волнистые листы в стопе укладываются не плотно, а опираются на соседние только прямолинейными участками профиля, на этих участках создаются напряжения, которые часто приводят к образованию глубоких трещин (трещин обжатия). Особенно часто это бывает, если применяют деформированные прокладки, неравномерно давящие на лист, или не очищенные от асбестоцементной массы, не смазанные маслом, а также при укладке листов в высокие стопы. Образовавшиеся трещины могут дать до 10% брака продукции.

2. На каждую листоформовочную машину приходится большое количество прокладок (около 8 000—10 000 шт.), вес которых составляет около 130—160 *Т*.

3. Большая загрузка внутризаводского транспорта, который перевозит прокладки, и затрата рабочей силы на правку, очистку и смазку прокладок маслом.

4. Повышенная трудоемкость, связанная с разборкой стоп для освобождения листов от прокладок.

5. Повышенный расход тепла в пропарочных камерах на нагрев прокладок.

Автоматизированные линии для формования волнистых листов без применения прокладок. В СССР освоен разработанный советским инженером Н. И. Ершовым способ формования и укладки сволнированных листов в стопы без металлических прокладок. Этот способ, который называется беспрокладочным, уже применяют почти на 50% всех технологических линий, которые вырабатывают асбестоцементные листовые изделия.

В автоматическую линию производства волнистых листов по беспрокладочному способу входят следующие механизмы: волнировщик, который придает плоским асбестоцементным листам волнистую форму; пневмоукладчик, захватывающий пневмоприсосами сволнированные листы и укладывающий их на тележки конвейера твердения в стопы по 10—12 листов (без металлических прокладок); транспортер твердения, на котором листы твердеют 3,5—4 часа; съемник стоп волнистых листов с тележек транспортера твердения и разгрузочных транспортеров, производящих разборку стоп.

При волнировке листов ВО этим способом на ротационные ножницы (рис. 70) устанавливают один дисковый нож *5*, который разрезает накат в продольном направлении на две равные части, и один поперечный нож *3* на крестовине, разрезающий его на форматы длиной 1200 *мм*. Продольные же кромки наката обрезают уже на сволнированном листе дисковые ножи. А сволнированные и обрезанные листы отводятся к пневматическому укладчику листов в стопы. Обрезки же подаются на ленточный транспортер, с которого они поступают в мешалку переработки.

На волнировщик форматы периодически подает ленточный транспортер, отводящий их от ротационных ножниц попарно (так же как и на рассмотренных ранее волнировочных агрегатах) с разрывом 600 *мм* между отдельными парами.

На рис. 76 изображена схема беспрокладочного волнировщика системы Н. И. Ершова. Формуют лист двадцать четыре бесконечных специальных цепи *3*, двенадцать из которых волнируют один лист и двенадцать других — второй лист (листы поступают парами). Из двенадцати цепей, формующих один лист, шесть расположены над асбестоцементным листом (верхние цепи) — они формуют шесть впадин волнистого листа; другие шесть цепей расположены под асбестоцементным листом (нижние цепи) они формуют гребни волнистого листа.

К цепям *3* приварены изогнутые металлические сегменты *2*, которые и формуют асбестоцементный лист *1*. Форма внешней (рабочей) поверхности сегментов соответствует форме волнируемой поверхности волнистого листа *1*. Ролики цепей катятся по направляющим *4*, обеспечивающим правильное положение цепей в процессе волнировки.

Нижние цепи расположены горизонтально, а верхние в промежутках между ними — с наклоном в сторону движения листа, в результате чего приваренные к ним сегменты *2* постепенно опускаются, изгибая лист до требуемой высоты волны. На рис. 76, *а* показан разрез верхних и нижних цепей, а также асбестоцементный лист в процессе волнировки; на рис. 76, *б* дано расположение цепей и листа до начала волнировки, а на рис. 76, *в* в конце этого процесса.

Асбестоцементные форматы с транспортера, отводящего их от ротационных ножниц (ножницы находятся слева от волнировщ-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 108 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/108

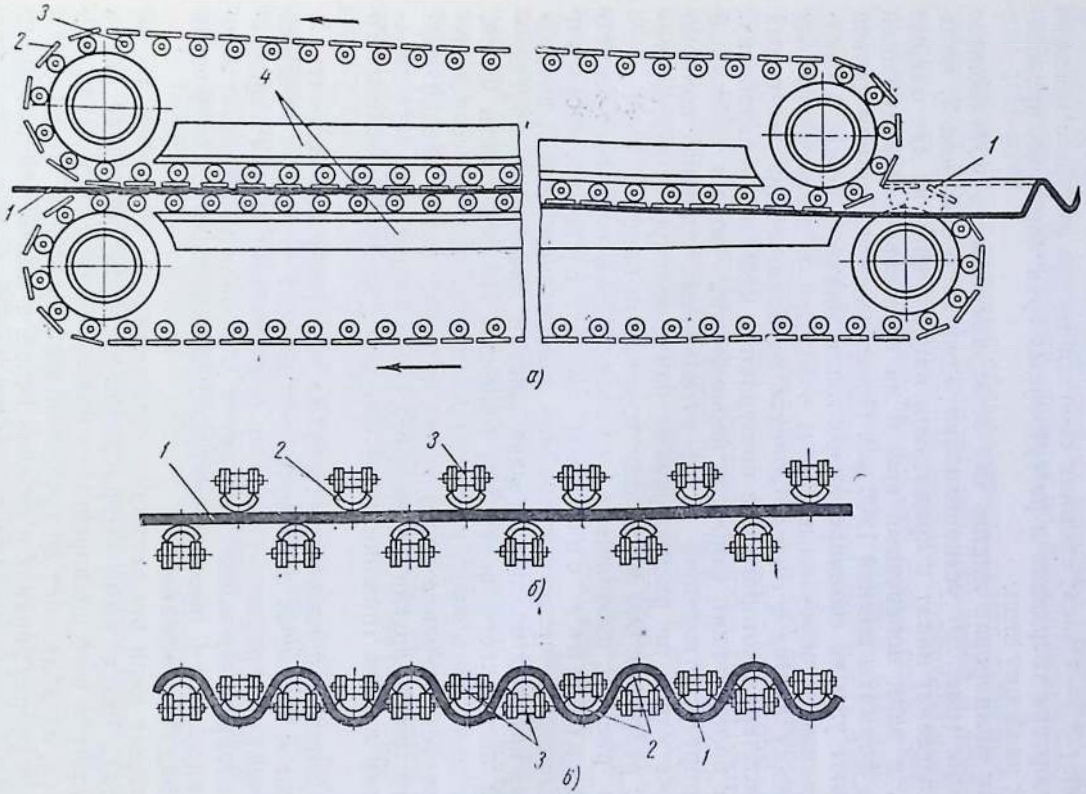


Рис. 76. Беспрокладочный волнировщик системы Н. И. Ершова:

а — схема волнировщика, *б* — расположение цепей перед началом волнирования; *в* — конец волнирования; *1* — асбестоцементный лист, *2* — формующие сегменты, *3* — цепь, *4* — направляющие

Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/109

щика), поступают на сегменты *2* нижней цепи, которые увлекают их под формующие сегменты верхних цепей. Поверхность листов лишь соприкасается с сегментами верхних цепей, как это показано на рис. 76, *б*. Но по мере продвижения вместе с сегментами листы постепенно приобретают волнистую форму, и по выходе из волнировщика высота волны листов достигает требуемых размеров и формы, как показано на рис. 76, *в*.

Так как ширина асбестоцементных форматов при волнировке уменьшается, то формующие каждый лист 12 цепей устанавливают веерообразно, постепенно приближая друг к другу в соответствии с сокращением ширины формуемого листа. В результате при волнировке на этом аппарате в листах не возникают растягивающие напряжения, что является большим преимуществом данного волнировщика.

Из волнировщика пара сволнированных листов поступает на цепной транспортер, подводящий сволнированный лист к пневматическому укладчику. Несущие листы цепи транспортера имеют такую же конструкцию и форму, что и нижние цепи волнировщика. Отличие лишь в том, что цепи расположены параллельно друг к другу на расстояниях, равных длине волны формуемого листа. Как уже отмечалось, на этом транспортере производится обрезка продольных кромок.

Пара сволнированных листов с цепного транспортера поступает на пневматический укладчик, изображенный на рис. 77.

Пневматический укладчик состоит из профилированного стола *2*, расположенного под ним рольганга *3* и над ним вакуумного перекладчика. Форма поверхности профилированного стола *2* соответствует форме нижней поверхности волнистого листа. Для перемещения листов гребни роликов *4* рольганга *3*, имеющие профиль, который соответствует профилю гребней листов, несколько выступают над столом через прорезы. Рабочей частью вакуумного перекладчика служат две вакуум-коробки *5*, одновременно перекладывающие пару сволнированных листов с профилированного стола *2* на тележку *8* транспортера твердения *10*.

На рисунке сплошными линиями показано положение вакуум-коробок *5*, когда они захватывают волнистые листы с профилированного стола *2*, а пунктирными линиями — положение, когда они эти листы укладывают на тележку *8* транспортера твердения *10*.

Вакуум-коробки *5* внутри полые, их дно имеет форму верхней поверхности волнистого листа. В момент, когда вакуум-коробки должны захватить и перенести волнистые листы, золотник *1* соединяет внутреннюю их полость с вакуум-насосом (на рисунке не показан) и через отверстия в дне вакуум-коробок листы присасываются к дну. Когда же вакуум-коробки перенесут листы на тележку транспортера твердения, золотник *1* от-

Production of Asbestos-Cement Products (1970) Published by AsbestosClaims.Law
ACL Doc 25272 · Page 110 of 158 asbestosclaims.law/library/25272/110

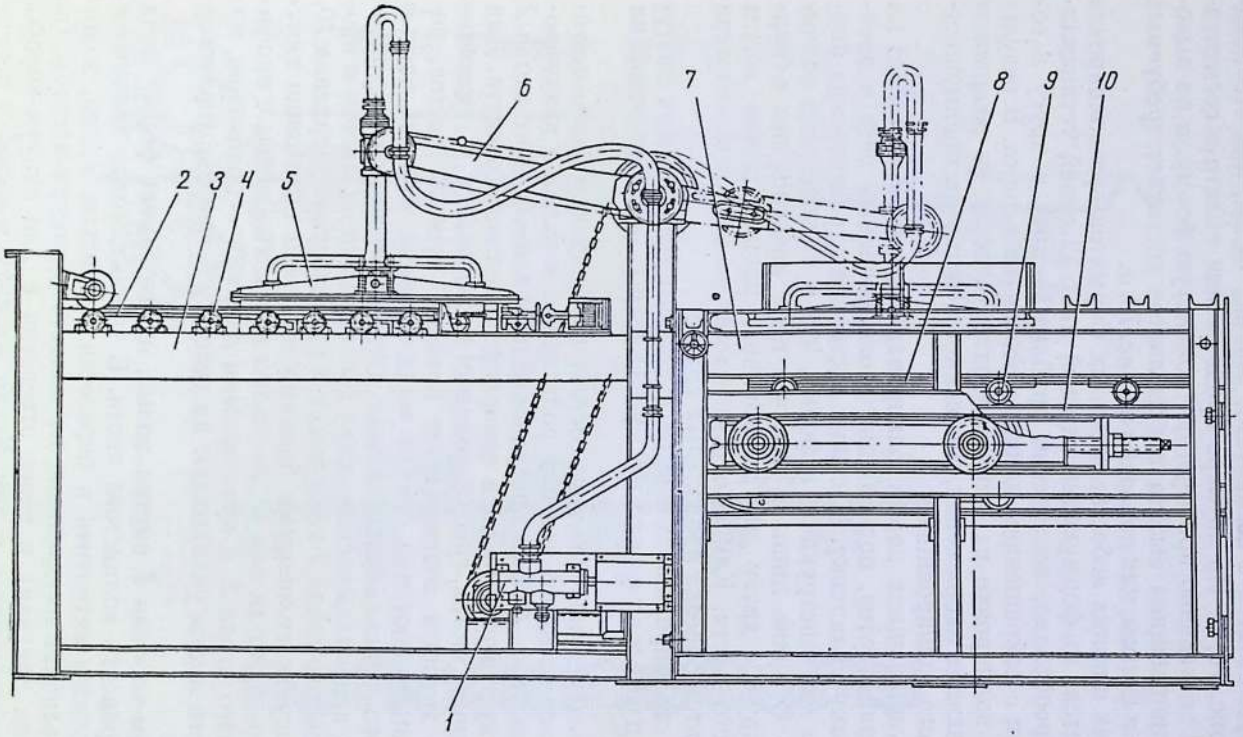


Рис. 77. Пневматический укладчик для беспрокладочного стопирования листов в волнировщике системы Н. И. Ершова:

1 — золотник, *2* — стол, *3* — рольганг, *4* — ролики, *5* — вакуум-коробка, *6* — поворотный рычаг, *7* — место стопирования сволнированных листов, *8* — тележка транспортера твердения, *9* — катки, *10* — транспортер твердения

Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/111

ключает их от вакуум-насоса и открывает доступ наружному воздуху, в результате чего листы отделяются от вакуум-коробок.

Вакуум-коробки перемещаются поворотом рычага, который попеременно вращается на 180°. Для того чтобы вакуум-коробки плотно прилегали к листам, кулачковый механизм при подходе к ним вакуум-коробок опускает ролики *4* рольганга *3*, и они устанавливаются заподлицо с поверхностью стола *2*. Так вакуум-коробки укладывают без прокладок на тележку *8* транспортера твердения *10* стопы по 10—12 сволнированных листов. Для снижения действия вакуум-коробки при ее падении на сволнированный лист и при укладке последнего в стопу на тележке транспортера твердения установлены тормозящие устройства, замедляющие движение вакуум-коробки при подходе к листу или стопе.

Транспортер твердения *10* — цепной, тележечный, периодического «шагового» движения с двумя параллельными тяговыми цепями. Тележки *8* прикреплены к цепям на расстоянии, равном шагу перемещения транспортера. Катки *9* тележек передвигаются по рельсам. К раме тележки приварены два спрофилированных поддона, форма которых соответствует форме нижней поверхности волнистого листа. На этих поддонах стопируются листы.

Для сохранения формы стопируемых листов по продольным краям рамы тележки *8* приварены два вертикальных листа-ограничителя, которые препятствуют расползанию листов.

Когда на тележке транспортера уложены две стопы с определенным количеством листов, транспортер перемещается на один шаг, и к месту укладки новых стоп поступает следующая тележка транспортера. Чтобы ускорить твердение листов, транспортер твердения помещают в камеру, куда вводится пар.

На заводах асбестоцементных изделий в настоящее время работают автоматизированные линии для беспрокладочной волнировки листов следующих типов: волнистых листов ВО, волнистых листов УВ-6 и УВ-7,5 длиной 1750 *мм* и волнистых листов СВ-40 длиной 1750 *мм*.

Правила техники безопасности при работе на линиях для беспрокладочной волнировки листов. Цепной транспортер, подающий листы на волнировку, вакуумный перекладчик и транспортер твердения должны иметь боковые ограждения. Дисковые ножи для обрезки продольных кромок листов должны быть также ограждены.

Для обслуживания вакуумного перекладчика, дисковых ножей и головной части цепного транспортера волнировщик должен быть оборудован специальной площадкой. Доступ на площадку обслуживания посторонним лицам запрещается.

Поправлять неправильно уложенные и снимать бракованные листы с любого участка волнировщика на ходу запрещается.

Production of Asbestos-Cement Products (1970) Published by AsbestosClaims.Law
ACL Doc 25272 · Page 112 of 158 asbestosclaims.law/library/25272/112

Обслуживание автоматизированных линий. Организация рабочего места оператора автоматизированных линий по формованию волнистых листов состоит в следующем. До начала смены оператор должен:

узнать у сменного оператора замеченные недостатки в работе и неисправности аппаратов автоматизированной линии (срезчика наката, ротационных ножниц, волнировочно-стопирующего автомата и транспортных устройств);

проверить параллельность ножа-срезчика оси форматного барабана, состояние баббита в пазах подающего барабана ротационных ножниц и в случае, если поперечный нож выработал канавки в баббитовой заливке, повернуть его так, чтобы он резал накат по другой, неизношенной полоске баббита. В волнирующем автомате инж. Н. И. Ершова надо проверить исправность формующих цепей, наличие во всех аппаратах автоматизированной линии смазки и в случае отсутствия или недостатка ее заполнить смазочные устройства; необходимо также проверить на холостом ходу в волнировочно-стопирующих автоматах работу сталкивателей прокладок.

После окончания смены оператор должен очистить все аппараты автоматизированной линии от приставшего асбестоцемента.

§ 31. Прессование листов и плиток на гидравлическом прессе

Процесс прессования. Для повышения плотности и механической прочности асбестоцементных плоских листов и плиток их прессуют. На рис. 78 графически показана зависимость предела прочности при изгибе $R_{изг}$, а также изменение толщины S и объемного веса γ асбестоцементных листов от удельного давления прессования (давления на 1 $см^2$ площади листа).

Прессование листов и плиток под удельным давлением до 300 $кГ/см^2$ увеличивает предел прочности при изгибе и растяжении примерно на 50%, при этом объемный вес повышается, а толщина снижается примерно на 20% (см. рис. 78).

Уменьшение толщины листов при прессовании в большой степени зависит от того уплотнения, которое лист получил в процессе его формования на листоформовочной машине. Независимо от начальной плотности с увеличением давления прессования предел его прочности при изгибе возрастает быстрее, чем уменьшается толщина.

Прессуют листы и плитки преимущественно на гидравлических прессах. Перед прессованием листы или плитки укладывают стопой на прессовую тележку, где каждый асбестоцементный

лист отделен от соседнего тщательно очищенным и смазанным маслом стальным прокладочным листом.

Так как поры свежесформованного листа заполнены водой, то процесс прессования заключается в отжатии воды и сближении между собой частиц асбестоцемента. Вода, проходя от середины прессуемого листа к его краям, преодолевает громадное сопротивление, причем чем дальше от краев, тем это сопротивление больше. Поэтому давление, которое создает пресс, распределяется им неравномерно. У краев листа, где воде приходится проходить небольшой путь и, следовательно, преодолевать сравнительно небольшое сопротивление, давление будет небольшим. Для того, чтобы выйти из середины листа, воде надо пройти значительно бóльший путь, а значит и преодолеть наибольшее сопротивление. Следовательно, в средней части листа должна сосредоточиваться наибольшая часть давления пресса.

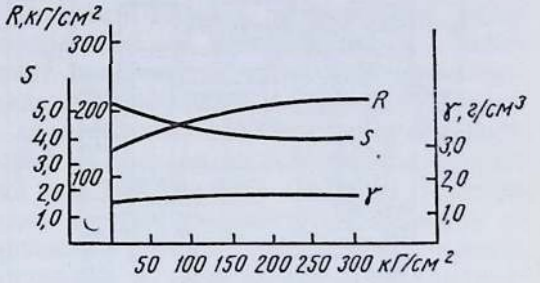


Рис. 78. Влияние прессования на прочность, объемный вес и толщину листов:
R — зависимость предела прочности при изгибе, *S* — изменение толщины, γ — изменение объемного веса листа

В начале процесса прессования, когда поры асбестоцементного листа еще не сжаты, вода из них выдавливается с большой скоростью при сравнительно небольших давлениях пресса, следовательно, в это время процесс уплотнения листа может протекать наиболее интенсивно. Поэтому в начале процесса прессования в цилиндр пресса надо подавать масло наиболее интенсивно и при небольшом давлении.

Но по мере уплотнения листа размеры его пор уменьшаются, резко увеличивается сопротивление протеканию воды и соответственно резко возрастает давление, необходимое для ее выдавливания. Поэтому в это время количество подаваемого в единицу времени масла в цилиндр пресса необходимо снижать, но давление, под которым оно поступает в цилиндр, будет автоматически возрастать. Следовательно, давление в цилиндре гидравлического пресса надо поднимать постепенно, особенно в начале процесса. Скорость подъема давления должна быть меньше и, соответственно, продолжительность прессования тем больше, чем больше размер прессуемых листов.

Если процесс прессования протекает быстро, то в листах может возникнуть большое давление воды, находящейся в порах, которое разорвет листы. Скорость прессования зависит также

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
Published by AsbestosClaims.Law
ACL Doc 25272 · Page 113 of 158
asbestosclaims.law/library/25272/113

от размеров пор в листах, которые определяются степенью распушки волокон асбеста и тонкостью измельчения примененного цемента. Чем тоньше распушены волокна асбеста и тоньше измолот цемент, тем медленнее надо вести процесс прессования листов. При установлении режима прессования необходимо учитывать, что на различных заводах применяют асбест различной степени распушки (в зависимости от оборудования) и цемент различной тонкости измельчения.

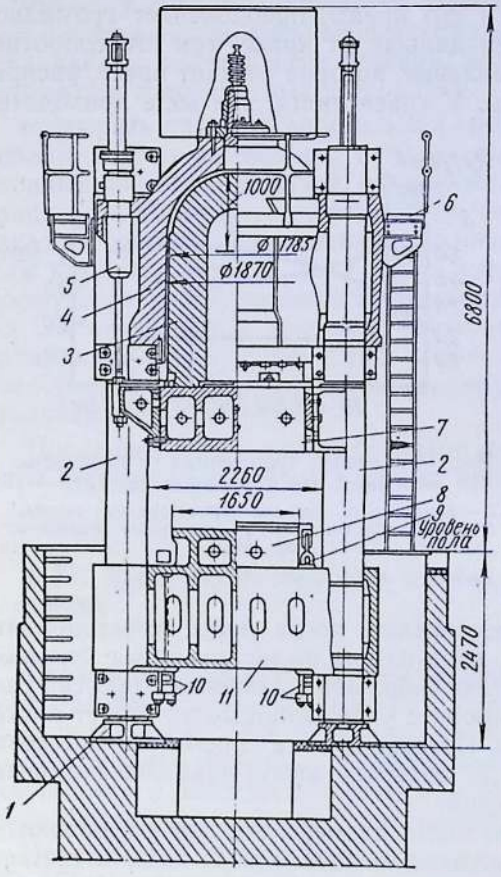


Рис. 79. Гидравлический пресс мощностью 7500 *т*:

1 — стальные башмаки, *2* — колонны, *3* — поршень гидравлического цилиндра, *4*, *5* и *10* — гидравлические цилиндры, *6* — площадка, *7* — верхняя платформа, *8* — нижняя платформа, *9* — рельсы, *11* — нижняя головка пресса

Достигнув максимального давления в цилиндре гидравлического пресса, прессуемые листы выдерживают под этим давлением до тех пор, пока из них не перестанет выделяться вода (все давление пресса расходуется на уплотнение листа). Практически продолжительность прессования плиток размером 400×400 *мм* не превышает 10 *мин*. Большие же асбестоцементные листы прессуют до часа и более.

Рассматривая процесс уплотнения асбестоцемента на форматном барабане листоформовочной машины или на форматной скалке трубоформовочной машины, мы отметили, что толщина сырого несхватившегося асбестоцемента после того, как уплотняющее давление пресс-валков будет снято, несколько увеличивается за счет упругой отдачи. Это явление происходит и при гидравлическом прессовании асбестоцементных плиток и листов. Поэтому после снятия давления пресса их толщина несколько увеличивается.

Гидравлические прессы. Асбестоцементные листы большого размера прессуют на мощных гидравлических прессах. На наших заводах для этой цели установлены гидравлические прессы мощностью 5000 и 7500 *т*, конструкции которых существенно не различаются.

На рис. 79 показан гидравлический пресс мощностью 7500 *т*. Пресс состоит из четырех стальных башмаков *1*, служащих опорами для четырех стальных колонн *2* диаметром 540 *мм*. На этих колоннах смонтированы все остальные детали пресса.

В нижней части колонны установлена головка *11* пресса, верхняя поверхность которой является нижней прессующей платформой *8*. Ширина платформы 1650 *мм*, длина 2700 *мм*. Такой размер платформы позволяет прессовать стопы асбестоцементных листов размером в плане до 1600—2600 *мм*, т. е. полные накаты, снятые с широкой листоформовочной машины, диаметр форматного барабана которой не превышает 800 *мм*. На верхней части колонн *2* смонтирован главный цилиндр *4* пресса. Поршень *3* главного цилиндра *4* имеет наружный диаметр 1785 *мм* и на его нижнем конце смонтирована верхняя платформа *7* пресса.

Два гидравлических цилиндра *5*, поршни которых (диаметром 200 *мм*) соединены с верхней платформой *7* пресса, поднимают поршень *3* и верхнюю плиту (платформу *7*) пресса. С боков нижней платформы *8* на штоках четырех поршней (диаметром 88 *мм*) гидравлических цилиндров *10* установлены два рельса *9*. Ход поршней 25 *мм*. Гидравлические цилиндры *10* укреплены на нижней головке *11* пресса. При верхнем положении поршней гидравлических цилиндров *10* рельсы *9* находятся на том же уровне, что и рельсы, уложенные на полу здания. В этом положении рельсы находятся при вкатывании вагонетки со стопой асбестоцементных листов в пресс и при выкатывании ее из пресса. При нижнем положении поршней рельсы опускаются на 25 *мм*, и прессовая вагонетка садится на нижнюю платформу *8* гидравлического процесса.

Мощность N гидравлического пресса равна произведению площади его поршня на давление жидкости в его цилиндре:

$$N = \frac{\pi D^2}{4} \cdot p, \text{ кГ},$$

где D — диаметр поршня, *см*;

p — давление жидкости в цилиндре, *кГ/см²*.

Пример. Максимальное рабочее давление жидкости в цилиндре, на которое рассчитан пресс, равно 300 *ати*, т. е. 300 *кГ/см²*. Диаметр поршня равен 178,5 *см*. Определим мощность данного пресса.

$$N = \frac{3{,}14 \cdot 178{,}5^2}{4} \cdot 300 \cdot 0{,}001 = 7500 \text{ } T.$$

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 114 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/114

На главном цилиндре *4* пресса смонтирована площадка *6*, на которой установлен масляный насос, приводимый в движение электродвигателем. В гидравлическом насосе, подающем масло во все цилиндры пресса, имеется шесть цилиндров, пять из которых подают масло под давлением до 160 *ати*. При более высоком давлении эти цилиндры автоматически выключаются, и масло под давлением до 300 *ати* подает только один шестой цилиндр высокого давления.

Скорость прессования стопы асбестоцементных листов зависит от скорости опускания верхней платформы *7* пресса, которая определяется по следующей формуле:

$$v = \frac{V}{F} \text{ см/мин},$$

где v — скорость опускания головки пресса, *см/мин*;
V — объем масла, подаваемого насосом в главный цилиндр пресса в минуту, $см^3$;
F — площадь поршня главного цилиндра, $см^2$.

Так как площадь поршня F не может быть изменена, то при изменении режима прессования необходимо иметь возможность изменять скорость поступления масла в главный цилиндр пресса, а для этого надо изменять число оборотов электродвигателя, приводящего в движение масляный насос пресса, или отключать отдельные цилиндры насоса.

Управляют работой гидравлического пресса с пульта, на котором установлено реле давления и времени[1]. После установки реле на заданное давление (до 300 *ати*) и на определенную продолжительность выдержки (от 0 до 100 *мин*) прессуемой стопы под максимальным давлением пресс работает автоматически.

К моменту подачи вагонетки под пресс гидравлические цилиндры *5* удерживают поршень *3* главного цилиндра *4* и верхнюю платформу *7* пресса в верхнем положении, а поршни гидравлических цилиндров *10* поднимают рельсы *9* до уровня рельс, уложенных на полу здания. После подачи вагонетки поршни гидравлических цилиндров *10* опускают вагонетку на нижнюю платформу *8* пресса. Одновременно снижают давление в цилиндрах *5*, в результате чего поршень *3* главного цилиндра опускается под действием собственного веса, и нижняя поверхность верхней платформы *7* пресса ложится на стопу.

