

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**Санкт-Петербургский государственный технологический
университет растительных полимеров**

А.Б. КОНОВАЛОВ, В.А. СМИРНОВ

ПРЕССОВЫЕ ЧАСТИ БУМАГО- И КАРТОНОДЕЛАТЕЛЬНЫХ МАШИН

Учебное пособие

Санкт-Петербург
2006

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ»

А.Б. КОНОВАЛОВ, В.А. СМИРНОВ

**ПРЕССОВЫЕ ЧАСТИ
БУМАГО- И КАРТОНОДЕЛАТЕЛЬНЫХ МАШИН**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Допущено УМО по образованию в области лесного дела в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлению 655000 «Химическая технология органических веществ и топлива» по специальности 240406 «Технология химической переработки древесины»

УДК 863

Санкт-Петербург

2006

ББК 35.77 я 7
К 647
УДК 676.056.4(075)

Коновалов А.Б., Смирнов В.А. Прессовые части бумаго- и картоноделательных машин: Учебное пособие / ГОУВПО СПбГТУРП. СПб., 2006. 91 с.: ил.50. – ISBN 5-230-14391-6.

Пособие является главой учебника под редакцией О.А.Терентьева «Бумаго- и картоноделательные машины», который должен выйти в свет и будет включать все узлы бумагоделательной машины. В настоящем пособии рассмотрены вопросы прессования бумаги и картона в прессовых частях бумагоделательных и картоноделательных машин; приведены различные схемы прессовых частей. Пособие предназначено для студентов вузов, обучающихся по направлению 655000 «Химическая переработка органических веществ и топлива» по специальности 240406 «Технология химической переработки древесины», а также может быть использовано студентами, обучающимися по направлению 551800 по специальности 17.04 «Машины и аппараты лесного комплекса» и слушателей системы повышения квалификации специалистов ЦБП.

Рецензенты:

Калинин Н.Н. – доктор технических наук, профессор кафедры «Инженерной химии и промышленной экологии» Санкт-Петербургской лесотехнической академии им. С.М.Кирова;

Смолин А.С. – доктор технических наук, профессор кафедры технологии бумаги Санкт-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом университета в качестве учебного пособия.

Редактор и корректор Т.А. Смирнова
Техн. редактор Л.Я. Титова

Темплан 2006 г., поз. 51

Подп. к печати 18.04.2006.

Формат бумаги 60×84/16. Бумага тип №1. Печать офсетная.

Уч.-изд. л. 6,0. Усл.-печ. л. 6,0.

Тираж 300 экз. Изд. 51. Цена «С». Заказ **1388**.

Ризограф ГОУВПО Санкт-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров, 198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4

ISBN 5-230-14391-6

ББК 35.77 я 7

- © Коновалов Александр Борисович
- © Смирнов Владимир Александрович, 2006.
- © ГОУВПО Санкт-Петербургский государственный технологический университет растительных полимеров, 2006

2.5. Прессовая часть

2.5.1. Назначение и требования к прессовой части бумагоделательных и картоноделательных машин

К концу сеточной части в бумаге удерживается значительное количество воды. Кроме воды, удерживаемой капиллярными силами, в бумажном полотне имеется и некоторое количество свободной воды, которая не могла быть удалена в сеточной части из-за недостаточного разрежения и из-за малого времени действия вакуума. На сетке машины происходит взаимное переплетение волокон, которое способствует приданию бумажному полотну достаточной прочности для переноса его с сетки в прессовую часть. Однако более значительную роль в обеспечении прочности полотна играют силы поверхностного натяжения воды, находящейся между волокнами. Для большинства видов бумаги и картона сухость после сеточной части составляет около 20 %. Дальнейшее обезвоживание бумажного полотна, называемое прессованием, происходит в прессовой части машины. В процессе прессования бумажное полотно уплотняется под действием внешней нагрузки. При этом удаляется в основном свободная вода, что ведет в результате возрастания действия капиллярных сил к значительному увеличению числа контактов между волокнами. Как следствие этого повышается прочность бумажного полотна, так как поверхностное натяжение препятствует увеличению поверхности раздела вода – воздух, и обеспечивает достаточно прочную связь волокон друг с другом. Таким образом, основное назначение прессовой части состоит в обезвоживании бумажного полотна, обеспечении определенных качественных показателей вырабатываемой продукции и надежности работы машины. При прессовании возрастают сухость, прочность и плотность бумаги. Прессование играет важную роль при выработке многослойных видов бумаги и картона. От эффективности работы прессовой части зависят затраты на сушку бумаги и производительность машины. С целью сокращения расхода пара на сушку стремятся получить после прессовой части максимально возможную сухость. Однако повышение сухости за счет увеличения давления между прессовыми валами ведет к увеличению затрат энергии на привод валов, что может не компенсироваться снижением затрат на сушку. Кроме того, чрезмерное прессование может привести к ухудшению потребительских свойств вырабатываемой на машине продукции. Техничко-экономические показатели работы прессовой части современной бумагоделательной машины демонстрирует рис. 2.5.1.

Эффективность обезвоживания определяется конструкцией прессовой части, конструкцией прессовых сукон, а также свойствами прессуемого материала.

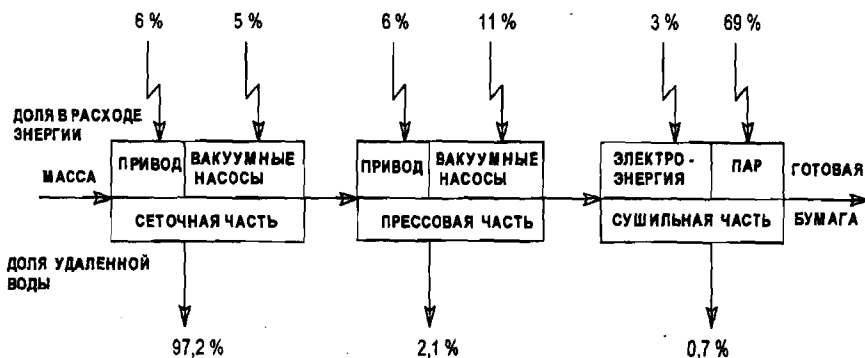


Рис.2.5.1. Распределение расхода энергии на современной бумагоделательной машине

Современные требования к прессовой части:

- Безобрывная передача полотна с сетки в прессовую часть.
- Закрытая проводка полотна в прессовой части.
- Максимально возможное удаление воды из бумажного полотна без нарушения его структуры и с минимальными затратами.
- Упрочнение структуры полотна, повышение его механической прочности и получение необходимых поверхностных свойств.

2.5.2. Классификация прессов бумагоделательных и картоноделательных машин

Прессовая часть машины состоит обычно из нескольких различных прессов, через которые последовательно проходит бумажное полотно. Прессы можно классифицировать по различным признакам. Так, по конструкции можно все прессы разделить на два типа: валковые прессы, в которых обезвоживание бумажного полотна происходит в зоне контакта прижимаемых друг к другу вращающихся валов, и башмачные прессы, в которых зона прессования образуется в результате прижима к вращающемуся прессовому валу стационарного элемента – башмака.

Валковые прессы в зависимости от количества прессовых валов бывают двухвальными и многовальными (комбинированными). Двухвальные прессы в зависимости от преимущественного направления потока воды в сукне можно разделить на прессы с продольной фильтрацией воды и прессы с поперечной фильтрацией воды. В прессах с продольной фильтрацией воды вода, выжимаемая из бумажного полотна в сукно, течет в

сукне преимущественно в машинном направлении по ходу или против хода сукна. Такие прессы обычно имеют два гладких вала и называются обычными простыми прессами. В прессах второго типа один из прессовых валов имеет отверстия или канавки, в которые из сукна в зоне прессования может поступать вода. Поэтому в таких прессах вода в сукне движется преимущественно в направлении от поверхности бумажного полотна к отверстиям или канавкам на поверхности вала, охватываемого сукном или, как говорят, в z - направлении. Благодаря более короткому пути фильтрации воды в сукне в прессах этого типа гидравлическое сопротивление потоку воды, вытесняемому из бумажного полотна, оказывается значительно более низким, чем в прессах первого типа. Это позволяет при прочих равных условиях удалить из бумажного полотна большее количество воды. К прессам этого типа относятся отсасывающие, желобчатые, глухосверленные валы, прессы с удлиненной зоной прессования. Обычные простые прессы применяют в основном на тихоходных машинах.

2.5.3. Современные представления о прессовании бумажного полотна

Теоретическое описание процесса прессования бумажного полотна представляет собой одну из сложнейших задач современной механики. Проблема заключается в необходимости совместного решения задачи фильтрации воды и воздуха в деформируемой неоднородной пористой среде и задачи контакта двух вращающихся валов. При этом один или оба вала имеют покрытие из материала, имеющего вязкоупругие свойства. Положение усугубляется также большой величиной деформации бумажного полотна и нелинейностью уравнений, описывающих процесс. Поэтому рассмотрим здесь лишь некоторые аспекты прессования, используя простейшую механическую модель, показанную на рис.2.5.2. В этой модели волокнистый скелет бумажного полотна отображается в виде пружины. Жидкость в цилиндре с проницаемым поршнем моделирует воду в бумажном полотне, а сопротивление пористого дна цилиндра – гидравлическое сопротивление полотна. Пусть к поршню мгновенно прикладывается нагрузка. Поскольку жидкость несжимаема, в начальный момент вся нагрузка будет восприниматься водой (рис.2.5.2 а). С началом вытеснения жидкости из цилиндра внешняя нагрузка P_{Σ} перераспределяется между жидкостью (гидравлическое давление в порах материала P_H) и пружиной (эффективное напряжение в скелете материала P_C) (рис. 2.5.2 б). При этом в любой момент времени

$$P_{\Sigma} = P_H + P_C \quad (2.5.1)$$

Когда сила упругости пружины станет равной внешней нагрузке, давление воды в порах становится равным 0 и истечение жидкости прекращается (рис.2.5.2 в).

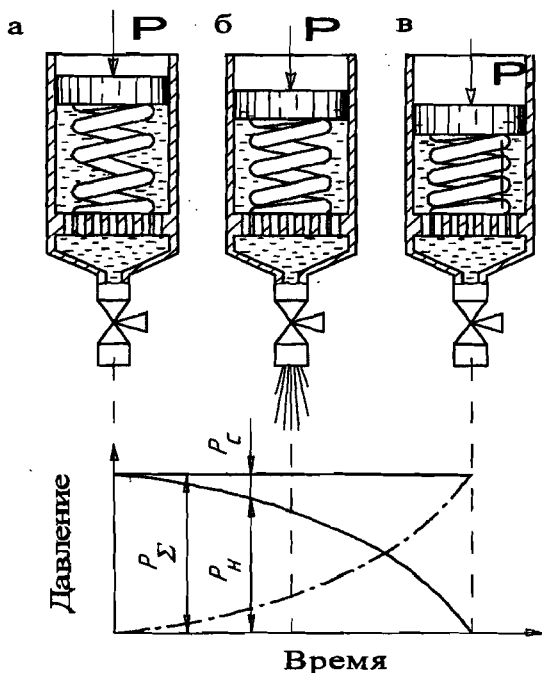


Рис. 2.5.2. Механическая модель процесса прессования водонасыщенного бумажного полотна

При высокой проницаемости бумажного полотна, чему соответствует низкое сопротивление пористого дна цилиндра, уплотнение бумажного полотна (движение поршня) будет определяться в основном упругими свойствами волокнистого скелета (жесткостью пружины). При этом гидравлическое давление воды будет небольшим. Этот случай соответствует прессованию с контролируемым давлением, когда решающим фактором, определяющим эффективность процесса, является величина внешней нагрузки. Ее можно повышать без опасности дробления бумажного полотна, которое происходит из-за смещения внутренних слоев бумаги относительно наружных под действием фильтрационных сил, возни-

кающих при планарном течении воды в бумажном полотне. Такой режим прессования характерен для видов бумаги, изготовленных из бумажной массы низкого помола и имеющих малую массу 1 м^2 .

При низкой проницаемости материала (высоком сопротивлении дна цилиндра) упругость волокнистого скелета (сжимаемость пружины) оказывает меньшее влияние на процесс обезвоживания, а гидравлическое давление воды в порах бумажного полотна будет высоким. Такой режим прессования называется прессованием с контролируемым потоком, так как увеличение внешней нагрузки в этом случае может привести к раздавливанию бумажного полотна в связи с возникновением значительного градиента порового давления по толщине полотна.

Для оценки эффективности обезвоживания бумажного полотна в прессовой части пользуются влажностью (сухостью) или водосодержанием. Влажность – это отношение массы воды, содержащейся во влажном бумажном полотне к массе самого влажного полотна. Влажность обычно выражают в процентах. Аналогично сухость – это отношение массы сухого вещества, содержащегося в данном объеме влажного материала, к массе данного объема. Под водосодержанием понимается отношение массы воды в определенном объеме бумажного полотна к массе абсолютно сухого вещества в этом же объеме.

В качестве основных параметров процесса прессования используют такие величины как линейное давление, среднее давление, продолжительность прессования, ширину зоны прессования, прессовый импульс. Линейное давление определяется как отношение усилия прижима прессовых валов друг к другу к длине рабочей поверхности валов. Линейное давление обычно измеряется в $\text{кН} / \text{м}$. Ширина зоны прессования – это ширина площадки, в пределах которой на бумажное полотно действует сжимающая нагрузка. Среднее давление в зоне прессования равно отношению линейного давления к ширине зоны прессования. Продолжительность прессования равна отношению ширины зоны прессования к скорости машины. Поскольку продолжительность прессования невелика, ее обычно измеряют в миллисекундах. Из-за трудности непосредственного определения ширины зоны прессования на практике обычно пользуются линейным, а не средним давлением. Однако линейным давлением, как характеристикой процесса обезвоживания, можно пользоваться только при сравнении работы прессов, имеющих одинаковый диаметр валов и толщину покрытия. Если же взять два пресса с валами разного диаметра или с разной твердостью покрытия, то при одном и том же линейном

давлении условия прессования в этих прессах будут различными. Так, например, ширина зоны и продолжительность прессования в прессе с валами большего диаметра будут больше, а среднее давление меньше. Поэтому после такого пресса сухость бумажного полотна из жестких волокон с высокой проницаемостью будет ниже, чем после пресса с валами меньшего диаметра. Многие бумажники предпочитают пользоваться прессовым импульсом, который определяется как произведение среднего давления на продолжительность прессования или как отношение линейного давления к скорости машины

$$i = P_{CP} \cdot T = \frac{q}{v}, \tag{2.5.2}$$

где i – прессовый импульс, МПа · с; P_{CP} – среднее давление, МПа; T – продолжительность прессования, с; q – линейное давление, кН / м; v – скорость машины, м / с.

Характер процессов, происходящих при прессовании, зависит от положения бумажного полотна в зоне прессования. Для случая прессования с поперечной фильтрацией воды в настоящее время принято деление зоны прессования на шесть участков (фаз) (рис.2.5.3).

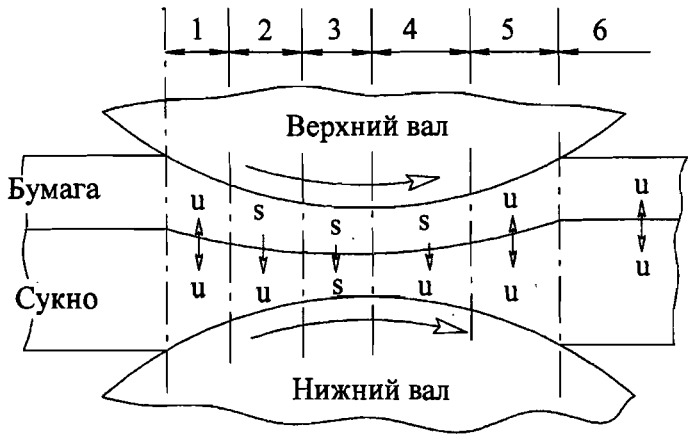


Рис.2.5.3. Шестифазная модель зоны прессования: u – ненасыщенный водой материал; s – насыщенный материал

Фаза 1. Начинается с момента приложения внешней нагрузки. Бумажное полотно и прессовое сукно в этой фазе неводонасыщены. Заканчивается эта фаза, когда или бумажное полотно, или сукно

становятся водонасыщенными. В первой зоне перенос воды из бумаги в сукно или наоборот обусловлен впитыванием поверхностной пленочной воды, находящейся на соприкасающихся поверхностях бумаги и сукна. Некоторую роль в этом играют и капиллярные эффекты. При этом направление потока зависит от множества различных факторов. Например, от размеров пор соприкасающихся слоев бумаги и сукна, поверхностного натяжения и т.д. Какой поверхностный слой – бумаги или сукна – первым станет водонасыщенным, зависит от их начальной влажности, сжимаемости, капиллярного строения соприкасающихся слоев бумаги и сукна.

Фаза 2. Начинается с момента насыщения бумажного полотна или сукна водой и заканчивается, когда оба материала становятся водонасыщенными. Если в первой фазе поверхностный слой сукна, соприкасающийся с бумажным полотном, становится водонасыщенным раньше бумаги, то имеет место поток воды из сукна в бумагу, если поверхностный слой бумаги, то наоборот. И здесь, по мнению многих исследователей, факторами, определяющими течение воды, являются поверхностная адсорбция и капиллярные явления.

Фаза 3. Начинается с момента насыщения обоих материалов водой и заканчивается, когда внешняя нагрузка достигает максимума.

Фаза 4. Начинается с момента достижения внешней нагрузкой максимума и заканчивается, когда давление в порах на нижней поверхности бумажного полотна, соприкасающейся с прессовым сукном, становится отрицательным.

Фаза 5. Начинается с момента восстановления бумажного полотна и заканчивается в момент снятия внешней нагрузки, т.е. в момент выхода бумажного полотна и прессового сукна из зоны прессования.

Фаза 6. Начинается с момента выхода бумажного полотна и прессового сукна из зоны прессования и заканчивается в момент отделения бумажного полотна от прессового сукна.

2.5.4. Основные факторы, определяющие эффективность прессования

При проектировании прессовой части целесообразно факторы, определяющие эффективность прессования, разделить на две группы: конструктивные и технологические. Конструктивные факторы зависят от параметров, определяющих конструкцию пресса, а технологические – от особенностей технологического процесса,

свойств полуфабриката и требований, предъявляемых к готовой продукции.