[1] После того, как давление в главном цилиндре пресса достигнет заданной величины, реле давления автоматически так изменяет подачу в него масла, что давление в нем остается постоянным.

Реле времени автоматически выключает электродвигатель масляного насоса и открывает клапан для выпуска масла из главного цилиндра пресса по истечении заданного времени выдержки стопы при заданном давлении.

Нажимая на пульте управления пресса соответствующую кнопку, открывают доступ масла из гидравлического насоса в главный цилиндр насоса. С этого момента начинается прессование листов. До тех пор, пока давление в главном цилиндре не поднимется до 160 *ати*, работают цилиндры низкого давления масляного насоса. По достижении же этого давления они выключаются, и масло подает один цилиндр высокого давления. Когда давление масла в главном цилиндре достигнет заданной величины, реле давления в главном цилиндре будет поддерживать его постоянным.

После требуемой выдержки соответствующее реле автоматически отключает главный цилиндр от гидравлического насоса и соединяет его с резервуаром масла. Цилиндры *5* поднимают верхнюю платформу *7* пресса, освобождая стопу; а цилиндры *10* поднимают рельсы *9* и вагонетку на уровень рельсов пола, по которым электрическая лебедка выкатывает прессовую вагонетку из пресса.

Рассмотрим прессование на этом прессе асбестоцементных листов размером 1200×800 *мм* и толщиной 6 *мм* при наличии стальных прокладок размером 1400×1700 *мм*. На такие прокладки укладывают по два асбестоцементных листа, а на прессовую вагонетку одну стопу, содержащую около 160 шт. листов и 81 стальную прокладку.

Удельное давление прессования (т. е. среднее давление верхней платформы пресса в *кг* на 1 $см^2$ прессуемых листов) обозначим $p_у$. Величина его выражается формулой:

$$p_у = \frac{P_{пр}}{F_л}$$

где $P_{пр}$ — давление пресса, *кГ*;
$F_л$ — площадь одного слоя листов в стопе, $см^2$. Мощность пресса 7500 *Т*.

Площадь одного слоя асбестоцементных листов в стопе: $F_л = 120\ мм \times 80\ см \times 2 = 19\,200\ см^2$.

Удельное давление прессования будет равно:

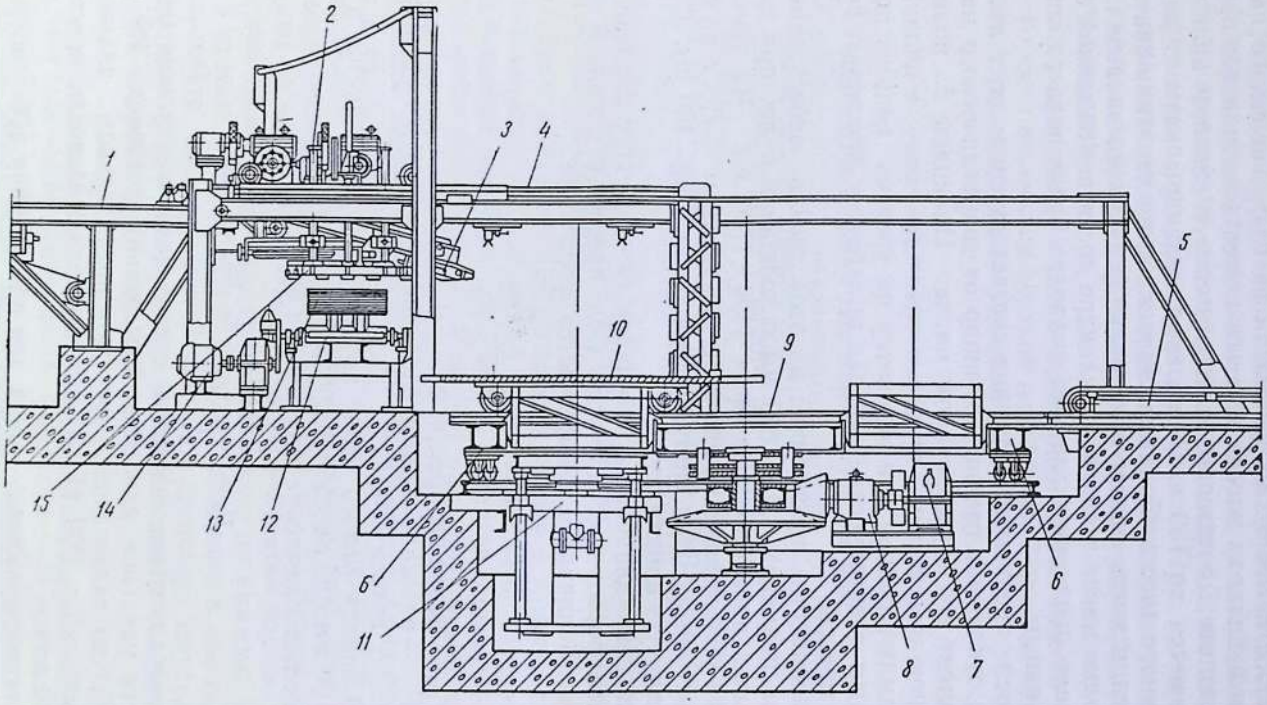
$$p_у = \frac{7\,500\,000}{19\,200} = 390\ кГ/см^2.$$

Следовательно, мощность пресса позволяет в этих условиях довести удельное давление прессования листов до 390 $кГ/см^2$.

Обычно такие листы прессуют при удельном давлении, не превышающем 200 $кГ/см^2$ при продолжительности прессования 30—40 *мин*.

Механизированная линия для прессования асбестоцементных листов и плиток (рис. 80). Эта линия включает следующие механизмы: ленточный транспортер *1*, принимающий от ротационных

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 115 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/115



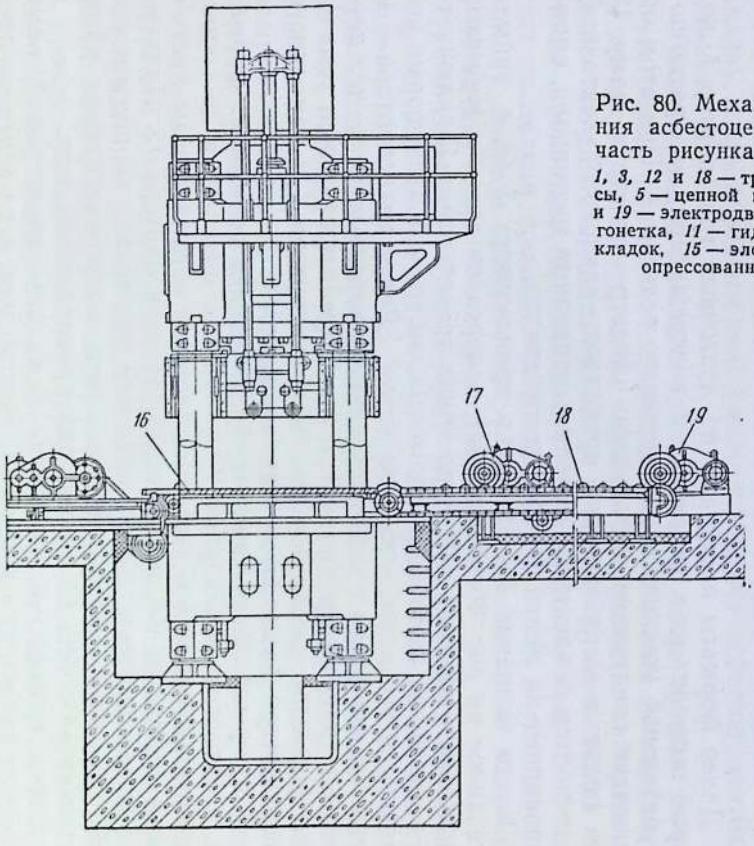


Рис. 80. Механизированная линия для прессования асбестоцементных листов и плиток (нижняя часть рисунка является продолжением верхней):
1, 3, 12 и *18* — транспортеры, *2* — укладчик, *4* и *9* — рельсы, *5* — цепной подаватель, *6* — поворотный круг, *7*, *14* и *19* — электродвигатели, *8* — редуктор, *10* — прессовая вагонетка, *11* — гидравлический подъемник, *13* — стопы прокладок, *15* — электромагнитная рама, *16* — стаскиватель опрессованных стоп, *17* — лебедка стаскивателя

Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/116

ножниц асбестоцементные форматы (плитки или листы); укладчик *2*, который укладывает на прессовую вагонетку *10* металлические прокладки и асбестоцементные форматы; транспортер *12* для подачи к укладчику *2* стоп металлических прокладок *13*; гидравлический подъемник *11* для подъема и опускания прессовой вагонетки *10*; поворотный круг *6*, отводящий прессовую вагонетку с уложенной на нее стопой асбестоцементных форматов от укладчика *2* к цепному подавателю *5* прессовых вагонеток и подводящий к укладчику *2* порожнюю прессовую вагонетку; стаскиватель *16* отпрессованных стоп асбестоцементных форматов с прессовой вагонетки на транспортер твердения *18*.

Рассмотрим теперь как действуют эти механизмы.

Когда толщина наката на форматном барабане листоформовочной машины достигнет заданной величины, автоматически включается срезчик. Последний срезает накат и передает его ленточному транспортеру, который подводит накат к ротационным ножницам, разрезающим его на форматы (плитки или листы).

Далее форматы поступают на ленточный транспортер *1*, который подводит их к укладчику *2*, совершающему возвратно-поступательное (челночное) движение по рельсам *4*. При этом он включает следующие механизмы: электромагнитную раму *15* для подъема металлических прокладок, наклонный ленточный транспортер *3*, электродвигатели и приводные механизмы, смонтированные на общей платформе укладчика.

Когда укладчик *2* подойдет к транспортеру *1* (т. е. займет указанное на рис. 80 положение), а передняя кромка форматов (листов или плиток) дойдет до конца транспортера *1*, включается в движение лента наклонного транспортера *3*. Платформа укладчика в это время стоит на месте. Лента транспортера *3* и лента транспортера *1* движутся в одном направлении до тех пор, пока на транспортер укладчика *2* не перейдет заданное количество форматов, после чего ленты транспортера *1* и наклонного транспортера *3* укладчика останавливаются.

В то время, когда транспортер укладчика принимает форматы, электромагнитная рама *15* укладчика опускается до соприкосновения магнита с верхним стальным прокладочным листом стопы прокладок *13*, находящейся на транспортере *12*. Подъемная сила электромагнитов укладчика рассчитана на подъем одной прокладки, поэтому при подъеме электромагнитная рама увлекает за собой из стопы один прокладочный лист.

Затем платформа укладчика *2*, на электромагнитной раме которого находится один прокладочный лист, а на ленте наклонного транспортера *3* — асбестоцементные форматы, двигается вправо и устанавливается над прессовой вагонеткой *10*, находящейся на гидравлическом подъемнике *11*. Все это время лента наклонного транспортера *3* самостоятельно не движется.

Гидравлический подъемник *11* удерживает находящиеся на прессовой вагонетке *10* форматы и прокладки в таком положении, при котором верхние форматы расположены примерно на 50 *мм* ниже прокладки, удерживаемой электромагнитами рамы *15*. В момент остановки платформы укладчика *2* над прессовой тележкой *10* выключается ток из электромагнитов и удерживаемый ими прокладочный лист падает на прессовую вагонетку. После этого платформа укладчика начинает равномерно двигаться влево (к транспортеру *1*) и одновременно с той же скоростью, но в противоположном направлении приводится в движение лента транспортера *3* укладчика, которая укладывает форматы на прокладку прессовой вагонетки.

Возвратившись в исходное положение, наклонный транспортер *3* укладчика снова принимает от транспортера *1* асбестоцементные форматы. Электромагнитная рама *15* отбирает из стопы следующую стальную прокладку, а затем платформа укладчика вновь движется к прессовой вагонетке, сбрасывая на нее прокладку, а при обратном ходе настилает на ней асбестоцементные форматы.

После укладки каждого прокладочного листа и слоя асбестоцементных форматов гидравлический подъемник *11* опускается на такую величину, чтобы верхняя поверхность набираемой стопы всегда находилась на одном и том же уровне. Когда из стопы прокладок *13*, находящихся на транспортере *12*, будет взят последний прокладочный лист, включается электродвигатель *14* привода транспортера *12* прокладок, который подводит к укладчику новую стопу прокладок.

Прессовая вагонетка, набрав примерно 90—100 слоев асбестоцементных форматов, опускается гидравлическим цилиндром подъемника *11* на рельсы *9* поворотного круга *6*. Редуктор *8*, приводимый в движение электродвигателем *7*, поворачивает круг на 180°, подводя прессовую вагонетку с находящейся на ней стопой асбестоцементных форматов и прокладочных листов к цепному подавателю *5*, а порожнюю прессовую вагонетку, до этого стоящую у цепного подавателя *5*, к гидравлическому подъемнику *11*.

Во время движения поворотного круга укладчик неподвижен; после его остановки гидравлический подъемник поднимает прессовую вагонетку *10* до определенного уровня (примерно на 50 *мм* ниже элетромагнитной рамы), укладчик включается в действие, и процесс укладки в стопу прокладочных листов и асбестоцементных форматов возобновляется, а цепной подаватель *5* вводит первую прессовую вагонетку со стопой под гидравлический пресс.

После окончания прессования стаскиватель *16*, приводимый в движение лебедкой *17*, стаскивает с прессовой вагонетки *10* стопу асбестоцементных форматов и прокладочных листов на

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
Published by AsbestosClaims.Law
ACL Doc 25272 · Page 117 of 158
asbestosclaims.law/library/25272/117

транспортер твердения *18*. Транспортер твердения, приводимый в движение электродвигателем *19*, после приема стопы передвигает ее на расстояние, немного превышающее длину стопы, освобождая место для приема следующей. В результате транспортер по всей своей длине заполняется стопами.

Одновременно с подачей новой стопы стопа форматов, находящаяся на противоположной стороне транспортера, сходит с него на автоматически действующий разборщик. Этот разборщик отделяет уже затвердевшие на транспортере асбестоцементные форматы от прокладочных листов.

Длина транспортера твердения *18* должна быть такой, чтобы находящиеся на нем асбестоцементные форматы приобрели за это время прочность, при которой их можно было бы отделить от прокладочных листов. Транспортер твердения поступает в пропарочную камеру, где поддерживается температура 40—50° С и высокая влажность для ускорения процесса твердения форматов.

В настоящее время такие механизированные линии для прессования листов имеются на Брянском и Красноярском заводах асбестоцементных листовых изделий. На этих линиях прессуют листы размером 1200×800 и 1200×1600 *мм*.

Обслуживание механизированной линии. Перед началом смены прессовщик должен осмотреть пресс, гидравлический насос; проверить герметичность фланцев, штуцеров и клапанов; проверить исправность всей гидро-, электроаппаратуры, прессовых вагонеток, устройств для подачи вагонеток со стопами под пресс и стаскивателя вагонеток, уровень масла в масляном баке, наличие и исправность измерительных приборов, инвентаря и инструментов.

По окончании смены прессовщик должен выкачать из приямка отжатую прессом из асбестоцементных листов воду, очистить и привести в порядок пресс, гидронасос, инвентарь и инструмент, а также пол прессового отделения.

Все детали пресса, находящиеся под давлением воздуха или жидкости, необходимо подвергать периодическим освидетельствованиям и испытаниям. Для контроля давления на прессе должны быть установлены манометры, которые необходимо периодически проверять контрольным манометром.

Для смягчения гидравлических ударов в прессах трубопроводы к прессам должны снабжаться предохранительными клапанами или иными устройствами. Груз предохранительного клапана необходимо заключать в кожух, закрываемый на замок.

Гидравлический насос должен иметь предохранительный клапан, установленный по линии до запорного клапана. Гидравлические установки во всех наиболее высоких точках должны иметь краны для выпуска воздуха, а в наиболее низких точках — арматуру для спуска рабочей жидкости.

Глава 10

НОВЫЕ МЕТОДЫ ФОРМОВАНИЯ ПРОФИЛИРОВАННЫХ АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫХ ИЗДЕЛИЙ

§ 32. Формирование волнистых и полуволнистых листов методом Маньяни

В Италии разработан метод формования волнистых листов из асбестоцементной массы непосредственно на самой формовочной машине. Советский Союз закупил оборудование для производства волнистых листов этим методом, и оно работает на комбинате асбестоцементных изделий «Красный строитель».

Асбестоцементную массу по этому методу приготовляют таким образом: на бегунах обминают асбест в воздушно-сухом состоянии или добаляют воду; обмятая бегунами порция асбеста поступает в специальный аппарат-смеситель, куда одновременно подается цемент и вода. В этом аппарате распушивается асбест и одновременно приготовляется асбестоцементная масса.

Листоформовочная машина системы Маньяни. Как уже говорилось в § 30, в процессе придания неотвердевшим плоским листам профилированной (волнистой или полуволнистой) формы они подвергаются изгибающим, а при волнировке форматными скалками и растягивающим напряжениям. Эти напряжения нарушают структуру асбестоцемента и приводят к снижению его механических свойств и морозостойкости.

Метод Маньяни позволяет получить профилированные листы непосредственно в процессе их формования, что является преимуществом по сравнению с другими методами. Вторым преимуществом этого метода является возможность формования волнистых листов с переменной толщиной по его профилю — с утолщением на гребнях и впадинах волн, что не искажает их профиль при укладке в стопы.

На рис. 81, *а* изображена схема листоформовочной машины системы Маньяни. Важнейшей частью машины является бесконечная цепь вакуум-коробок *5*, огибающих два барабана *4*, один из которых приводит их в движение. Верхняя поверхность вакуум-коробок *5*, имеющая форму нижней поверхности формуемых листов, волнистая с рядом мелких отверстий (см. рис. 81, *б*). Дно вакуум-коробок *5* у концов скользит по поверхности продольных полых балок *8* станины. В дне вакуум-коробок и в полых балках *8* станины имеются продольные щели, посредством которых полость вакуум-коробок сообщается с внутренней полостью балок.

Внутренняя полость обоих продольных балок разделена перегородками на пять отделений. Каждое из этих отделений ко-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 118 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/118

роткими трубопроводами связано с центральным вакуум-трубопроводом *9*. Центральный трубопровод заглушкой разделен на два отделения, каждое из которых соединяется трубопроводом со своей вакуумирующей установкой.

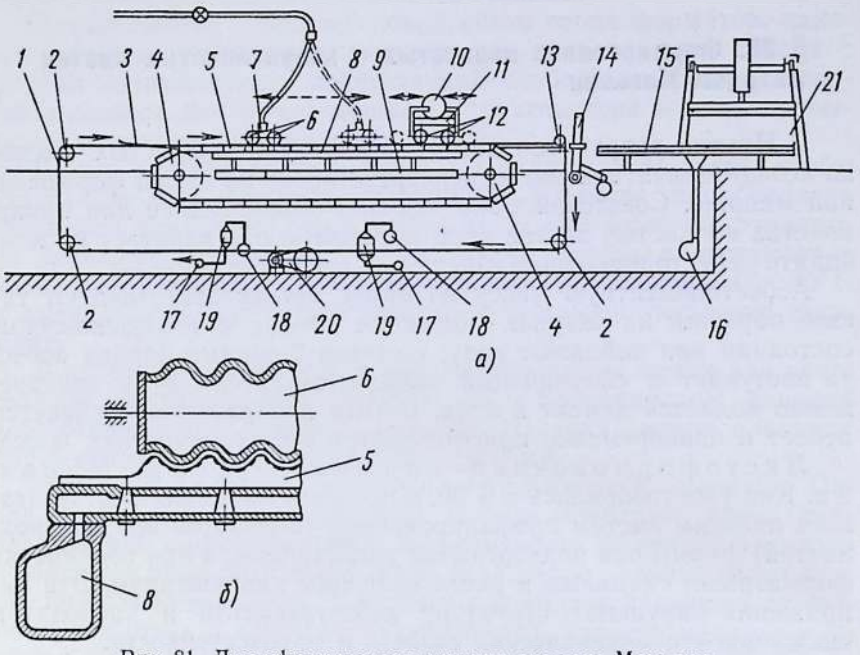


Рис. 81. Листоформовочная машина системы Маньяни:

а — схема машины, *б* — разрез по профилирующему валику *6*; *1* — сукно, *2* — направляющие валики, *3* — направляющие трубки, *4* — барабаны, *5* — вакуум-коробки, *6* — профилирующие валики, *7* — укладчик массы, *8* — полая балка станины, *9* — вакуум-трубопровод, *10* — эксцентрик, *11* — уплотняющая станция, *12* — профилированные валки, *13* — наждачные круги, *14* — поперечно-режущий нож, *15* — пневматический транспортер, *16* — вентилятор, *17* — центробежный насос, *18* — вакуум-насос, *19* — циклон, *20* — промывное устройство, *21* — пневматический укладчик

Вакуумирующая установка состоит из циклона *19*, центробежного насоса *17*, откачивающего воду из циклона, и вакуум-насоса *18*, который создает разрежение в вакуум-коробках.

На верхнюю волнистую поверхность вакуум-коробок *5* накладывается бесконечное сукно *1*, которое перед подходом к вакуум-коробкам проходит направляющие трубки *3*, придающие сукну волнистую форму. При дальнейшем движении сукна вакуум-коробки прочно присасывают его и оно следует за ними, не нуждаясь в отдельном приводе.

Листоформовочная машина системы Маньяни работает следующим образом.

Асбестоцементная масса подается гибким шлангом из смесителя на укладчик массы *7*, который совершает возвратно-поступательное движение. Укладчик массы представляет собой два связанных между собой профилирующих валика *6*, образующая которых имеет волнистую форму, в точности соответствующую профилю формуемых волнистых листов (см. рис. 81, *б*). Асбестоцементная масса поступает в промежуток между валиками *6*.

Из находящейся в укладчике асбестоцементной массы под действием вакуума на сукне образуется более плотный осадок, который уплотняется в процессе его нарастания валками. К моменту выхода сукна из укладчика на нем образуется уже в значительной степени уплотненный слой массы достаточной толщины, чтобы после дальнейшего его уплотнения толщина листа соответствовала заданной. Из сформованного слоя массы вакуум-коробки на пути от укладчика до уплотняющей станции *11* продолжают отсасывать воду.

Уплотняющая станция *11* состоит из двух профилированных валков *12* (аналогичных валикам *6* укладчика), которые также совершают возвратно-поступательное движение, но во взаимно противоположных направлениях от эксцентрикового диска *10*, как это показано стрелками на схеме. Сформованный слой асбестоцементной массы при прохождении станции подвергается более энергичному давлению валков *12*, вес которых увеличен добавочными грузами.

При дальнейшем продвижении сукно отделяется от вакуум-коробок *5*, которые поступают на натяжной барабан *4*. Затем сукно подводит сформованную ленту к установленным по краям станины двум вращающимся наждачным кругам *13*, которые обрезают с обеих сторон кромки ленты. Потом сукно уходит под машину, где проходит промывное устройство *20* и отбойный валик.

Скорость движения сукна устанавливается в зависимости от толщины вырабатываемых листов. Сформованная асбестоцементная лента движется к поперечно-режущему ножу *14*. Разрезанная на листы лента скользит по несколько наклонному пневматическому транспортеру *15*.

Транспортер *15* представляет собой полую плиту с волнистой перфорированной верхней поверхностью. Во внутреннюю полость этой плиты вентилятор *16* непрерывно подает воздух, который приподнимает лист, и по наклонной воздушной подушке лист скользит до упора в конце плиты. Здесь поперечный пневматический укладчик *21* присасывает листы и укладывает их стопой на вагонетку.

Все операции в этой машине полностью механизированы.

Часовая производительность машины F (в квадратных метрах формуемых листов) определяется по формуле:

$$F = B \cdot v \cdot 60, \; м^2/час,$$

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 119 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/119

где B — ширина формуемой волнистой ленты после обрезки продольных кромок, *м*;

v — скорость движения вакуум-коробок (равная скорости движения сукна), *м/мин*.

Сменив вакуум-коробки *5*, направляющие сукно трубки *3*, плиту наклонного пневматического транспортера *15* и присасывающую лист плиту пневматического укладчика *21*, на этой листоформовочной машине можно формовать также листы полуволнистого профиля.

Из описания процесса формования асбестоцементных листов на машине системы Маньяни мы видим, что этот процесс имеет много общего с процессом формования листов на круглосеточной формовочной машине (см. § 22). При формовании первичных слоев на круглосеточной машине фильтрующая поверхность (поверхность сетчатого цилиндра) движется относительно асбестоцементной суспензии, а в машине Маньяни укладчик *7* перемещает асбестоцементную массу относительно фильтрующей поверхности сукна, что также способствует продольной ориентировке волокон асбеста.

И тот, и другой метод обеспечивают слоистую структуру формуемому листу, но в листе, сформованном на круглосеточной машине, толщина первичного слоя изменяется в узких пределах, на машине же системы Маньяни лишь первый слой формуется на поверхности сукна, а все последующие наслаиваются на предыдущие слои, в результате чего их толщина резко падает от первого к последнему. Фильтрация суспензии в круглосеточной машине протекает при изменяющемся гидростатическом давлении, а в машине системы Маньяни при постепенно возрастающей величине вакуума в вакуум-коробках.

§ 33. Вакуумное формование волнистых и полуволнистых листов

В § 31 рассмотрен способ уплотнения асбестоцементных изделий на гидравлических прессах, который применим только для плоских листов.

Итальянская фирма «Испра» выпускает оборудование, разработанное инженером Марчиоли, для производства прессованных профилированных асбестоцементных листов. Производство волнистых листов по методу вакуумного формования (метод Марчиоли) заключается в оригинальном способе формования волнистого листа и в упруго-гидравлическом прессовании сформованного листа через профилированную резиновую подушку на прессе, которому фирма присвоила наименование «Пушка».

Схема установки для приготовления асбестоцементной массы (концентрации около 23%) показана на рис. 82. Установка состоит из пропеллерного гидросмесителя *3*, лопастной мешалки *2*, центробежного насоса *1* и распределительной лопастной мешалки *4*.

Цемент подается в гидросмеситель *3* из бункера через весовой дозатор и шнек, туда же загружается распушенный асбест в виде асбестовой суспензии определенной концентрации. В лопастной мешалке *2* создается запас асбестоцементной массы, обеспечивающий непрерывность работы установки.

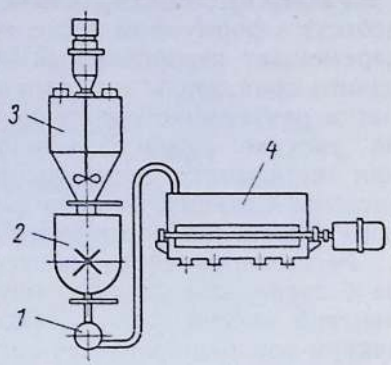


Рис. 82. Схема установки для приготовления асбестоцементной массы:

1 — центробежный насос, *2* — лопастная мешалка, *3* — пропеллерный гидросмеситель, *4* — распределительная лопастная мешалка

Насос *1* перекачивает периодически массу в распределительную мешалку *4*. Ввиду того, что рассматриваемая установка может обеспечить асбестоцементной массой четыре формовочные машины, распределительная мешалка имеет четыре патрубка для спуска массы.

На рис. 83 представлена схема вакуумного формования волнистых листов. Листоформовочная машина состоит из прямоугольной ванны *1*, глубиной около 600 *мм*, и закрытой сверху вакуум-коробки *6*. Дном коробки служит металлическая перфорированная волнистая плита *5*, соответствующая профилю формуемого листа, плотно покрытая снизу тонкой металлической сеткой *4*. В крышке вакуум-коробки имеется патрубок *3*, соединяемый гибким резиновым шлангом с вакуум-насосом.

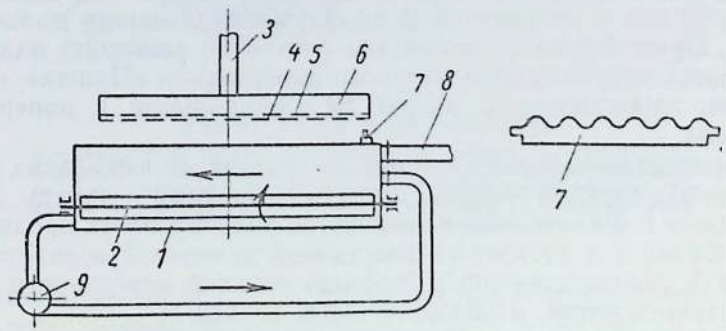


Рис. 83. Схема вакуум-формовочной установки для производства волнистых листов:

1 — ванна, *2* — мешалки, *3* — патрубок, *4* — металлическая сетка, *5* — перфорированная плита, *6* — вакуум-коробка, *7* — профилированная гребенка, *8* — патрубок, *9* — центробежный насос

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 120 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/120

Ванна *1* заполняется из распределительной мешалки по трубопроводу, присоединенному к патрубку *8*, асбестоцементной массой, которая перемешивается лопастными мешалками *2*. При формовании листа вакуум-коробка опускается и сетка погружается в массу. Чтобы достичь продольной ориентировки волокон асбеста в формуемом листе, асбестоцементную массу непрерывно перемещает центробежный насос *9*, который забирает ее от одного края ванны и подает на противоположный. В результате масса непрерывно движется в ванне в направлении, указанном на рисунке стрелкой, и в ванне создаются условия формования листа, аналогичные условиям формования листа на машине системы Маньяни. Отличие заключается в отсутствии механического уплотнения формуемого листа.

Рассмотрим теперь процесс формования листа. Вакуум-коробка *6* строго параллельно опускается в наполненную асбестоцементной массой ванну *1*. Одновременно во внутренней полости вакуум-коробки создается вакуум. Происходит процесс фильтрации массы под вакуумом; отфильтрованную воду, также по гибкому шлангу, откачивает центробежный насос, не показанный на схеме.

Продолжительность вакуумирования зависит от толщины формуемого листа. Как только слой массы достигнет заданной толщины, вакуум-коробка поднимается на определенную высоту над бортами ванны, а затем толщина отфильтрованного неуплотненного волнистого листа выравнивается профилированной гребенкой *7*. Гребенка, скользя по бортам ванны, выравнивает слой асбестоцемента, снимая лишнюю его толщину. Потом вакуум-коробка *6* перекладывает сформованный лист на пресс-форму пресса «Пушка», при этом внутренняя полость коробки отключается от вакуума. При обратном движении вакуум-коробки в исходное положение сетка промывается водой под давлением около 20 *ати* и начинается цикл формования нового волнистого листа. Пресс-форма с уложенным листом по рольгангу вдвигается в пресс упруго-гидравлического прессования «Пушка», схематически изображенного на рис. 84 в продольном и поперечном разрезах.

Горизонтальный корпус *2* пресса состоит из нескольких звеньев (труб) круглой формы, стянутых болтами *3* между двумя фланцами *1*. Уплотняющее устройство закреплено на продольной плите-балке *4* и состоит из эластичной резиновой волнистой подушки *5*, соответствующей профилю верхней поверхности вырабатываемого листа, и водопроводных трубок *6*.

Внутренняя полость резиновой подушки *5* разделена перегородками на несколько секций. Во время работы пресса каждая секция через трубки *6* самостоятельно наполняется водой, и профилированная поверхность подушки плотно прилегает к поверхности прессуемого волнистого листа *7*, находящегося на вдвинутой в пресс форме *8*. Форма *8* находится на опорной плите *9* пресса.

Пресс «Пушка» снабжен двумя рабочими формами *8*, каждая из которых совершает челночное движение на транспортных роликах. Перед началом очередного цикла прессования форму *8* с

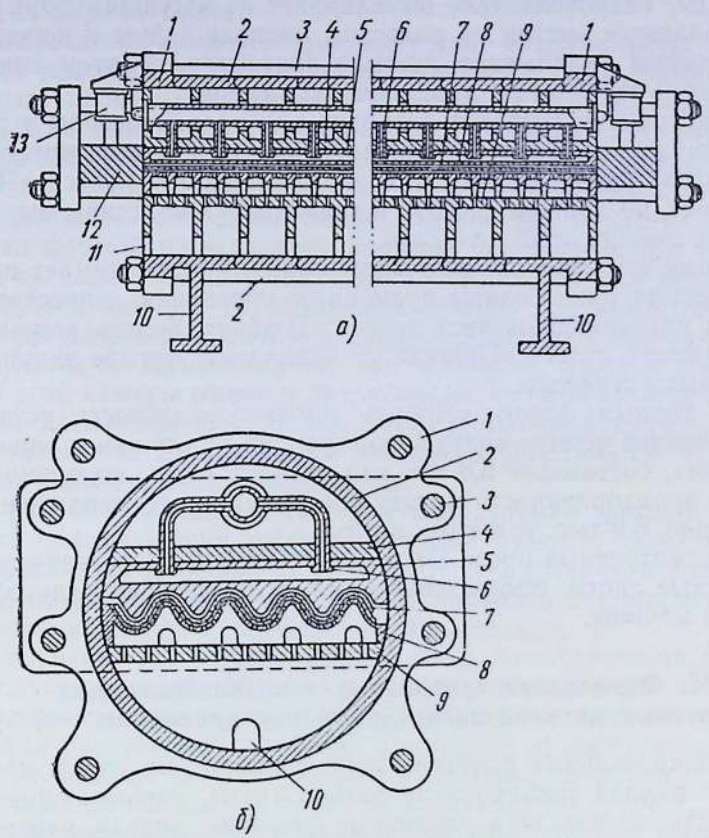


Рис. 84. Схема пресса «Пушка»:
а — продольный разрез, *б* — поперечный разрез; *1* — фланец, *2* — корпус, *3* — стяжные болты, *4* — плита-балка, *5* — резиновая подушка, *6* — водопроводные трубки, *7* — прессуемый волнистый лист, *8* — форма, *9* — опорная плита, *10* — опорные ножки, *11* — сливное отверстие, *12* — задвижка, *13* — гидравлические цилиндры

находящимися на ней прессуемым листом *7* специальный гидротолкатель вводит во внутреннюю полость пресса на опорную плиту *9*, снабженную рядом отверстий, по которым стекает отжимаемая из прессуемого листа вода.

Когда одна форма находится в прессе, с другой формы снимается отпрессованный лист и затем загружается новым отформованным листом. Форма имеет перфорированную поверхность,

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 121 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/121

соответствующую профилю вырабатываемых листов. Сверху форма обтянута металлической нержавеющей сеткой. После того как форма вдвинута в пресс, вводные проходы пресса закрывают задвижки *12* гидравлическими цилиндрами *13*. По окончании процесса прессования гидроцилиндры *13* открывают вводные проходы, гидротолкатель выталкивает из «Пушки» форму с отпрессованным листом на рольганг, подводящий ее к перекладчику, который укладывает листы в контейнер, а затем контейнер с листами поступает в пропарочную камеру.

Прессование листов происходит при давлении воды в резиновой подушке в 80 *ати*; продолжительность процесса прессования составляет около 10 *сек*; весь же цикл работы пресса «Пушка» занимает, по данным фирмы, в зависимости от длины вырабатываемых листов, от 25 до 45 *сек*.

Ввиду того, что процесс формования листа занимает примерно в четыре раза больше времени по сравнению с прессованием его на уплотняющем лист прессе «Пушка», фирма рекомендует для каждого пресса «Пушка» устанавливать четыре вакуум-формовочных установки.

По данным фирмы «Испра» производительность установки, включающей четыре вакуум-формующих установки и один пресс «Пушка», составляет 6,9 *т/ч*, что соответствует, по принятому в нашей промышленности методу определения производительности, примерно, 6,9 тыс. условных плиток.

Рассмотренный пресс «Пушка» позволяет прессовать также и волнистые листы, сформованные на круглосеточной листоформовочной машине.

§ 34. Формование кровельных и канализационных фасонных деталей нагнетанием под давлением

Для кровельных покрытий как гражданских, так и промышленных зданий требуются не только листы, покрывающие плоские скаты кровли, но и различные фасонные детали, рассмотренные в § 16.

Некоторые из этих деталей имеют сложную форму. Их формование из плоских снятых с листоформовочной машины листов связано со значительными деформациями. Для того чтобы эти деформации не вызывали в листе местных разрывов, требуется тщательная ручная работа, большой опыт, а также продолжительное время для их обработки. Вследствие этих причин наша промышленность вырабатывает только наиболее необходимые детали — коньки упрощенной конструкции. Поэтому в строительстве при покрытии кровель волнистыми асбестоцементными листами применяют фасонные детали, изготовленные из оцинкованных листов, долговечность которых отлична от долговечности асбестоцементных листов.

Еще более сложным является процесс формования из свежесформованных асбестоцементных плоских листов фасонных канализационных деталей для внутридомовой канализационной сети. Ввиду большой трудоемкости их изготовления наша промышленность асбестоцементные канализационные фасонные детали не вырабатывает.

Итальянская фирма «Испра» выпускает оборудование, разработанное инженером Марчиоли для производства прессованных фасонных кровельных деталей и фасонных канализационных частей. Для выяснения принципа этого метода возвратимся к схеме пресса «Пушка», изображенной на рис. 84. Представим себе, что в пресс вдвинута пустая форма *8* без сформованного предшествующей операцией листа, а резиновая подушка *5* поднята над формой на несколько большее расстояние, чем это показано на схеме. Тогда между резиновой подушкой *5* и формой *8* образуется камера, ограниченная сверху волнистой поверхностью резиновой подушки *5*, а снизу — волнистой поверхностью сетки формы *8*. Предположим, что в стенке корпуса *2* пресса против этой камеры имеется патрубок, через который под значительным давлением камера заполняется асбестоцементной массой, а затем под давлением 80 *ати* масса уплотняется так же, как уплотнялся сформованный лист.

На рис. 85 показана установка, выпускаемая фирмой «Испра», для приготовления асбестоцементной массы и инъектирования (подачи под давлением) ее в пресс. Эта установка включает три расположенных один над другим аппарата: турбосмеситель *4*, сборник-мешалку *3*, пневматический инъектор *1*.

Турбосмеситель *4* представляет собой металлический цилиндр с конусным дном. По оси цилиндра установлена мешалка пропеллерного типа, приводимая в движение электродвигателем *7*. Порции распушенного асбеста и цемента, отвешенные дозаторами при помощи шнеков загружаются через патрубки *6* и *8*, а вода, также определенной порцией, поступает по трубе *5*, расположенной тангенциально к внутренней поверхности цилиндра. Готовая асбестоцементная масса, концентрации около 35%, разгружается в сборник-мешалку *3* через разгрузочное отверстие, открываемое и закрываемое задвижкой *9*, приводимой в движение пневмоцилиндром.

Сборник-мешалка *3* состоит из ванны *10* с горизонтальной лопастной мешалкой, которая имеет привод от электродвигателя *2*. В дне ванны имеются три патрубка, к которым могут быть присоединены три задвижки, аналогичные установленным на дне турбосмесителя *4* и, соответственно, три инъектора.

Пневматический инъектор *1* представляет собой цилиндрический стальной бак с конусным дном, в которое ввернута металлическая труба *11* для выхода асбестоцементной массы. Инъектор снабжен также пневматическими клапанами для подачи в него

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 122 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/122

от компрессора сжатого воздуха под давлением 6 *ати,* при инъекции асбестоцементной массы, и сброса давления при его заполнении массой.

На рис. 86 изображена схема пресса для формования фасонных деталей — кровельных коньков.

Формовочный пресс включает три основных механизма:

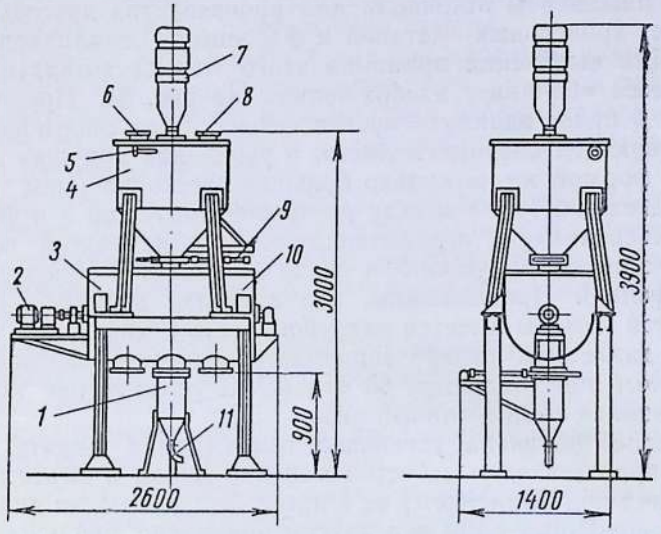


Рис. 85. Турбосмеситель с инъектором для приготовления асбестоцементной массы:

1 — пневматический инъектор, *2* — электродвигатель, *3* — сборник-мешалка, *4* — турбосмеситель, *5* — патрубок для воды, *6* и *8* — патрубки для загрузки асбеста и цемента, *7* — электродвигатель и привод, *9* — задвижка, *10* — ванна, *11* — труба для выхода асбестоцементной массы

А — трехколонный пресс, *Б* — поворотный стол с двумя формами, *В* — вакуум-съемник сформованных фасонных деталей.

Трехколонный пресс *А* состоит из прессующей головки *4*, трех направляющих колонн *3* и рычажно-гидравлической системы *5*.

Прессующая головка *4* пресса представляет собой металлическую коробку, в которой расположена резиновая подушка, включающая полую камеру и плиту. У плиты внешняя профильная поверхность выполнена по форме вырабатываемого изделия. Вертикальное перемещение прессующая головка получает от рычажно-гидравлической системы *5*.

Поворотный стол *Б* представляет собой круглую горизонтальную плиту, опирающуюся на катки. Поворот стола происходит по оси одиночно стоящей колонны пресса. Поворот стола обеспечивает смену положений форм: одной — на позиции формования

под прессуемой головкой и другой — на позиции извлечения отформованной детали под вакуум-приемником.

Форма для производства фасонных деталей построена по тому же принципу, что и рассмотренная нами форма для вакуум-формования из волнистых плит. Она имеет перфорированную плиту, верхняя поверхность которой имеет форму, соответствую-

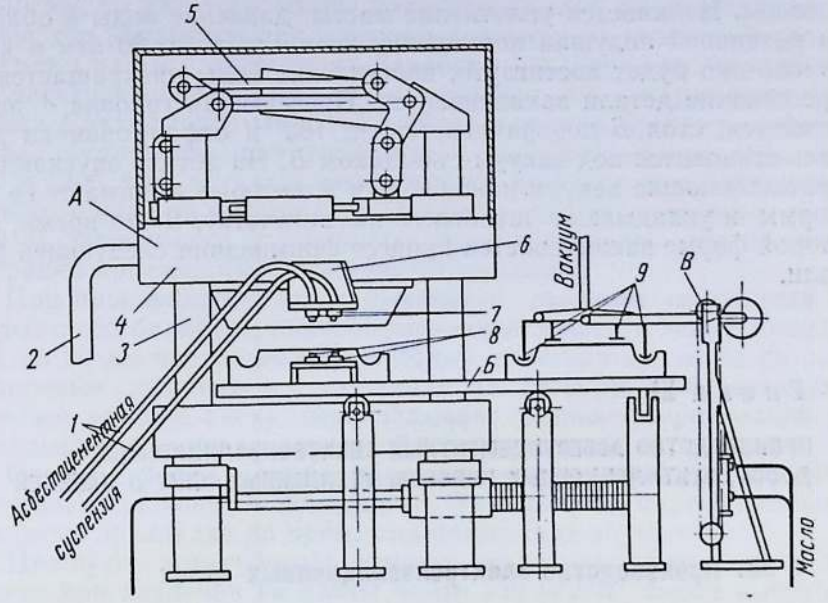


Рис. 86. Пресс для формования фасонных деталей:

А — трехколонный пресс, *Б* — поворотный стол, *В* — вакуум-съемник; *1* — резиновые шланги, *2* — труба для подачи воды, под давлением 20 *ати*, *3* — направляющие колонны, *4* — прессующая головка, *5* — рычажно-гидравлическая система, *6* — кронштейн, *7* — штуцер, *8* — трубчатые гнезда трубок, *9* — вакуум-наконечники

щую нижней поверхности формуемой фасонной детали, и эта профилированная поверхность плиты плотно обтянута тонкой металлической сеткой.

После установки формы на позиции формования рычажно-гидравлическая система *5* опускает на него прессующую головку *4*. У прессующей головки на кронштейне *6* укреплены два штуцера *7*, к которым ведут два резиновых шланга *1*, присоединяемых к металлической трубе *11* инъектора (см. рис. 85). При нижнем положении прессующей головки эти штуцера плотно входят в трубчатые гнезда *8* трубок, по которым под давлением 6 *ати* из инъектора в полость, образованную между профилированными поверхностями резиновой подушки и формы, поступает асбестоцементная масса. Форма этой полости соответствует форме

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
Published by AsbestosClaims.Law
ACL Doc 25272 · Page 123 of 158
asbestosclaims.law/library/25272/123

вырабатываемой детали, но толщина ее значительно больше; нормальную толщину изделия она приобретает при уплотнении под давлением 80 *ати*.

После заполнения полости асбестоцементной массой, в процессе которого часть содержащейся в ней воды отфильтровывается через сетку и перфорированную плиту формы, во внутреннюю полость резиновой подушки поступает вода, подаваемая насосом. Начинается уплотнение массы; давление воды в области резиновой подушки постепенно возрастает до 80 *ати* и как только оно будет достигнуто, поступление воды прекращается и прессование детали заканчивается. Прессующая головка *4* поднимается, стол *Б* поворачивается на 180° и отформованная деталь становится под вакуум-съемником *В*. На деталь опускаются присасывающие вакуум-наконечники *9*, которые вынимают ее из формы и укладывают штабелем на вагонетку. В это время, на второй форме заканчивается процесс формования следующей детали.

Глава XI

ПРОИЗВОДСТВО АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫХ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫХ ДОСОК, ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ КОРОБОВ, УТЕПЛЕННЫХ ПЛИТ И ПАНЕЛЕЙ

§ 35. Производство электроизоляционных досок

Электроизоляционные доски используются для изготовления электрораспределительных панелей и щитов, из них также вырабатываются различные электроизоляционные детали.

В сухом состоянии асбестоцемент почти не пропускает электрический ток, т. е. он является диэлектриком. При заполнении его пор водой он становится полупроводником. Для устранения этого сформованные доски высушивают, а затем пропитывают смолами или битумами.

Помимо электроизоляционных свойств такие доски должны обладать хорошей сопротивляемостью изгибающим и ударным нагрузкам. Поэтому для их изготовления применяют асбест 3 и 4-го сортов и вводят его в массу в бóльшем количестве, чем при производстве листов для строительных целей.

Обычные электроизоляционные доски вырабатывают из массы следующего состава:

Асбеста 3-го сорта	10%
» 4-го сорта	10%
Цемента	80%

Зак. 5097

Асбест распушивают сухим или мокрым методом, а асбестоцементную массу получают в тех же аппаратах, которые используют для производства листовых изделий и труб.

Формуют листы на листоформовочной круглосеточной машине с двумя сетчатыми цилиндрами при толщине первичных слоев 0,4 *мм*. Поскольку толщина электроизоляционных досок достигает 40 *мм*, то для того, чтобы навиваемый слой не развальцовывался, его уплотняют при меньшем давлении на него пресс-вала. Снимают листы с форматного барабана механические съемщики.

Электроизоляционные доски прессуют на гидравлическом прессе. Снятые с форматного барабана накаты разрезают на форматы, соответствующие габаритным размерам досок (обычно 800 × 1200 *мм*), и укладывают стопами на прессовую вагонетку. При этом каждый формат перекладывают плоским стальным листом. В зависимости от толщины вырабатываемых листов эти операции производятся различными способами.

При производстве досок небольшой толщины снимаемый с форматного барабана листоформовочной машины накат толщиной до 20 *мм* поступает на ленточный транспортер, затем на ротационные ножницы и с последних на стопирующий автомат, который каждую доску перекладывает стальной прокладкой и укладывает в стопу на прессовой вагонетке.

Снятые с форматного барабана накаты толщиной более 20 *мм* разрезают дисковыми ножницами. Укладывают сырые доски и стальные прокладки на прессовых вагонетках вручную.

Прессуют электроизоляционные доски на гидравлическом прессе при давлении на плиты около 120 *кГ/см²*. Более высокое давление не применяют, поскольку доски в дальнейшем пропитывают битумом, а сильно уплотненный асбестоцемент плохо пропитывается.

После прессования стопы досок пропаривают в течение 24 *ч* при температуре 50—60° С, освобождают их от металлических прокладок, обрезают по всему периметру кромки и выдерживают в теплом складе около 10 суток.

§ 36. Производство вентиляционных коробов прямоугольного сечения

Асбестоцементные короба прямоугольного сечения применяют для устройства систем вентиляции и кондиционирования воздуха производственных, вспомогательных и бытовых помещений, а также в жилых, гражданских и других зданиях.

По характеру изготовления короба делятся на две группы: короба бесшовные без раструбов и короба раструбные.

Короба бесшовные без раструбов изготовляются из свежесформованных на трубоформовочных машинах тонкостенных труб. Тонкостенные трубы вырабатываются из асбестоцементной

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 124 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/124

суспензии того же состава, что водопроводные и безнапорные трубы.

Внутренние размеры бесшовных коробов — от 100 × 100 *мм* до 300 × 300 *мм;* длина коробов с небольшими размерами сечений (до 150 × 150 *мм*) — 2—3 *м*, а с большими размерами сечений — 4 *м*. В зависимости от размеров коробов толщина их стенок бывает от 6 до 10 *мм*.

Для придания свежесформованной трубе прямоугольной формы в нее вставляют деревянный сердечник, состоящий из трех частей клиновидной формы. Этот сердечник обеспечивает плотное прилегание к нему стенок трубы по всей его длине и периметру. Клиновидная форма частей сердечника облегчает извлечение их из отвердевшего короба. После установки сердечников сформованные короба укладывают штабелем и выдерживают 1—2 дня, после чего сердечники вынимают, а короба опять складывают для дальнейшего отвердевания в штабеля.

Стыкование бесшовных коробов производится асбестоцементными муфтами длиной 160 *мм* с толщиной стенок в зависимости от размеров сечения от 8 до 10 *мм*. Внутренний размер сечения муфты превышает размеры наружного сечения короба, для которого она предназначена, а промежуток между ними заполняется прядью (отходами текстильного производства) и замазывается цементным раствором или гипсом. Эти муфты изготовляют из свежесформованных на листоформовочной машине листов, разрезанных на форматы требуемых размеров.

Короба раструбные формуют из снятых с листоформовочной машины листов, разрезанных по длине на форматы требуемых размеров. Короба изготовляют с внутренними размерами сечения от 300 × 300 *мм* до 500 × 600 *мм* и в раструбной части от 336 × 336 *мм* и до 536 × 636 *мм*. Толщина стенок (короба и раструба) в зависимости от размера их сечения изменяется от 3 до 10 *мм*. Длина раструбных коробов 1600 *мм* (из них 80 *мм* приходится на его раструбную часть).

Короба раструбные, а также муфты для бесшовных коробов, формуют одновременно с раструбом на деревянных разборных формах и склеивают концы, образующие продольный шов.

Для уменьшения потерь напора воздуха, проходящего через вентиляционную систему, листы располагают гладкой стороной внутрь короба или муфты.

§ 37. Производство стеновых панелей и утепленных плит

Стеновые панели. Особенностью асбестоцементных стеновых панелей, отличающих их от других конструкций стен, является их малый вес. Это имеет большое значение при строительстве зданий в сейсмических (подверженных землетрясениям)

районах, при строительстве взрывоопасных промышленных цехов и высотных зданий.

На рис. 87 помещен один из типов асбестоцементной стеновой панели. Панель состоит из деревянного (или металлического) каркаса, облицованного с обеих сторон достаточно отвердевшими асбестоцементными листами толщиной по 10 *мм* каждый, пространство между которыми заполнено утеплителем. Наружные

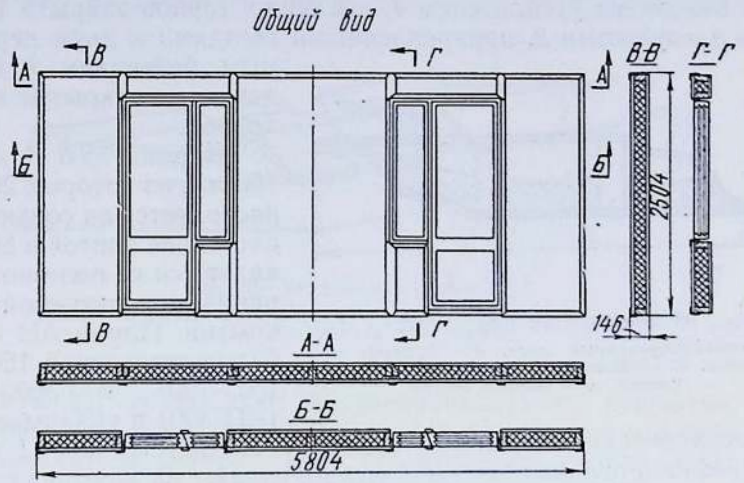


Рис. 87. Асбестоцементная стеновая панель

листы крепятся к каркасу специальными профильными накладками из алюминиевых сплавов, а внутренние листы — шурупами впотай.

Длина панели — 5804 *мм*, толщина 146 *мм*. Предназначается она на две комнаты при строительстве многоэтажных жилых зданий.

Асбестоцементные листы для панелей вырабатываются из асбеста 5-го сорта с добавлением асбеста 3-го или 4-го сорта. Для панелей лучше использовать прессованные на гидравлическом прессе листы, имеющие более гладкую и ровную поверхность. При применении непрессованных листов предварительное твердение их должно протекать в стопах с перекладкой каждого листа металлическим листом. Асбестоцементные листы должны иметь правильную форму, точные размеры и ровные, прямые кромки. Деревянный каркас должен изготовляться из сухой древесины, а в качестве утеплителя могут использоваться влагоустойчивые и не разрушающиеся со временем, высокопористые, имеющие небольшой объемный вес и обладающие хорошими теплозащитными (термоизоляционными) свойствами материалы.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 125 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/125

Утепленные кровельные плиты. Утепленные асбестоцементные плиты используют для бесчердачных покрытий промышленных и сельскохозяйственных зданий. Они служат защитой зданий не только от атмосферных осадков, но и от холода.

Плита АП на рис. 88 дана в поперечном разрезе. Она состоит из двух профилированных листов *1*, соединенных алюминиевыми заклепками *5* (или склеенных синтетическим эпоксидным клеем) и образующих открытый с торцов короб. Внутренняя полость короба заполнена утеплителем *4*, а с обоих торцов закрыта торцевыми заглушками *2*, прикрепленными гвоздями к двум деревянным бобышкам *3*, вставленным в открытые концы короба.