К конструктивным факторам можно отнести:

- тип пресса (валковый или башмачный);
- диаметр прессовых валов;
- механические свойства покрытий прессовых валов;
- конструкцию прессовых валов (отсасывающие, желобчатые, валы с глухими отверстиями, гладкие);
- конструкцию прессового сукна и его сухость перед прессом;
- количество прессовых сукон (одно или два).

К технологическим факторам относятся:

- композиция бумажного полотна и технология подготовки бумажной массы, которые определяют так называемые фильтрационно-компрессионные свойства;
- скорость машины;
- линейное давление;
- начальная сухость бумажного полотна;
- масса 1 м^2 бумажного полотна;
- температура бумажного полотна.

Влияние конструктивных факторов на обезвоживающую способность пресса сводится в основном к изменению продолжительности прессования и распределения давления по ширине зоны прессования при прочих равных условиях. Так, например, высокая сухость бумажного полотна после прессов башмачного типа с удлиненной зоной прессования обусловлена не только значительным увеличением продолжительности прессования, но и возможностью регулирования распределения давления по ширине зоны прессования. Увеличение диаметра валов и снижение скорости машины также ведет к увеличению продолжительности прессования. Однако в данном случае необходимо считаться с отрицательным влиянием на сухость после пресса обратного впитывания.

Конструкция вала при работе с современными сукнами оказывает меньшее влияние на достигаемую сухость при прочих равных параметрах (диаметре валов, твердости покрытия и т.д.), чем при работе с шерстяными сукнами. Выбор конструкции вала определяется в основном местом пресса в прессовой части и видом вырабатываемой продукции. Так, например, для валов с глухими отверстиями можно применять более мягкие покрытия, чем для желобчатых валов, что увеличивает ширину зоны прессования. Поэтому эти валы целесообразно использовать при прессовании с контролируемым потоком. С другой стороны, при одинаковой твердости покрытия для пресса с глухо сверленным валом можно увеличить усилие

прижима без опасности захлопывания отверстий. Однако стоимость глухосверленного вала значительно выше стоимости желобчатого.

Установка второго сукна аналогична эффекту уменьшения массы 1 м^2 бумажного полотна и, следовательно, при одинаковых прочих условиях позволяет повысить сухость после прессования. В то же время при выработке видов бумаги с малой массой 1 м^2 и при работе на низких скоростях установка второго сукна может привести к падению сухости после пресса из-за обратного впитывания.

Наиболее важным технологическим фактором является композиция бумажного полотна и история его подготовки. Известно, что способность к обезвоживанию зависит от степени помола бумажной массы. Однако также установлено, что виды бумаги, изготавливаемые из разной массы одной и той же степени помола, обезвоживаются по-разному. Поэтому более важной характеристикой, определяющей способность бумаги отдавать воду при прессовании, является коэффициент водоудержания.

Для определения этого коэффициента используют различные методы. Одним из наиболее известных является метод центробежного обезвоживания. Коэффициент водоудержания WRV определяется как отношение массы воды, оставшейся в материале после его обезвоживания, к массе сухого волокна. Используя этот коэффициент, можно определить значение предельной сухости C_L , которую можно достичь при прессовании данного материала

$$C = \frac{100}{1 + WRV}, \% \quad (2.5.3)$$

На величину предельной сухости наибольшее влияние оказывает вид целлюлозы, степень ее помола и выход (рис. 2.5.4).

Ранее при рассмотрении процесса прессования считали, что из бумажного полотна выжимается только вода, находящаяся в межволоконном пространстве, а вода, находящаяся во внутренних порах волокон, удаляется только при сушке. Однако последние исследования в этом направлении показали, что во многих случаях надо считаться и с водой, выжимаемой из стенок волокон. На рис. 2.5.5 показано изменение количества воды, находящейся между волокнами и внутри стенок волокон в зависимости от внешнего давления для небеленой сульфатной целлюлозы.

Из приведенных графиков видно, что при давлении свыше 2 МПа вода, удерживаемая в прессуемом полотне, находится в основном внутри стенок волокон. Таким образом, ранее принятая точка зрения о том, что при прессовании удаляется только вода, находящаяся в поровом пространстве между волокнами, справедлива для первых

прессов, в которых среднее давление, как правило, не превышает 2 МПа.

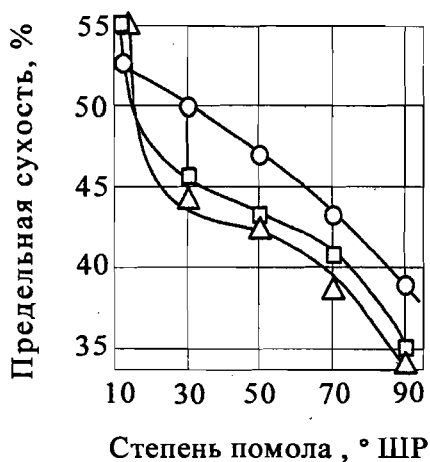


Рис. 2.5.4. Влияние вида и степени помола целлюлозы на предельную сухость после прессования: Δ - сульфитная беленая целлюлоза из еловой и березовой древесины; □ - сульфатная небеленая целлюлоза из сосновой древесины; о - то же, вискозная целлюлоза из буковой древесины

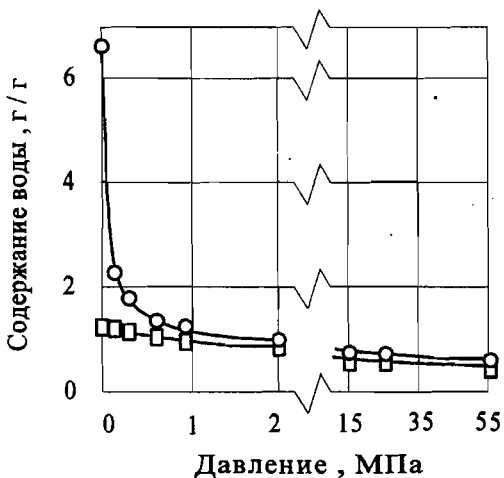


Рис.2.5.5. Влияние внешнего давления на содержание воды вне (о) и внутри волокон (□) небеленой сульфатной целлюлозы

На рис.2.5.6 показано изменение количества воды, удерживаемой внутри стенок волокон, для массы из сульфатной целлюлозы разного выхода.

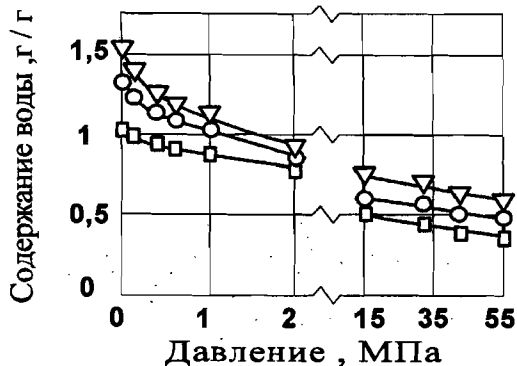


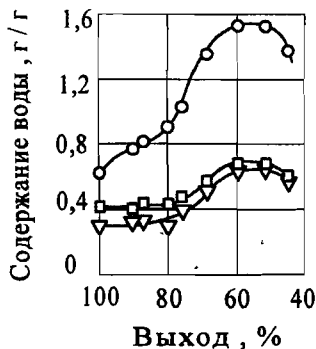
Рис.2.5.6. Влияние внешнего давления на содержание воды внутри волокон сульфатной целлюлозы (выход целлюлозы: ∇ - 60,5; ○ - 69,0; □ - 75,6%)

Можно видеть, что кривые обезвоживания имеют одинаковый характер во всем диапазоне давления. Этот характер определяется начальным уровнем водонасыщенности набухших волокон, т.е. начальным значением точки насыщения волокон. Следовательно, точка насыщения волокон является параметром, который можно использовать для оценки легкости удаления воды из данного вида массы. На способность к удержанию воды внутри стенок волокон большое влияние оказывает выход целлюлозы при варке. На рис.2.5.7 приведены зависимости изменения количества воды, удерживаемой в полотне, в отсутствие внешней нагрузки и при давлении 54 МПа. Из приведенных графиков следует, что как для сульфатной, так и для сульфитной целлюлозы при выходе 60 – 70% количество воды, находящейся между волокнами и в стенках волокон, достигает максимума. При этом, если для сульфатной целлюлозы при давлении 54 МПа общее количество воды в полотне составляет около 1,2 г воды / г сухого волокна, то для сульфитной целлюлозы – только 0,7. Следовательно, можно ожидать, что при прессовании бумаги из сульфатной целлюлозы предельная концентрация должна быть ниже. Этот вывод подтверждается практикой.

Сухость бумажного полотна перед прессом определяет его поведение в прессе. Чем она выше, тем при более высоком давле-

нии в зоне прессования можно работать без опасности раздавливания бумаги. Это объясняется меньшим содержанием воды в порах бумаги и большей способностью волокнистого скелета сопротивляться сжатию. Однако наличие в порах бумаги большого количества воздуха и большее сопротивление сжатию сокращают эффективное время прессования. Наиболее важной является сухость полотна перед первым прессом. Чем выше сухость, тем легче передача полотна из сеточной части в прессовую, что повышает работоспособность машины в целом. По оценкам некоторых исследователей, для многих видов бумаги повышение сухости перед прессом на 1 % ведет к повышению сухости после пресса на 0,4 %.

а



б

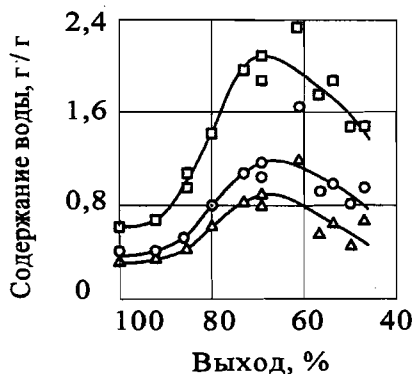


Рис. 2.5.7. Влияние выхода на содержание воды внутри и вне волокон сульфитной (а) и сульфатной (б) целлюлозы при различной внешней нагрузке: □ - внутри волокон без нагрузки; ○ - общее при 54 МПа; Δ - внутри волокон при 54 МПа

Одним из главных, но не контролируемых факторов, влияющих на эффективность обезвоживания, является масса 1 м^2 бумажного полотна. При прочих равных условиях увеличение массы 1 м^2 и, как следствие, сопротивление вытеснению воды при прессовании заставляет снижать нагрузки или увеличивать продолжительность прессования с целью предотвращения раздавливания бумажного полотна. В то же время известно, что при малых скоростях машины увеличение массы 1 м^2 до некоторого предела (обычно 100 г/ м^2) сопровождается увеличением сухости после пресса. Это явление связано с обратным впитыванием, более значимым при выработке легковесных видов бумаги.

Под обратным впитыванием понимается процесс увлажнения бумаги на выходной стороне зоны прессования. Обратное впитывание определяется конструкцией пресса и фильтрационно-компрессионными свойствами сукна и бумажного полотна. И в валковых, и в башмачных прессах зона прессования может быть разделена на две части: первая часть, в которой происходит уплотнение бумажного полотна, и вторая часть, в которой бумажное полотно частично восстанавливает свои размеры в результате уменьшения внешней нагрузки, действующей на него. Именно при восстановлении бумажного полотна часть воды из прессового сукна переходит обратно в бумагу. В результате сухость бумаги после пресса становится несколько меньше, чем максимальная сухость, достигаемая в прессовом захвате. Различают внутреннее и внешнее обратное впитывание. Под внутренним обратным впитыванием понимают увлажнение бумажного полотна, происходящее в выходной части зоны прессования. Под внешним обратным впитыванием – увлажнение полотна вне зоны прессования, происходящее до отделения бумажного полотна от сукна. В настоящее время считается, что обратное впитывание является результатом трех процессов: капиллярного впитывания, механической абсорбции и пленочного разделения. Капиллярное впитывание обусловлено меньшим размером пор бумаги по сравнению с размером пор прессового сукна. Средний размер пор большинства видов бумаги в зоне прессования составляет 4 – 10 мкм, а размер пор сукна 40 – 100 мкм. В выходной части зоны прессования при восстановлении бумажного полотна оно перестает быть водонасыщенным. Образование границы раздела воздух–вода приводит к тому, что под действием капиллярных сил вода из пор сукна перемещается в поры бумаги. Под механической абсорбцией понимается перемещение воды из пор сукна в поры бумаги под действием разрежения, образующегося в порах бумаги при ее восстановлении. Здесь, однако, надо иметь в виду, что прессовое сукно обладает большей упругостью, чем бумага. В результате разрежение в порах сукна возникает раньше, чем в порах бумаги. Но это разрежение не в состоянии преодолеть капиллярные силы, действующие на воду в порах бумаги. Под пленочным разделением понимают разделение пленки воды, находящейся между поверхностью сукна и бумаги, которое происходит при отделении бумажного полотна от сукна. Чем грубее поверхность сукна, тем больше находится воды между сукном и бумагой и тем больше ее перейдет в бумагу при отделении бумаги от сукна. Использование сукон с более тонкими волокнами в поверхностном слое, контактирующем с бумагой, позволяет при прочих равных условиях получить большую сухость бумаги после пресса. Количество воды, переходящей в бумагу при ее от-

делении от сукна также зависит от смачиваемости граничащих поверхностей сукна и бумаги, т.е. от сил поверхностного натяжения, возникающих на этих поверхностях. Так как количество воды, переходящей из сукна в бумажное полотно при обратном впитывании не зависит от массы последнего, то, естественно, что уменьшение сухости в результате обратного впитывания более существенно для легковесных видов бумаги. Считается, что для бумажного полотна с массой более 100 г / м^2 , а также при работе на высоких скоростях (более 600 м / мин), конечная сухость бумажного полотна мало отличается от его максимальной сухости в зоне прессования. Увеличение скорости машины и, как следствие, сокращение продолжительности прессования при прочих равных условиях ведет к уменьшению продолжительности прессования и снижению сухости бумажного полотна после пресса. Однако при выработке тонких видов бумаги при низких скоростях увеличение скорости может дать и противоположный эффект, что объясняется уменьшением времени контакта бумажного полотна с сукном в выходной части зоны прессования и снижением эффекта обратного впитывания. На рис.2.5.8 представлены графики зависимости сухости от продолжительности прессования и начальной сухости бумажного полотна.

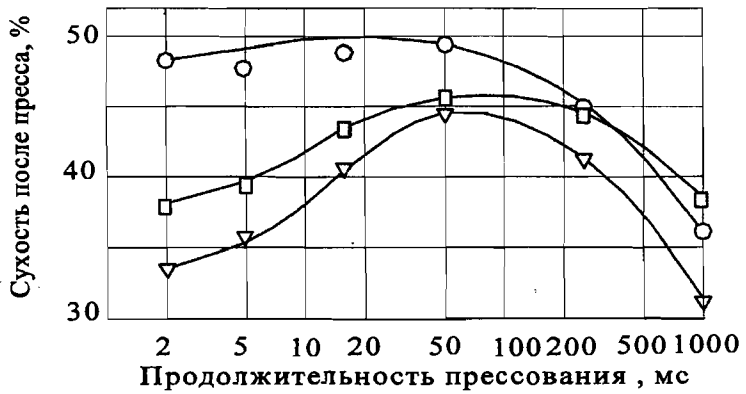


Рис.2.5.8. Влияние продолжительности прессования на сухость бумаги после пресса (бумага 60 г / м^2 из белой сульфатной целлюлозы, садкость 470 CSF по канадскому стандарту, среднее давление в зоне прессования $1,38 \text{ МПа}$) при разной начальной сухости: ▽ - 28; □ - 38; ○ - 50 %

По-разному сказывается увеличение продолжительности прессования на сухость после пресса для бумаги, изготовленной из массы разной степени по-

мола. Из графика на рис.2.5.9 видно, что для бумаги из садкой массы с увеличением продолжительности прессования сухость после пресса уменьшается, а для бумаги из массы жирного помола – растет. Это также связано с обратным впитыванием. Размол уменьшает проницаемость полотна и увеличивает сопротивление потоку воды из сукна в бумагу. Бумага же из неразмолотой целлюлозы имеет высокую проницаемость, что облегчает вытеснение из нее воды в зоне прессования, но в то же время облегчает и обратный переход воды из сукна в бумагу в выходной части зоны прессования.

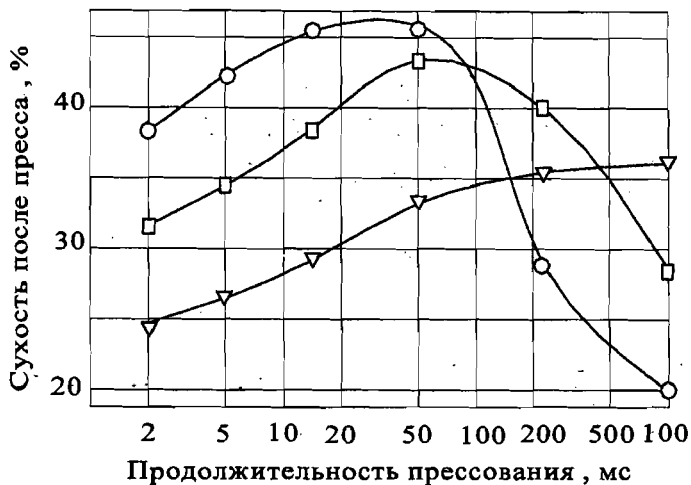


Рис.2.5.9. Влияние продолжительности прессования на сухость бумаги после пресса (бумага 60 г / м^2 из белой сульфатной целлюлозы, начальная сухость 20 %) при разной садкости: ▽ - 200, □ - 470; о - 720 CSF по канадскому стандарту

Из графика на рис.2.5.9 видно, что для бумаги из садкой массы с увеличением продолжительности прессования сухость после пресса уменьшается, а для бумаги из массы жирного помола – растет. Это также связано с обратным впитыванием. Размол уменьшает проницаемость полотна и увеличивает сопротивление потоку воды из сукна в бумагу. Бумага же из неразмолотой целлюлозы имеет высокую проницаемость, что облегчает вытеснение из нее воды в зоне прессования, но в то же время облегчает и обратный переход воды из сукна в бумагу в выходной части зоны прессования.