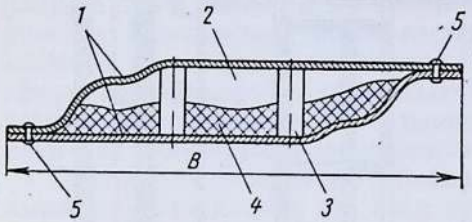


Рис. 88. Утепленная плита АП:
1 — профилированный лист, *2* — торцевые заглушки, *3* — бобышки, *4* — утеплитель, *5* — заклепки, *B* — ширина плиты

Ширина *B* плиты 700 *мм*, из которых 200 *мм* расходуется на соединение с соседней плитой и 500 *мм* являются ее полезной шириной, используемой в покрытии. Плиты АП вырабатывают длиной 1500 *мм* (АП-150) и 3000 *мм* (АП-300) и укладываются по металлическим прогонам с пролетом, соответственно, 1,5 и 3 *м*.

Профилированные листы *1* вырабатывают на круглосеточных листоформовочных машинах из асбестоцементной суспензии, содержащей 15% смески асбеста 5, 4 и 3-го сортов и 85% цемента. Накат, снятый с форматного барабана, ротационные ножницы разрезают на форматы шириной 730 *мм*, а длиной 1500 *мм* при выработке плит АП-150 и 3000 *мм* — при выработке плит АП-300. Затем форматы вручную профилируют на металлических прокладках, верхняя поверхность которых имеет форму нижней поверхности формуемого листа.

Сформованные листы вместе с металлическими прокладками укладывают в стопы на вагонетку и для ускорения твердения пропаривают в пропарочных камерах. Торцевые заглушки *2* выштамповывают из свежесформованных асбестоцементных листов толщиной 5,5—6 *мм* по форме внутренней полости короба и также пропаривают.

Сборка плит производится на роликовом конвейере и состоит из следующих операций. Затвердевший профилированный лист укладывают на рольганг и его поверхность, являющуюся внутренней поверхностью собираемой плиты, покрывают расплавленным битумом и сейчас же накладывают слой требуемой толщины утеплителя, вследствие чего последний приклеивается к листу. Затем на этот лист накладывают второй профилированный лист так, чтобы их продольные кромки совпали, и по рольгангу продвигают их к сверлильным станкам, расположенным по обеим сторонам рольганга. В рассверленные отверстия вставляют алюминиевые заклепки и штампуют специальным штампом, к рабочим поверхностям которого подведен электрический ток, нагревающий заклепки и облегчающий процесс их штамповки.

Склепанный короб продвигают по рольгангу на следующую позицию, где в его торцы вставляют деревянные бобышки и торцевые заглушки, прибивая их к бобышкам, а неплотности стыка замазывают битумной мастикой, или асбестоцементной массой.

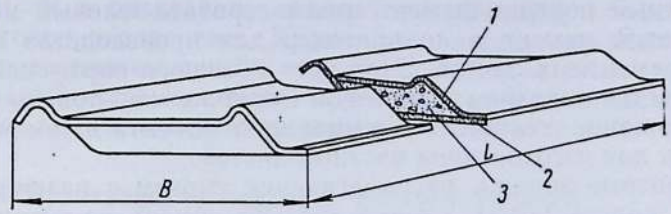


Рис. 89. Утепленная плита АС:
1 и *2* — асбестоцементные профилированные листы, *3* — утеплитель, *B* — ширина, *L* — длина

Плиты АП не образуют водонепроницаемого покрытия, так как через их стыковые соединения с соседними плитами вода может проникать во внутрь здания, поэтому после укладки плит АП, их покрывают водонепроницаемым рулонным ковром.

Плита АС (рис. 89) представляет собой замкнутую коробку, внутренняя полость которой заполнена утеплителем *3*. Коробка состоит из двух сложного профиля асбестоцементных листов *1* и *2*, кромки которых по всему периметру плиты склеены тонким слоем асбестоцементной массы. Как профилирование, так и склейка листов, производятся непосредственно после разрезки снятого с форматного барабана наката на специальной механизированной установке. На этой же установке после профилирования нижнего листа на него накладывается в виде готового вкладыша утеплитель, форма которого соответствует форме внутренней полости плиты, а на последнем профилируется верхний лист.

В покрытиях края плит АС перекрываются с соседними плитами, образуя водонепроницаемое соединение. Поэтому покрытие плитами АС не нуждается в дополнительном покрытии рулонным ковром. Плиты АС имеют следующие размеры: длина $L = 3220$ *мм*, ширина $B = 705$ *мм* (из них полезная около 500 *мм*), высота $h = 100$ *мм*. Плиты АС укладывают по прогонам с пролетом 3000 *мм*.

Промышленного выпуска плит АС еще нет, но проектируется механизированная установка для их выработки.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 126 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/126

Глава XII

ПРОИЗВОДСТВО ЦВЕТНЫХ И ОКРАШЕННЫХ ПЛИТ И ЛИСТОВ

Естественный цвет асбестоцемента определяется цветом его основного компонента — цемента. Цвет цемента зависит от состава сырьевой смеси, из которой вырабатывается цемент, и условий его обжига.

Обычный портландцемент имеет серовато-зеленый цвет, поэтому такой цемент мало пригоден для производства цветных асбестоцементных листов. Этот цвет обычного портландцемента определяется наличием в сырьевой смеси железа, причем чем выше содержание железа, тем темнее цвет цемента и тем менее он пригоден для изготовления цветных листов.

Цементные заводы, располагающие сырьем с низким содержанием железа, вырабатывают «белый» цемент, из которого можно изготовлять хорошие облицовочные и отделочные асбестоцементные изделия. Но таких заводов немного, и на большинстве асбестоцементных заводов «белый» портландцемент как дорогое сырье не используется.

Для производства цветных бетонов и изделий из них некоторые цементные заводы вырабатывают цветной портландцемент. Для этого к клинкеру при помоле добавляют цветные порошки (пигменты) или вводят в сырьевую смесь перед обжигом некоторые добавки, окрашивающие клинкер.

Современная промышленность асбестоцементных изделий вырабатывает следующие основные виды окрашенной продукции:

листы цветные по всей их толщине, сформованные из цветной асбестоцементной суспензии;

листы с цветной лицевой поверхностью, получаемой в процессе формования их на листоформовочной машине;

офактуренные листы;

листы с лицевой поверхностью, окрашенной цветными эмалями.

§ 38. Окраска листов по всей их толщине

Проще всего окрашивать асбестоцементные листы по всей их толщине. Этот способ окрашивания наиболее старый. При изготовлении цветных листов таким способом рекомендуется применять цветной портландцемент заводского приготовления, так как в таком цементе красящий порошок (пигмент) тесно смешан с порошком портландцемента.

Если цветного цемента нет, то пигмент загружают одновременно с цементом непосредственно в аппарат для приготовления массы (голлендер или смеситель), который должен перемешиванием равномерно распределять его в асбестоцементной массе. Перемешивание должно длиться не менее 8 *мин*. Специального оборудования (за исключением подъемника и весового дозатора для красок) для этого не требуется.

Недостаток этого способа — большой расход пигмента и, следовательно, более высокая стоимость продукции, а также пониженная механическая прочность листов в результате введения в него красящего порошка, не обладающего вяжущими свойствами. Поэтому количество вводимого пигмента приходится ограничивать, и в результате лицевая поверхность окрашивается недостаточно интенсивно. Кроме того, этим способом можно окрашивать плитки лишь в темные цвета, если используется не специальный «белый» цемент. Окрашиванию в светлые тона препятствует серо-зеленый цвет обычного цемента.

§ 39. Производство листов с цветной лицевой поверхностью

Окраска лицевой поверхности в процессе формования на листоформовочной машине. Окрашивать асбестоцементные листы только с лицевой поверхности гораздо экономичнее, чем формовать их из цветного цемента. При окраске лицевой поверхности значительно уменьшается расход пигмента, почти не изменяются механические свойства изделий и получается интенсивно окрашенный асбестоцементный лицевой слой.

Нанесение на лицевую поверхность листов цветного слоя производится следующими способами.

На листоформовочной машине устанавливают за задним сетчатым цилиндром дополнительный сетчатый цилиндр, ванна которого питается окрашенной асбестоцементной суспензией. Этот способ называют способом окраски дополнительным сетчатым цилиндром.

Второй способ состоит в том, что перед вакуум-коробкой листоформовочной машины устанавливают вибрационное сито, которое посыпает поверхность проходящего слоя асбестоцемента цветным цементом. Этот способ называется посыпной.

Третий способ отличается от второго тем, что на поверхность слоя асбестоцемента наносится не сухой цветной цемент, а цветная цементная суспензия; поэтому перед вакуум-коробкой устанавливают не вибрационное сито, а ряд форсунок, разбрызгивающих цветную суспензию. Этот способ называют пульверизационным.

Способ окраски дополнительным сетчатым цилиндром. В ванну всех сетчатых цилиндров (включая и ванну дополнительного сетчатого цилиндра) поступает из общей ковшовой мешалки неокрашенная асбестоцементная масса. Пигмент смешивают с водой в отдельной мешалке, в которую загру-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 127 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/127

жают сухой порошок пигмента и воду в определенном соотношении. Пигмент и вода смешиваются до получения равномерно-окрашенной смеси. После этого центробежный насос перекачивает смесь в расходную мешалочку. Из расходной мешалочки смешанный с водой пигмент поступает в ванну дополнительного (четвертого) сетчатого цилиндра. Здесь водная масса пигмента перемешивается с асбестоцементной суспензией и окрашивает ее.

Дополнительный сетчатый цилиндр отфильтровывает и передает рабочему сукну слой цветного асбестоцемента, который непосредственно ложится на поверхность форматного барабана. Если после этого дополнительный сетчатый цилиндр будет продолжать передавать рабочему сукну отфильтрованный первичный слой окрашенной массы, то этот слой уже будет располагаться между первичными слоями неокрашенного асбестоцемента, отфильтрованный основными сетчатыми цилиндрами.

Чтобы этого не происходило, прижимной вал дополнительного сетчатого цилиндра вместе с рабочим сукном специальным устройством поднимают над сетчатым цилиндром, в результате чего сетчатый цилиндр останавливается и отключается от работы листоформовочной машины. Для того чтобы цветной слой нанести на следующий лист, перед тем как с форматного барабана будет снят сформованный лист, прижимной вал с сукном вновь опускают на дополнительный сетчатый цилиндр, включая его таким способом в работу. Поднимают и опускают прижимной вал автоматически специальные электромагнитные аппараты.

Поскольку дополнительный сетчатый цилиндр работает периодически, неокрашенная асбестоцементная масса из ковшовой мешалки и цветная водная масса пигмента из расходной мешалочки поступают в ванну также периодически.

Наличие в окрашенном лицевом слое асбеста, который предохраняет облицовочный слой от растрескивания при профилировании листов, позволяет вырабатывать этим методом цветные профилированные листы.

Однако этим методом нельзя получить интенсивно окрашенную поверхность, так как через тонкий цветной слой просвечивает серая основная масса листа. Чтобы масса меньше просвечивала, ее следует подкрашивать, вводя в аппарат, приготовляющий асбестоцементную массу, небольшое количество более дешевых пигментов, а также применять мягкие, хорошо ворсованные сукна. При работе по этому методу сетка дополнительного сетчатого цилиндра должна быть совершенно чистой, так как даже небольшие плешины окрашенного слоя на сукне вызовут массовый брак изделий.

Посыпной способ. При производстве цветных листовых изделий методом посыпки над сукном листоформовочной машины перед вакуум-коробкой устанавливают аппарат для посыпки цветного цемента. Этот аппарат состоит из винтового питателя и

расположенного под ним узкого вибрационного сита длиной во всю ширину сукна. Винтовой питатель получает цветной пигмент из бункера при помощи винтового транспортера и равномерно подает его на вибрационное сито. Винтовой питатель, вибрационное сито и винтовой транспортер приводятся в действие от одного электродвигателя, который включает и выключает машинист формовочной машины со своего рабочего места.

При помощи сита порошок равномерно распределяется по поверхности находящегося на сукне слоя асбестоцемента. Перед тем как снять листы с форматного барабана машинист листоформовочной машины включает электродвигатель, приводящий в движение вибрационное сито, с таким расчетом, чтобы к началу формования следующего листа окрашенный слой подошел к форматному барабану.

Теоретически продолжительность действия вибрационного сита t (в минутах) должна быть равна следующей величине:

$$t = \frac{V}{\pi D}$$

где V — скорость движения сукна, *см/мин*;

D — диаметр форматного барабана, *см*.

Практически цветной слой перекрывает как снимаемый асбестоцементный лист, так и часть первого, уже навитого на форматный барабан, слоя нового листа. В связи с этим практическая продолжительность действия вибрационного сита примерно на 20—30% выше теоретической.

После выключения электродвигателя, приводящего в движение вибрационное сито, сукно будет подавать форматному барабану слой обычного серого асбестоцемента. Со своего рабочего места машинист листоформовочной машины включает электродвигатель, выключает же электродвигатель машинист или специальный, автоматически действующий аппарат, называемый реле времени.

Недостаток этого метода состоит в том, что невозможно ввести в цветную смесь волокна асбеста, так как они не просеиваются через сито. Поэтому состав лицевого слоя и его механические свойства отличаются от состава и свойств основной массы листа. Таким способом можно окрашивать лишь плоские листы, потому что при изгибе на цветном не армированном волокнами асбеста слое образуется сеть мельчайших трещин. У плоских же листов получается интенсивно окрашенная лицевая поверхность. Если использовать «белый» цемент, можно окрашивать листы также и в светлые тона.

Пульверизационный способ. Технологическая схема окраски асбестоцементных листов пульверизационным способом схематически представлена на рис. 90. Портландцемент, удовлетворяющий требованиям ГОСТа на цемент для производ-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
Published by AsbestosClaims.Law
ACL Doc 25272 · Page 128 of 158
asbestosclaims.law/library/25272/128

ства асбестоцементных изделий, загружается в расходный бункер *1*, из которого шнеком *2* цемент определенной порцией подается в весовой дозатор *3*.

Таким же образом в дозатор *14* загружается определенная порция красителя (пигмента). Суммарный вес цемента и красителя, отвешенных дозаторами *3* и *14* составляет 60—100 *кг*, и со-

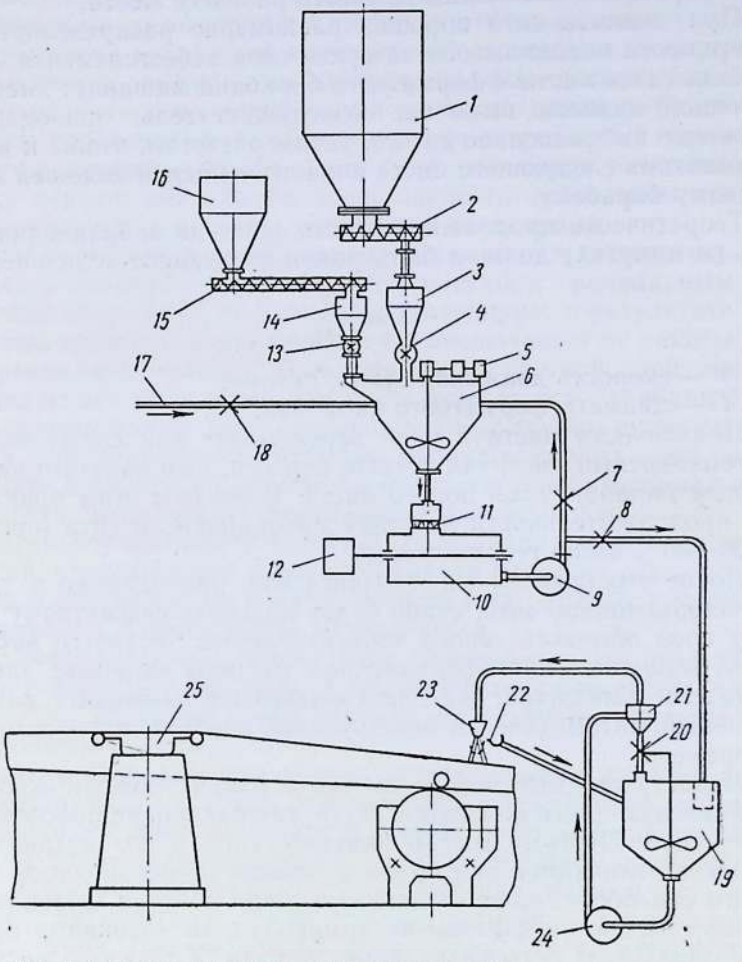


Рис. 90. Технологическая схема окраски асбестоцементных листов пульверизационным способом:

1 — бункер цемента, *2* — шнек, *3* — весовой дозатор цемента, *4* — ячейковый разгружатель цемента, *5* — привод пропеллера мешалки, *6* — пропеллерная мешалка, *7*, *8*, *18* и *20* — краны, *9* и *24* — центробежные насосы, *10* — вибрационная мельница, *11* — фильтр, *12* — привод вибрационной мельницы, *13* — ячейковый разгружатель пигмента, *14* — весовой дозатор пигмента, *15* — шнек, *16* — бункер красителя (пигмента), *17* — водопровод, *19* — расходная пропеллерная мешалка, *21* — расходный закрытый бачок, *22* — желоб, *23* — форсунки, *25* — вакуум-коробка листоформовочной машины

отношение их весов зависит от окрашивающей способности применяемого пигмента. Интенсивность окраски асбестоцементной суспензии зависит от тонкости измельчения пигмента и тщательности смешения его с цементом.

Приготовление асбестоцементной суспензии происходит в пропеллерной мешалке *6*, а дополнительное измельчение и тщательное смешение пигмента с цементом и водой достигается многократным пропуском ее через вибрационную мельницу *10*. После заполнения дозаторов *3* и *14* в мешалку *6* заливают 250—450 *л* воды из водопровода *17*. Затем включают привод пропеллера мешалки и ячейковых разгружателей *4* цемента и пигмента *13*. Ячейковые разгружатели небольшими порциями подают в мешалку *6* цемент и пигмент, которые смешиваются водой.

После разгрузки дозаторов в мешалку *6* заливают воду до заданного объема суспензии и перемешивают ее еще в течение 5 *мин*. Затем включают электродвигатель центробежного насоса *9*, открывают пробковый кран *7* и до 17 *мин* непрерывно, по замкнутому кругу: вибрационная мельница *10* — центробежный насос *9* — пропеллерная мешалка *6* перемешивают суспензию и измельчают зерна пигмента и цемента. Переливаясь из мешалки *6* в вибрационную мельницу *10*, суспензия проходит сетчатый фильтр *11* с размером ячеек 0,5—0,6 *мм*. На этом заканчивается процесс приготовления окрашенной цементной суспензии.

Кран *7* закрывают и открывают кран *8*. Насос *9* начинает перекачивать цветную цементную суспензию в расходную мешалку *19*, из которой она центробежным насосом *24* непрерывно подается через закрытый бачок *21* в форсунки *23*. Последние устанавливают по всей ширине рабочего сукна листоформовочной машины. Под форсунками находится желоб *22*, соединенный шлангом с расходной мешалкой *19*.

Перед снятием с форматного барабана листоформовочной машины сформованного наката, когда под форсунками проходит слой асбестоцемента, образующий лицевой слой последующего наката, желоб *22* отходит от форсунок *23* в положение, указанное на схеме сплошной линией, и разбрызгиваемая форсунками суспензия окрашивает его. После прохождения этого слоя желоб передвигается к форсункам и его новое положение обозначено на схеме пунктиром. При этом положении желоба форсунки разбрызгивают в него суспензию, которая возвращается по шлангу в расходную мешалку *19*.

Последующие операции — съем наката с форматного барабана, раскрой его на листы и плитки, прессование или волнировка цветных асбестоцементных листов — производится так же, как и неокрашенных изделий.

Укладывать цветные листы в стопы надо осторожно, чтобы не повредить у них тонкую цветную поверхность. Каждый лист не-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 129 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/129

обходимо перекладывать металлической прокладкой. Лицевую поверхность таких листов можно повредить, применяя неочищенные прокладки, так как зацементированные наросты их сдирают поверхностный слой листа. Поэтому при производстве листов с цветной лицевой поверхностью можно использовать только чистые прокладки, предварительно смазанные тонким слоем светлого масла.

Офактуривание цветных листов. Для улучшения внешнего вида облицовочных листов их лицевой поверхности часто придают вид (фактуру) дерева, тисненой кожи и т. п. Офактуривают

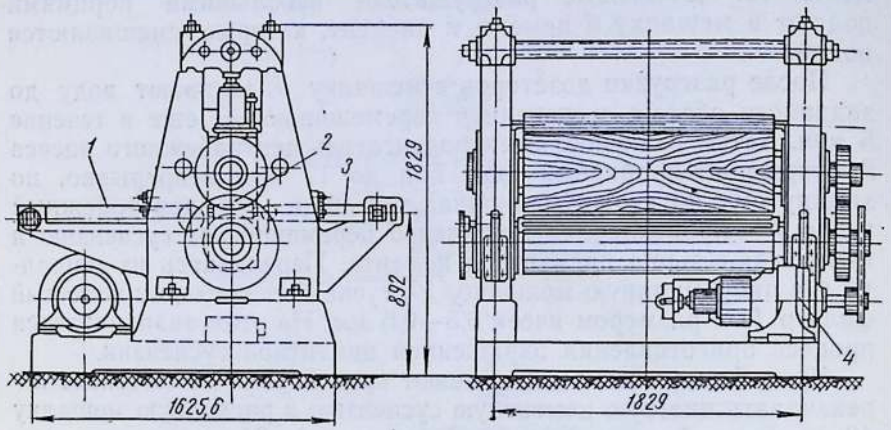


Рис. 91. Валки для офактуривания облицовочных листов:
1 — передний транспортер, *2* — валки, *3* — задний транспортер, *4* — электродвигатель

лицевую поверхность прокаткой на валках (каландрах), на поверхности одного из которых выгравирован соответствующий рисунок.

На рис. 91 показаны валки, придающие листам текстуру дерева. Листы формуются на листоформовочной машине с четырьмя или тремя сетчатыми цилиндрами, последний из которых (считая от головной части машины) служит для нанесения цветного лицевого слоя. Окрашивают асбестоцемент в этом случае под цвет дерева. Для того, чтобы основная серая масса не просвечивала через окрашенный слой, ее также подкрашивают, вводя пигменты такого же цвета, как и в лицевой слой, но более дешевые.

Снятые с форматного барабана и разрезанные листы поступают на передний транспортер *1*, который подает листы валкам *2*. На верхнем валке выгравирован рисунок слоев дерева, нижний валок гладкий. Из валков листы поступают на задний транспортер *3* валков. Валки приводит в движение электродвигатель *4*.

Окрашивание лицевой поверхности листов цветными эмалями. У асбестоцемента очень много мелких пор, которые при смачивании заполняются водой. При этом лист коробится, т. е. изгибается. Слой, окрашенный цветным цементом, так же порист и так же впитывает воду, как и не окрашенный. Для того чтобы облицовочные листы не коробились, их поверхность покрывают краской или эмалью, создающей непроницаемую для воды пленку.

Производство таких облицовочных листов заключается в следующем.

Снятые с форматного барабана листы перекладывают хорошо отшлифованными стальными прокладками и прессуют при удельном давлении не менее 200 *кГ/см*^{2}. Исследования показали, что если поверхность применяемых прокладочных листов совершенно гладкая и чистая, то опрессованные асбестоцементные листы приобретут тоже гладкую поверхность, которую не нужно дополнительно обрабатывать перед окрашиванием.

Твердение этих листов может протекать в водной или воздушно-влажной среде при повышенной или нормальной температуре, а также в пропарочной камере. После освобождения листов от металлических прокладок обрезают кромки, чтобы листы имели форму правильного прямоугольника с точными размерами и при облицовке стен и панелей укладывались без зазоров.

Окрашивать листы следует не ранее, чем через 3—4 недели после отформования. Если влажность листов превышает 7%, их следует подсушить при температуре, не превышающей 50—60° С. Лицевую поверхность листов предварительно покрывают глифталевой грунтовкой, прочно сцепляющейся как с асбестоцементным листом, так и с эмалями, а затем окрашивают нитроэмалями, перхлорвиниловыми, глифталевыми и тому подобными эмалями. В светлые цвета изделия лучше всего окрашивать светлыми перхлорвиниловыми эмалями.

Температуростойкость этих эмалей не высока, она не превышает 70° С. Все они почти совершенно водонепроницаемы и достаточно щелочестойки; покрытые ими асбестоцементные листы можно мыть мыльной водой. Наиболее химически стойки перхлорвиниловые эмали.

Асбестоцементные листы, покрытые этими эмалями, целесообразно применять для облицовки стен и панелей кухонь, санитарных узлов, вестибюлей, магазинов и т. д. Прострагиванием или фрезерованием можно разбивать поверхность покрытых белыми эмалями листов на мелкие прямоугольники, имитирующие керамическую плитку. Эта декоративная облицовка не уступает по внешнему виду облицовке из керамики.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
Published by AsbestosClaims.Law
ACL Doc 25272 · Page 130 of 158
asbestosclaims.law/library/25272/130

При механизированном производстве асбестоцементные листы подвешиваются на цепной конвейер и последовательно проходят ряд хорошо вентилируемых камер, где нанесение эмали чередуется с сушкой. Чтобы получить хорошо окрашенную поверхность, достаточно нанести на нее от трех до пяти слоев лакокрасочного покрытия.

Для того, чтобы при меняющейся влажности листы не коробились, рекомендуется их тыльную сторону покрывать одним слоем грунтовки. Облицовочные листы, покрытые как с лицевой, так и с тыльной стороны водонепроницаемой грунтовкой или эмалями, почти не коробятся при увлажнении. Это особенно важно, когда листы используют для внутренней облицовки стен, так как их укладывают впритык и даже незначительное коробление расстраивает места их соединений и портит поверхность облицовки. Недопустимо это и при облицовке стен и панелей санитарных узлов и кухонь, где колебания влажности воздуха велики, и стены иногда даже смачиваются водой.

Правила техники безопасности. При окрашивании асбестоцементных плит перхлорвиниловыми красителями помещение окрасочного цеха (участка) должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией. Включать вентиляцию надо перед началом работы, а выключать спустя 15 *мин* после ее окончания. Выключать вентиляцию во время работы категорически запрещается.

В случае возникновения огня на окрасочном участке или смежном с ним помещении вентиляторы следует немедленно остановить, а воздушные заслонки закрыть по всей линии воздуховодов.

Нанесение лакокрасочных материалов способом распыления можно производить только в окрасочных камерах или в специальных установках, оборудованных местной вытяжной вентиляцией и специальными водяными фильтрами для улавливания красочной пыли.

Обрабатывать поверхность изделий различными растворителями можно только в специальных установках, оборудованных вентиляцией, или на рабочих местах, также оборудованных местной вентиляцией для отсоса паров растворителей.

Рабочие места сухой шлифовки как ручной, так и механизированной должны быть оборудованы местной вытяжной вентиляцией для предупреждения распространения пыли по цеху.

Естественная сушка лакокрасочного покрытия должна производиться в специальных вытяжных камерах (шкафах) или на местах, оборудованных вытяжной вентиляцией.

Температура в помещении окрасочных цехов допускается в пределах от 16 до 20° С.

Глава XIII

ТВЕРДЕНИЕ АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫХ ИЗДЕЛИЙ И РАЗБОРКА СТОП

§ 40. Твердение изделий, изготовленных на портландцементе

Процесс твердения и способы его ускорения

Твердение, т. е. рост механической прочности асбестоцементных изделий, происходит в результате твердения находящегося в них цемента. Твердение же портландцемента является результатом его гидратации, т. е. химического взаимодействия с водой зерен цемента. Следовательно, для твердения асбестоцементных изделий нужно, чтобы в них имелась вода, необходимая для гидратации цемента.

В свежесформованных изделиях большая часть пор заполнена водой. Для дальнейшей гидратации цемента надо, чтобы вода из пор асбестоцемента не уходила в окружающую среду, т. е. чтобы изделие не высыхало. При полном удалении воды из пор твердение асбестоцемента прекращается. Поэтому изделия следует выдерживать в помещениях, в которых влажность воздуха приближается к предельно насыщенному парами воды состоянию, или после некоторой выдержки погрузить изделия в воду. Свежесформованные изделия нельзя помещать в воду до приобретения ими прочности (т. е. до прохождения начальной стадии твердения цемента), так как при отсутствии достаточной связи между частицами асбестоцемента они будут размыты водой.

Твердение цемента — это длительный процесс, продолжающийся месяцы и годы. Но это не значит, что все время надо принимать меры против высыхания изделия. Это надо делать только в первые недели, когда процесс гидратации цемента протекает наиболее интенсивно.

Асбестоцементные изделия отгружаются потребителям, когда они достигнут определенной прочности, т. е. после того, как процесс гидратации цемента в них достиг определенной степени. Крайне важно, чтобы изделия достигли этой прочности в возможно короткие сроки, так как для их выдерживания требуются большие дорогостоящие помещения.

Процесс гидратации цемента ускоряется:

с повышением содержания в нем трехкальциевого силиката;

с увеличением тонкости помола цемента, т. е. уменьшением размера его зерен;

с повышением температуры среды, в которой выдерживаются изделия (при условии, что находящаяся в порах изделия вода не будет испаряться).

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 131 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/131

Содержание в цементе трехкальциевого силиката и тонкость помола цемента зависят от условий производства цемента, поставляемого цементным заводом. Температура гидратации зависит от условий твердения асбестоцементных изделий.

В промышленности асбестоцементных изделий применяются следующие способы ускорения твердения изделий на портландцементе: пропарка, выдерживание изделий в подогретой воде и пропарка с последующим увлажнением.

Пропаривают изделия в пропарочных камерах, в которые поступает из котельной пар, нагревающий изделия и обеспечивающий в камере высокую влажность воздуха. Несмотря на высокую влажность воздуха в пропарочной камере, изделия теряют часть заключенной в их порах воды. Кроме того, по выходе из пропарочной камеры нагретое изделие попадает в среду с нормальной температурой и влажностью воздуха и, остывая, дополнительно теряют часть находящейся в порах воды. В результате после остывания изделия его поры заполнены водой не более чем на 70%, а остальная их часть — воздухом. Наиболее же быстро твердеют изделия, когда поры в них целиком заполнены водой.

В настоящее время волнистые листы в большом количестве формуются с применением металлических прокладок. Пропарка таких изделий значительно сокращает продолжительность их выдерживания на прокладках.

Выдерживание изделий в подогретой воде обеспечивает заполнение пор водой и совершенно исключает высыхание изделий. В воде выдерживают асбестоцементные трубы, так как их форма предопределяет более быстрое высушивание при воздушном хранении. Само собой разумеется, что выдерживание в подогретой воде благоприятно влияет и на твердение листовых изделий.

Листовые изделия сравнительно плотно укладываются в стопы и значительно медленнее, чем трубы, теряют воду при воздушном хранении.

Для ускоренного твердения листовых изделий применяют увлажнение их водой после выдерживания в пропарочных камерах. Проведенные советскими учеными исследования показали, что для листовых изделий можно не устраивать громоздких и дорогих бассейнов. Достаточно погрузить их после пропарочной камеры на 15—30 *мин* в воду, а затем можно направлять на склад с нормальной температурой. Такое кратковременное погружение обеспечивает вторичное заполнение пор изделия водой, а последующее высыхание на складе (если там нет сквозняков) протекает медленно и не оказывает влияния на твердение изделий.

Процесс твердения асбестоцементных труб, изготовленных на портландцементе, обычно протекает в три стадии:

твердение на конвейере (предварительное твердение);

твердение в воде, нагретой до 30—40° С (или водное твердение);

твердение до приобретения требуемой для отправки потребителям прочности (дозревание труб).

Интенсивность процессов, происходящих при твердении асбестоцементных изделий, определяется температурой самого изделия. В процессе твердения асбестоцементные изделия выделяют дополнительное количество тепла, которое зависит от минералогического состава применяемого цемента. Поэтому температура среды при ускоренном твердении изделий должна устанавливаться в соответствии с минералогическим составом применяемого цемента.

Таблица 13

Количество тепла (в *ккал*), выделяемого минералами, которые входят в состав цемента, при твердении

Клинкерные минералы	Сроки твердения в сутках				
	3	7	28	90	180
Трехкальциевый алюминат $3CaO \cdot Al_2O_3$	141	158	200	222	245
Трехкальциевый силикат $3CaO \cdot SiO_2$	97	110	116	124	135
Четырехкальциевый алюмоферрит $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$	42	60	90	99	—
Двухкальциевый силикат $2CaO \cdot SiO_2$	15	25	40	47	55

В табл. 13 приведено количество тепла, выделяемого 1 *кг* важнейших клинкерных минералов цемента в различные сроки их твердения при температуре 18° С (по данным советских ученых).

При твердении изделий в воде (вследствие высокой ее теплопроводности и теплоемкости) разница между температурой изделия и воды невелика. Не существенна разница между температурой среды и изделий при пропарке труб, так как уложенные в штабель трубы свободно омываются воздухом как с внутренней, так и с наружной стороны. Поэтому, устанавливая режим твердения, в этих случаях можно разницу не учитывать и считать температуру изделий равной температуре окружающей среды.

При пропаривании волнистых листов или других профилированных изделий температура в стопе этих листов на 10—15° С превышает температуру окружающей среды. Температурный перепад при пропаривании стоп большеразмерных плоских листов бывает еще больше, так как эти стопы плотные, без зазоров между листами, которые имеются в стопах волнистых листов. Поэтому при изготовлении листов из высокоактивного цемента с повышенным содержанием трехкальциевого алюмината разница между температурой стопы и температурой окружающего воздуха может достигать 25° С.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 132 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/132

Более высокая температура асбестоцементных изделий по сравнению с температурой окружающей среды вызывает испарение находящейся в порах изделий воды, несмотря на высокую влажность омывающего их воздуха.

Как показали исследования, при высокой температуре (70—90° С) асбестоцементные изделия вначале твердеют быстро, а затем более медленно. Твердение изделий, изготовленных на цементах с высоким содержанием трехкальциевого силиката $3\,CaO \cdot SiO_2$ и особенно трехкальциевого алюмината $3CaO \cdot Al_2O_3$, замедляется настолько, что механическая прочность через 14 суток или более оказывается меньше, чем у таких же изделий, но твердевших все время во влажной среде при нормальной температуре (15—18° С). Поэтому при пропаривании асбестоцементных изделий температуру в камерах обычно не поднимают выше 50—60° С.

Минимальная механическая прочность, приобретенная асбестоцементными листами или плитками в процессе предварительного твердения, должна обеспечивать сохранность их при освобождении от металлических прокладок и после укладки в стопы.

Наибольшим напряжениям при освобождении от металлических прокладок подвергаются крупногабаритные листы как плоские, так и профилированные. Величина этих напряжений резко возрастает, если используются прокладки с остатками затвердевшего асбестоцемента и не смазанные маслом. Наблюдения показали, что если предел прочности листовых изделий при изгибе не менее 70 *кГ/см²*, то они выдерживают, не разрушаясь, максимальные напряжения, которые могут возникнуть при их освобождении от прокладок. Когда применяют хорошо очищенные и смазанные прокладки, предел прочности может быть снижен до 50 *кГ/см²*.

Прочность, которую асбестоцементные листы должны приобрести в пропарочных камерах, часто называют разборочной, так как в промышленности освобождение листов от прокладок после пропарочной камеры называют «разборкой стоп».

Исследования и опыт работы заводов свидетельствуют о том, что для достижения этой разборочной прочности наиболее рациональным режимом ускоренного твердения асбестоцементных листовых изделий является выдерживание их в течение 8—10 *ч* при температуре 50—60° С и относительной влажности воздуха не менее 90%.

Аппараты и устройства для твердения листов и труб.

Пропарочные камеры. Для пропарки листовых изделий в асбестоцементной промышленности применяют преимущественно периодически действующие камеры туннельного типа. Ширина камеры не превышает 2 *м*, высота 1,6—1,8 *м* и длина

20 *м*. На полу камеры проложены рельсы, по которым вкатываются в нее вагонетки со стопами асбестоцементных листов. С обоих концов камеры сделаны двери. По стене вдоль камеры проложен паропровод с вертикальными, направленными вниз, короткими открытыми отводами. В полу камеры вдоль этой же стены имеется узкий канал, заполненный водой, в которую погружены отводы паропровода. Пар, подаваемый отводами, нагревает воду и уже несколько охлажденный поступает в камеру. При таком способе нагрева камеры острый пар непосредственно не омывает изделия и поэтому не происходит быстрого высыхания их в результате местного перегрева.

Когда камеры заполнены вагонетками со стопами асбестоцементных листов и прокладок, открывают вентиль подводящего паропровода. Регулируя поступление пара в камеру, доводят температуру до заданной, а затем поддерживают ее постоянной. Примерно за полчаса до окончания пропаривания прекращают подачу пара в камеру для того, чтобы снизилась температура стоп перед их выгрузкой. На современных заводах поступление в камеры пара регулируют специальные автоматы, поддерживающие заданный температурный режим.

У камер, действующих периодически, имеются большие недостатки: в связи с охлаждением стенок камер в период их загрузки и разгрузки требуется повышенный расход пара, а также повышенное количество вагонеток и прокладочных листов, так как во время загрузки и разгрузки камеры изделия не пропариваются.

Более совершенны пропарочные камеры непрерывного действия, в них процесс пропаривания изделий протекает непрерывно, благодаря этому снижается расход пара на пропарку изделий и возникает возможность в большей степени механизировать процесс ввода и вывода из камеры вагонеток со стопами листов.

Камеры непрерывного действия представляют собой туннель длиной около 30 *м*, шириной около 2 *м* и высотой около 1,8 *м*. По полу туннеля проложен узкоколейный путь шириной 750 *мм*, по которому двигаются вагонетки. Так как туннель заполнен вагонетками, то, когда в камеру цепным толкателем вводится вагонетка со стопами асбестоцементных листов, весь состав продвигается на длину введенной вагонетки. А с противоположного конца крайняя вагонетка продвигается вперед и становится над вторым цепным толкателем (отборником), который выводит ее из туннеля. Каждый раз после ввода и вывода вагонеток из камеры открытые концы туннеля закрываются подъемными шторами.

С вагонеток, вышедших из пропарочных камер, разбирают стопы. Асбестоцементные листы направляют для дальнейшего

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 133 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/133

твердения на склад или погружают на 15—30 *мин* в воду для заполнения пор водой.

Правила техники безопасности обслуживания пропарочных камер. Перед началом смены рабочий, обслуживающий камеры, должен проверить исправность механизмов для загрузки и выгрузки камер, паропроводов и запорных устройств, контрольно-измерительной аппаратуры. Перед окончанием смены рабочий должен очистить от пыли все контрольно-измерительные приборы.

Состояние паропроводов к камерам твердения (пропаривания) необходимо систематически проверять; ремонт их можно проводить только после отключения от паровой магистрали.

Ремонтировать трубопроводы, находящиеся под давлением, не разрешается.

Двери пропарочных камер туннельного типа следует плотно пригонять по месту их установки и уплотнять пароустойчивыми прокладками. При выбивании пара или горячего воздуха из камер следует произвести проверку их герметизации. Все неисправности нужно немедленно устранить.

Перед пуском камеры необходимо убедиться в окончании ремонтных или других работ внутри камер, и только в случае исправности указанных устройств разрешается пускать камеру в эксплуатацию. Доступ рабочих в камеры пропаривания должен производиться после того, как температура в камере снизится до 40°.

Запрещается перегружать вагонетки; тянуть груженую вагонетку на себя; садиться или становиться на движущуюся вагонетку; передвигать вагонетки навстречу друг другу.

Конвейер твердения труб. При твердении асбестоцементных труб особенно в начале процесса, когда цемент еще не схватился, трубы под действием собственного веса могут изменить свою форму и сечение — стать овальными. Такие трубы являются браком, так как пропускная способность уложенных из них трубопроводов будет меньше. Недопустимо, чтобы овальными были концы труб. Для того чтобы трубы можно было соединить муфтой, их обтачивают на специальных токарных станках. Понятно, что если форма концов труб значительно отклоняется от цилиндрической, то обточка не сделает их цилиндрическими, и такие трубы все равно останутся браком.

Асбестоцементные трубы вырабатывают различных диаметров (от 50 до 500 *мм*, а по особым заказам — почти до 1000 *мм*) и рассчитаны на различные давления протекающей по ним воды (3, 6, 9 и 12 *атм*). Чем на меньшее давление воды рассчитана труба и чем меньше ее диаметр, тем меньше у нее толщина стенки. Особенно тщательно необходимо следить за тем, чтобы тонкостенные трубы большого диаметра не приобрели овальную форму (они сильно подвержены сплющиванию).

Предварительное твердение труб протекает на конвейерах твердения, разработанных советским инженером И. А. Чернетто.

На рис. 92 изображено звено конвейера твердения. Каждая труба *1* опирается на два валика *2*, которые при движении по деревянным брускам *3* вращаются сами и вращают находящуюся на них трубу. Благодаря непрерывному вращению трубы на цилиндрических валиках, сохраняется ее правильная цилиндрическая форма, поэтому конвейер позволяет при формовании труб на трубоформовочной машине ограничить припуск на обра-

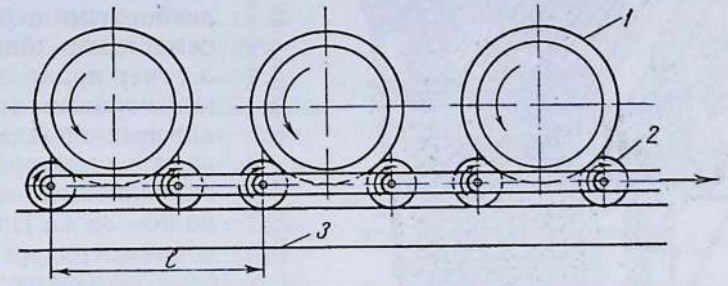


Рис. 92. Схема звена конвейера И. А. Чернетто:
1 — труба, *2* — валик, *3* — деревянный брус

ботку стенки: 0,8 *мм* для труб малого диаметра и до 3 *мм* для труб большого диаметра (до 500 *мм*). Скорость движения конвейера регулируется. Она должна быть такой, чтобы за время формования одной трубы цепи конвейера продвигались на расстояние между тремя соседними валиками, равное *l*, необходимое для укладки труб.

Общий вид конвейера И. А. Чернетто для твердения трехметровых (диаметром до 150 *мм*) труб показан на рис. 93. Конвейер состоит из металлического каркаса *1*, на котором движутся три пары бесконечных цепей *2*. Эти цепи приводят в движение валики *3*, которые катятся по деревянным (или металлическим) брускам *4*, вращая находящиеся на них асбестоцементные трубы.

Трубы, сформованные трехметровой трубоформовочной машиной, укладываются на валики верхней бесконечной цепи. Дойдя до конца ее, трубы по направляющему щитку переходят на среднюю цепь, которая передвигает их в противоположном направлении. Со средней цепи трубы переходят на нижнюю цепь и движутся в том же направлении, что и верхняя цепь. К концу конвейера трубы уже в достаточной степени отвердевают.

Конвейеры для предварительного твердения труб с бо́льшими диаметрами, вырабатываемых на 4—6-метровых трубоформовочных машинах, отличаются от конвейеров для труб, вырабатываемых на трехметровой машине, тем, что имеют одну бес-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 134 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/134

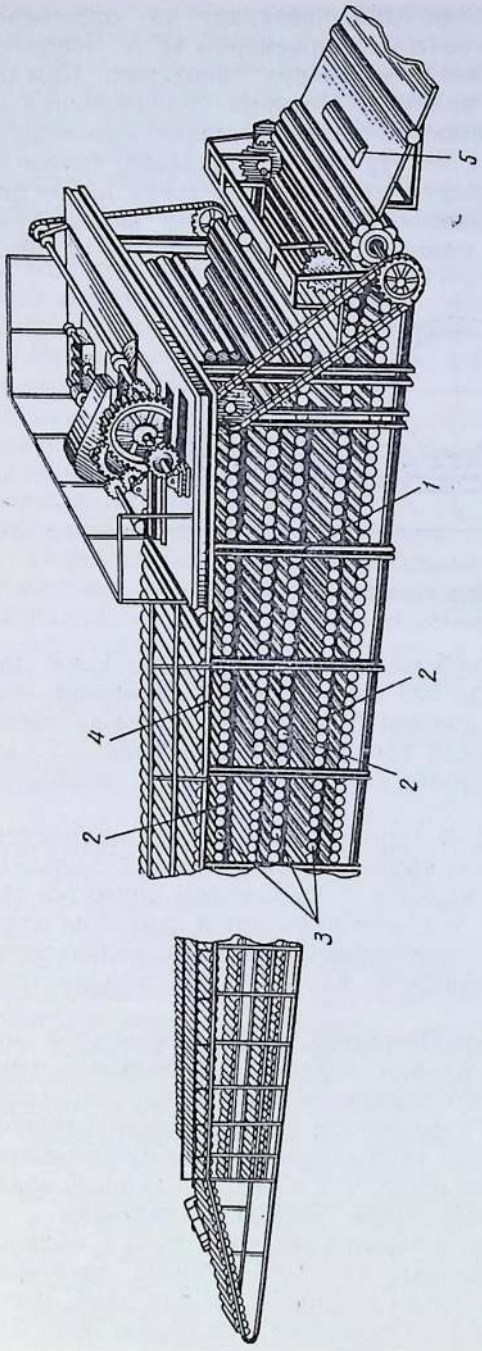


Рис. 93. Общий вид конвейера И. А. Чернетто для твердения трехметровых труб:
1 — металлический каркас, *2* — бесконечная цепь, *3* — валики, *4* — деревянные бруски, *5* — счетно-маркировочное устройство

конечную цепь, поэтому на этом конвейере трубы располагаются не в три, а только в один ряд (этаж).

Чтобы трубы твердели на конвейере быстрее, его каркас закрывают легкими, разборными асбестоцементными щитами, а снизу прокладывают паровые трубы, которые поддерживают температуру окружающей среды до 30—35° С. При такой температуре процесс твердения труб значительно ускоряется и это позволяет сократить время выдерживания на конвейере. Чтобы предотвратить высыхание труб, их опрыскивают теплой водой из специально установленных в камере разбрызгивающих трубок.

По выходе из конвейера трубы укладывают в штабеля высотой 0,5—0,8 *м* на ровной площадке, где выдерживают для повышения их прочности дополнительно 14—16 *ч*. Последующее твердение труб обычно происходит в водных бассейнах. Белгородский завод после применения опрыскивания труб в конвейерах твердения исключил водное твердение в бассейнах.

Обслуживание конвейера твердения труб. Перед началом смены рабочий, обслуживающий конвейеры твердения, должен проверить исправность цепей, роликов и направляющих, по которым движутся цепи и ролики; устройство для передачи труб с одной ветви (верхней) на другую (нижнюю); устройство для подачи труб на конвейер и приема сходящих с конвейера; смазочные устройства и наличие в них смазки.

Перед окончанием смены рабочий должен очистить конвейер и подмести пол.

Извлекать поврежденные трубы и посторонние предметы на ходу конвейера запрещается.

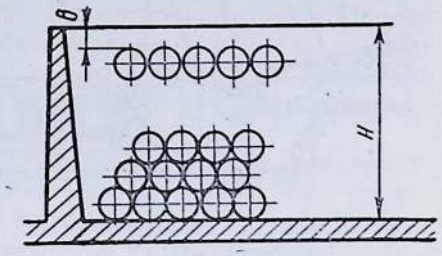


Рис. 94. Расположение труб в водном бассейне:
H — высота бассейна, *в* — минимальное расстояние труб от края бассейна

Водные бассейны. На заводах асбестоцементных изделий водные бассейны — это ряд железобетонных резервуаров высотой около 3,5 *м* и шириной около 5 *м*. Резервуары углублены в землю на 1,5—2 *м*. Все бассейны сообщаются между собой трубопроводом, через который перекачивают воду из одного бассейна в другой.

Трубы укладывают в бассейны штабелями (по размерам) и заливают водой. Водопроводные трубы, к механической прочности которых предъявляют более высокие требования, выдерживают в бассейнах с температурой воды 30—50° С двое — трое суток; более тонкостенные канализационные трубы — одни или двое суток. Чтобы вода целиком покрывала находящиеся в бассейне трубы, они не должны доходить до края бассейна на величину *b*, равную не менее 0,3 *м* (рис. 94).

Бассейны закрывают подъемными крышками, чтобы снизить потери тепла, а также влажность воздуха в производственном корпусе.

На загрузку и разгрузку бассейнов, особенно при трубах малого диаметра, требуются значительные затраты ручного труда. Загружают трубы в бассейны в определенном порядке. Трубы малого диаметра после выдерживания в штабелях укладывают группой на пояса, которые закрепляют на траверсе кран-балки (или мостовом кране). Траверса опускает трубы в бассейн, затем с нее снимают пояса и трубы вручную укладывают в штабели. При разгрузке труб большого диаметра на траверсе кран-балки устанавливают захваты, которые вводят с обоих концов в полость каждой трубы, а когда трубы будут погружены в бас-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 135 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/135

сейн, их освобождают от захватов. Эти же операции производят и при выгрузке труб из бассейна.

Правила техники безопасности обслуживания бассейнов. Перед началом смены рабочий должен проверить исправность крышек бассейнов, траверс для захвата кранами труб, водопроводных и паропроводных магистралей и герметичность запорной аппаратуры; контрольно-измерительные приборы.

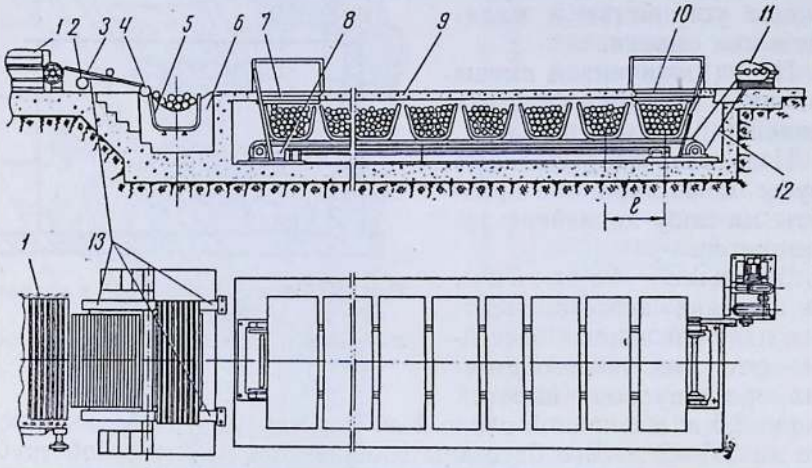


Рис. 95. Механизированный бассейн туннельного типа:
1 — конвейер твердения, *2* — вал электролебедки, *3* — наклонная плоскость, *4* — направляющий валик, *5* — контейнер, *6* — приямок, *7* — загрузочный люк, *8* — цепной конвейер, *9* — железобетонная плита, *10* — разгрузочный люк, *11* — приводной механизм, *12* — цепь привода, *13* — пояс

Перед окончанием смены рабочий должен очистить от пыли контрольно-измерительные приборы. Бассейны для водного твердения труб должны быть оборудованы вделанными в стенки скобами или же приставными и закрепленными лестницами.

Работа в бассейне без спецодежды запрещается.

Выгружать трубы из бассейна следует по рядам, начиная с конца верхнего ряда. Четырехметровые трубы при выгрузке и перевозке следует зацеплять захватами траверсы, причем последние должны быть полностью введены в концы труб. При подъеме и перевозке нельзя допускать перекосов труб. При перевозке трехметровых труб краном их необходимо обвязывать тросами-лямками.

Стоять на трубах, лежащих неправильно и неплотно в рядах штабеля, а также перепрыгивать в бассейне со штабеля на штабель запрещается. Следует иметь в виду, что при опускании труб в бассейн или при раскатке их возможны удары, от которых может существенно понизиться прочность труб.

Механизированные бассейны. Для снижения затраты рабочей силы и создания более безопасных условий обслуживания бассейнов советскими инженерами-изобретателями разработано несколько механизированных водных бассейнов туннельного типа, один из которых схематически изображен на рис. 95.

Этот бассейн расположен у конвейера предварительного твердения труб и вместе с ним и трубоформовочной машиной образует одну технологическую линию. Он состоит из узкого длинного туннеля, покрытого железобетонной плитой *9*, на концах которой находятся загрузочный *7* и разгрузочный *10* люки. На дне бассейна установлен цепной конвейер *8* с роликовыми цепями.

Ролики цепи катятся по головкам рельсов рамы конвейера. Приводной механизм *11* расположен над бассейном. Он приводит в движение цепью *12* ведущий вал конвейера.

Сходящие с конвейера твердения *1* по наклонной плоскости *3* трубы скатываются на два (или три) пояса *13*. Один конец этих поясов закреплен неподвижно, а другой намотан на валу *2* легкой электролебедки (не показанной на схеме). Благодаря этим поясам трубы скатываются с наклонной плоскости *3* в корзину-контейнер *5* с небольшой высоты, что очень важно для сохранения их прочности. Пояса проходят между прутьями металлической корзины-контейнера *5*, не имеющей сплошного дна.

По мере поступления труб рабочий, обслуживающий лебедку, постепенно разматывает закрепленные на валу *2* пояса, и трубы, опускаясь также постепенно, заполняют корзину-контейнер *5*. Когда контейнер *5* заполнится, его захватывает кран-балка (или мостовой кран), обслуживающая трубоформовочную линию, а пояса *13* остаются на месте, свободно проходя в промежутках каркаса контейнера.

Кран-балка опускает заполненный трубами контейнер *5* через люк *7* и устанавливает его на цепной конвейер *8*, а в загрузочный приямок устанавливают новый контейнер *5*. После установки заполненного контейнера в приводной механизм *11* включается ток, и конвейер *8* передвигает все находящиеся на нем контейнеры с трубами на расстояние, равное расстоянию *l*. В результате этого передний контейнер расположится под разгрузочным люком *10*, через который кран-балка извлечет его из туннеля для освобождения труб, а затем возвратит к наклонной плоскости *3* для заполнения новыми трубами.

Рассмотренный тип механизированного бассейна наиболее пригоден при выработке труб малых и средних диаметров.

Для разгрузки и загрузки такого бассейна трубами необходимы кран-балки или мостовые краны. Сейчас разработан такой тип механизированного бассейна, в котором не требуется этого дополнительного оборудования. Основное отличие его заклю-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 136 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/136

чается в отсутствии контейнеров. Трубы располагаются в бассейне непосредственно на конвейере. По концам бассейна установлены специальные устройства, подающие и снимающие с конвейера по одной трубе, которые затем поступают непосредственно на станки для обработки.

Правила техники безопасности обслуживания. При работе конвейеров водного твердения загрузочный и разгрузочный люки должны быть оборудованы крышками, закрывающимися и открывающимися при помощи специального механического устройства после каждой очередной загрузки и выгрузки контейнера с трубами.

Загружать контейнер с трубами на ходу цепного транспортера запрещается.

Каждый выгруженный из бассейна контейнер с трубами следует выдержать над люком, чтобы вода, захваченная трубами, успела стечь с них.

Ремонтировать цепной транспортер и очищать бассейн разрешается только после удаления из последнего всей воды, отключения пара и выемки предохранителей электродвигателя привода.