Весьма эффективным средством повышения эффективности работы пресса является подогрев бумажного полотна. Повышение температуры

полотна, с одной стороны, приводит к снижению вязкости и поверхностного натяжения воды, а, значит, к снижению сопротивления потоку воды в полотне. С другой стороны, при повышенной температуре бумажное полотно легче уплотняется, и в результате большая часть внешней нагрузки передается на поровую воду, интенсифицируя вытеснение воды из бумаги. Во многих случаях повышение температуры бумажного полотна на 10°C ведет к приросту сухости на 1 – 1,3 % в зависимости от вида выработываемой продукции. Повышение температуры является одним из решений проблемы повышенного содержания в композиции бумаги и картона макулатуры и полуфабрикатов высокого выхода.

2.5.5. Типы прессов

2.5.5.1. Валковые прессы

До последнего времени преобладающими были прессы валкового типа. Они бывают двухвальными и многовальными. Двухвальные прессы принято делить на: обычные прессы с гладкими валами, прессы с отсасывающими, желобчатыми и глухосверленными валами. Многовальные прессы являются комбинированными прессами, в которых один и тот же вал может образовывать с парными валами две, а иногда и три зоны прессования. При этом в разных зонах процесс прессования может соответствовать процессу в прессе с отсасывающим, желобчатым или глухосверленным валом. Появление многовальных прессов было обусловлено, с одной стороны, стремлением получить более компактную прессовую часть, а, с другой стороны, - обеспечить закрытую проводку бумажного полотна, что снижает число обрывов и повышает работоспособность машины в целом. Эффективность обезвоживания одного многовального пресса во многих случаях оказывается настолько высокой, что установка дополнительного, отдельно стоящего пресса не требуется.

Обычный пресс. Обычным называют пресс, состоящий из двух гладких валов, между которыми проходит бумажное полотно и прессовое сукно (рис.2.5.10). Это наиболее старая конструкция пресса. Нижний вал пресса обычно имеет резиновое покрытие, верхний вал – чаще всего гранитный.

Применение резинового покрытия позволяет:

- увеличить ширину зоны прессования, а, следовательно, и его продолжительность;
- уменьшить износ прессового сукна (по сравнению с металлическим валом).

Применение гранита в качестве материала прессовых валов объясняется низкой адгезией бумажного полотна различной композиции к граниту. Этой адгезии, с одной стороны, достаточно для предотвращения «скрадывания» влажного бумажного полотна прессовым сукном, а, с другой стороны, она исключает чрезмерное натяжение полотна при его отделении от вала.

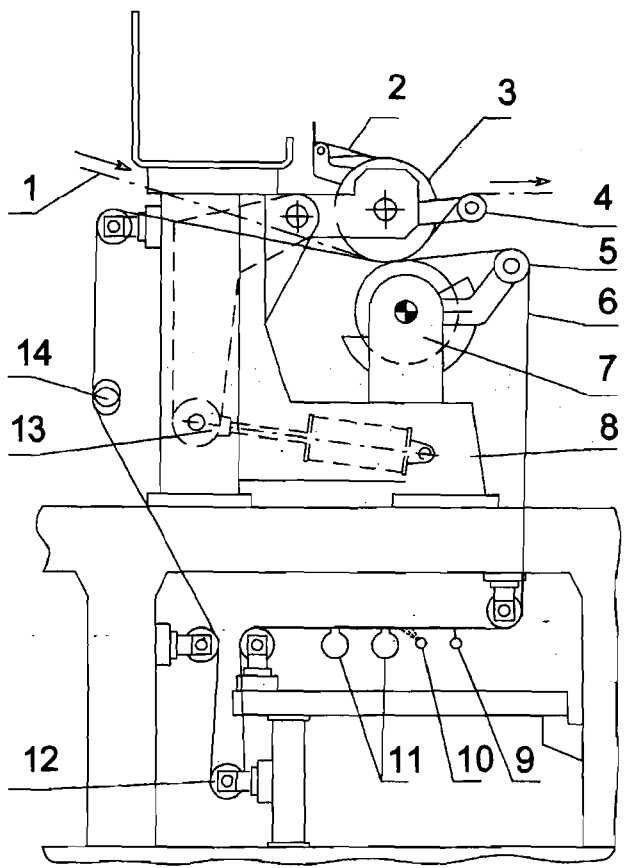


Рис. 2.5.10. Обычный двухвальный пресс: 1 – бумажное полотно; 2 – шабер; 3 – верхний вал (гранитный); 4 – бумаговедущий валик; 5 – сукноведущий валик; 6 – прессовое сукно; 7 – нижний вал (обрезиненный); 8 – станина пресса; 9 – спрыск высокого давления; 10 – спрыск низкого давления; 11 – сукномойки; 12 – сукнонатяжной валик; 13 – механизм прижима валов; 14 – сукноправильный валик

Другим полезным свойством гранита является его высокая твердость и, как следствие, износостойкость. Гранит отлично противостоит износу от трения шабера и редко нуждается в перешлифовке.

Для подачи бумажного полотна в зону прессования и переноса из нее удаляемой из бумаги воды служит прессовое сукно, которое движется по сукноведущим валикам. С наружной стороны сукна, соприкасающейся с бумажным полотном, для предотвращения износа и загрязнения этой поверхности устанавливают как можно меньше валиков. Сукноведущие валики обычно изготавливаются из стальных труб с антикоррозионным покрытием. Для обеспечения нормального хода сукна часть валиков делают приводными. Для передачи тягового усилия сукну со стороны приводных валиков оно должно быть натянуто. Так как во время работы все прессовые сукна вытягиваются, то для поддержания постоянного натяжения применяют сукнонатяжные валики. Такой валик располагается внутри петли сукна. Винтовой или реечный механизм с электрическим, механическим или пневматическим приводом обеспечивает синхронное или раздельное перемещение опор валика. Сукноведущий валик вместе с механизмом перемещения опор называют сукнонатяжкой.

Вследствие непараллельности осей валов и валиков, неперпендикулярности щелей отсасывающих сукномоек направлению движения сукна, изменения вакуума в сукномойке по ширине сукна, неправильной бомбировки прессовых валов сукно при работе может смещаться относительно продольной оси бумагоделательной машины, на нем могут образовываться складки и морщины. Обычно смещение сукна относительно нормального положения не должно превышать 100 – 150 мм. Для изменения направления движения сукна применяют перекося (смещение одной из опор валика относительно другой по ходу или против хода сукна) одного из сукноведущих валиков. Такой валик называют сукноправительным. Перекося валика приводит к тому, что результирующая сил трения сукна о валик отклоняется от направления движения сукна и заставляет сукно смещаться к нормальному положению. Величина силы трения определяется в основном коэффициентом трения материала покрытия валика, величиной натяжения сукна и углом охвата валика сукном. Для прессовых сукон угол охвата принимают 20 - 30°. Эффективность правки зависит от жесткости сукна. Более жесткие и тяжелые сукна тяжелее поддаются правке. При работе с такими сукнами рекомендуется увеличивать расстояние между сукноправительным валиком и соседними сукноведущими валиками. В некоторых случаях для правки сукна используют сукнонатяжку. Ослабляя натяжение сукна с одной стороны, его заставляют смещаться в противоположную сторону. Недостаток такой правки – возможность возникновения на сукне складок.

На тихоходных машинах правильность положения сукна оценивают при помощи цветной контрольной полосы на сукне, а относительное смещение опор валика осуществляют при помощи механизмов с ручным приводом. При работе на средних и высоких скоростях правка сукон осуще-

ствляется автоматически. Автоматический механизм правки имеет чувствительный элемент в виде лопатки, прижимаемый к кромке сукна. При отклонении сукна в ту или иную сторону изменяется давление воздуха в сопле, расположенном перед лопаткой. Это изменение давления является сигналом для мембранного исполнительного механизма, который передвигает одну из опор сукнопровального валика в требуемом направлении.

Образующиеся на сукне складки и морщины могут привести к раздавливанию и обрыву бумажного полотна, к повреждению сукна. Для их устранения применяют сукноразгонные валики. Существуют различные конструкции таких валиков. Наиболее широко известны разгонные валики, на поверхности которых имеются выступы в виде спиралей. При этом на одной половине валика навивается левая спираль, а на другой – правая. Шаг спиралей постепенно возрастает от середины к краям валика. Иногда спирали выполняют на резиновой облицовке при ее вулканизации. Недостатком спиральных валиков является повышенный износ сукна. Более совершенными являются валики с гибкой осью, известные как валики Маунт-Хоуп. Валик этого типа состоит из невращающейся изогнутой оси, на которой по всей ее длине установлены самоустанавливающиеся подшипники, которые поддерживают вращающуюся рубашку, выполненную из эластичного материала, например, из резины (рис.2.5.11). Во время работы поворотом неподвижной оси можно изменять степень распрямления сукна. Максимальный эффект достигается тогда, когда плоскость изгиба оси перпендикулярна направлению движения сукна. Наоборот, при совпадении плоскости изгиба оси с направлением движения сукна распрямления сукна не происходит.

При прессовании в сукно из бумажного полотна вместе с водой поступают мелкие волокна, частицы наполнителя, проклеивающие вещества и т.д. Эти частицы могут задерживаться в порах бумажного полотна, уменьшая их объем. Уменьшение порового объема происходит также в результате многократного сжатия сукна в зоне прессования. Поэтому с течением времени проницаемость сукна уменьшается, оно становится более жестким, что ведет к уменьшению ширины зоны прессования, увеличению максимального давления в зоне и гидравлического давления в бумажном полотне. Все это отрицательно сказывается на эффективности работы пресса и качестве бумаги. Поэтому для поддержания свойств сукна на первоначальном уровне применяются так называемые системы кондиционирования прессовых сукон. Современные системы кондиционирования состоят из одной или нескольких отсасывающих сукномоек, спрысков высокого и низкого давления, водоотделителей и вакуумных насосов.

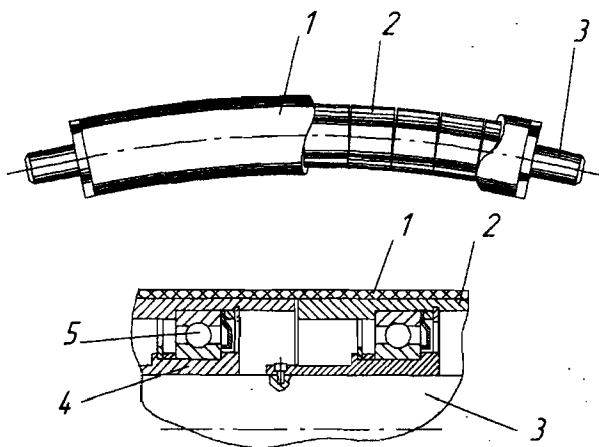


Рис. 2.5.11. Изогнутый валик Маунт-Хоуп: 1 – рубашка вала; 2 – опорная втулка; 3 – ось вала; 4 втулка; 5 - подшипник

При работе вода в зоне прессования выжимается не только из бумажного полотна, но и из сукна. Для сбора этой воды под нижним валом устанавливается корыто.

Для создания требуемого давления в зоне прессования пресс имеет механизм прижима валов. В старых конструкциях применялись винтовые или рычажные механизмы прижима с ручным приводом, в современных прессах для этого используют чаще всего рычажные механизмы с гидравлическим или пневматическим приводом. Пневматический привод обычно используется на узких машинах из-за ограничения по давлению воздуха в сети. Гидропривод, способный создавать большие усилия при меньших габаритах, применяется на широких машинах, однако он требует постоянной работы насосов и создает более жесткие условия в зоне прессования.

Для нормального движения бумажного полотна в прессе применяются бумаговедущие валики.

Валы пресса, а также другие элементы его конструкции устанавливаются на станине, основными критериями работоспособности которой являются прочность, жесткость и виброустойчивость. Кроме того, конструкция станины должна обеспечивать удобство замены прессового сукна.

Гранитный вал. Основным элементом гранитного вала является гранитная рубашка, изготавливаемая из цельного куска гранита, в котором высверливается отверстие для установки металлического сердечника. Рубашка фиксируется на сердечнике при помощи навинчиваемых на сердеч-

ник фланцев, которые сжимают при этом рубашку. Необходимость предварительного сжатия рубашки обусловлена тем, что предел прочности гранита при сжатии составляет примерно в 170 – 180 МПа, а при растяжении всего около 12 МПа. Поэтому при работе вала стараются не допустить возникновения в гранитной рубашке растягивающих напряжений, что и достигается с помощью специально сжимаемого центрального металлического сердечника. Для этого перед установкой фланцев сердечник подогревается, что приводит к еще большему сжатию рубашки при его охлаждении. Пустое пространство между сердечником и рубашкой заполняется бетоном или полиуретановой пеной (рис.2.5.12). Гранит, по сравнению с другими подобными материалами, имеет ряд преимуществ. Так, адгезии бумажного полотна к граниту достаточно для того, чтобы не происходило «скрадывание» влажного бумажного полотна прессовым сукном и в то же время бумажное полотно прекрасно отлипает от гранита. Если адгезия бумажного полотна слишком велика и оно плохо отстает от гранитного вала, следует повысить разницу скоростей данного пресса и следующего за ним. Другим преимуществом гранита является его высокая твердость. Поверхность гранитного вала хорошо противостоит износу от трения шабера и редко нуждается в перешлифовке. Недостатком гранитных валов является высокая трудоемкость его изготовления. Цельная гранитная рубашка вала делается из одного крупного блока гранита, который специально добывается для каждого вала. И хотя гранитные блоки для изготовления валов получают из специально отобранных и тщательно обследованных монолитных блоков, всегда существует возможность того, что внезапно может возникнуть трещина, полость или просто ослабленная область внутри вала. Кроме того, гранитные блоки, получаемые из различных месторождений, различаются по своим параметрам. Коэффициент теплового расширения гранита гораздо меньше, чем у стали. Поэтому температурное расширение стального сердечника, передаваемое через бетонную заливку гранитной рубашке, может вызвать значительные напряжения в граните. Избежать этого можно заполнением пространства между сердечником и гранитной рубашкой сжимаемым полимерным материалом. Гранит плохо проводит тепло. Коэффициент теплопроводности гранита почти в 20 раз ниже, чем у стали. Поэтому резкое повышение температуры на поверхности гранитного вала и, как следствие этого, расширение нагретого поверхностного слоя ведет к появлению напряжений в холодном внутреннем слое гранитной рубашки. Если эти напряжения превысят предел прочности гранита при растяжении, то на внутренней поверхности вала появится продольная трещина.

В последние годы вместо гранитных валов стали интенсивно использовать валы с различными синтетическими покрытиями. Такие валы состоят из чугуновой или стальной рубашки, покрытой слоем из натуральной резины или другого связующего с включением частиц гранита. Эти

валы обладают высокой износостойкостью и их очистка возможна при помощи стальных шаберов. Их можно применять в прессах с подогревом бумажного полотна. Однако они должны обладать повышенной жесткостью, так как уже при незначительном прогибе возможно повреждение покрытия.

Обрезиненный вал. Увеличить продолжительность прессования можно применением обрезиненных валов. Однако все валы, покрытые резиной, нагреваются. На скоростных машинах при высоких нагрузках температура покрытия достигает 100 - 120°C. Для создания постоянных условий прессования и ограничения нагрева желательно использовать облицовки большей твердости (обычно 5 – 10 ПДж) и меньшей толщины, валы большого диаметра, тщательно подбирать бомбировку валов или использовать валы с регулируемым прогибом, применять охлаждение валов. Охлаждение вала может быть как внутренним, так и наружным. Внутреннее охлаждение более эффективно, так как резина обладает низким коэффициентом теплопроводности и препятствует охлаждению рубашки вала. Кроме того, при наружном охлаждении резина «закаливается», т.е. теряет свою эластичность (упругость). В результате в резиновом покрытии могут образоваться трещины, для ликвидации которых требуется перешлифовка вала. Устройства охлаждения должны обеспечивать температуру облицовки в пределах 60 – 70 °С. Система охлаждения пресового обрезиненного вала показана на рис.2.5.13.

Поток водовоздушной смеси подается внутрь рубашки вала. Для нормальной теплоотдачи необходимо обеспечить равномерное течение тонкого слоя воды по внутренней поверхности рубашки, не допуская заполнения внутреннего пространства водой и каскадного характера течения. Также важно обеспечить равномерность распределения температуры покрытия по длине вала. С этой целью необходимо контролировать разницу температур подаваемой внутрь вала и отводимой из него воды. Эта разница не должна превышать 6 – 8°C.

Обычно верхний гранитный вал обычного пресса смещен на 50 – 250 мм относительно нижнего вала навстречу движению полотна (рис.2.5.14). В результате смещения давление на бумажное полотно возрастает постепенно и облегчается отвод воды. Величина смещения зависит от диаметра валов, скорости машины, положения пресса в прессовой части, массы 1 м² бумажного полотна. С увеличением скорости и диаметра валов смещение увеличивают. Для предотвращения увлажнения сукна и бумажного полотна перед зоной контакта валов и устранения пузырей воздуха между сукном и бумагой последние должны входить в зону пресования несколько выше линии касания валов.