Склад дозревания изделий. Листовые изделия следует выдерживать на складе дозревания не менее 7 суток, после чего их качество проверяет отдел технического контроля. На складе листовые изделия укладывают в стопы. После механической обработки трубы и соединительные муфты поступают на склад, где выдерживаются около 10 суток, в течение которых они приобретают требуемую механическую прочность. Трубы на складе укладывают в штабеля высотой до 3 *м*. Температура в складе дозревания не должна быть ниже +15° С. Двери склада должны быть закрыты для того, чтобы изделия не высыхали. В летние месяцы, особенно при сухой погоде, необходимо периодически поливать стопы листовых изделий или штабеля труб водой.

Следовательно, перед отправкой потребителям сформованные изделия проходят следующие стадии твердения:

Листовые асбестоцементные изделия. 1-я стадия — пропарка в пропарочных камерах в продолжение 8—10 *ч*, после которой изделия освобождают от металлических прокладок, погружают на 15—30 *мин* в теплую воду и, если это требуется, подвергают механической обработке.

2-я стадия — хранение в утепленном складе в течение не менее 7 суток, после чего изделия принимает ОТК завода; затем отгружают потребителям.

Асбестоцементные трубы. 1-я стадия — воздушное твердение при температуре 30—35° С на конвейере твердения в продолжение 6—8 *ч*.

2-я стадия — твердение в бассейне при температуре воды 30—35° С в продолжение не менее 2—3 суток, после чего трубы подвергают механической обработке.

3-я стадия — твердение в утепленном складе (дозревание) в продолжение не менее 10 суток, затем приемка ОТК завода и отгрузка потребителям.

§ 41. Твердение изделий, изготовленных на песчанистом портландцементе, и разборка стоп

Твердение асбестоцементных изделий, изготовленных на песчанистом портландцементе, протекает в среде насыщенного пара, находящегося под давлением. Такие условия создаются в запарочных котлах, называемых автоклавами.

Автоклав (рис. 96) представляет собой расположенный горизонтально металлический цилиндр *6*, закрываемый с обоих концов крышками *8*, имеющими выпуклую форму. Крышки автоклава подвешены к тележке *2*, катающейся по рельсам кронштейна *1*. Кронштейн укреплен на стойке *3* и может поворачиваться относительно ее оси.

Кронштейн *1* устанавливается параллельно оси цилиндра, а крышка *8* подводится вплотную к цилиндру. К концам цилиндра приварены торцовые кольца *10*, снабженные пазами, а на крышке имеются выступы, которые входят в промежутки между пазами торцовых колец (байонетный затвор). Затем крышки поворачивают ручной лебедкой *9* на небольшой угол и выступы крышки входят в пазы торцовых колец. Внутренняя поверхность пазов торцовых колец и внешняя поверхность выступов крышек имеют винтовую форму, благодаря чему крышки плотно прилегают к торцу кольца *10* цилиндра. Герметичность достигается резиновой самоуплотняющейся прокладкой, проложенной в проточке торцовых колец.

На цилиндре автоклава установлен манометр *4*, показывающий давление пара, предохранительный клапан *5*, автоматически открывающийся при повышении давления в цилиндре пара выше предельного, штуцер *7* с краном для выпуска пара. Внизу цилиндра имеется штуцер с краном для выпуска конденсата и рельсы *13* для ввода в автоклав тележек с изделиями, которые надо запаривать. Для равномерной подачи пара по всей длине автоклава в низу его установлен паропровод *12*.

Рельсы *13* находятся на одном уровне с рельсами, проложенными перед автоклавом и за ним. Для ввода и вывода вагонеток в автоклав на его концах установлены откидные рельсовые мостики *11*. Для снижения потерь тепла наружную поверхность цилиндрической части автоклава покрывают слоем теплоизоляционного материала.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 137 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/137

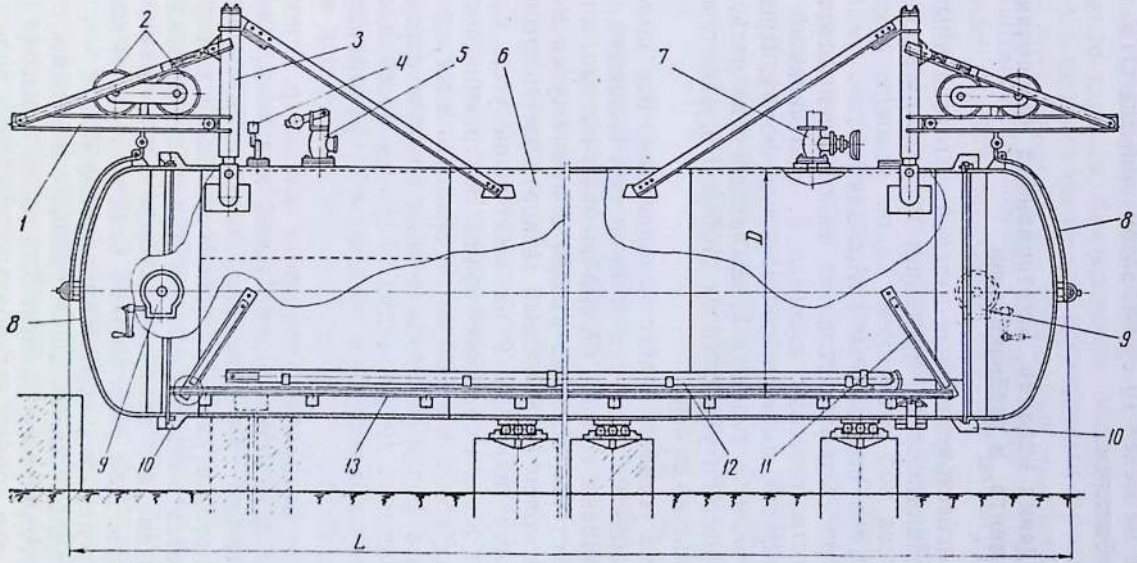


Рис. 96. Автоклав:

1 — кронштейн, *2* — тележка, *3* — стойка, *4* — манометр, *5* — предохранительный клапан, *6* — металлический цилиндр, *7* — штуцер с краном, *8* — крышка, *9* — ручная лебедка, *10* — торцовые кольца, *11* — рельсовый мостик, *12* — паропровод, *13* — рельсы

Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/138

Таблица 14

Зависимость температуры насыщенного пара от давления

Давление пара (избыточное) кГ/см²	Температура насыщенного пара, °С	Давление пара (избыточное), кГ/см²	Температура насыщенного пара, °С	Давление пара (избыточное) кГ/см²	Температура насыщенного пара, °С	Давление пара (избыточное), кГ/см²	Температура насыщенного пара, °С
0	99,09	4,0	151,11	12,0	190,71	20	213,85
0,5	110,79	5,0	158,08	13,0	194,13	21	216,23
1,0	119,62	6,0	164,17	14,0	197,36	22	218,53
1,5	125,79	7,0	169,61	15,0	200,43	23	220,75
2,0	132,88	8,0	174,53	16,0	203,35	24	222,90
2,5	138,19	9,0	179,04	17,0	206,14	25	224,99
3,0	142,99	10 0	183,2	18,0	208,81		
3,5	147,20	11,0	187,08	19,0	211,38		

На заводах асбестоцементных изделий имеются автоклавы с внутренним диаметром 2 *м* и длиной от 17 до 20 *м*, рассчитанные на рабочее давление не выше 10 *ати*. Продолжительность запаривания сокращается и производительность автоклава соответственно возрастает с повышением давления пара. Это объясняется тем, что с повышением давления насыщенного пара увеличивается его температура, ускоряя процессы гидратации портландцемента и образования гидросиликатов из извести и песка.

В табл. 14 приведена зависимость температуры насыщенного пара от величины его давления. Практически температура пара в автоклаве бывает ниже величин, указанных в таблице примерно на 3—4° С. Объясняется это тем, что в автоклаве есть и воздух, в результате чего парциальное давление пара ниже показываемого манометром, так как часть этого давления создает воздух, температура же насыщенного пара определяется его парциальным давлением.

В порах сформованных листов или труб при уплотнении первичных асбестоцементных слоев на форматном барабане или форматной скалке формовочных машин, помимо воды, содержится также небольшое количество воздуха. Если сформованные изделия немедленно погрузить в автоклав и поднять в нем температуру, то воздух, заключенный в порах, расширяется, что может вызвать расслоение изделий по первичным слоям, связь между которыми в сформованных изделиях невелика. Поэтому асбестоцементные изделия перед загрузкой в автоклав необходимо выдержать некоторое время для того, чтобы они приобрели

Production of Asbestos-Cement Products (1970) Published by AsbestosClaims.Law
ACL Doc 25272 · Page 139 of 158 asbestosclaims.law/library/25272/139

прочность, достаточную для противодействия давлению расширяющегося в их порах воздуха, и не деформировались под давлением веса расположенных выше труб.

Асбестоцементные трубы независимо от того, изготовлены они из портландцемента или на песчанистом цементе, с трубоформовочной машины поступают на конвейер твердения. Трубы, изготовленные на песчанистом портландцементе, если они не приобрели на конвейере твердения необходимой прочности, несколько часов твердеют при обычной температуре, после чего их погружают на запарочную вагонетку и помещают в автоклав.

Асбестоцементные листовые изделия после формования выдерживаются 6—8 *ч* при нормальной температуре, затем подвергаются кратковременному (4—5 *ч*) пропариванию, после чего направляют в автоклав.

Если листы формовались с применением прокладок, то их предварительно освобождают от прокладок. Это делают для того, чтобы, во-первых, сократить расход пара, а во-вторых, сохранить металлические прокладки, которые в автоклавах быстро корродируют и поэтому разрушаются.

Процесс запаривания асбестоцементных изделий в автоклавах с рабочим давлением 8 *ати* производится по следующему режиму:

равномерный подъем температуры до 172—174° С (8 *ати*) в течение одного часа;

выдержка под давлением 8 *ати*, не менее 6 *ч*;

равномерный спуск давления до атмосферного в течение 2 *ч*.

При запарке изделий под более высоким давлением и соответственно при более высокой температуре пара, продолжительность их выдержки сокращается, но продолжительность подъема и спуска давления в автоклаве несколько увеличивается.

Крайне важно, чтобы при выдержке изделий в автоклаве при максимальном давлении и особенно при подъеме давления пара не происходил даже кратковременный спад давления, который может вызвать массовый брак продукции. Объясняется это следующим.

Если давление пара в автоклаве поднялось до 5 *ати*, а затем быстро снизилось до 4 *ати*, то температура изделий и находящейся в их порах воды сначала (при 5 ати) достигла 158,08° С. При падении давления до 4 *ати* температура пара в автоклаве резко снизилась до 151,11° С. Следовательно, при этом давлении находящаяся в порах изделий вода будет перегрета и, быстро испаряясь, создаст внутри материала давление, превышающее почти на одну атмосферу давление в автоклаве. Под влиянием этого давления в изделиях может произойти разрыв по первичным слоям, как наиболее слабо связанным.

Для создания высокой температуры при запарке расходуется много топлива. Расход топлива на 1 *т* продукции при запаривании намного больше, чем при пропаривании. При запаривании тепло расходуется на нагревание асбеста, цемента и воды, содержащихся в изделиях; на нагревание вагонеток и стенок автоклава; на компенсацию потерь тепла в окружающую среду; на образование пара, заполняющего свободный объем автоклава; на потерю тепла с конденсатом, образовавшимся в автоклаве к концу процесса запаривания.

Выгруженные из автоклава асбестоцементные изделия не требуется выдерживать на складе дозревания. Их можно немедленно направлять в отделение механической обработки изделий, а затем представлять отделу технического контроля завода для испытаний и отправки потребителям.

Следовательно, отформованные асбестоцементные изделия на песчанистом портландцементе проходят следующие стадии твердения.

Листовые асбестоцементные изделия. 1-я стадия — выдержка на прокладках 6—8 *ч* — пропарка в камерах в течение 4—5 *ч*, после которой изделия освобождают от металлических прокладок и, если это требуется, подвергают механической обработке.

2-я стадия — твердение в автоклаве общей продолжительностью 10—11 *ч*, после чего изделия охлаждают и сразу передают ОТК завода, затем изделия отгружают потребителям.

Асбестоцементные трубы. 1-я стадия — воздушное твердение при температуре 30—35° С на конвейере твердения в продолжение 6—8 *ч*, затем дополнительное твердение несколько часов при нормальной температуре.

2-я стадия — твердение в автоклаве под давлением 8 *ати* в продолжение 12 *ч* (включая подъем и спуск давления). Механическая обработка, приемка ОТК завода и отгрузка потребителям.

Правила техники безопасности обслуживания автоклавов. Перед началом смены рабочий, обслуживающий автоклавы для запарки труб, должен проверить исправность: байонетного затвора, соединяющего крышку с корпусом автоклава, и резинового уплотнительного кольца; устройства для съема и постановки крышки, а также состояние паропровода и запорных вентилей; сохранность пломбы на предохранительном клапане; исправность работы клапана для слива конденсата; устройства для загрузки в автоклав и выгрузки вагонеток; контрольно-измерительной аппаратуры (манометров, термометров и др.).

Перед окончанием смены рабочий должен очистить от пыли контрольно-измерительные приборы и убрать помещение. Рабочий, обслуживающий автоклавы, должен следить, чтобы спускная арматура, вентили и измерительная аппаратура были исправны, а манометры имели нанесенную красную черту, соответствующую разрешенному давлению.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 140 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/140

Крышки автоклавов и байонетные затворы нужно содержать всегда в исправном состоянии.

При закрытии автоклава крышку следует заводить до упоров, т. е. выступы крышки нужно полностью заводить в пазы торцевого кольца автоклава и устанавливать соответствующие термозащелки, не позволяющие крышке самопроизвольно поворачиваться.

Подтягивать болты фланцев задвижек вентилей и т. п. и креплений автоклавов при давлении свыше 1 *атм* запрещается. В автоклавах строжайше запрещается поднимать давление выше разрешенного. Во избежание несчастных случаев перед раскреплением крышек необходимо открыть пробный кран и убедиться в том, что в автоклаве нет давления.

Перед тем как закрыть крышки автоклава, рабочие, непосредственно обслуживающие автоклав, обязаны проверить:

нет ли в автоклаве людей и посторонних предметов;

исправны ли предохранительные клапаны;

в порядке ли арматура — вентили и манометры.

Обслуживающие автоклав рабочие не имеют права оставлять находящийся под давлением автоклав без надзора хотя бы на короткое время.

Вход на территорию, где установлены механизмы управления автоклавом, посторонним лицам строго запрещается.

Во время работы автоклава воспрещается производить на нем какие-либо ремонтные работы, например, подчеканку швов, подтягивание фланцев, вентилей и т. п.

Освобождение листов от металлических прокладок (разборка стоп). В пропарочных камерах асбестоцементные листы приобретают прочность, достаточную для того, чтобы не изменяя формы и не разрушаясь, выдерживать напряжения, которым они подвергаются после того, как их отделят от прокладки и сложат в стопы для хранения.

На большинстве заводов листы разбирают рабочие. Это крайне тяжелая и трудоемкая операция.

На рис. 97 приведена схема автоматически действующего разборщика стоп волнистых асбестоцементных листов и металлических прокладок, выпускаемого австрийской фирмой «Фойт». Разборщик состоит из металлической фермы *1*, на которой по рельсам перемещается тележка *2*, совершающая поступательно-возвратные движения на расстояние в 2 *м*. К тележке подвешены на расстоянии 2 *м* друг от друга две вакуум-коробки *7* и *8* с присасывающим волнистые листы дном.

Вакуум-коробки могут перемещаться в вертикальном направлении и их подъем и опускание осуществляют установленные на тележке масляные (гидравлические) цилиндры *3*. При крайнем правом положении тележки *2* (как показано на схеме) под вакуум-коробкой *7* находится тележка *5* со стопой подлежащих разборке волнистых асбестоцементных листов и металлических прокладок, а под вакуум-коробкой *8* — тележка *4*, на которую укладываются уже освобожденные от металлических прокладок асбестоцементные листы. Слева от тележки *5* располагается также на расстоянии 2 *м* тележка *6*, на которой укладываются металлические прокладки. Следовательно, при крайнем правом положении тележки *2* вакуум-коробка *8* укладывает на тележку *4* асбестоцементные листы, а вакуум-коробка *7* присасывает металлические прокладки; при крайнем левом положении тележки — вакуум-коробка *8* присасывает асбестоцементные листы, а вакуум-коробка *7* укладывает на тележку *6* прокладки.

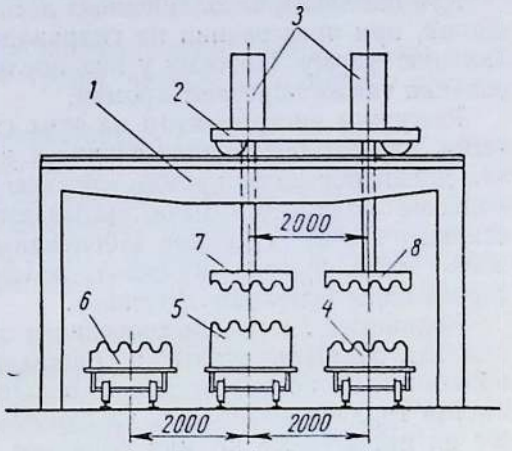


Рис. 97. Разборщик стоп:
1 — металлическая ферма, *2*, *4*, *5* и *6* — тележки, *3* — масляные цилиндры, *7* и *8* — вакуум-коробки

На тележке *2* установлены, помимо масляных гидравлических цилиндров *3*, также вакуум-насос и механизмы, управляющие вертикальным перемещением вакуум-коробок (на схеме не показаны). Разборщик действует автоматически. Включение и выключение его работы (по окончании разборки стопы) производится от пульта управления.

Разборщик работает надежно при условии применения при стопировании свежесформованных листов тщательно очищенных и смазанных маслом металлических прокладок.

Путем замены вакуум-коробок с волнистым дном вакуум-коробками с плоским дном рассмотренный волнировщик может быть использован для разборки стоп плоских листов.

Глава XIV

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИЗДЕЛИЙ

§ 42. Механическая обработка листовых изделий

Механической обработке после затвердевания подвергают те виды листовых изделий, у которых должны быть точные размеры и форма, какие невозможно достичь при формовании и резке

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 141 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/141

листов в сыром виде на формовочных машинах и ротационных ножницах.

Облицовочные листы обычно устанавливают на стенах впритык, их кромки должны быть совершенно прямолинейны, а размеры не иметь существенных отклонений, иначе при установке на стену кромки листов не будут совпадать, а линия стыков будет с уступами. Поэтому кромки облицовочных листов следует обрезать на специальных станках, обеспечивающих их прямолинейность, правильную прямоугольную форму и точные размеры.

Кромки электроизоляционных досок, особенно с большой толщиной, при прессовании на гидравлическом прессе теряют правильную форму. Поэтому у них после предварительного затвердевания также обрезают кромки.

Режущим инструментом на этих станках, называемых обрезными, служат быстровращающиеся карборундовые диски. Если эти диски обрезают кромки «всухую», то в воздухе образуется большое количество пыли, вызывающее у обслуживающих эти станки рабочих серьезное заболевание «силикоз». Чтобы избежать этого, кромки обрезают, поливая места обрезки тонкой струей воды («мокрая обрезка»).

Волнистые листы обыкновенного профиля ВО, предназначенные для покрытия жилых и гражданских зданий, механической обработке не подвергаются. У большеразмерных же волнистых листов труднее выдержать требуемые размеры и форму. Поэтому их продольные кромки обрезают часто на станках, где режущим инструментом служат карборундовые круги.

§ 43. Механическая обработка труб

Асбестоцементная промышленность вырабатывает следующие виды труб.

1. Напорные трубы, предназначенные для устройства водопроводов. В связи с тем, что водопроводы строят на различные давления, промышленность выпускает трубы следующих марок: ВТ-3, ВТ-6, ВТ-9 и ВТ-12.

Первые две буквы в обозначении марки указывают, что эта труба предназначена для устройства водопроводов; цифры же показывают наибольшее рабочее давление в водопроводе, при котором можно применять трубы этой марки. Например, марка ВТ-3 обозначает, что эту трубу можно использовать для сооружения водопровода, в котором давление воды не будет превышать трех избыточных атмосфер. В зависимости от давления, а значит от марки, различна толщина стенок в трубах одного диаметра: чем выше марка трубы, тем больше толщина ее стенки.

2. Безнапорные трубы, предназначенные для устройства трубопроводов, внутри которых нет избыточного давления. Из таких труб собирают канализационные трубопроводы, трубопроводы, в которых прокладываются телефонные кабели, вентиляционные сети и т. п.

3. Трубы газо- и паропроводные вырабатывают на тех же технологических линиях, на которых изготовляют указанные выше трубы. Газопроводные трубы применяются для прокладки газопроводов с избыточным давлением газа, не превышающем 5 *ати*.

4. Трубы для обсадки водозаборных скважин.

Все перечисленные трубы выпускают с внутренним диаметром до 456 *мм*.

По особому заказу для низконапорных водопроводов некоторые заводы изготовляют трубы, внутренний диаметр которых достигает почти 1000 *мм*.

У водопроводных и газопроводных (напорных) труб на станках обрезают и обтачивают концы. Делать это необходимо, потому что при формовании на трубоформовочной машине концы труб длиной около 50 *мм* имеют несколько меньшую плотность, чем все тело трубы. Кроме того, для правильного соединения их в трубопроводе необходимо, чтобы торец трубы был перпендикулярен оси трубы.

Обтачивать концы этих труб на определенную длину необходимо, потому что при сборке водопроводов концы труб соединяют асбестоцементными или чугунными муфтами, а между наружной поверхностью трубы и внутренней поверхностью муфты устанавливают резиновые кольца. Чтобы это кольцо давлением воды или газа не вытеснялось из муфты, его надо равномерно и в достаточной степени сжать по всей окружности, а этого можно достигнуть только в том случае, если концы труб будут иметь заданный наружный диаметр и правильную цилиндрическую форму.

Безнапорные трубы при сборке трубопроводов соединяют без резиновых колец. Поэтому у этих труб концы только обрезают, но не обтачивают.

Обсадные трубы соединяются жестким резьбовым стыком «вчетверть». Для этого концы обсадной трубы растачиваются, один — по его внешней поверхности, а противоположный — по внутренней; глубина расточки приблизительно (0,5S—2,0) *мм*, где S — толщина стенки трубы в *мм*. Длина расточки зависит от размера диаметра обрабатываемой трубы. По наружной обточке нарезается правая, а по внутренней — левая резьба.

Водопроводные трубы марки ВТ-9 соединяются как асбестоцементными, так и чугунными муфтами, а трубы марки ВТ-12, а также газопроводные трубы соединяются только чугунными муфтами. Водопроводные трубы марки ВТ-3 и ВТ-6, а также безнапорные трубы соединяются асбестоцементными муфтами, которые вырабатывают на заводах асбестоцементных изделий.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 142 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/142

Делают это так. На трубоформовочных машинах устанавливают муфтовые форматные скалки специальных размеров. На этих скалках формуют трубы, из которых нарезают муфты.

Наружный диаметр этих труб равен наружному диаметру вырабатываемых из этой трубы муфт, внутренний — наименьшему диаметру внутренней поверхности муфты, уменьшенному на обработку (2—5 *мм*).

Муфтовые трубы разрезают на отрезки, длина которых соответствует длине муфты. На внутренней поверхности муфт для соединения безнапорных труб у конца труб вытачивают по две кольцевых канавки для более прочной связи с обмазкой, которой при сборке трубопровода заделывают пространство между трубой и муфтой. Муфты, предназначенные для соединения водопроводных труб, имеют сложный профиль внутренней поверхности с точными размерами. Поэтому их внутреннюю поверхность растачивают.

Для выполнения указанных операций на заводах организованы цехи механической обработки труб, в которых имеются следующие станки.

Полуавтоматический трубообрезной станок типа I-С-46 для обрезки концов труб с наружным диаметром от 220 до 640 *мм* и длиной 4 *м*.

Общий вид трубообрезного станка показан на рис. 98.

Станок обрезает одновременно оба конца трубы установленными на нем двумя суппортами *1*. При обработке труба свободно лежит на роликах, которые вращают трубу. Сменные шестерни на приводе роликов позволяют установить окружную скорость вращения трубы в пределах от 80 до 120 *м/мин*. Для обработки труб различных диаметров на станке можно изменять расстояние между центрами роликов с тем, чтобы обеспечить угол охвата обрабатываемой трубы 120—150°.

Для обработки труб другого диаметра следует провести следующую переналадку станка: изменить расстояние между осями ведущих роликов *2* на обоих суппортах *1*, переместив при этом звездочку в приводе *4* в положение, обеспечивающее требуемое натяжение цепи; установить надлежащее число оборотов роликов, вращающих трубу; установить резцедержатель в вертикальной и горизонтальной плоскостях соответственно новому диаметру трубы.

Полуавтоматический трубообточный станок типа I-С-48Н, предназначенный для одновременной обточки обоих концов асбестоцементных труб диаметром от 220 до 636 *мм*, длиной 4 *м*. Общий вид трубообточного станка I-С-48Н представлен на рис. 99.