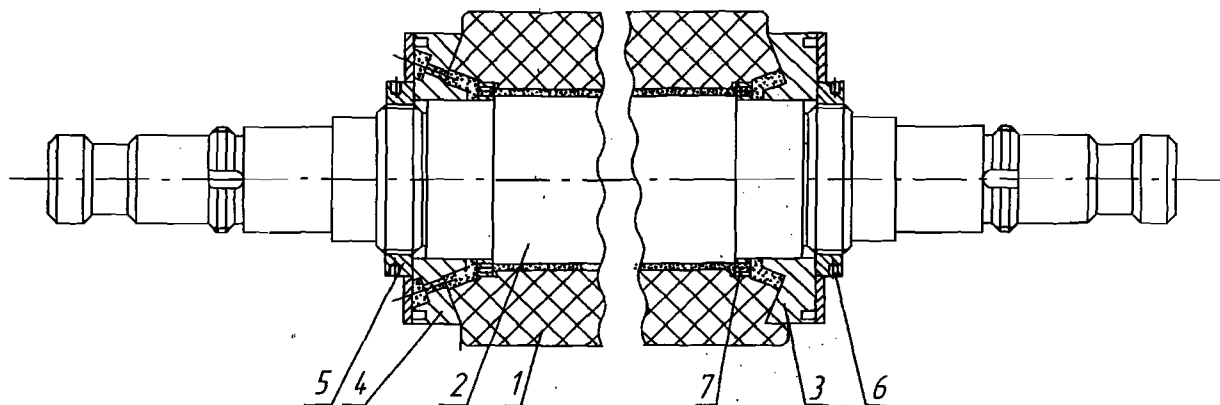


Рис. 2.5.12. Гранитный вал: 1 – гранитный цилиндр; 2 – стальной сердечник; 3,4 – шайба; 5,6 – гайка; 7 – центрирующая втулка

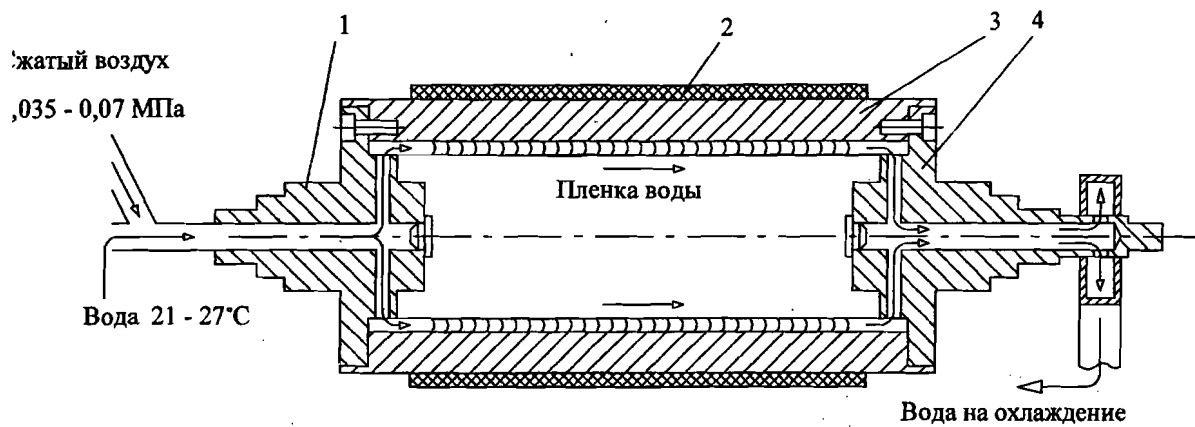


Рис. 2.5.13. Прессовый вал с внутренним водяным охлаждением: 1 – цапфа левая; 2 – резиновое покрытие; 3 – рубашка вала; 4 – цапфа правая

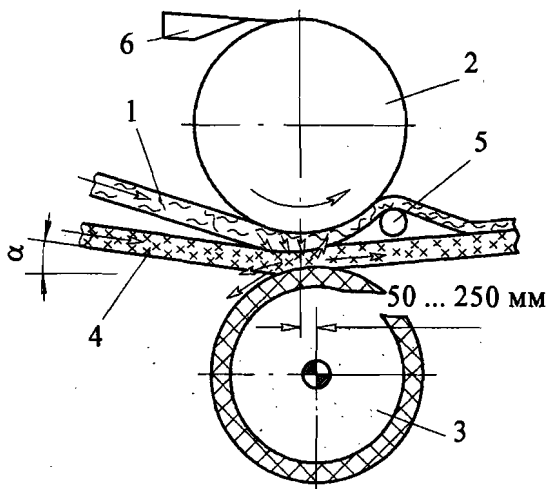


Рис.2.5.14. Расположение валов обычного двухвального пресса; 1 – бумажное полотно; 2 – верхний вал; 3 – нижний вал; 4 – прессовое сукно; 5 – бумаговедущий валик; 6 – шабер

В процессе работы на поверхности прессовых валов откладываются частицы волокон, наполнителя и т.д. Если их своевременно не удалить, то качество вырабатываемой бумаги будет ухудшаться, а число обрывов бумажного полотна увеличиваться. Для очистки поверхности вала, а также для предотвращения наматывания бумажного полотна на вал при обрывах и заправке устанавливают шабера. Шабер (рис.2.5.15) состоит из лезвия 1, держателя лезвия 2 и балки 3, на которой устанавливается держатель. Современные шабера кроме этого оснащаются механизмом прижима лезвия к поверхности вала и устройством для продольного возвратно-поступательного перемещения (осцилляции) шабера. Механизмы осцилляции имеют пневматический, гидравлический или механический привод.

Лезвия шаберов представляют собой ленты шириной от 30 до 300 мм и толщиной от 0,5 мм до 15 мм в зависимости от материала, из которого они изготавливаются. Для изготовления лезвий используются сталь, бронза, различные полимерные материалы. Материал лезвий должен быть прочным, износостойким, обладать высокой упругостью, необходимой для плотного прилегания лезвия шабера к поверхности вала. При этом лезвия не должны повреждать очищаемую поверхность вала.

Прижим и подъем шабера может осуществляться либо с помощью веса самого шабера и эксцентрикового устройства, либо с помощью ры-

чажно-пневматической системы. В последнем случае возможно регулирование усилия прижима. В качестве держателей лезвий наибольшее применение находят держатели типа Accumate, Conformatic и DST. Установка лезвий в этих держателях может осуществляться без остановки машины.

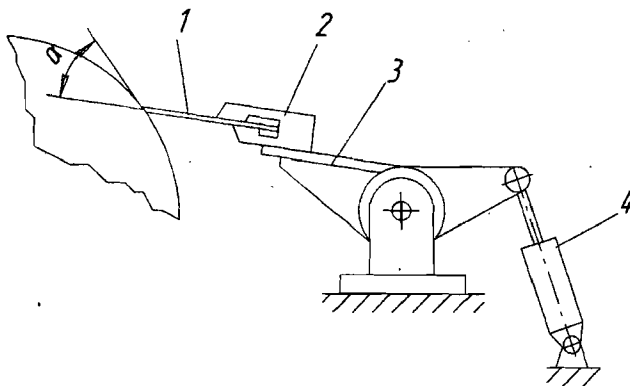


Рис.2.5.15. Шабер: 1 – лезвие; 2 – держатель; 3 – балка; 4 – механизм прижима шабера

В держателях типа Accumate (рис.2.5.16 а) лезвия опираются на жесткие прижимные губы. Равномерность прижима лезвия к валу обеспечивается изменением положения губ при помощи регулировочных винтов, расположенных вдоль держателя. Регулировка производится при монтаже шабера. В держателях типа Conformatic (рис.2.5.16 б) равномерность прижима обеспечивается автоматически при помощи пневмокамеры, находящейся под одной из опорных поверхностей лезвия. Держатель типа DST (рис.2.5.16 в) может поворачиваться вокруг продольной оси, по обе стороны которой установлены пневмокамеры, обеспечивающие как равномерность прижима лезвия к валу, так и возможность регулирования угла давления шабера.

Высокой надежностью и удобством в работе отличается держатель ООО «Шаберные лезвия» (рис.2.5.16 г). Конструкция держателя проста и обеспечивает высокую эффективность работы лезвий при минимальном усилии их прижима к очищаемой поверхности вала. Усилие прижима передается через две предварительно напряженные пружины – верхнюю и нижнюю.

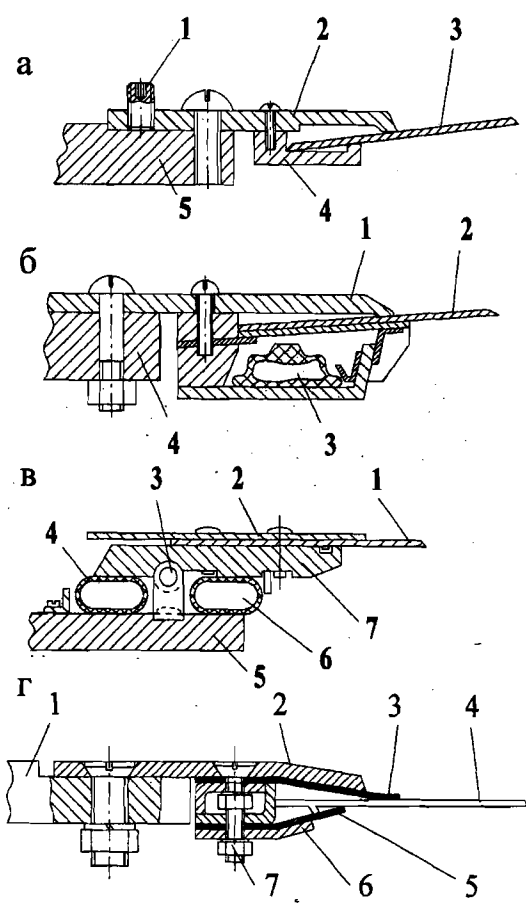


Рис. 2.5.16. Держатели шаберов: а – Accumate: 1 – регулировочный винт; 2 – верхняя губа; 3 – лезвие; 4 – нижняя губа; 5 – балка шабера; б – Conformatic: 1 – верхняя губа; 2 – лезвие; 3 – пневмокамера; 4 – балка шабера; в – DST: 1 – лезвие; 2 – пластина; 3 – ось вращения; 4, 6 – пневмокамеры; 5 – балка шабера; 7 – плита; г – ООО «Шаберные лезвия»: 1 – балка шабера; 2 – верхняя губа; 3 – верхняя пружина; 4 – лезвие; 5 – нижняя губа; 6 – нижняя губа; 7 – гайка регулировочная

Оптимальные условия прилегания лезвия шабера к очищаемой поверхности, в том числе и у бомбированных валов, создаются путем выбора тол-

шины пружин, регулировкой их вылета из под губ держателя и изменением их продольной формы с помощью регулировочных гаек.

Эффективность работы шабера во многом зависит от правильного выбора угла между лезвием шабера и касательной к поверхности вала в месте установки, а также усилия прижима лезвия к поверхности вала.

Угол установки лезвия зависит от конструкции шабера, материала покрытия вала и типа вала (гладкий, желобчатый, отсасывающий, глухосверленный) и колеблется в пределах от 15 до 30°. Усилие прижима лезвия также изменяется в широких пределах. Так, например, для желобчатых валов с полиуретановым покрытием линейное усилие прижима составляет 40 – 80 Н/м, а для гранитных валов 220 – 350 Н/м.

Обычный пресс может использоваться и как обратный, т.е. для снятия сеточной маркировки. В обратном прессе валы меняются местами, но сукно по-прежнему охватывает обрешиненный вал. В результате с гранитным валом соприкасается та сторона бумажного полотна, которая ранее соприкасалась с сеткой. Обратные прессы применяют в основном на тихоходных машинах (до 250 м/мин), вырабатывающих высококачественные виды бумаги, к которым предъявляются высокие требования двухсторонней гладкости.

Обычный пресс относится к прессам с продольной фильтрацией воды. Сукно в этом прессе становится обычно водонасыщенным задолго до середины прессового захвата. Часть воды переносится вместе с сукном через прессовый захват, а часть течет внутри сукна в направлении, обратном ходу бумажного полотна. На входе в прессовый захват избыточная часть воды вытесняется из сукна и движется вниз по поверхности нижнего вала навстречу вращению вала и затем собирается в корыте, расположенном под этим валом. Обхват бумажным полотном и сукном верхнего вала способствует вытеснению воздуха, находящегося между полотном и сукном, предотвращая пузырение и образование складок. При высоких скорости, усилиях прижима валов и низкой проницаемости бумажного полотна в z – направлении условия отвода воды из полотна в сукно ухудшаются. В результате не только в сукне, но и в бумажном полотне образуется поток воды, текущий в направлении, обратном движению бумажного полотна. При высокой скорости этого потока фильтрационные силы могут превысить силы связи между волокнами бумажного полотна, что приводит к явлению, называемому дроблением бумажного полотна. При выходе из прессового захвата бумажное полотно и сукно отделяют друг от друга, чтобы предотвратить увлажнение полотна, обусловленное обратным впитыванием воды из сукна.

Для создания более благоприятных условий удаления воды из прессового сукна ранее широко применялась установка подкладной сетки. В этом случае вода в зоне прессования выжимается из сукна в ячейки сетки

и выносятся сеткой из пресса. В результате снижается гидравлическое сопротивление удалению воды из бумажного полотна, что ведет к повышению эффективности пресса. На современных бумагоделательных машинах обычные прессы с твердыми покрытиями валов используют часто как последние прессы, в которых требуется высокое давление и из бумажного полотна выжимается относительно небольшое количество воды.

Отсасывающий пресс. В качестве первых прессов на большинстве бумаго- и картоноделательных машин применяются отсасывающие прессы. Отсасывающий пресс состоит из отсасывающего вала (обычно занимающего нижнюю позицию) и парного с ним гранитного или чугунного вала. Отсасывающие валы бывают одно-, двух-, и трехкамерные. На рис.2.5.17 показан отсасывающий вал используемый в прессовой части картоноделательной машины для выработки двухслойного картона. Вал состоит из перфорированной металлической обрешиненной рубашки (цилиндра) 4, внутри которой установлена неподвижная отсасывающая камера 10, разделенная на две – широкую и узкую камеры. Для предотвращения засасывания воздуха камеры имеют поперечные 5 и продольные 11 уплотнения. Уплотнения прижимаются к внутренней стенке рубашки при помощи тонкостенных резиновых трубок, в которые подается сжатый воздух. Для лучшего уплотнения камеры и уменьшения износа рубашки внутри вала устанавливается водяной спрыск 13. Отсасывающая камера внутри вала может поворачиваться на некоторый угол при помощи червячной передачи 7. Для возможности выкатывания камеры она снабжена роликом 12.

В отсасывающих камерах при помощи вакуум-насоса при работе пресса создается разрежение. У однокамерных валов камера устанавливается под зоной прессования и смещается навстречу движению бумажного полотна (рис.2.5.18). Для снижения затрат энергии насосом камера должна быть полностью закрыта сукном и бумагой.

Вакуум в камере поддерживается на уровне 50 – 65 кПа. Ширина камеры составляет 100 – 150 мм. Диаметр отверстий в резиновом покрытии составляет 3,7 – 4,5 мм, в металлической рубашке от 4 до 5 мм. Живое сечение поверхности вала составляет 16 – 20 %. Для снижения шума и уменьшения износа внутренней поверхности рубашки и уплотнений камеры отверстия на рубашке располагают по спирали. Применяются две основные схемы расположения отверстий. В первой схеме отверстия располагаются по спирали только в диаметральном сечении, а вдоль оси – параллельно образующей (рис.2.5.19 а). Такое расположение упрощает сверление отверстий, однако износ уплотнений и шум при работе отсасывающего вала больше, чем при расположении отверстий на поверхности по двум спиральям – в диаметральном сечении и по образующей рубашки (рис.2.5.19 б).

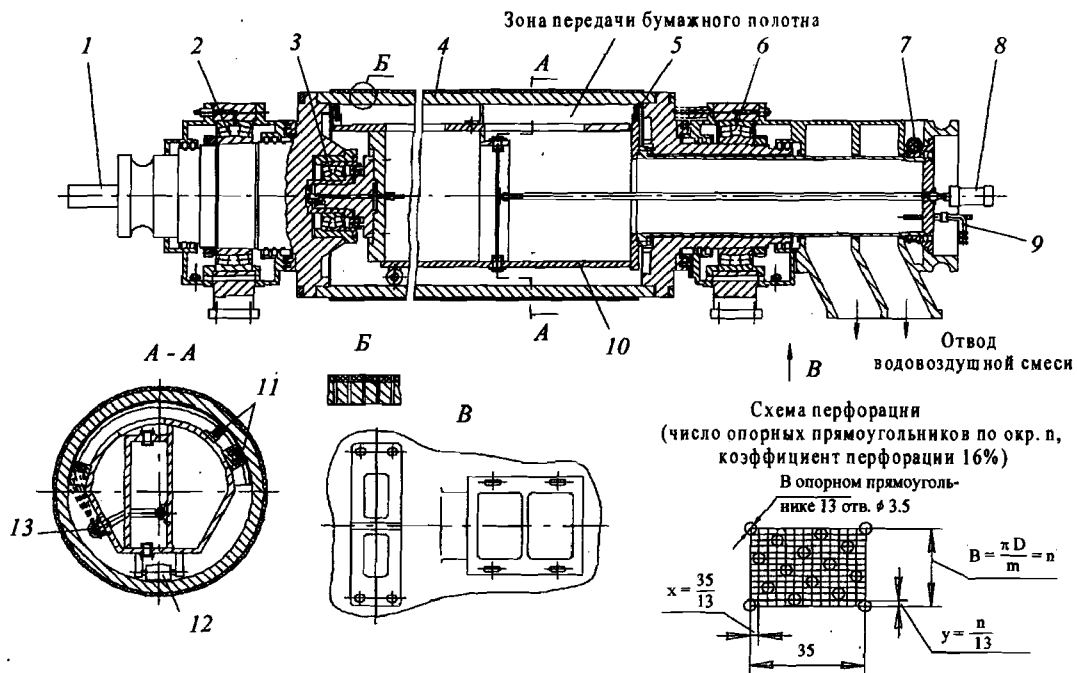


Рис. 2.5.17. Отсасывающий вал: 1 - цапфа приводная; 2, 6 - подшипники вала; 3 - подшипник кмеры; 4 - рубашка (цилиндр) вала; 5 - уплотнение поперечное; 7 - червячная передача для поворота камеры; 8 - пневмоцилиндр заправочной зоны; 9 - труба для sprыска; 10 - камера; 11 - уплотнение продольное; 12 - ролик для выката камеры; 13 - sprыск

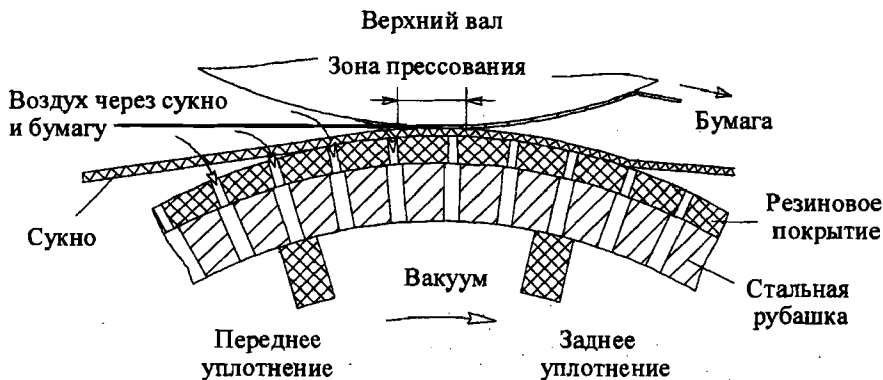


Рис.2.5.18. Прессование бумажного полотна в отсасывающем прессе

Живое сечение отверстий определяется как отношение площади отверстия к площади параллелограмма АБВГ. В первом случае величина живого сечения будет равна

$$\varphi = \frac{\pi \cdot d^2}{4t_1 \cdot t_2}, \quad (2.5.4)$$

во втором

$$\varphi = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{\cos \alpha_1 \cdot \cos \alpha_2}{t_1 \cdot t_2 \cdot \cos(\alpha_1 + \alpha_2)}. \quad (2.5.5)$$

Перфорация отечественных отсасывающих валов выполняется по шаблону, показанному на рис.2.5.20. В каждом опорном прямоугольнике находится 74 отверстия. Диаметр отверстий в резиновом покрытии 4,5 мм, в металлической рубашке – 5 мм. Количество опорных прямоугольников по окружности вала, их ширина и живое сечение вала по резине и по металлу приведены в табл.2.5.1.

Рубашки отсасывающих валов изготовляют из высокопрочной нержавеющей стали. Вал облицовывается слоем резины толщиной 25 мм и твердостью 25 единиц по ПДж. Различают открытые и закрытые отсасывающие прессы. В открытом прессе часть отсасывающей камеры после зоны прессования открыта. Это облегчает отделение бумажного полотна от поверхности верхнего вала, что позволяет использовать более мягкие покрытия. Отпадает необходимость в установке на верхнем валу шабера.

Такие прессы применяют при выработке легко обезвоживаемого бумажного полотна.

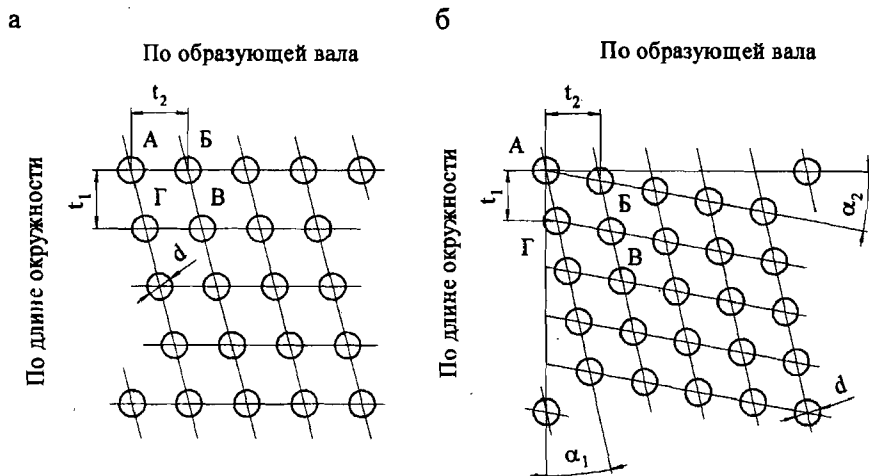


Рис. 2.5.19. Схемы расположения отверстий отсасывающего вала: а – по спирали в диаметральном сечении; б – по спиралям в диаметральном сечении и по образующей вала

В закрытых прессах камера располагается так, чтобы ее задняя стенка располагалась внутри зоны прессования. Закрытые прессы применяют, например, при выработке бумаги, в композицию которой входит древесная масса. В таких прессах применяют валы с более твердым покрытием, в них также требуется установка шабера на верхнем валу.

Отсасывающий вал исключает образование воздушных пузырей между сукном и полотном перед их входом в зону прессования, что предотвращает раздавливание бумажного полотна. В результате снижается опасность обрывов. Наличие отверстий в рубашке и облицовке отсасывающего вала значительно сокращает путь движения воды в сукне в латеральных направлениях. В результате снижается давление воды в порах сукна, что облегчает удаление ее из бумажного полотна в зоне прессования.

Недостатками отсасывающих валов являются: сложность конструкции и эксплуатации, высокая стоимость, малая долговечность, относительно низкая прочность, ограничивающая диапазон рабочих давлений, высокая энергоемкость.

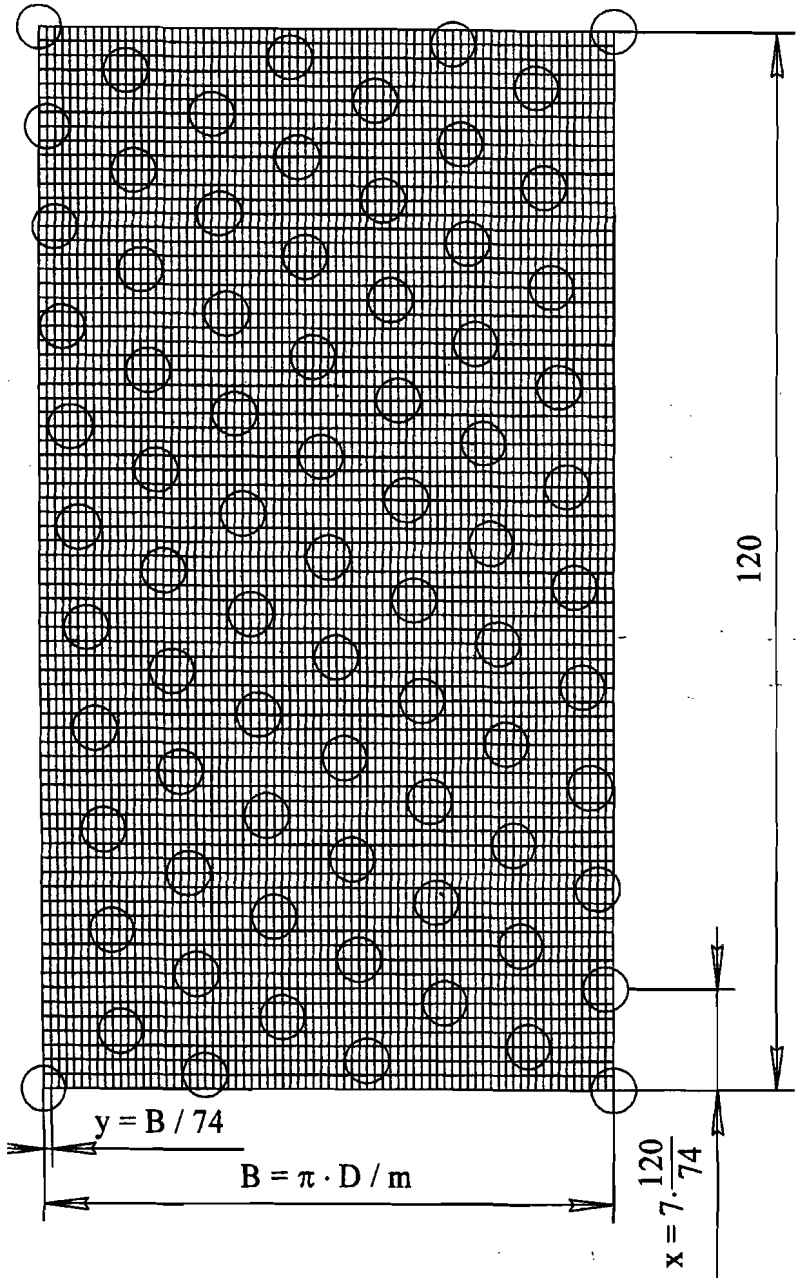


Рис.2.5.20. Разбивка перфорации отсасывающих прессовых валов

Таблица 2.5.1

Разбиение перфорации отсасывающих прессовых валов

Диаметр вала, мм		Число прямо- угольников по окружности m	Ширина прямо- угольника по ме- таллу	Живое сечение, %	
по резине	по металлу			по резине	по металлу
1	2	3	4	5	6
650	600	30	62,2	14,4	19,2
660	610	30	63,6	14,25	18,9
700	650	30	68	13,4	17,7
700	650	32	64,7	14,3	18,6
710	660	30	69	13,2	17,5
710	660	34	61	15	19,8
750	700	32	68,6	13,4	17,6
750	700	36	61	15	19,8
760	710	32	69,7	13,17	17,3
760	710	36	62	14,85	19,5
800	750	34	69,2	13,3	17,4
800	750	36	65,5	14,05	18,4
810	760	34	70,2	13,1	17,2
810	760	40	60,5	15,5	19,9
850	800	36	69,8	13,25	17,3
850	800	40	62,8	14,7	19,2
870	820	36	71,5	12,95	16,9
870	820	42	61,3	15,1	19,7
(910) 915	865	40	67,8	13,7	17,8
(910) 915	865	44	61,7	15,1	19,5
925	875	40	68,7	13,5	17,5
925	875	44	62,5	14,9	19,3
950	900	40	70,65	13,2	17,1
950	900	44	64,2	14,5	18,8
965	915	42	68,4	13,6	17,7
1050	1000	48	65,4	14,3	18,4
1050	1000	52	60,4	15,5	20
1120	1070	48	70	13,4	17,2

Окончание табл. 2.5.1

1	2	3	4	5	6
1120	1070	54	62,2	15,1	19,4
1135	1085	48	71	13,2	17
1135	1085	54	63	14,9	19,2
1150	1100	50	69	13,6	17,5
1150	1100	56	61,5	15,2	19,6
1170	1120	50	70,3	13,4	17,2
1170	1120	56	62,6	15	19,3
1200	1150	52	69,4	13,5	17,4
1200	1150	58	62,1	15,1	19,4
1220	1170	54	68	13,9	17,7
1220	1170	60	61,2	15,4	19,7

Кроме того, внешнее давление, действующее на бумажное полотно в местах расположения отверстий, оказывается значительно ниже давления, действующего на полотно, располагающееся над остальной поверхностью вала. Это ведет к неравномерной влажности бумажного полотна после выхода из пресса, т.е. к так называемой теневой маркировке. В процессе работы отверстия отсасывающего вала забиваются мелким волокном и частицами наполнителя, что уменьшает площадь живого сечения поверхности вала. Для поддержания отверстий в чистоте применяются sprays высокого давления, при этом необходимо соблюдать осторожность, чтобы не повредить покрытие вала. Обычно на отсасывающем валу устанавливают два шабера. Первый шабер удаляет часть поверхностного слоя воды. Вакуум, образующийся на обратной стороне лезвия, способствует извлечению загрязняющих отверстия частиц, которые вместе с оставшимся поверхностным слоем воды, удаляет второй страхующий шабер.

Пресс с желобчатыми валами. Наиболее часто встречающийся на современных машинах тип пресса. Пресс состоит из верхнего гранитного или ему подобного вала и нижнего обрезиненного или металлического вала, на поверхности которого нарезаны желобки. При насыщении в зоне прессования сукна водой, вода из него вытесняется в желобки, предотвращая появление в сукне продольного потока воды и обеспечивая тем самым режим прессования с поперечной фильтрацией воды. Так как вода, вытесняемая из участков сукна, располагающихся между желобками, течет в поперечном направлении, то желательно располагать желобки как можно ближе друг к другу. При этом ширина желобков должна исключать вдавливание сукна в желобки и предотвращать появление теневой

маркировки. С точки зрения производства и очистки желобчатых валов оптимальная ширина канавок составляет 0,5 мм. Нарезание более узких желобков с меньшим шагом в резиновой облицовке затруднительно. Кроме того, узкие желобки легче забиваются и могут «захлопываться» в зоне контакта. На сушильных машинах ширина и шаг желобков могут быть увеличены в связи с необходимостью удаления большего количества воды из целлюлозной папки и меньшей опасностью маркировки. В этом случае ширина канавок составляет 1 мм, а шаг 5 мм. На рис.2.5.21 показаны некоторые способы образования на поверхности вала желобков: путем нарезки (а) и путем намотки на толстостенную трубу фасонной ленты (б, в).

Желобчатыми валами часто заменяют отсасывающие валы. Иногда желобки наносят на покрытие отсасывающего вала, что способствует более легкому удалению воды из сукна, снижает опасность раздавливания бумажного полотна и уменьшает теневую маркировку даже при увеличении давления прессования. Сухость бумажного полотна при этом увеличивается на 1%.

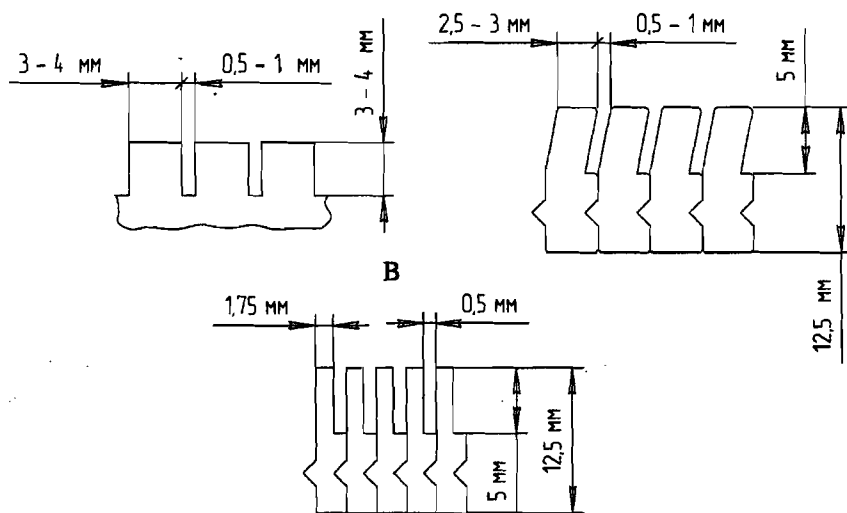


Рис. 2.5.21. Профили канавок желобчатого вала

На работу желобчатого пресса большое влияние оказывает твердость облицовки желобчатого вала. Нагрев резиновых покрытий на скоростных машинах и невозможность перешлифовки валов более 2 раз, после чего требуется повторное нарезание желобков, привели к использованию желобчатых валов без резиновой облицовки. На таких валах желобки

нарезают или непосредственно на стальной рубашке вала, или получают в результате наматывания на вал профилированной стальной ленты. В последнем случае в процессе намотки под сильным натяжением витки ленты, сцепляясь, плотно прилегают друг к другу, образуя желобки. Отсутствие опасности «схлопывания» желобков в зоне деформации позволяет нарезать более узкие (до 0,5 мм) и глубокие желобки. Наличие фасок на краях желобков позволяет уменьшить износ сукна. Однако при использовании таких валов при прочих равных условиях уменьшается ширина зоны прессования, возрастают среднее и максимальное давления, предъявляются более жесткие требования к бомбировке, снижается срок службы прессовых сукон. Обычно стальные желобчатые валы используют в последних позициях прессовой части, где бумажное полотно имеет достаточно высокую сухость, что предотвращает его раздавливание при высоких давлениях.

Обрезиненные желобчатые валы часто используют при модернизации обычных прямых прессов на тихоходных бумагоделательных машинах (до 250 м/мин). Замена гладкого вала обычного первого пресса желобчатым часто позволяет повысить сухость бумажного полотна после пресса на 2 – 4 %. На картоноделательных машинах желобчатые прессы применяются как в качестве предварительных, так и в качестве основных прессов. На некоторых машинах в предварительных прессах используют желобчатые валы, снабженные кольцевыми и продольными (вдоль образующей вала) желобками.

Для правильной работы желобчатого вала важно обеспечить правильную заправку прессового сукна и бумажного полотна в зону прессования. На рис.2.5.22 показаны два варианта желобчатого пресса. В обоих случаях сукно и полотно соединяются на верхнем валу пресса для исключения образования воздушных пузырей между сукном и бумагой.

Вариант (а) является более благоприятным, чем вариант (б), который применяется при выработке тяжелых видов бумаги и картона, когда существует опасность обрыва полотна при его подъеме с сукна. На выходе из пресса для уменьшения обратного впитывания желателно направлять сукно перпендикулярно линии центров прессовых валов или ниже перпендикуляра.

Основными преимуществами желобчатых прессов по сравнению с отсасывающими являются:

- низкая стоимость изготовления и эксплуатации по сравнению с отсасывающими валами;
- более высокая сухость бумажного полотна после пресса;
- возможность работы при более высоких давлениях без опасности раздавливания и теневой маркировки бумажного полотна;

- возможность использования желобков на валах с регулируемым прогибом, что обеспечивает более равномерный профиль влажности по ширине машины;
- меньшая энергоемкость из-за отсутствия вакуум-насосов.

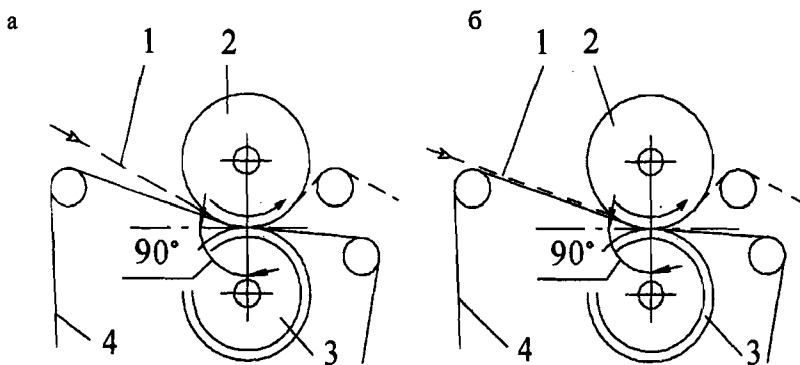


Рис.2.5.22. Заправка бумажного полотна в желобчатый пресс: 1 – бумажное полотно; 2 – верхний вал; 3 – желобчатый вал; 4 прессовое сукно

Пресс с глухосверленными валом. Известно, что величина вакуума в камере отсасывающего вала только при низких скоростях машины оказывает некоторое влияние на сухость бумажного полотна после прессы. При более высоких скоростях вода практически не попадает в камеру. Поэтому логичным развитием отсасывающих валов явились глухосверленными вала, или как их еще называют валы с глухими отверстиями. Такие валы первоначально использовались как прижимные валы к лощильным цилиндрам самосъемных бумагоделательных машин.