Трубы, предварительно обработанные на трубообрезном станке, зажимаются по концам внутренней их поверхности в двух конусных грибках *2*. Эти конусные грибки устанавливают раз-

Production of Asbestos-Cement Products (1970) Published by AsbestosClaims.Law
ACL Doc 25272 · Page 143 of 158 asbestosclaims.law/library/25272/143

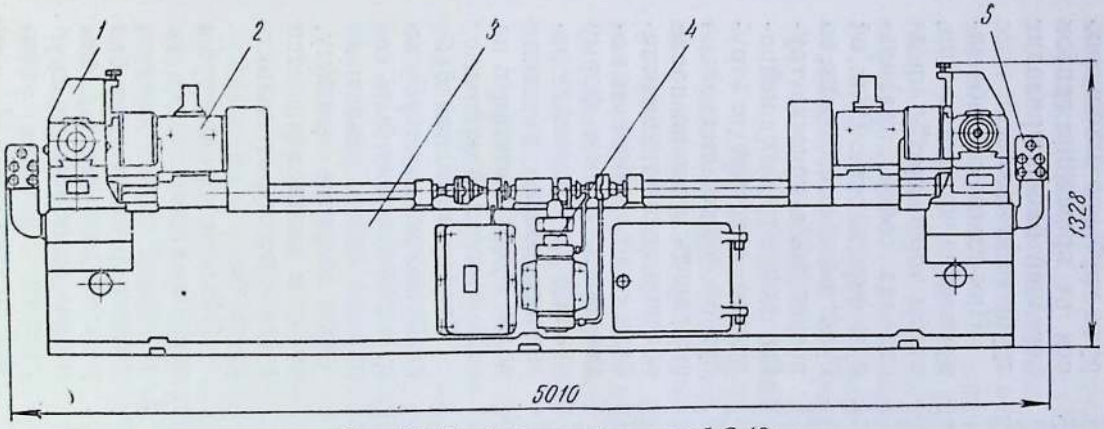


Рис. 98. Трубообрезный станок I-С-46:

1 — суппорт, *2* — ведущий ролик, *3* — станина, *4* — привод передачи суппорта, *5* — кнопочная станция

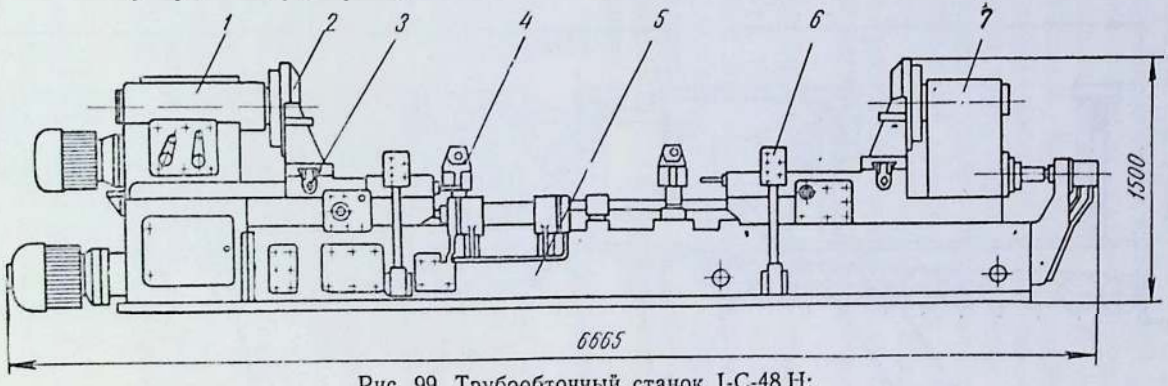


Рис. 99. Трубообточный станок I-С-48 Н:

1 — передняя бабка, *2* — центр (грибок), *3* — суппорт, *4* — приемник, *5* — станина, *6* — кнопочная станция, *7* — задняя бабка

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 144 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/144

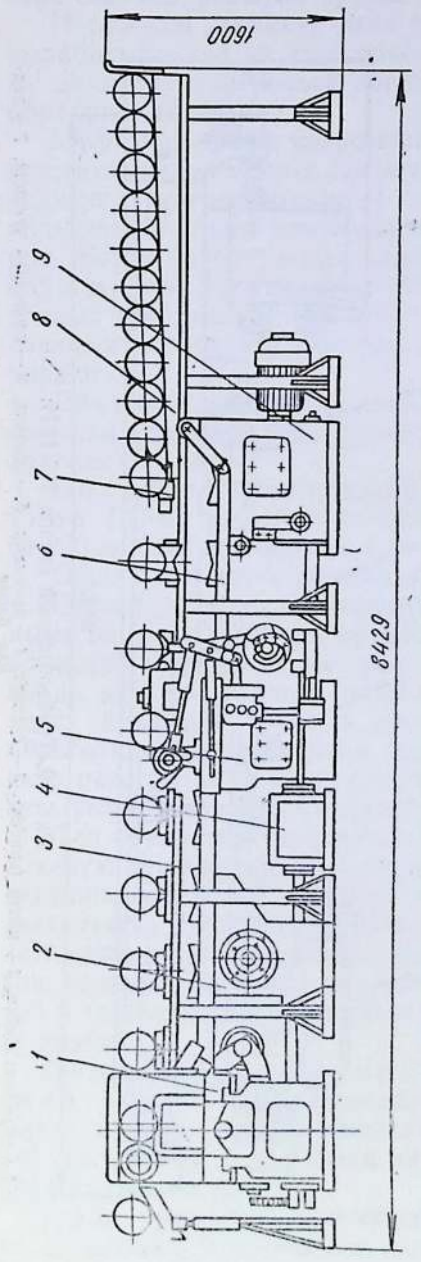


Рис. 100. Автоматическая линия для обработки труб малого диаметра:
1 — трубообточный станок I-C-47, *2* — подъемник, *3* — мостик, *4* — транспортер для отвоза стружек, *5* — трубоотрезной станок I-C-45, *6* — транспортер, *7* — упор, *8* — направляющие, *9* — привод транспортера

личных размеров (в зависимости от диаметра обтачиваемых труб) на передней *1* и задней *7* бабках станка. Они центрируют трубы по отношению оси их вращения; грибок передней бабки приводит трубу во вращение.

При таком способе закрепления крайне важно, чтобы торец трубы представлял собой правильную окружность. Если он будет овальной формы, то введенный в полость трубы конус-грибок неправильно сцентрирует трубу; он может несколько выправить овал, но после обточки, когда труба освободится от грибков, ее конец опять примет форму овала и в водопроводе резиновое кольцо давления воды будет вытеснено из соединительной муфты.

Грибку передней бабки, приводящему трубу во вращение, может быть сообщено шесть различных чисел оборотов в минуту, которые устанавливаются в зависимости от диаметра трубы.

Обточка концов трубы после наладки станка на обточку труб данного диаметра происходит без участия рабочего. При переходе на обработку труб другого диаметра рабочий должен:

сменить грибки передней и задней бабки;

установить резцедержатель по диаметру трубы;

установить соответствующее число оборотов для грибка передней бабки станка.

Трубы, внешний диаметр которых меньше 273 *мм*, обрабатываются на автоматической линии для обрезки и обточки концов труб с внешним диаметром от 68 до 273 *мм*, длиной 3 и 4 *м*. Автоматическая линия состоит из станков трубообрезного типа I-C-45 и трубообточного станка типа I-C-47, связанных транспортирующим устройством. Конструкция станков этой линии не отличается от описанных выше, но она несколько облегчена в связи с меньшим весом труб, обрабатываемых на этой линии. На рис. 100 представлена такая автоматическая линия. Трубы подаются на трубообрезной станок I-C-45; после обрезки концов они перемещаются к трубообточному станку I-C-47, устанавливаются на нем и выходят от станка полностью обработанными. Все эти операции производятся автоматически, без участия рабочего.

Ввиду того, что на линии можно обрабатывать трубы длиной 3 и 4 *м*, при переходе на обработку труб другой длины на трубообрезном и трубообточном станках необходимо переместить по направляющим *8* станины в надлежащее положение каретки суппортов и закрепить их относительно станины. В остальном наладка станков на линии производится так же, как и на описанных выше полуавтоматических станках.

Муфтовые трубы разрезают на стаканы муфтоотрезными станками двух типов.

Муфтоотрезной станок I-C-49-H разрезает на стаканы муфтовые трубы диаметром от 108 до 327 *мм*, а станок типа I-C-50 разрезает трубы диаметром от 269 до 631 *мм*. Оба эти станка полуавтоматические. После того, как трубы установлены, станки без участия рабочего отрезают все стаканы, кроме последнего. Последний стакан отрезают от труб при ручном управлении.

Муфтоотрезной станок I-C-49-H — односторонний, т. е. он разрезает на стаканы одну муфтовую трубу. Общий вид станка представлен на рис. 101. Один конец обрезаемой трубы зажимается в кулачковом патроне *2* передней бабки *1* стакана, а второй — устанавливается на заднем грибовидном центре *7*. Роликовый люнет *5* поддерживает правый конец трубы, когда отрезают стакан. Трубу подают под резец, передвигая переднюю бабку на величину, соответствующую длине стаканов, вырезаемых из труб.

Муфтоотрезной станок I-C-50 — двусторонний, т. е. он разрезает на стаканы одновременно две муфтовых трубы. На рис. 102 представлена схема этого станка. В середине станка имеется суппорт *5* с двумя отрезными резцами. К суппорту с двух сторон двумя каретками с домкратами *3* в осевом направлении подаются трубы. Трубы при этом перемещаются к суппорту по оси на величину, соответствующую длине вырезаемых стаканов.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 145 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/145

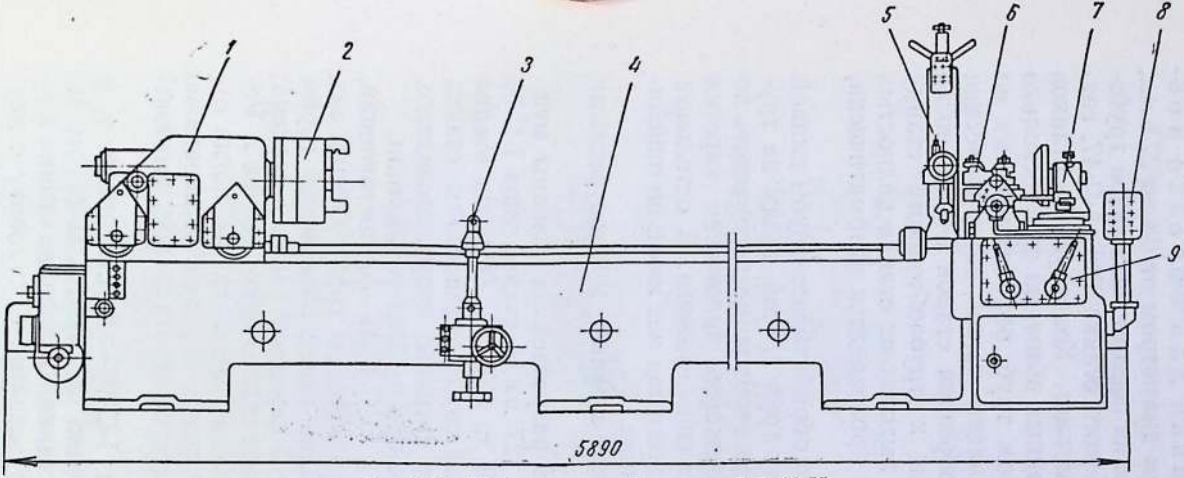


Рис. 101. Муфтоотрезный станок I-С-49-Н:

1 — шпиндельная бабка, *2* — патрон, *3* — приемник труб, *4* — станина, *5* — люнет, *6* — суппорт, *7* — задний центр, *8* — кнопочная станция, *9* — коробка скоростей

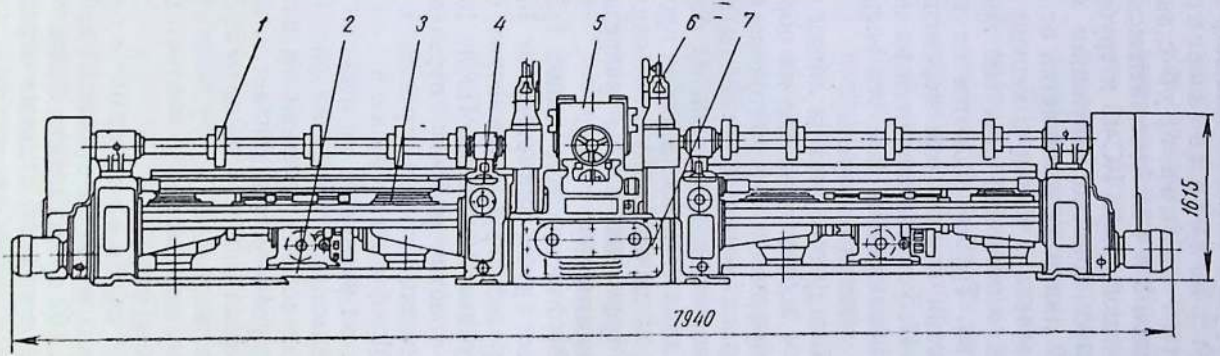


Рис. 102. Двусторонний муфтоотрезной станок I-С-50:

1 — приводные ролики, *2* — привод домкратов, *3* — домкрат, *4* — механизм перемещения роликов, *5* — суппорт, *6* — пружины, *7* — станина

Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/146

Вращаются трубы от приводных роликов *1*. При помощи специального механизма расстояние между осями роликов изменяется в зависимости от диаметра труб.

Муфторасточный станок I-С-51-Н растачивает внутреннюю поверхность муфт диаметром от 108 до 631 *мм*, применяемых для соединения асбестоцементных водопроводных труб. Этот станок представлен на рис. 103.

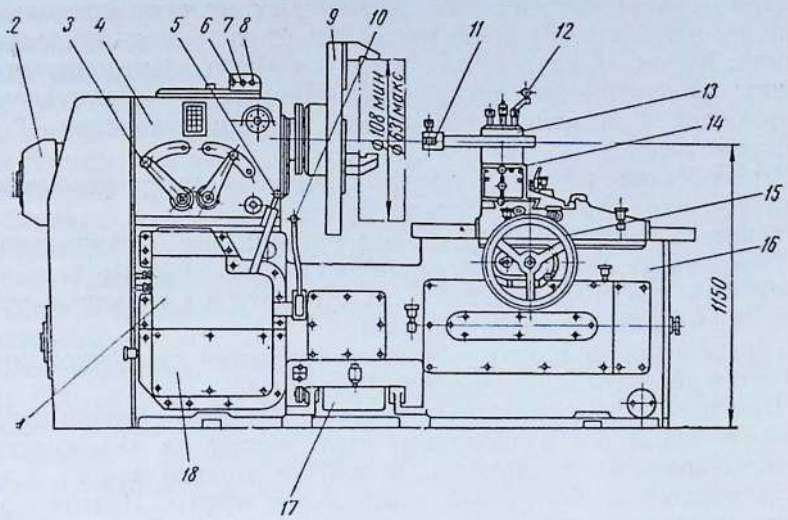


Рис. 103. Муфторасточный станок I-С-51-Н:

1 — механизм управления, *2* — главный привод, *3* — рукоятка для переключения числа оборотов шпинделя, *4* — шпиндельная коробка, *5* — рукоятка включения автоматической расточки стакана, *6*, *7* и *8* — пусковые кнопки, *9* — патрон, *10* — рукоятка для зажима патрона, *11* — резцедержатель, *12*, *14* — рукоятка для закрепления резца, *13* — суппорт, *15* — маховичок для перемещения суппорта, *16* — станина, *17* — ножная педаль для зажима патрона, *18* — привод подачи

В станке имеются два сменных зажимных трехкулачковых патрона *9*, один из которых служит для обработки муфт диаметром от 108 до 327 *мм*, а второй — от 327 до 631 *мм*. Кулачковый патрон зажимается и отжимается гидравлическим цилиндром. Продольная и поперечная подача резца осуществляется с помощью копирного устройства.

У шпинделя, на котором устанавливается кулачковый патрон *9*, имеется шесть ступеней чисел оборотов, которые устанавливаются в соответствии с диаметром обрабатываемой муфты. У суппорта *13*, на котором укреплен резец, имеется автоматическая продольная и поперечная подачи.

На станине *16* установлена шпиндельная коробка *4* и суппорт *13*. Под шпиндельной коробкой находится механизм управ-

Production of Asbestos-Cement Products (1970) Published by AsbestosClaims.Law
ACL Doc 25272 · Page 147 of 158 asbestosclaims.law/library/25272/147

ления *1* зажимом кулачков патрона и привод подачи *18*. На шпинделе укреплен патрон *9*, а на суппорте — резцедержатель *11*. Станок имеет главный привод *2*.

Этот станок — полуавтомат: рабочий, обслуживающий его, должен загрузить стаканы, зажать их в патрон с помощью рукоятки *10* или ножной педали *17*, включить кнопку *6* вращения шпинделя, включить рукоятку *5* для автоматической расточки стакана и снять с патрона готовые муфты.

При помощи маховичка *15* перемещают вручную продольный суппорт, причем надо предварительно снять ролик продольной подачи. Кнопка *7* служит для пуска главного электродвигателя станка; кнопка *8* — для пуска электродвигателя гидроустановки, приводящей в движение кулачковый патрон; рукояткой *12* закрепляют резец.

При переходе на обрезку муфт другого диаметра необходимо произвести следующую переналадку станка:

переставить кулачки зажимного патрона или сменить патрон (в зависимости от диаметра обрабатываемой муфты);

переставить резцедержатель на суппорте и с помощью рукоятки *14* выверить положение резца;

переключить шестерни в коробке скоростей на нужное число оборотов шпинделя при помощи рукоятки *3*.

В начале параграфа отмечалось, что точность обточки концов водопроводных и газопроводных труб влияет на надежность и герметичность их соединений. В той же степени важна и точность обработки внутренней поверхности муфты. Поэтому расточка муфт является крайне ответственной операцией, от тщательности выполнения которой зависит надежность работы водопровода или газопровода.

Таким образом станок растачивает муфты автоматически, и при хорошей наладке он будет выдавать хорошие муфты. Но налаживать станок надо очень тщательно, а также тщательно периодически проверять размеры внутренней поверхности растачиваемых им муфт.

Перед началом смены токарь по обработке труб и муфт должен проверить правильность установки и крепления на станке режущего инструмента; наличие и исправность инвентаря, запасного режущего и контрольного инструмента (набор сменных грибовидных центров, набор запасных резцов, мерные линейки, калибровые скобы, штихмасы и т. п.); расположение и крепление упоров управления; исправность смазочных устройств и наличие смазки в них и масла в гидропроводе; исправность транспортных средств, работу станка на холостом ходу.

После окончания смены рабочий должен тщательно очистить станок от асбестоцементной стружки и пыли и протереть его промасленной тряпкой, подмести пол и уложить контрольно-измерительный инструмент.

Асбестоцемент, который хорошо обрабатывается режущими инструментами (особенно изготовленный на песчанистом цементе и запаренный в автоклаве), обладает значительными абразивными свойствами, то есть быстро изнашивает рабочие кромки режущих инструментов. Поэтому для механической обработки труб применяют резцы с победитовыми наконечниками.

Устанавливать резец нужно очень точно, пользуясь ручным перемещением суппортов, и во время работы периодически проверять точность обработки наружных диаметров концов труб проходными и непроходными калибровыми скобами, а внутренние диаметры муфт — проходными и непроходными штихмасами. Проверку надо производить очень точно по двум перпендикулярным диаметрам контролируемой окружности трубы или муфты. При частом употреблении рабочие поверхности калибров изнашиваются и требуют восстановления, поэтому рабочие калибры необходимо периодически проверять контрольными калибрами.

Правила техники безопасности работы на станках механической обработки труб. Станки для обработки труб и муфт должны быть оборудованы аспирационными устройствами и надежно ограждены.

Все передачи (ременные, цепные, шарнирные, зубчатые и др.) должны иметь прочные предохранительные заграждения. Также должны быть ограждены все выступающие гайки, болты, шпонки и другие элементы вращающихся частей оборудования и механизмов, находящихся на высоте 2,5 *м* от пола и ниже.

При кнопочном включении и выключении станков и механизмов кнопки включения должны быть утоплены на 3—5 *мм* за габариты пусковой коробки. Кнопки останова должны быть красного цвета с надписью «стоп», эти кнопки должны выступать над панелью на 3 *мм*. Пусковые педали оборудования должны иметь надежные ограждения или предохранительные устройства, исключающие возможность непреднамеренного включения оборудования от каких-либо случайных причин.

Уборка стружек, обрезков, пыли и грязи с оборудования или механизма, а также из опасной зоны около них должна производиться только рабочими, обслуживающими эти механизмы. Убирать стружки, обрезки, пыль и грязь нужно при помощи крюков, щеток, сметок и т. п.

Смазывать приводы оборудования и механизмов во время их хода или работы запрещается. Нельзя также ремонтировать оборудование и механизмы во время их работы.

Не разрешается пускать агрегированные станки без предварительного сигнала, подниматься на рабочий станок, ловить руками обрезки труб, стоять против направляющих, по которым скатываются обрезки труб или муфт.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 148 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/148

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К НИМ ТРЕБОВАНИЯ

Глава XV

Основные свойства асбестоцементных изделий

Асбестоцементные изделия нашли широкое применение в строительстве жилых, общественных и промышленных зданий и в других инженерных сооружениях. Механические свойства изделий являются основными для всех видов этих изделий, независимо от вида их использования, так как все они подвергаются существенным статическим и ударным нагрузкам в процессе их транспортирования и монтажа, а подавляющее большинство их и в процессе эксплуатации в строительных конструкциях и трубопроводах.

В большом количестве асбестоцементные листовые изделия используются для кровельных покрытий и наружных стеновых ограждений зданий, где они также подвергаются действию атмосферных осадков, тепла и мороза. В подземных трубопроводах из асбестоцементные трубы воздействуют грунтовые воды, которые в некоторых районах насыщены разрушающими цемент минеральными солями или органическими кислотами. При использовании асбестоцементных канализационных трубопроводов, газопроводов особое значение приобретает плотность труб, которая определяет потери газа через их стенку.

Все эти условия эксплуатации предъявляют требования к нормированию дополнительных свойств асбестоцемента, из которого выполнены изделия, обеспечивающие в этих условиях следующие два основных показателя службы изделия — надежность и долговечность.

Под термином надежность понимается продолжительность службы при нормальной эксплуатации без ремонта выполненной из асбестоцементных листов конструкции здания (например, кровельного покрытия) или асбестоцементного трубопровода (например, газопровода).

Под термином долговечность понимается общая продолжительность периода службы выполненной из асбестоцемента конструкции здания или трубопровода, или сооружения, в течение

которого они не утрачивают необходимых эксплуатационных качеств.

Надежность и долговечность являются главнейшими показателями свойств данных изделий, материала, здания, сооружения, прибора, технологической линии или машины.

Мы уже говорили о том, что основной задачей производства является полное использование свойств применяемых сырьевых материалов для достижения высокого качества вырабатываемых изделий. Технологический процесс, который обеспечивает выполнение этой задачи, принято называть оптимальным. Всякое отклонение технологического процесса от оптимального, на какой бы его стадии оно не происходило, приводит к изменению свойств получаемых изделий в направлении ухудшения этих свойств.

Долговечность и особенно надежность сооружаемых из асбестоцементных изделий частей зданий, сооружений или трубопроводов определяются преимущественно изделиями пониженного качества. Действительно, если кровля покрыта асбестоцементными волнистыми листами, среди которых имеются как высококачественные, так и листы низкого качества, то последние через короткий срок потребуют замены, т. е. надежность кровли будет низкая, а если такие листы составят существенный процент от всех используемых в данной кровле листов, то вскоре придется все кровельное покрытие заменять новым, т. е. и долговечность такой кровли также будет низкой. В связи с этим однородность (стабильность) качества выпускаемых заводом асбестоцементных изделий является основной характеристикой правильного ведения технологического процесса и использования сырьевых ресурсов.

§ 44. Структура и механические свойства асбестоцементных изделий

Структура асбестоцементных изделий. Наиболее сложную структуру имеют асбестоцементные изделия, сформованные на круглосеточных формовочных машинах («мокрый» метод производства). Как мы уже рассмотрели, в процессе формования на поверхности сетчатого цилиндра первичного слоя, его нижняя, прилегающая к сетке, часть содержит несколько меньше цемента и соответственно имеет меньшую плотность (т. е. повышенную пористость) по сравнению с основной массой первичного слоя. Помимо того, содержащиеся в первичных слоях волокна асбеста не переходят в соседние первичные слои и не армируют место их контакта. В результате прочность связи между первичными слоями в асбестоцементных изделиях значительно ослаблена.

Непрессованный асбестоцемент имеет высокую пористость. Так, пористость асбестоцементных листов, имеющих в 10-дневном возрасте объемный вес после высушивания 1,6 $Г/см^3$, составляет

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 149 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/149

около 40%, т. е. в каждом кубическом сантиметре таких изделий около 0,4 $см^3$ занимают вода и воздух.

С уплотнением асбестоцемента его средняя пористость и, соответственно, водопоглощение резко падает. Так пористость изделия того же возраста с объемным весом 1,9 $Г/см^3$ составляет около 25%, а имеющего объемный вес 2,1 $Г/см^3$ — около 21%. Ввиду того, что к 10-дневному возрасту цемент гидратировался далеко не полностью (в среднем — на 50—60%), дальнейший процесс гидратации цемента повышает объемный вес и снижает водопоглощаемость изделий. В процессе твердения цемента объем пор в асбестоцементе уменьшается и каналы становятся уже, но общий характер их формы не претерпевает существенных изменений и подавляющая их часть сообщается между собой узкими перешейками.

Механические свойства асбестоцементных изделий. Под механическими свойствами асбестоцементных изделий понимается его способность сопротивляться воздействующим на него внешним нагрузкам. Эти нагрузки при спокойном (статическом) их приложении могут возбуждать в асбестоцементных изделиях напряжения растяжения, изгиба, сжатия и среза, а при ударном воздействии — сложные напряжения, сопротивляемость которых принято характеризовать «ударной вязкостью» материала.

В строительных конструкциях асбестоцементные листовые изделия подвергаются главным образом действию изгибающих нагрузок; в напорных трубопроводах жидкость или газ возбуждают в них растягивающие напряжения, а при подземной их укладке грунтовая нагрузка возбуждает в трубах напряжения изгиба. Все виды асбестоцементных изделий при их погрузках, разгрузках, транспортировании и монтаже подвергаются иногда значительным ударным нагрузкам.

В связи с этим мы рассмотрим сопротивляемость асбестоцементных изделий следующим нагрузкам: растягивающим, изгибающим и действию ударных нагрузок (ударную вязкость).

Приводимые ниже характеристики механических свойств асбестоцементных изделий относятся к средним, нормальным технологическим условиям их производства. При более благоприятных условиях эти показатели могут быть существенно выше, а при менее благоприятных — значительно ниже.

На механические свойства асбестоцементных изделий существенно влияет находящаяся в их порах вода. При рассмотрении «мокрого» метода распушки асбеста мы выяснили, что находящаяся в узких порах асбеста вода давит на их стенки. Но такое же действие оказывает на асбестоцемент вода, находящаяся в его порах, создавая в нем объемные растягивающие напряжения, снижающие сопротивляемость изделия растягивающим и изгибающим нагрузкам. Поэтому прочность на растяжение и изгиб

асбестоцементных изделий возрастает в результате высушивания, а увлажнение снижает эту прочность.

Сопротивляемость асбестоцемента изгибающим нагрузкам при заполнении его пор водой ниже его сопротивляемости этим же нагрузкам после высушивания при температуре 100—110° примерно на 30%.

Предел прочности асбестоцементных изделий, изготовленных из песчанистого портландцемента (непосредственно после выгрузки их из автоклава) при равенстве объемного их веса, выше предела прочности асбестоцемента из портландцемента 28-суточной выдержки, примерно, на 10%.

Приведенные ниже величины пределов прочности относятся, если не сделано специальных оговорок, к асбестоцементным изделиям, изготовленным на портландцементе и находящимся в воздушно-сухом состоянии (выдержанным при нормальных температурах и влажности воздуха).

Предел прочности при растяжении и изгибе асбестоцементных труб и при изгибе листовых изделий. Приводимые ниже величины предела прочности, т. е. предельных напряжений, которые еще не разрушают изделие, характерны для асбестоцементных изделий, испытывающих напряжения, направление которых совпадает с направлением преимущественной ориентировки волокон. Для получения величины пределов прочности при растяжении асбестоцемента в направлении, перпендикулярном направлению преимущественной ориентировки волокон, эти величины следует умножить на следующие поправочные коэффициенты:

Для асбестоцемента, изготовленного из 5—6-го сортов асбеста	0,9
Для асбестоцемента, изготовленного из 3—4-го сортов асбеста	0,8

Предел прочности асбестоцемента на растяжение в направлении преимущественной ориентировки волокон асбеста характеризуется следующими данными:

асбестоцементные водопроводные трубы с объемным весом 1,8—1,9 $Г/см^3$, изготовленные из 3—4-го сортов асбеста с небольшой добавкой 5-го сорта, 240—260 $кГ/см^2$;

асбестоцементные канализационные трубы с объемным весом 1,6—1,7 $Г/см^3$, изготовленные из асбеста 3, 4 и 5-го сортов, 180—200 $кГ/см^2$.

Предел прочности при изгибе является основным прочностным показателем асбестоцементных листовых изделий и по этому показателю рассчитывается их несущая способность (максимальный изгибающий момент, который они могут выдержать в строительных конструкциях).

В изгибаемом теле возникают сложные напряжения, основные из них — растяжение и сжатие. Ввиду того, что предел прочности на растяжение при изгибе асбестоцемента примерно в 3 раза ниже предела его прочности при сжатии, он всегда разрушается

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 150 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/150

по растянутой зоне, и расчетной величиной его является предел прочности на растяжение при изгибе.

Пределы прочности при изгибе R_w асбестоцементных изделий 28-суточного возраста характеризуются следующими величинами:

а) непрессованные изделия с объемным весом 1,6 *Г/см³*, для изготовления которых применялся асбест 5 и 6-го сортов:

в профилированных изделиях — 170—200 *кГ/см²*;

в плоских листах — 190—230 *кГ/см²*;

б) непрессованные изделия с объемным весом 1,6 *Г/см³*, но изготовленные из асбеста 4 и 5-го сортов:

в профилированных изделиях — 200—220 *кГ/см²*;

в плоских листах — 220—270 *кГ/см²*;

в) прессованые изделия с объемным весом 1,9—2 *Г/см³*, изготовленные с применением асбеста 5 и 6-го сортов:

в плоских листах — 300—350 *кГ/см²*;

г) прессованные изделия с объемным весом 1,9—2 *Г/см³* в плоских листах, но изготовленные из асбеста 3, 4 и 5-го сортов — 360—450 *кГ/см²*.