Вал с глухими отверстиями представляет собой стальную рубашку, покрытую резиновой или полиуретановой облицовкой с рассверленными в ней глухими отверстиями. Диаметр отверстий варьируется от 2,3 до 4, 0 мм. Глубина отверстий 10 – 13 мм. Общая площадь сечений отверстий может достигать 30 % против 17 % площади живого сечения желобчатого вала. Это объясняется тем, что при одинаковых условиях работы опасность «схлопывания» глухих отверстий значительно меньше опасности перекрытия желобков. При этом объем глухих отверстий, доступный для выжимаемой из сукна воды, значительно больше объема канавок желобчатого вала. Твердость покрытий валов с глухими отверстиями колеблется в широких пределах в зависимости от назначения вала. Для валов, работающих в последних прессах, при выработке легко обезвоживаемых

видов бумаги она может быть 7 – 10 ед. ПДж. При выработке трудно обезвоживаемых видов бумаги, когда определяющим фактором является продолжительность прессования, твердость покрытий может быть повышена до 40 – 42 ед. ПДж без опасности «захлопывания» отверстий. Большая глубина отверстий по сравнению с глубиной канавок желобчатого вала позволяет перешлифовывать эти валы большее число раз нежели желобчатые валы. Применение более мягких покрытий уменьшает среднее давление в зоне прессования. Это также обеспечивает меньшее истирающее действие кромок отверстий по сравнению с кромками канавок желобчатого вала, что позволяет значительно увеличить срок службы прессовых сукон в прессах с глухосверленными валами (по сравнению с желобчатыми прессами в среднем на 30 %, а иногда и в 2 раза). Большая ширина зоны прессования позволяет значительно увеличить линейное давление в прессах такого типа (до 300 – 350 кН/м и более). В большинстве случаев отверстия способны самоочищаться. Это объясняется: большим диаметром отверстий по сравнению с шириной желобков; деформацией отверстий вследствие более мягкой облицовки; действием центробежной силы и давления сжатого в зоне прессования воздуха в отверстиях вала. Благодаря самоочищению отверстий улучшается профиль влажности полотна по ширине машины по сравнению с отсасывающими и желобчатыми прессами. Вал с более мягкой облицовкой менее чувствителен к неточностям бомбировки, что также положительно влияет на равномерность профиля влажности в поперечном направлении. При выходе из зоны прессования сукно может впитывать воду из отверстий вала. Поэтому желательно, чтобы выходящее из зоны сукно охватывало не нижний, а верхний вал пресса. При этом чаще всего возникает необходимость в отдельном приводе верхнего вала.

2.5.5.2. Прессы с удлиненной зоной прессования

В последнее время все большее внимание уделяется повышению эффективности работы прессовой части. Это объясняется как постоянным ростом стоимости энергии, так и все большим использованием в производстве бумаги и картона полуфабрикатов высокого выхода и макулатуры. При выработке большинства видов бумажной продукции единственным путем повышения сухости после пресса является увеличение продолжительности прессования. Первоначально для этой цели стали применять прессы с валами большого диаметра. В таких прессах благодаря применению валов с диаметром 1500 – 1800 мм, мягкому покрытию и наличию двух сукон ширина зоны прессования может достигать 100 мм (в прессах с валами обычных диаметров только 40 – 60 мм). Линейное давление составляет 250 – 350 кН/м. Как правило, в таких прессах оба вала

приводные, оба имеют резиновое или полиуретановое покрытие, с глухошерленными отверстиями и оснащены системами водяного охлаждения и отвода тепла. Компактная станина делает возможной быструю замену сукон и валов, обеспечивает короткий свободный ход бумажного полотна и сукна. Регулируемые сукноведущие и бумаговедущие валики обеспечивают быстрое отделение бумажного полотна от сукна на выходе их пресса. Недостатками таких прессов являются значительная масса валов, что требует дополнительных затрат на создание мощных устойчивых фундаментов, затрудняет транспортировку и смену валов. В то же время большой диаметр благоприятно сказывается на долговечности резиновых покрытий, так как число нагружений покрытия в единицу времени оказывается значительно меньше, чем для валов малого диаметра.

Поскольку ширина зоны прессования зависит и от сукна, то в таких прессах необходимо применять тяжелые многослойные сукна с малосжимаемой сетчатой основой. Для обеспечения равномерного профиля влажности по ширине машины один из валов должен быть с регулируемым прогибом.

Значительно более эффективными являются прессы с удлиненной зоной прессования башмачного типа. Одной из первых таких конструкций был пресс фирмы «Beloit» (США) (рис.2.5.23).

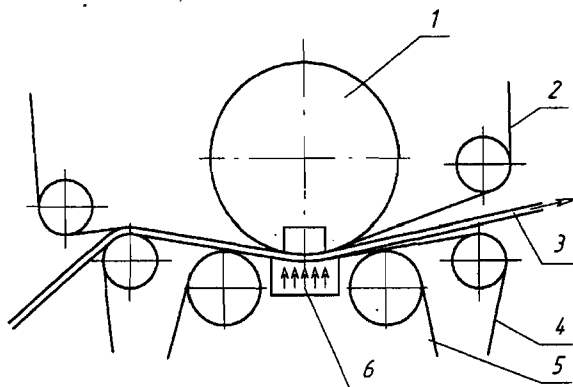


Рис.2.5.23. Схема башмачного прессы: 1 – верхний вал; 2 – верхнее пресовое сукно; 3 – бумажное полотно; 4 – нижнее сукно; 5 – синтетическая лента; 6 – башмак

Пресс состоит из верхнего приводного вала 1 с регулируемым прогибом и нижнего прижимаемого к верхнему валу опорного башмака 6 шириной 250 мм. Между валом и башмаком, поверхность которого обра-

ботана с соответствующей кривизной, движется бесконечная лента 5, представляющая собой синтетическую сетку, поры которой заполнены по методу напыления полиуретаном. Прессование осуществляется между двух сукон 2 и 4. Прижим башмака к верхнему валу осуществляется при помощи гидроцилиндров. Для снижения трения между башмаком и лентой подается смазочная жидкость. Специальная система смазки обеспечивает создание на поверхности ленты пленки масла толщиной 0,1 мм. При ширине башмака 250 мм среднее давление в зоне прессования достигает 4 МПа, а линейное 1000 кН / м. В дальнейшем неподвижный сердечник с башмаком и опорными элементами стали помещать в гибкую синтетическую оболочку, в результате вся конструкция внешне стала напоминать обычный прессовый вал (рис.2.5.24). Благодаря герметичному соединению эластичной рубашки с боковыми фланцами предотвращаются потери масла и загрязнение бумаги, сукон, валов и станины. Такие валы, как правило, работают в паре с валами с регулируемым прогибом.

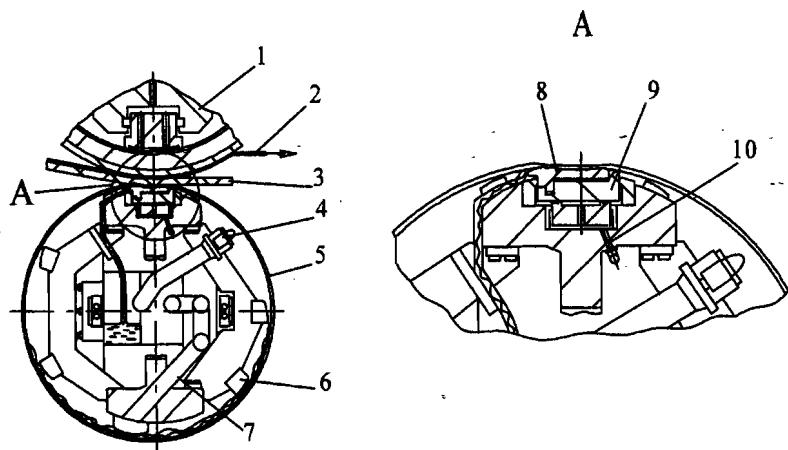


Рис. 2.5.24. Поперечное сечение вала башмачного типа с гибкой оболочкой: 1 – вал с регулируемым прогибом; 2 – сукно; 3 – бумажное полотно; 4 – распределитель масла; 5 – гибкая оболочка; 6 – направляющие планки рубашки; 7 – обратный слив; 8 – башмак; 9 – прижимной элемент 10 – подача масла под давлением

Различают следующие способы смазки поверхности башмака: гидродинамический, гидростатический и комбинированный (рис.2.5.25).

Гидростатический прижимной башмак способствует образованию масляной пленки большой толщины, что ведет к уменьшению трения и способ-

ствует выравниванию толщины бумажного полотна в поперечном направлении. Профиль давления по ширине зоны прессования получается состоящим из двух плоских участков, при этом давление после середины зоны прессования несколько выше, чем до середины. Это способствует предотвращению раздавливания бумажного полотна. Быстрый спад давления на выходе из зоны прессования уменьшает обратное впитывание. Такой способ смазки обеспечивает стабильность работы и при низких скоростях и исключает аварийный пуск. На прессе возможна установка башмаков различной длины.

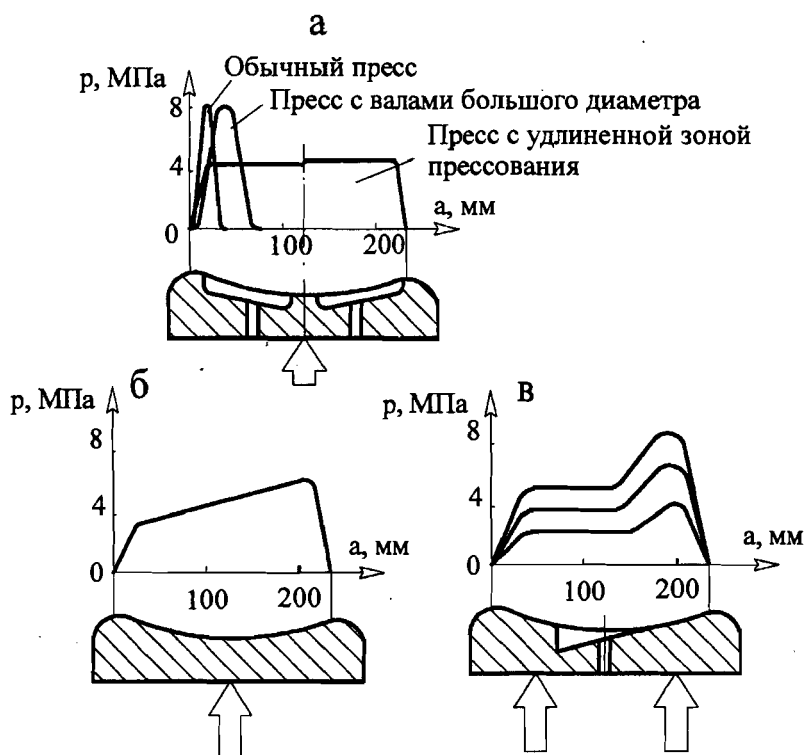


Рис.2.5.25. Распределение давления по ширине зоны прессования для прессов различного типа: а – пресс с гидростатической смазкой; б – пресс с гидродинамической смазкой; в – пресс с комбинированной смазкой

Длинные башмаки в сочетании с прессованием между двух сукон применяются при выработке трудно обезвоживаемых видов бумаги и картона, например, с высоким содержанием сульфатной целлюлозы или полуфабрикатов

высокого выхода. Более короткие башмаки применяют при выработке легко обезвоживаемых видов бумаги, а также бумаги с малой массой 1 м^2 и с высокой начальной сухостью.

При гидродинамическом способе смазки (рис.2.5.25 б) масло, удерживаемое на внутренней поверхности рубашки центробежными силами, затягивается в этот клиновидный зазор. При этом в масляном слое создается высокое давление, уравнивающее внешнюю нагрузку. Этот способ смазки обеспечивает относительно быстрое возрастание внешнего давления в начале зоны прессования, плавный ее рост в основной части зоны прессования и резкий спад на выходе из нее. Такое распределение внешнего давления является оптимальным для большинства видов бумаги и картона. Следует отметить, что этот способ смазки обеспечивает устойчивую работу пресса при относительно высоких скоростях, когда гарантированно возникает режим жидкостного трения.

При комбинированном способе смазки (рис.2.5.25 в) башмак имеет в центральной части карман, в который под давлением подается масло, т.е. используется гидростатический способ смазки. В то же время форма поверхности башмака делает возможным создание клиновидного зазора между башмаком и вращающейся рубашкой, т.е. использование гидродинамического способа смазки. Башмак прижимается к противоположному валу при помощи опорных элементов поршневого типа, расположенных в два ряда параллельно друг другу вдоль линии контакта. При этом каждый ряд опорных элементов нагружается независимо друг от друга. Изменяя отношение нагрузки между рядами, можно менять профиль давления по ширине зоны прессования. Наличие двух позиций для ввода масла (на входе в зону прессования и в ее центре) уменьшает износ рубашки и прессового сукна при попадании комочков массы в зону прессования. Большая глубина кармана (около 15 мм) существенно уменьшает сдвигающие силы в масляной пленке по сравнению с гидродинамическим способом (толщина пленки масла 0,1 – 0,15 мм) и снижает как потери на трение, так и тепловыделение. В результате снижения потерь на трение данный вал приводится в движение от вращающегося парного вала и не требует отдельного привода. Возможность изменения распределения давления по ширине зоны прессования делает возможным оптимизировать процесс прессования при выработке разных видов продукции.

2.5.6. Передача бумажного полотна из сеточной части в прессовую часть

При работе БДМ самые большие затруднения возникают при переносе бумаги с отсасывающего гауч-вала на первый пресс. Это обусловлено высокой влажностью бумаги (сухость 18 – 20 %) и, следовательно,

низкой прочностью, что не позволяет ей выдерживать возникающие растягивающие напряжения при переносе. Таким образом, для безобрывной проводки бумаги решающее значение имеет ее влагопрочность. Это особенно важно для высокоскоростных машин, вырабатывающих легкие виды бумаги.

При низких скоростях машины передача бумажного полотна в прессовую часть осуществляется следующим образом. Полоска бумаги шириной 50 – 150 мм отсекается от бумажного полотна водяным спрыском и либо вручную перебрасывается на сукно 1-го пресса, либо сдувается с отсасывающего гауч-вала на сукно первого пресса при помощи трубки, помещенной внутри вала с лицевой стороны машины. Давление сжатого воздуха в трубке 0,4 – 0,6 МПа. Во время заправки бумажное полотно за исключением заправочной полоски сбивается с сетки спрысками, расположенными внутри нижней ветви сетки, и направляется в бассейн под гаучем. При нормальной заправке перемещением водяного спрыска к приводной стороне машины увеличивают ширину заправочной полоски до полной ширины бумажного полотна. Такой способ переноса бумажного полотна называют свободным переносом. Недостатком этого способа является возникновение в бумажном полотне значительных растягивающих усилий, вызванных действием сил адгезии бумаги к сетке и центробежными силами. Изгиб также вызывает дополнительное растяжение сеточной стороны бумажного полотна. Чрезмерное удлинение бумажного полотна ведет к необратимым изменениям его структуры, к снижению прочности и увеличению неравнопрочности в машинном и в поперечном направлениях. Натяжение бумажного полотна, необходимое для преодоления сил сцепления с сеткой, достигается увеличением скорости первого пресса по сравнению со скоростью сетки. Величина натяжения, обеспечивающая отрыв полотна от сетки, зависит от угла съема, от вида бумаги, от вакуума в отсасывающем вале гауча, от сухости бумажного полотна и т.д. и определяется по формуле

$$P = \frac{A}{1 - \cos \varphi} + mv^2, \tag{2.5.6}$$

где A – удельная работа, необходимая для преодоления сил сцепления бумажного полотна с сеткой, Дж / м²; φ – угол съема (угол между направлением бумажного полотна и касательной к гауч-валу в месте съема); m – масса влажного бумажного полотна, кг / м²; v – скорость бумажного полотна, м / с.

Из условий расположения отсасывающего гауч-вала и валов первого пресса угол съема обычно составляет 30 - 60° (рис.2.5.26). Такая схема переноса полотна с сетки применяется на тихоходных машинах, работающих со скоростями не более 200 м/мин. Увеличить угол съема, а значит, уменьшить требуемое натяжение полотна, можно применив съем полотна по ка-

сательной к сетке (рис.2.5.27). Этот способ может использоваться при скоростях до 350 – 400 м/мин.

При таком съеме между сеткой и сукном устанавливают направляющий валик, имеющий индивидуальный привод. С помощью механизма перемещением валика он устанавливается так, чтобы бумажное полотно сходило с гауч-вала по касательной.

Если сеточная часть имеет сеткоповоротный вал, то перенос полотна с наклонного участка сетки может быть осуществлен в период заправки при помощи пневматического сопла (рис.2.5.28). Такой способ может использоваться при выработке видов бумаги и картона с массой более 100 г/м² при скоростях до 500 м/мин.

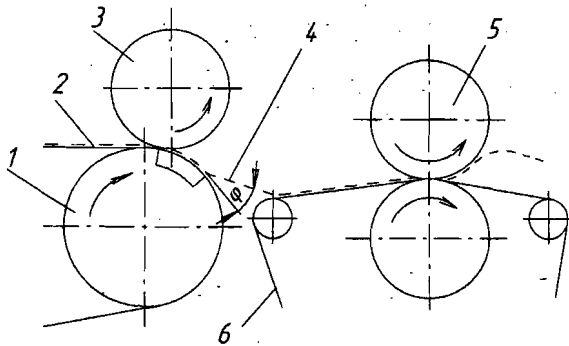


Рис.2.5.26. Обычный способ передачи бумажного полотна в прессовую часть: 1 – гауч-вал; 2 – сетка; 3 – прижимной валик; 4 – бумажное полотно; 5 – первый пресс; 6 – прессовое сукно

Более надежными являются способы поддерживаемого переноса бумажного полотна. На рис.2.5.27 показано такое устройство переноса с помощью пересасывающего вала, когда сетка огибает не только гауч, но и сеткоповоротный вал. Пересасывающий вал расположен между отсасывающим гауч-валом и сеткоповоротным валом. Такое устройство пригодно и для машин с высокими скоростями. Полотно частично обезвоживается на отсасывающем гауч-вале, который отсасывает воду, не повреждая полотна. Полотно снимается мокрым сукном пересасывающего вала, расположенного на свободном участке сетки, по всей ширине машины.

Чаще применяется пересасывающий вал, имеющий две вакуумные камеры. За счет разрежения в первой камере, ширина которой составляет 70 – 90 мм, а вакуум в ней 0,06 – 0,07 МПа, бумажное полотно снимается с сетки. Вторая камера, ширина которой 140 – 150 мм, а вакуум в ней 0,04 – 0,05 МПа, нужна для удержания бумажного полотна на пересасывающем сукне (сукне «пикап»).

Для нормальной работы пересасывающего устройства необходимо обеспечить эффективную очистку передаточного сукна, кроме того, необходимо устранить разбрызгивание водных капель из отверстий пересасывающего вала под действием центробежных сил.