Изменение во времени предела прочности при изгибе асбестоцементных листовых изделий. Прочность всех сооружений и изделий, в которых вяжущим материалом служит портландцемент, если эти сооружения и изделия не подвергаются действию разрушающих цемент жидкостей или газов, со временем возрастает. Интенсивность ее роста зависит от свойства использованного портландцемента, условий эксплуатации, температуры и влажности окружающей среды и т. п. Средние величины этих изменений (в процентах) приведены в табл. 15, где за 100% принята прочность листов 28-суточного возраста.

Таблица 15

Изменение прочности листов «ВО» в процессе эксплуатации в средней полосе РСФСР

Возраст листов, сутки	Изменение предела прочности при изгибе, %	Возраст листов, годы	Изменение предела прочности при изгибе, %
7	75	1	116
14	90	5	119
28	100	10	121
90	112	20	125

Эти данные характеризуют процесс роста прочности асбестоцементных изделий при их службе в кровле, где они подвергаются интенсивным атмосферным воздействиям (сушке, увлажнению и замерзанию). Условия твердения асбестоцементных труб в подземных трубопроводах более благоприятны, по сравнению с

листами в кровле, и соответственно рост их прочности существенно превышает приведенные в таблице данные.

Сопротивляемость асбестоцемента ударным нагрузкам. Сопротивляемость асбестоцемента ударным нагрузкам характеризует работа, затрачиваемая на его разрушение. Но работа выражается произведением силы на пройденный ею путь. Сила, которую нужно приложить для разрушения твердого тела, пропорциональна пределу его прочности, а путь силы пропорционален деформативной способности тела. При растяжении или изгибе все тела деформируются, то есть изменяют свою форму — при растяжении удлиняются, а при изгибе изгибаются; такое изменение формы тела под воздействием на него силы и называется деформативностью тела.

Значение деформативности тела на сопротивляемость его ударным нагрузкам можно видеть на следующем примере: возьмем тонкий короткий брус из закаленной стали и такой же формы из каучука и попытаемся разбить тот и другой ударом молотка. Несмотря на то, что предел прочности у закаленной стали выше, первый брус мы разрушим сравнительно легко, а второй разрушить таким образом не удастся. Объясняется это тем, что деформативность стали очень мала, а каучука — огромна. Деформативность асбестоцемента невелика, в связи с чем невелика и его сопротивляемость ударным нагрузкам.

Помимо невысокой сопротивляемости ударам, асбестоцемент, при воздействии на него ударных нагрузок, обнаруживает еще следующие отрицательные свойства. Под действием удара, величина которого приближается к разрушающей, но еще недостаточна для разрушения асбестоцементного изделия, последнее сохраняет свою форму, а при внешнем осмотре не обнаруживается каких-либо признаков нарушения целостности изделия. Однако при последующем испытании оказывается, что в результате этого удара оно потеряло до 60—80% прочности, т. е. уже непригодно для использования. Конечно, небольшие удары мало влияют на прочность изделия, но все же они ее несколько снижают.

При приложении к асбестоцементному телу (см. § 13, рис. 7) растягивающей (или изгибающей) нагрузки, волокна асбеста нагружаются неравномерно; те из них, направление которых максимально совпадает с направлением напряжений, возникающих в асбестоцементном изделии под действием нагрузки, будут разорваны при возрастании этой нагрузки первыми. Следовательно, при воздействии ударной нагрузки, по величине близкой к разрушающей, значительная часть волокон асбеста будет разорвана, а цементный камень покроется сетью не обнаруживаемых глазом микротрещин. Однако целостность изделие сохранит, так как будет связано сохранившимися волокнами.

Поэтому при транспортировании, разгрузке и монтаже всех видов асбестоцементных изделий необходимо оберегать изделия

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 151 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/151

от ударов и, главное, не сбрасывать их, даже с незначительной высоты.

Прочность и деформативность волокон асбеста выше, чем у цементного камня, поэтому ударная вязкость возрастает с повышением в изделии процентного содержания асбеста и его сортамента.

§ 45. Водо- и газопроницаемость асбестоцементных труб

В связи с широким применением в нашей стране природных газов вопрос о возможности их транспортировки по асбестоцементным трубопроводам приобретает большое значение.

Водо- и газопроницаемость асбестоцемента определяется процентным содержанием в нем пор (пористостью), их размерами и формой. Пористость асбестоцемента изменяется с его возрастом. В возрасте около месяца пористость асбестоцементных труб, хорошо уплотненных в процессе формования на трубоформовочных машинах, достигает 30—35%. В дальнейшем эта величина постепенно снижается за счет продолжающегося процесса гидратации клинкерных минералов.

Поры асбестоцемента имеют очень малые размеры. Вследствие этого при использовании асбестоцементных труб для канализации воды и жидкостей, вязкость которых при нормальной температуре не менее вязкости воды, фильтрация через стенки труб протекает настолько медленно, что практически для этих жидкостей асбестоцементные трубы можно считать непроницаемыми.

Значительно большее влияние оказывает пористость асбестоцементных труб на фильтрацию через их стенки газов. На газопроницаемость асбестоцементных труб большое влияние оказывает степень уплотнения их стенок в процессе формования на трубоформовочной машине, тонкость помола и минералогический состав цемента, из которого они изготовлены, процентное содержание асбеста, продолжительность выдерживания труб, а самое главное — влажность труб.

С повышением тонкости помола портландцемента уменьшается размер пор асбестоцемента, повышается его сопротивляемость газу и, соответственно, утечка газа снижается. С повышением процентного содержания асбеста пористость и газопроницаемость возрастают.

Большое влияние на газопроницаемость асбестоцементных труб оказывает их возраст; так, газопроницаемость труб, выдержанных в течение 120 дней, примерно в два раза ниже газопроницаемости труб, выдержанных в течение 20 дней. На протяжении двух лет эксплуатации утечка газа в газопроводе снижается примерно в два с половиной раза.

Большое влияние на газопроницаемость асбестоцементных труб оказывает их влажность, особенно в раннем возрасте. Исследования показали, что высушенная при 105° С асбестоцементная труба в десятки раз больше фильтрует газа, чем труба в воздушно-влажном состоянии. В связи с этим потери газа в асбестоцементных газопроводах резко снижаются, если их прокладывают во влажных грунтах.

§ 46. Коробление асбестоцементных листов

Коробление, т. е. изменение формы, не является свойством, присущим только асбестоцементу; оно характерно почти для всех мелкопористых искусственных и естественных камней.

Когда рассматривались адсорбционные свойства хризотил-асбеста, то говорилось, что вода, проникая в микротрещины волокон асбеста, давит на стенки этих трещин и расклинивает их. В результате поперечный размер волокна несколько увеличивается (волокно набухает). Такое же явление происходит и при смачивании водой плоскости листа.

Проникшая в поры листа вода давит на стенки пор и расклинивает их; смоченные слои листа стремятся расшириться, но им мешают следующие слои, в которые вода еще не проникла. В результате увлажнения плоскость листа приобретает выпуклую форму (лист коробится). Величина коробления характеризуется степенью изменения первоначальной формы листа; она возрастает до определенного предела. После того, как вода подходит к противоположной плоскости листа, он увлажняется равномерно, расклинивающее действие распространяется по всему его объему и лист постепенно выпрямляется и может даже приобрести прежнюю форму. Но возможно, хотя и в незначительной степени, коробление в противоположном направлении, т. е. когда вогнутая прежде сторона становится слегка выпуклой.

Коробление — серьезный недостаток асбестоцементных листов, используемых в кровлях. При жестком креплении листов к опалубке, обрешетке или прогонам (в промышленных зданиях) из-за неблагоприятных условий (частых дождей, чередующихся с интенсивным нагреванием солнечными лучами) напряжения, вызываемые короблением, могут превысить предел прочности листа, в результате чего на нем появятся трещины. Чаще всего трещины появляются на крупноразмерных волнистых асбестоцементных листах и особенно в бесчердачных промышленных зданиях, в которых установлены печи или другие источники тепла.

Коробление листов в наружной и внутренней обшивке и облицовке стен нарушает крепление в местах стыков листов и портит внешний вид облицовки.

Исследования показали, что на интенсивность коробления асбестоцемента влияет процентное содержание в асбестоцементе волокон асбеста и его сорт. Чем больше асбеста в асбестоцементе и чем длиннее волокна вводимого асбеста, тем сильнее понижа-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 152 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/152

ется интенсивность (стрела прогиба) коробления. Значительно меньше коробятся асбестоцементные листы, изготовленные из цемента, содержащегося до 30—35% мелко смолотого кварцевого песка (т. е. на песчанистом цементе), и подвергнутые запарке в автоклаве. На 20—30% снижает интенсивность коробления и гидравлическое прессование асбестоцементных листов. Покрытие поверхности асбестоцементных листов водонепроницаемыми лаками и эмалями почти полностью устраняет коробление.

РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

ЭКОНОМИКА АСБЕСТОЦЕМЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОМЫШЛЕННАЯ САНИТАРИЯ

Глава XVI

ЭКОНОМИКА АСБЕСТОЦЕМЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

§ 47. Себестоимость основных асбестоцементных изделий и пути ее снижения

Одной из важнейших задач всякого производства, в том числе и производства асбестоцементных изделий является снижение себестоимости вырабатываемой продукции.

В социалистическом обществе снижение себестоимости производства продукции влечет за собой и снижение отпускных цен на продукцию, а это помогает решению главнейшей задачи — повышению уровня жизни членов общества.

Себестоимость продукции складывается из целого ряда расходов на ее выработку: заработной платы рабочим, расходов на приобретение материалов и доставку материалов, оплату за израсходованные при выработке продукции электроэнергию и топливо и т. д. Эти отдельные виды расходов, выраженные в процентах к общей их сумме, характеризуют структуру себестоимости.

Структура себестоимости продукции в различных отраслях промышленности различна. Так, в лесной или сельскохозяйственной промышленности отсутствуют расходы на приобретение сырья, а основными расходами являются заработная плата, стоимость топлива и амортизационные отчисления на стоимость строений и машин (погашение стоимости на изнашиваемость). В других же отраслях промышленности, использующих дорогое сырье, например, текстильной и кондитерской, основную часть в структуре себестоимости продукции занимает стоимость сырья (до 90% и выше).

Структура себестоимости основных видов продукции асбестоцементной промышленности — волнистых листов ВО и водопроводных труб характеризуется данными, приведенными в табл. 16.

Из приведенных в табл. 16 цифр следует, что почти 60% от всех затрат на производство асбестоцементных изделий составля-

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 153 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/153

ет стоимость сырья (в основном асбеста и цемента). Следовательно, для снижения себестоимости асбестоцементных изделий надо не допускать потерь и порчи сырья.

Таблица 16

Структура себестоимости основных видов изделий асбестоцементной промышленности, выраженной в процентах (по данным Э. П. Ефимовой)

Статьи себестоимости	Расходы, выраженные в % к себестоимости	
	волнистых листов ВО	водопроводных труб
Сырье	60	57,8
Вспомогательные материалы	3,0	3,2
Технологическое топливо (пар)	2,5	3,0
Электроэнергия	1,9	1,6
Зарплата производственным рабочим с начислениями на социальное страхование	9,8	10,3
Расходы по содержанию оборудования [1]	8,9	10,3
Цеховые расходы [2]	5,1	5,3
Расходы по освоению нового оборудования и производства новых видов изделий	0,4	0,7
Общезаводские расходы [3]	3,2	3,5
Потери от брака	2,0	1,1
Внепроизводственные (коммерческие) расходы	3,2	3,0

[1] Зарплата рабочим, занятым ремонтом и обслуживанием оборудования; материалы, расходуемые на ремонт и смазку оборудования при ремонтах.

[2] Зарплата цехового инженерно-технического персонала, амортизация производственного здания и оборудования, отопление и освещение цеха.

[3] Зарплата работникам, не связанным непосредственно с производством, и расходы по содержанию непроизводственных зданий и сооружений.

Можно существенно снизить расходы на вспомогательные материалы за счет бережного отношения к сукнам и сеткам и очистки забитых асбестоцементной массой сукон и сеток на сетчатых цилиндрах промывкой их в специальных мойках раствором соляной кислоты. Полностью следует устранить потери от брака, который является результатом резких нарушений технологического процесса, отсутствия требуемого контроля за состоянием и работой производственного оборудования, непорядков на внутризаводском транспорте или складах твердения продукции.

Снижение расходов на заработную плату производственным рабочим связано с внедрением механизации и автоматизации технологических процессов. Значительно снизить себестоимость продукции можно, увеличив выпуск продукции технологическими линиями. Для этого надо повышать производительность машин и аппаратов, например, увеличивая скорость движения массы в ванне голлендера, скорость движения рабочего сукна на формовочных машинах и т. д., а главное сокращать простои производства.

§ 48. Эффективность применения асбестоцементных изделий в строительстве

Так как асбестоцементные изделия обладают очень ценными свойствами — хорошей атмосфероустойчивостью (их не разрушает дождь, мороз и солнечные лучи), прочность их непрерывно увеличивается; они немного весят, легко обрабатываются на токарных, строгальных, фрезерных и сверлильных станках, пилятся обычной столярной пилой и т. д., — то производство их из года в год расширяется.

Наша страна располагает крупнейшими в мире месторождениями хризотил-асбеста, и асбестоцементные изделия у нас значительно дешевле, чем в зарубежных странах.

По количеству вырабатываемых асбестоцементных изделий Советский Союз занимает первое место в мире. Особенно широкое распространение у нас получили асбестоцементные кровельные листы. Около 60% всех строящихся жилых и общественных зданий покрывают этими листами.

Расчеты показывают, что асбестоцементная кровля является наиболее экономичной. Так, если затраты на устройство 100 $м^2$ асбестоцементной кровли, включая стропила, обрешетку или опалубку, принять за 100%, то при использовании рубероида эти затраты составят 124%, а ленточной черепицы — 104,5%. Кроме того, при устройстве кровель из асбестоцементных листов затрачивается значительно меньше рабочей силы. Так, если на укладку кровли из асбестоцементных листов трудовые затраты принять за

Таблица 17

Технико-экономические показатели на 1 км напорных трубопроводов с применением различных труб (по данным Ф. Л. Давыдовой)

Наименование показателей	Показатели для труб диаметром, *мм*							
	150		300			400		
	асбестоцементных	чугунных	асбестоцементных	чугунных	железобетонных	асбестоцементных	чугунных	железобетонных
Стоимость укладки трубопровода, включая стоимость труб и муфт, *руб.*	730	930	1200	1630	1250	1840	2320	2370
Затраты рабочей силы на производство труб и прокладку трубопровода, *чел.-дни*	141	280	247	524	313	315	746	440
Вес труб (включая соединительные муфты), *т*	15	39	46	98	164	81	146	229

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 154 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/154

100%, то для кровли из рубероида они составят 126,7%, а для черепичной — 146,4%.

Асбестоцементные трубы являются преимущественно заменителями чугунных напорных труб, но они значительно меньше весят и меньше стоят.

В табл. 17 приведена стоимость прокладки напорных трубопроводов (включая стоимость труб) из асбестоцементных, чугунных и железобетонных труб различного диаметра, а также вес этих труб с соединенными муфтами, трудовые затраты на производство труб и на прокладку трубопровода.

Сопоставление стоимости трубопроводов показывает, что наиболее дешевыми являются трубопроводы из асбестоцементных труб. На асбестоцементные трубы меньше затрачивается рабочей силы как при производстве, так и при прокладке трубопровода. Крупным преимуществом асбестоцементных труб по сравнению с чугунными и железобетонными является их значительно меньший вес, что очень облегчает их перевозку, укладку, а также сборку трубопроводов.

Асбестоцементные трубы применяют также и при прокладке безнапорных канализационных трубопроводов, но для этих целей более экономичными нужно считать бетонные и железобетонные безнапорные трубы.

Глава XVII

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОМЫШЛЕННОЙ САНИТАРИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫХ ИЗДЕЛИЙ

§ 49. Техника безопасности

При обслуживании технологического оборудования в процессе производства асбестоцементных изделий нужно строго соблюдать правила техники безопасности.

Все вращающиеся или движущиеся части машин и механизмов должны иметь прочные металлические ограждения (сетчатые или из листового железа), не мешающие обслуживанию машины или механизма. Пуск производственного оборудования после монтажа или ремонта без установки на нем соответствующих ограждений, обеспечивающих безопасность его обслуживания, запрещается.

Перед осмотром, ремонтом и чисткой оборудования и механизмов должна быть надежно отключена подача электроэнергии к электродвигателям, сняты предохранители или изъяты вилки разрыва пускового устройства; на магнитных пускателях или рукоятках рубильников электродвигателей следует вывешивать

таблички с яркой надписью: «Не включать — работают люди». Приступать к ремонту оборудования можно только после проведения всех указанных мероприятий, обеспечивающих безопасность работ.

Все площадки, расположенные выше уровня пола, лестницы и переходы должны быть ограждены прочными перилами высотой не менее 1 *м* с обшивкой по нижнему контуру сплошной полосой из листового железа на высоту 15 *см*, а люки и колодцы перекрыты прочными решетками с ячейками не более 50×50 *мм*.

Расстановка оборудования в цехах должна предусматривать проходы для людей, а также проезды для цехового транспорта, обеспечивающие безопасность работающих. Ширина цеховых проходов в свету должна быть не менее 1,5 *м*, а всех остальных проходов — не менее 0,8 *м*.

Металлические части оборудования и механизмов (корпуса станков, машин, электродвигателей, пусковых приборов, щитков, сборок, а также направляющие станины, рамы), которые могут оказаться под напряжением вследствие повреждения изоляции, должны быть заземлены. Токоведущие части электротехнических установок должны быть надежно изолированы или расположены в местах, не доступных для прикосновения.

При внезапном прекращении поступления электроэнергии должны быть выключены все включающие аппараты электродвигателей машин и станков, а также главные вводные автоматы распределительных щитов. Все агрегаты и связанные с ними транспортные устройства, в процессе работы которых происходит выделение пыли, должны быть герметичными. Их надо обязательно включать в аспирационную пылеотсасывающую систему.

Контрольно-измерительные приборы должны быть смонтированы на щитах, специальных панелях и стенах в таких местах, где это удобно персоналу, обслуживающему данный производственный агрегат. Щиты и панели должны располагаться таким образом, чтобы шкалы приборов и элементы световой сигнализации были отчетливо видны с рабочего места. Кнопки пускателей должны быть углублены так, чтобы исключалась возможность произвольного включения, а их обслуживание было удобным.

Пуск в работу или установка оборудования без подачи предварительного (звукового или светового) сигнала запрещается.

Работа агрегатов при отсутствии или неисправности соответствующего сигнального устройства запрещается. Специальные устройства должны быть расположены так, чтобы они обеспечивали ясную видимость и слышимость сигнала в условиях работы данного цеха. Расположение выключателей внутрицеховой сигнализации должно обеспечивать возможность включения ее непосредственно с рабочего места. Все допускаемые к работе в цехах рабочие обязаны хорошо знать установленные на заводе

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 155 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/155

сигналы. Кроме того, в каждом рабочем помещении должны быть вывешены на видном месте таблицы с пояснениями сигналов, а в каждом цехе — подробные схемы сигнализации.

При любом режиме управления (дистанционном, сблокированном или местном — деблокированном) должна быть обеспечена возможность экстренной аварийной остановки механизмов с помощью специальных выключателей, устанавливаемых в цехах.

При обслуживании поточно-механизированных линий производства асбестоцементных изделий необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности:

поточно-механизированные линии производства листовых асбестоцементных изделий должны иметь боковые ограждения, препятствующие доступу посторонних лиц к механизмам линии;

персонал, обслуживающий линию, обязан постоянно помнить, что она работает автоматически, вследствие чего возможно неожиданное приведение в движение ее механизмов;

перед пуском линии оператор должен включать звуковой сигнал и приступать к пуску линии только после отключения сигнала, происходящего автоматически. При проведении каких бы то ни было работ на оборудовании линии вводный автомат должен быть отключен, а на его рукоятке повешен плакат: «Не включать — работают люди»;

во время работы технологической линии запрещается производить натяжение цепей транспортеров, регулировать тормоза; опираться, садиться и вставать на транспортеры, механизмы и ограждения.

§ 50. Промышленная санитария

На немеханизированных складах асбеста при ручной выдаче асбеста на производство и при составлении смески все рабочие должны быть в респираторах.

Все аппараты, обрабатывающие сухой асбест или цемент, аппараты, в которые поступают эти материалы в сухом виде, а также транспортные устройства, по которым они проходят, должны быть хорошо герметизированы. Кроме того, помещения, в которых установлены такие аппараты, должны хорошо вентилироваться и содержаться в чистоте.

Вдыхание асбестоцементной пыли, образующейся при механической обработке асбестоцементных изделий, может вызвать силикоз (легочное заболевание). Поэтому станки для механической обработки асбестоцементных изделий должны быть снабжены устройствами для пневматического удаления пыли, если обрабатываются неувлажненные изделия.

Как отмечалось ранее, основными сырьевыми материалами при производстве асбестоцемента служат асбест и цемент. Получаемый асбестоцементными заводами асбест даже жестких марок содержит тонко распушенное волокно и пыль, которые, попадая вместе с воздухом в легкие, могут также вызвать силикоз. Тонко молотые пылевидные зерна портландцемента тоже легко удерживаются в воздухе и могут вызвать силикоз.

Для предотвращения этого необходимо принимать следующие меры: рабочие, разгружающие цемент или асбест из железнодорожных вагонов, в которых он транспортировался навалом, должны работать обязательно в респираторах.

При гидратации портландцемент выделяет гидрат окиси кальция $Ca(OH)_2$ — гашеную известь. Эта известь может вызвать кожные заболевания (экзему). Поэтому рабочие, руки которых часто соприкасаются с асбестоцементной массой (голлендерщики, формовщицы, формующие вручную из сырых листов фасонные детали, подносчицы), должны работать в тонких резиновых перчатках.

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 156 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/156

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Введение 3

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

Сырье для производства асбестоцементных изделий

Глава I. Общие сведения 7

§ 1. Основные сырьевые материалы, применяемые для производства асбестоцемента 7
§ 2. Основные понятия о химическом строении веществ 8

Глава II. Асбест 11

§ 3. Общие сведения об асбесте 11
§ 4. Хризотил-асбест 13

Глава III. Цементы, применяемые для производства асбестоцементных изделий 27

§ 5. Портландцемент 27
§ 6. Песчанистый портландцемент 37

Глава IV. Вода, краски, химические добавки 38

§ 7. Вода 38
§ 8. Краски 39
§ 9. Химические добавки 39

Глава V. Влияние компонентов асбестоцементной массы на физико-механические свойства готовой продукции 40

§ 10. Роль асбеста и цемента в асбестоцементных изделиях 40
§ 11. Прочность закрепления волокон асбеста в цементном камне 41
§ 12. Требуемые степень распушки волокон асбеста и тонкость измельчения цемента 42
§ 13. Влияние на прочность асбестоцементных изделий расположения в них волокон асбеста 45

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

Производство асбестоцементных изделий

Глава VI. Общие сведения о производстве асбестоцементных изделий . 49

§ 14. Способы производства асбестоцементных изделий 49
§ 15. Технологическая схема производства мокрым способом . . . 49
§ 16. Основные виды асбестоцементных изделий и их классификация 52

Стр.

Глава VII. Хранение сырьевых материалов, распушка асбеста и приготовление асбестоцементной массы 58

§ 17. Хранение основных сырьевых материалов 58
§ 18. Составление смески асбеста 60
§ 19. Обработка асбеста 73
§ 20. Приготовление асбестоцементной массы 88

Глава VIII. Формование асбестоцементных листов и труб из асбестоцементной суспензии (метод мокрого формования) 99

§ 21. Технологическая схема формования 99
§ 22. Формование слоя асбестоцемента на поверхности сетчатого цилиндра формовочных машин 103
§ 23. Обезвоживание и уплотнение первичных слоев асбестоцемента 113
§ 24. Листоформовочные машины 119
§ 25. Трубоформовочные машины 133
§ 26. Регулирование поступления асбестоцементной массы в ванны формовочных машин 161
§ 27. Вспомогательное оборудование формовочных машин 170
§ 28. Рекуперация производственной воды 175

Глава IX. Разрезка и волнировка листов. Прессование листов и плиток 183

§ 29. Разрезка листов 183
§ 30. Волнировка листов 185
§ 31. Прессование листов и плиток на гидравлическом прессе . . . 204

Глава X. Новые методы формования профилированных асбестоцементных изделий 215

§ 32. Формирование волнистых и полуволнистых листов методом Маньяни 215
§ 33. Вакуумное формование волнистых и полуволнистых листов 218
§ 34. Формование кровельных и канализационных фасонных деталей нагнетанием под давлением 222

Глава XI. Производство асбестоцементных электроизоляционных досок, вентиляционных коробов, утепленных плит и панелей 226

§ 35. Производство электроизоляционных досок 226
§ 36. Производство вентиляционных коробов прямоугольного сечения 227
§ 37. Производство стеновых панелей и утепленных плит 228

Глава XII. Производство цветных и окрашенных плит и листов 232

§ 38. Окраска листов по всей их толщине 232
§ 39. Производство листов с цветной лицевой поверхностью . . . 233

Глава XIII. Твердение асбестоцементных изделий и разборка стоп . . . 241

§ 40. Твердение изделий, изготовленных на портландцементе . . . 241
§ 41. Твердение изделий, изготовленных на песчанистом портландцементе, и разборка стоп 253

Глава XIV. Механическая обработка изделий 259

§ 42. Механическая обработка листовых изделий 259
§ 43. Механическая обработка труб 260

Production of Asbestos-Cement Products (1970)
ACL Doc 25272 · Page 157 of 158
Published by AsbestosClaims.Law
asbestosclaims.law/library/25272/157

Стр.

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ

Основные свойства асбестоцементных изделий и предъявляемые к ним требования

Глава XV. Основные свойства асбестоцементных изделий 270

§ 44. Структура и механические свойства асбестоцементных изделий 271
§ 45. Водо- и газопроницаемость асбестоцементных труб 276
§ 46. Коробление асбестоцементных листов 277

РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

Экономика асбестоцементного производства. Техника безопасности и промышленная санитария

Глава XVI. Экономика асбестоцементного производства 279

§ 47. Себестоимость основных асбестоцементных изделий и пути ее снижения 279
§ 48. Эффективность применения асбестоцементных изделий в строительстве 281

Глава XVII. Краткие сведения о технике безопасности и промышленной санитарии при производстве асбестоцементных изделий 282

§ 49. Техника безопасности 282
§ 50. Промышленная санитария 284

Соколов Павел Николаевич

Производство асбестоцементных изделий

Редактор *С. Е. Фельдбарг*

Художественный редактор *Т. М. Скворцова*

Художник *В. М. Лукьянов*

Технический редактор *Н. Н. Баранова*

Корректор *З. Ф. Суслова*

Г-01879 Сдано в набор 23/X—69 г. Подп. к печати 23/II—70 г.
Формат 60×90¹/₁₆ Объем 18 печ. л. Уч.-изд. л. 17,90
Изд. № ИНД — 130 Тираж 6000 экз. Цена 59 коп.
План выпуска литературы (для профтехобразования) на 1970 г. изд.-ва «Высшая школа». Позиция № 29.
Москва, К-51, Неглинная ул., д. 29/14,
Издательство «Высшая школа»

Московская типография № 8 Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР,
Хохловский пер., 7. Зак. 5097.