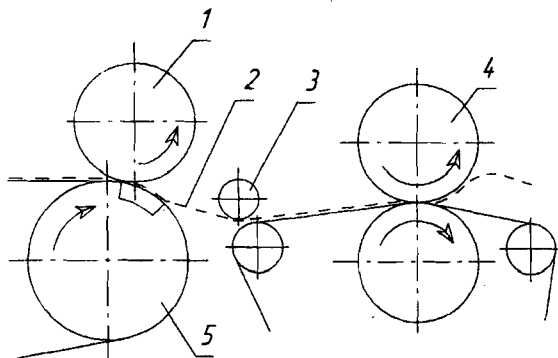


Рис.2.5.27. Съем бумажного полотна с гауча по касательной: 1 – прижимной валик; 2 – бумажное полотно; 3 – бумаговедущий валик; 4 – первый пресс; 5 – гауч-вал

Под действием вакуума в пересасывающем вале с поверхности бумажного полотна отделяются мелкие волокна, забивающие сукно. Вакуум можно уменьшить, не ослабляя прилипания бумажного полотна к передаточному сукну, но при этом возникает сильное разбрызгивание воды, поступившей из сукна в отверстия отсасывающего вала. Под действием центробежной силы вода попадает на верхнюю поверхность сукна, просачивается сквозь него и бумажное полотно, повреждая структуру бумаги. Для предотвращения попадания водных брызг на передаточное сукно в месте соприкосновения пересасывающего вала и передаточного сукна устанавливают водосборник.

В современных прессовых частях с многовальными прессами в передаточном прессе нет необходимости, так как чаще всего в 1-м захвате прессование происходит между двух сукон: пересасывающим и нижним сукном 1-го пресса. Отрицательным фактором здесь является то, что бумажное полотно на участке от пересасывающего вала до первой зоны прессования движется под пересасывающим сукном и удерживается на нем капиллярными силами. Это ограничивает массу бумажного полотна, а также предъявляет особые требования к состоянию поверхности и влажности сукна. При использовании шерстяных сукон, у которых размер пор на поверхности и внутри сукна был одинаков, для переноса бумажного полотна требовалась относительно высокая влажность сукна. Из-за

этого давление в первом захвате было ограничено (обычно не более 25 – 30 кН/м) ввиду опасности раздавливания бумажного полотна.

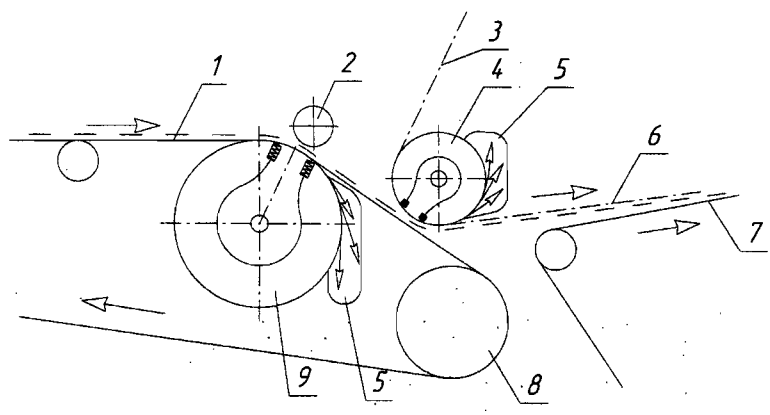


Рис.2.5.28. Вакуумное пересасывающее устройство с сеткоповоротным валом: 1 – сетка; 2 – прижимной вал гауча; 3 – верхнее сукно; 4 – пересасывающий вал; 5 – камеры отвода водяных брызг; 6 – верхнее сукно с бумагой; 7 – нижнее сукно; 8 – сеткоповоротный вал; 9 – отсасывающий вал гауча

Использовать более сухие сукна, а, значит, и повысить давление в первом захвате (до 80 – 90 кН/м) позволило универсальное устройство передачи полотна, известное как юни-пресс. В таком прессе бумажное полотно удерживается не капиллярными силами, а вакуумом в широкой отсасывающей камере пересасывающего вала (рис.2.5.29). Вакуум в пересасывающей камере 6 – 7 кПа, в камере отсасывающего вала прессы 15 – 55 кПа.

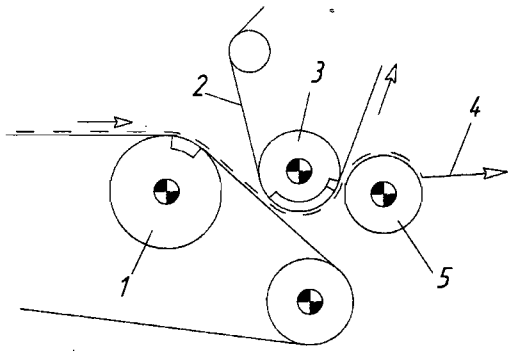


Рис.2.5.29. Универсальный пресс: 1 – гауч-вал; 2 – прессовое сукно; 3 – отсасывающий вал; 4 – бумажное полотно; 5 – гранитный вал

При массе полотна более 300 г/м^2 даже при использовании устройства пикап сначала в прессовую часть передается заправочная полоска. Для ее съема с сетки применяется воздушный спрыск, оформленный в виде трубки со щелью для воздуха. Поток воздуха из щели поднимает полотно с сетки и направляет его на пересасывающий вал. Если прессовая часть состоит из отдельно стоящих прессов, то передача полотна из преса в пресс осуществляется также путем передачи заправочной полоски, снимаемой с сукна вручную при помощи воздушного спрыска или автоматически с помощью заправочного шабера. При автоматической передаче заправочный шабер на 2 – 3 мм вдавливаются в прессовое сукно, после чего заправочная полоска воздушным спрыском, расположенным под сукном, приподнимает полотно (рис.2.5.30). Воздух, подаваемый через отверстия в верхней части шабера, направляет полотно в следующий пресс.

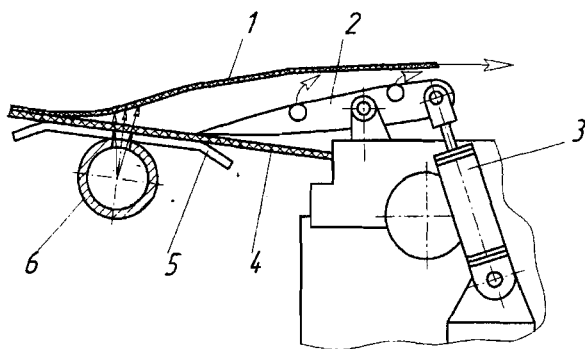


Рис.2.5.30. Воздушный шабер для заправки бумаги: 1 – бумажное полотно; 2 – шабер с отверстиями для сжатого воздуха; 3 – привод шабера; 4 – прессовое сукно; 5 – направляющая пластина; 6 – воздушное сопло

2.5.7. Бомбировка прессовых валов. Валы с регулируемым прогибом

Под действием собственного веса и усилий прижима прессовые валы прогибаются. При неодинаковом прогибе валов пресса наблюдается неравномерное распределение давления по длине зоны контакта, что ведет к неравномерной влажности полотна по ширине машины после преса. Для выравнивания профиля давления по длине вала применяется бомбировка валов, т.е. увеличение диаметра вала от его концов к середине (рис.2.5.31). Изменение диаметра вала по его длине или, как говорят, кривая бомбировки вала, обеспечивающая равномерный профиль давления,

зависит от длины вала, его диаметра, жесткости, веса, усилий прижима и ряда других факторов. Расчет бомбировки вала производится только для конкретного усилия прижима. Поэтому при необходимости изменения давления в зоне прессования необходимо изменение бомбировки.

Величиной бомбировки K называют разность диаметров вала посередине D_0 и по его концам D_1 . Величина бомбировки в любом сечении вала K_x равна разности диаметров вала в среднем сечении D_0 и в рассматриваемом сечении D_x

$$K_x = D_0 - D_x. \tag{2.5.7}$$

Окружная скорость бомбированного вала в середине будет выше, чем по краям. В результате сукно движется в середине быстрее. При идеальной бомбировке прессовых валов ширина зоны прессования по всей длине вала должна изменяться в пределах $\pm 5\%$ от среднего значения. Контроль равномерности распределения внешней нагрузки по рабочей длине вала осуществляется при помощи измерения ширины зоны прессования по длине вала. Эти измерения необходимо выполнять после каждой смены валов. Для этого между валами укладывают два листа чистой бумаги с полоской копировальной бумаги между ними. Вместо копировальной бумаги можно использовать также тисненую алюминиевую фольгу. После приложения необходимой нагрузки к валам в течение $7 - 10$ с, валы разъединяются, и бумага снимается с вала. Полученный на бумаге отпечаток позволяет измерить ширину зоны прессования и оценить потребность в бомбировке валов. Если ширина отпечатка на лицевой и приводной сторонах разная, необходимо отрегулировать усилия прижима для достижения одинаковых результатов. После снятия отпечатка необходимо измерить его ширину в середине вала и по краям. Если бомбировка недостаточна, ширина зоны в средней части вала меньше, чем по краям; в случае чрезмерной бомбировки – наоборот. Величина необходимой бомбировки определяется на стадии проектирования пресса. Однако из-за сложности ее теоретического расчета возможны значительные ошибки. Полученные описанным образом отпечатки позволяют скорректировать бомбировку. Для этого при одинаковой ширине зоны прессования на лицевой и приводной стороне используют формулу

$$\Delta K = \frac{a_K^2 - a_C^2}{D}, \tag{2.5.8}$$

где ΔK – требуемая коррекция бомбировки; a_K – ширина зоны прессования по краям; a_C – ширина зоны прессования посередине вала; D – приведенный диаметр валов.

Приведенный диаметр валов определяется по формуле

$$D = \frac{2 \cdot D_1 \cdot D_2}{D_1 + D_2}, \tag{2.5.9}$$

где D_1 и D_2 - диаметры валов пресса.

Качественную оценку правильности бомбировки можно получить и по профилограммам влажности сукна. Например, при недостаточной бомбировке влажность сукна в средней части будет выше, чем по краям.

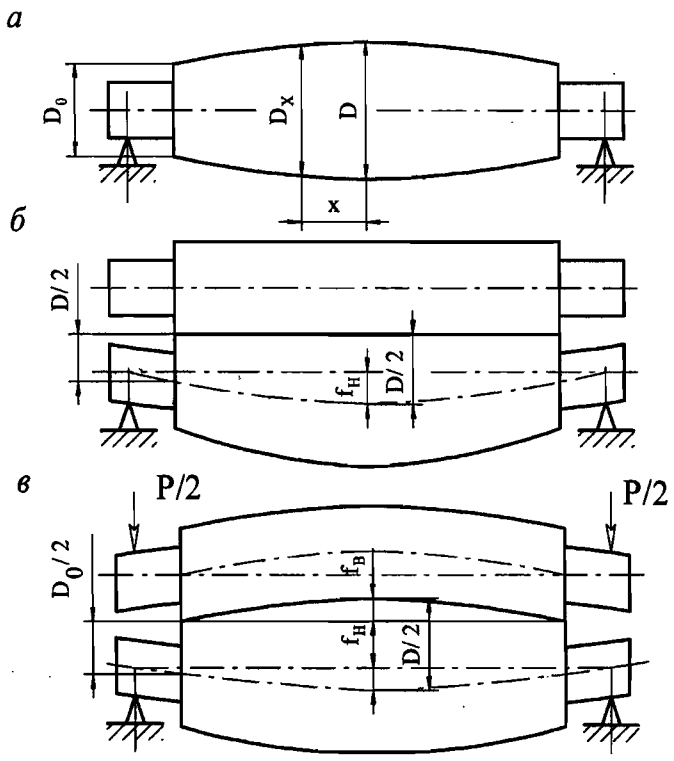


Рис.2.5.31. Бомбировка валов: а – бомбировка вала; б – бомбировка нижнего вала; в – бомбировка обоих валов

При неравномерной ширине зоны прессования по длине вала в тех местах, где она больше, больше и деформация покрытия вала, а, следовательно, и его температура. Разрушение проявляется в виде возникновения мелких трещин, в которых скапливается влага, мелкое волокно и наполнитель, что ведет к размягчению покрытия и росту трещин. Если свое-

временно не подвергнуть вал перешлифовке, возможно разрушение покрытия.

На практике общую бомбировку, необходимую обоим валам – верхнему и нижнему, распределяют следующим образом: 30 – 40 % делают на твердом валу и 60 – 70 % на обрешиненном. Края отсасывающих прессовых валов и прижимных валов янки-цилиндров следует сошлифовывать на конус, чтобы исключить соприкосновение валов за пределами их рабочей ширины, т.е. ширины бумажного полотна. Бомбированные валы способны обеспечить равномерное распределение давления по ширине машины только при одном определенном значении усилия прижима.

В то же время потребность в изменении линейного давления возникает довольно часто, например, при переходе на выработку другого вида продукции. Обеспечить равномерное распределение давления в этом случае можно, применяя валы с регулируемым прогибом, или, как их еще называют, плавающие валы.

Плавающий вал – это вал, который не требует бомбировки для обеспечения равномерного профиля давления по ширине машины. Одной из первых конструкций валов с регулируемым прогибом был вал Кюстерс (рис.2.5.32).

Вращающаяся рубашка вала опирается через роликовые самоустанавливающиеся подшипники на неподвижный сердечник. Кольцевое пространство между рубашкой и сердечником разделено при помощи продольных уплотнительных планок на две камеры. В камеру, обращенную к смежному валу (напорную камеру), подается под давлением масло. Неподвижный сердечник изготавливается из ковanej стали. С лицевой стороны вала он установлен в сферическую опору, а с приводной стороны - в трехкольцевой подшипник. Такая установка обеспечивает возможность угловых смещений сердечника при его изгибе под действием давления масла.

Корпус вала изготовлен из серого чугуна и облицован нержавеющей сталью толщиной 12,7 мм или имеет неметаллическое покрытие. Вращение рубашке вала передается от приводной цапфы через среднее кольцо подшипника и зубчатую муфту. При работе в напорную камеру подается масло под давлением, которое обеспечивает равенство внешних и внутренних сил, действующих на рубашку. В результате этого рубашка вала выпрямляется, обеспечивая тем самым равномерное распределение давления по ширине машины. Под действием давления в напорной камере сердечник также прогибается – но в противоположную сторону.

При «беспрогибном» положении рубашки вала внешняя нагрузка на сердечник через подшипники не передается. Эта нагрузка полностью уравновешивается силами давления масла в напорной камере. Регулируя давление масла в напорной камере можно изменять прогиб рубашки вала.

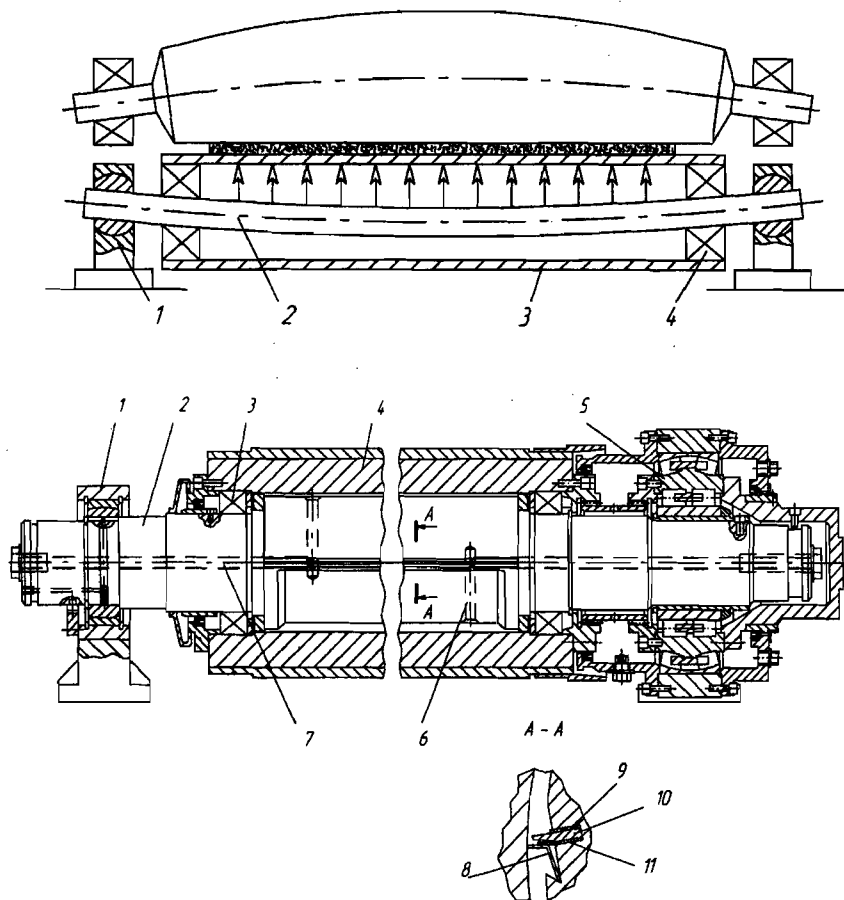


Рис.2.5.32. Регулирование распределения давления с помощью вала Кюстера: а – схема прессы с валом Кюстерс: 1 – опора сердечника; 2 – сердечник; 3 – рубашка; 4 – подшипник рубашки; б – вал Кюстера: 1 – опора сердечника; 2 – сердечник; 3 – подшипник рубашки; 4 – рубашка вала; 5 – трехкольцевой подшипник; 6 – канал для отвода масла из нерабочей камеры; 7 – канал для подвода масла в напорную камеру; 8 – уплотнительная планка; 9 – уплотнительная лента; 10 – опорная планка; 11 – пружинная лента

При превышении давления, соответствующего «беспрогибному» положению, рубашка получит выпуклость в направлении смежного вала, при меньшем давлении рубашка прогнется в противоположную сторону.

Регулируя температуру подаваемого в напорную камеру масла, можно управлять и температурой рубашки вала.

Недостатками вала Кюстерс являются:

- сложность определения и обеспечения оптимального давления масла для обеспечения равномерного профиля давления;
- необходимость изменения давления масла при смене выпускаемой продукции;
- сложный и дорогой трехкольцевой подшипник.

Другая известная конструкция – это вал Нипко. Вал Нипко состоит из стационарной рамы, подвижных гидростатических элементов и рубашки (рис.2.5.33). Усилия прижима передаются через гидростатические опорные элементы - плунжеры на рубашку вала. Между опорными элементами и вращающейся рубашкой вала образуется гидростатическая масляная пленка. На верхней поверхности опорных элементов имеются карманы, которые соединены с внутренней полостью гнезда капиллярными каналами. При этом общая площадь карманов больше площади нижней части поршня. При работе на нижнюю часть поршня действует результирующая сила давления масла в гнезде. Эта сила стремится переместить поршень по направлению к рубашке. При постоянной величине давления масла сила не зависит от величины зазора между верхней поверхностью поршня и рубашкой.

При неподвижном вале зазор между поршнями и рубашкой отсутствует. После подачи масла в связи с тем, что площадь карманов больше площади нижней части поршня под действием силы K_1 , превосходящей силу K_0 , поршень перемещается вниз, и между поршнем и рубашкой образуется зазор. Величина зазора определяется условием равенства сил K_0 и K_1 . При большой величине зазора увеличивается скорость масла, протекающего через капилляры опорного элемента, а, значит, возрастают потери напора. В результате сила K_1 становится меньше силы K_0 и зазор уменьшается до тех пор, пока не установится равновесие (рис.2.5.34). Величина зазора зависит от размеров опорного элемента и диаметров капиллярных каналов.

Опорные элементы объединены в группы, в каждую из которых масло подается индивидуально. Корректирующее действие вала Нипко состоит в том, что давление масла может регулироваться по зонам. Таким образом, участок полотна может более или менее сильно прессоваться и в результате можно регулировать профиль влажности по ширине машины. Вал Нипко является самонагружающимся, т.е. ему не нужен прижимной рычаг, что значительно упрощает конструкцию прижимной системы. Для автоматической корректировки профиля влажности вал Нипко, пульт управления и датчики измерения влажности соединяются системой кон-

троля процесса. По результатам измерений влажности распределение линейного давления регулируется по отдельным зонам вала Нипко.

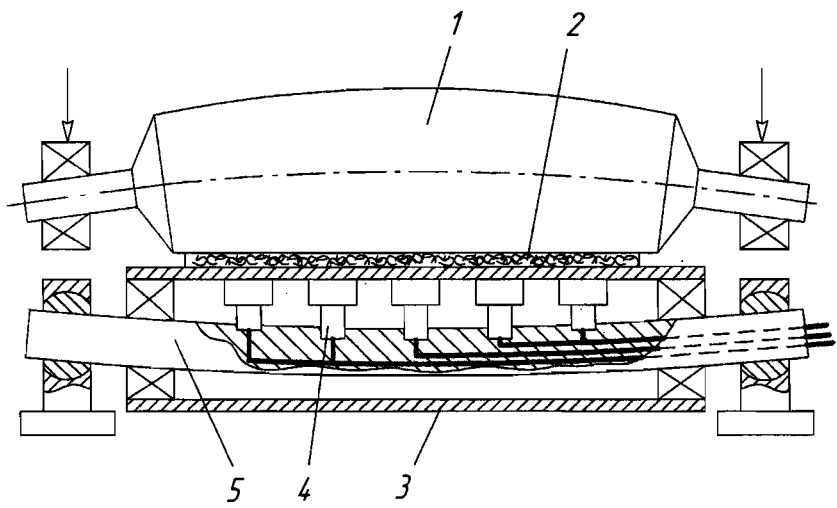


Рис.2.5.33. Схема прессы с валом Нипко: 1 – верхний вал прессы; 2 – бумажное полотно; 3 – рубашка вала Нипко; 4 – поршневой поддерживающий элемент; 5 - сердечник

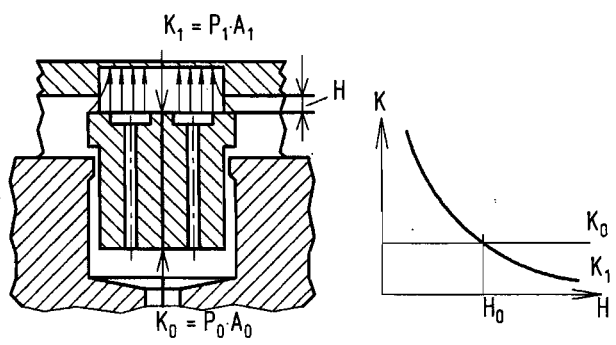


Рис.2.5.34. Силы, действующие на поршневой элемент вала Нипко: K_0 – сила давления масла со стороны сердечника; K_1 – сила давления масла со стороны рубашки

2.5.8. Покрытия прессовых валов

К облицовке прессовых валов предъявляются следующие требования:

- упругость и выносливость;
- минимальное накопление тепла;
- термостабильность;
- сопротивление абразивному износу;
- сопротивление воздействию минеральных масел и растворителей;
- обеспечение легкого удаления бумаги с поверхности облицовки.

Для облицовки прессовых валов применяются резины из натурального и синтетического каучука, а также различные полимерные материалы. Выбор покрытия для различных валов определяется их функциональным назначением, а в некоторых случаях и композицией бумажной массы. Так, например, в древесной массе содержится большое количество смолы, которая отрицательно влияет на мягкое покрытие, придавая ему липкость. Поэтому твердость валов прессов БДМ, вырабатывающей бумагу из композиции с повышенным содержанием древесной массы, должна быть более высокой. От правильного выбора покрытия зависят такие параметры, как ширина зоны прессования, распределение давления по ширине зоны прессования, долговечность сукна и т.д.

В качестве основного показателя резиновых и резиноподобных покрытий используется твердость. Для оценки твердости резиновых покрытий наиболее часто применяется прибор Пуссей-Джонса. Твердость измеряют в пунктах. Глубина вдавливания в облицовку стального шарика диаметром 0,125 дюйма (3,2 мм) под действием усилия 9,8 Н в течение 1 мин, равная 0,01 мм соответствует одному пункту твердости по Пуссей-Джонсу. Измерения твердости необходимо проводить при температуре $21 \pm 3^\circ\text{C}$, так как с повышением температуры резина становится мягче. В отечественной промышленности для измерения твердости применяется прибор ТШМ, в котором в покрытие вдавливается шарик диаметром 5 мм. Показатель твердости по Пуссей-Джонсу примерно в 1,25 раза больше показателя по прибору ТШМ. В последнее время для оценки твердости облицовки используют также метод Шора, по которому в покрытие вдавливается индентор в форме усеченного конуса. Твердость оценивается по шкале 0 – 100. Материал с твердостью 100 является настолько твердым, что индентор в него практически не проникает. Данные для пересчета показателей твердости приведены в табл.2.5.2.

Резина не является абсолютно упругим материалом. Поэтому в процессе циклического деформирования происходит тепловыделение и нагрев резинового покрытия. При нагреве твердость резины уменьшается, что ведет к увеличению ширины зоны прессования и уменьшению среднего давления в зоне.

Таблица 2.5.2

Связь показателей твердости облицовки прессовых валов

Показатель твердости, ед. по ТШМ	2	4	6	10	14	18	22	28	36	39	42	45
Показатель твердости, пункты Пуссей-Джонса	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60
Показатель твердости, ед. по Шору А	103	98	96	94	92	91	86	83	81	79	77	74

Установлено, что с увеличением толщины покрытия увеличивается и тепловыделение. Например, при диаметре вала 300 мм, твердости покрытия 30 пунктов по ПДж, линейном давлении 80 кН/м и скорости 500 м/мин получены следующие результаты. При толщине облицовки 10 – 20 мм температура за первые 10 мин работы повысилась до 60 °С и в дальнейшем практически не изменялась; при толщине 25 мм температура за первые 15 мин достигла 90 °С, а затем понизилась до 70 °С; при толщине 30 мм температура за первые 25 мин повысилась до 145°С. Поэтому на скоростных машинах применяют валы с толщиной резинового покрытия не более 20 – 25 мм.

На температуру покрытия влияет также диаметр вала. При меньшем диаметре вала при прочих равных условиях покрытие испытывает большее число нагружений в единицу времени и, кроме того, в нем возникают большие напряжения. Поэтому температура покрытия вала меньшего диаметра при прочих равных условиях будет выше. Ширина зоны прессования, а, следовательно, и продолжительность прессования увеличиваются с увеличением линейного давления и снижением твердости покрытия. При этом увеличивается и деформация покрытия, что ведет к более интенсивному тепловыделению. Повышение температуры покрытия ведет к снижению его твердости, а, значит, к дальнейшему увеличению температуры и деформаций. В результате покрытие может разрушиться. При правильном выборе материала и толщины покрытия в течение первых 1 – 4 часов работы происходит стабилизация температуры покрытия и его твердости. Для большинства материалов нормальная рабочая температура не должна превышать 70°С. При температуре 70 – 90°С возрастает опасность отслаивания облицовки от рубашки вала, а при температуре 110 – 150°С отслаивание резины происходит очень быстро. Покрытие отсасывающего вала нагревается меньше, чем аналогичные покрытия гладкого, желобчатого или глухошерленного валов, так как водо-воздушная смесь, поступающая в отверстия или в желобки, охлаждает покрытие.

В настоящее время широко применяются покрытия из полиуретана. По сравнению с резиновыми покрытиями полиуретановые имеют более высокие прочность и сопротивление абразивному износу, меньший коэффициент трения скольжения. Все полиуретаны устойчивы к действию слабых кислот и щелочей, минеральных и растительных масел, смазок, керосина, бензина и т.д. Один из способов получения полиуретанового покрытия состоит в нанесении на рубашку армированного слоя специальной синтетической смолы, которая при затвердевании сжимается и прочно соединяется с рубашкой. После обработки нанесенного слоя на него наносится полиуретановый слой, и оба слоя образуют прочное соединение друг с другом. Такое покрытие обладает хорошим сцеплением с металлом и практически исключает коррозию металлической рубашки вала.

Физико-механические свойства полиуретанов зависят от твердости (табл.2.5.3). Высокая износостойкость полиуретановых покрытий обеспечивает равномерность бомбировки, исключает необходимость частой перешлифовки. В отличие от резиновых покрытий изменение ширины зоны прессования при повышении температуры у полиуретановых покрытий незначительно. Благодаря высокой упругости полиуретанов уменьшается опасность повреждения покрытия при случайном попадании инородных тел в зазор. При использовании валов с полиуретановыми покрытиями снижаются вибрации прессовых валов, что уменьшает повреждение поверхности покрытия, износ подшипников и повреждение прессовых сукон.

Высокая износостойкость полиуретановых покрытий обеспечивает равномерность бомбировки, исключает необходимость частой перешлифовки. В отличие от резиновых покрытий изменение ширины зоны прессования при повышении температуры у полиуретановых покрытий незначительно. Благодаря высокой упругости полиуретанов уменьшается опасность повреждения покрытия при случайном попадании инородных тел в зазор. При использовании валов с полиуретановыми покрытиями снижаются вибрации прессовых валов, что уменьшает повреждение поверхности покрытия, износ подшипников и повреждение прессовых сукон.

Наибольшее распространение полиуретановые покрытия получили в отсасывающих, желобчатых и глухосверленных прессовых валах. Применение полиуретана при производстве желобчатых валов уменьшает деформацию желобков, позволяет увеличить их количество и, следовательно, повысить обезвоживание и уменьшить маркировку. При изготовлении отсасывающих валов и валов с глухими отверстиями полиуретан позволяет уменьшить маркировку, появляется возможность сделать желобки в облицовке и увеличить обезвоживание, повышается предельная линейная нагрузка в захвате. Низкая адгезия бумаги к полиуретану снижает забивание отверстий и желобков валов. Полиуретановое покрытие гладких

прессовых валов позволяет уменьшить прилипание бумаги и ее загрязнение, увеличить однородность линейной нагрузки в захвате. Недостатком полиуретана является способность поглощать воду. В результате после определенного срока эксплуатации покрытие содержит такое количество воды, что при прохождении через прессовый захват давление воды в покрытии резко возрастает, что ведет к возникновению высоких напряжений между рубашкой вала и покрытием. В результате возможно отслаивание покрытия от рубашки вала.

Таблица 2.5.3

Физические свойства полиуретанов при различной твердости

Свойства покрытия	Твердость по Пуссей-Джонсу, пункты		
	20 – 26	12 – 16	5 – 8
Напряжение при удлинении образца на 100 %, МПа	7	13	25
Предел прочности при разрыве, МПа	32	40	45
Удлинение при разрыве, %	420	400	300
Работа деформации растяжения, %	60	50	48
Остаточная деформация при сжатии, %	20	25	28
Степень истирания по Акрону, %	0,23	0,18	0,10
Модуль Юнга, МПа	33 - 55	80 - 90	280 - 320

Как уже отмечалось, обрешиненные валы требуется периодически перешлифовывать. Обычно перешлифовку проводят через 6 – 9 месяцев работы, а при тяжелых режимах работы (отсасывающие валы, прижимные валы Янки-цилиндров) – через 2 – 4 месяца. При перешлифовке необходимо полностью удалять поврежденный слой. Если вал долгое время находится на хранении, то перед установкой на машину его необходимо подвергнуть чистовому шлифованию, так как поверхность резины при длительном хранении стареет и на ней образуются мелкие трещины. Если этот слой не удалить перед установкой вала на машину, в процессе работы произойдет быстрое превращение мелких трещин в крупные повреждения, для удаления которых потребуется сошлифовывать более глубокий слой облицовки, сокращая тем самым срок службы вала.

После ряда крупных аварий с гранитными валами, используемыми в прессах с подогревом бумажного полотна, начались интенсивные поиски материалов, близких по своим свойствам к граниту, но способных работать в условиях повышенных температур. Одним из таких материалов является материал «TOP ROCK», представляющий собой твердую синтетическую смолу со специальными наполнителями. Покрытия из этого материала имеют твердость 0 – 1 ПДж, обладают однородной поверхностью, характеризуются низкой адгезией к бумажному полотну, способны работать при температурах до 110 °С и при высоких линейных давлениях (до 350 кН / м), отличаются высокой износостойкостью и химической стойкостью. В ряде случаев прилипание бумаги к покрытию TOP ROCK оказывается меньшим, чем к поверхности гранитного вала. Это обусловлено, во-первых, сочетанием гидрофильных и гидрофобных участков поверхности покрытия, а, во-вторых, поверхностной пористостью покрытия. Другое известное покрытие - UNIROCK. Оно представляет собой материал на основе полиуретана с наполнителями в виде шпата и кварца. В последние годы отлично зарекомендовали себя покрытия, разработанные фирмой Scapa Kern, известные под маркой «Cera». Все типы покрытий семейства «Cera» наносятся плазменным напылением. При этом напыляемые частицы керамического или металлического порошка (проволоки) расплавляются и наносятся на поверхность вращающегося вала. Частицы, разогретые до температуры 2000 °С, очень быстро затвердевают на поверхности вала, так что сам вал нагревается лишь до температуры не более 70 °С. Низкую адгезию бумажного полотна к поверхности вала, а также стабильную работу шабера, очищающего поверхность вала, благодаря наличию полярных групп обеспечивает покрытие CeraLease на основе оксидной керамики. Это покрытие обладает более высокой поверхностной энергией, чем гранит. В результате обеспечивается быстрое и равномерное смачивание поверхности вала и легкость отделения бумажного полотна. По сравнению с покрытием CeraLease покрытие CeraLease S отличается наличием дополнительного антиадгезивного материала на основе фторсодержащего полимера, заполняющего микронеровности поверхности вала. Нанесение этого материала выполняется после шлифования покрытия и перед его окончательной обработкой. Результатом является уменьшение шероховатости поверхности вала, удлинение периодов между перешлифовками покрытия, улучшение процесса отделения бумажного полотна. Эти покрытия применяются для центральных прессовых валов многовалных прессов, а также для валов обычных двухвалных прессов. Твердометаллические износостойкие покрытия CeraVac и CeraVent рекомендуются для любых типов отсасывающих и желобчатых прессовых валов, эксплуатируемых без резинового или полиуретанового покрытия.

2.5.9. Прессовые сукна

На производительность бумагоделательной машины, себестоимость и качество вырабатываемой продукции существенное влияние оказывает правильный выбор одежды машины, в частности, прессовых сукон. Выбор того или иного сукна в основном определяется типом пресса и его местом в прессовой части, композицией бумажной массы, требованиями к готовой продукции. Для удовлетворения различным условиям работы фирмы-производители прессовых сукон постоянно совершенствуют их конструкции.

К прессовому сукну предъявляются следующие требования:

- высокая проницаемость, обеспечивающая низкое сопротивление течению воды в сукне;
- большой объем порового пространства, обеспечивающий способность сукна переносить значительное количество воды;
- низкая сжимаемость, обеспечивающая сохранение достаточной проницаемости и порового объема даже в середине зоны прессования;
- равномерность распределения давления, передаваемого на бумагу;
- стабильность в процессе работы и равномерность свойств по ширине сукна;
- обезвоживание и кондиционирование прессового сукна не должно вызывать затруднений;
- способность гасить вибрации, возникающие при работе пресса;
- высокая износостойкость и способность сопротивляться разрушающему действию химикатов и микроорганизмов;
- быстрая приработка (обкатка);
- легкость установки и замены.

Для правильного выбора сукна надо знать, как влияют конструктивные особенности сукон на эффективность обезвоживания и качество вырабатываемой продукции. Современные прессовые сукна, как правило, изготовлены полностью из синтетических волокон и состоят из двух основных компонентов: основы (сетчатого каркаса) и поверхностных слоев ватки, соединенных с основой иглопробивным способом (рис.2.5.35).

Иглопробивная машина имеет большое количество иголок с зазубринами, напоминающими по форме вязальные крючки. Иголочки совершают возвратно-поступательное движение, пронизывая основу и ватку, которые вместе движутся с небольшой скоростью. Прокалывая каждый квадратный сантиметр сукна до 300 и более раз, иголочки надежно соединяют ватку с основой сукна. Основа сукна может выполняться в виде одно-, двух- или трехслойной сетки, или состоять из двух сеток, соединенных иглопробивным способом (ламинантные сукна) (рис.2.5.36).

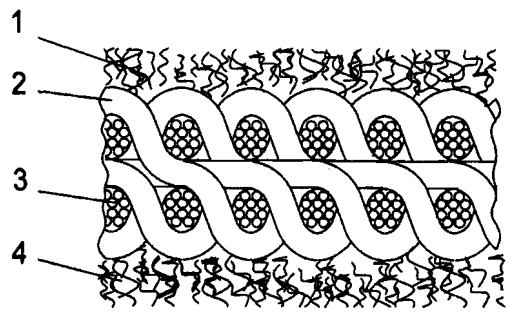


Рис.2.5.35. Поперечное сечение иглопробивного сукна: 1 – верхняя ватка; 2 – поперечные нити основы; 3 – продольные нити основы; 4 – нижняя ватка

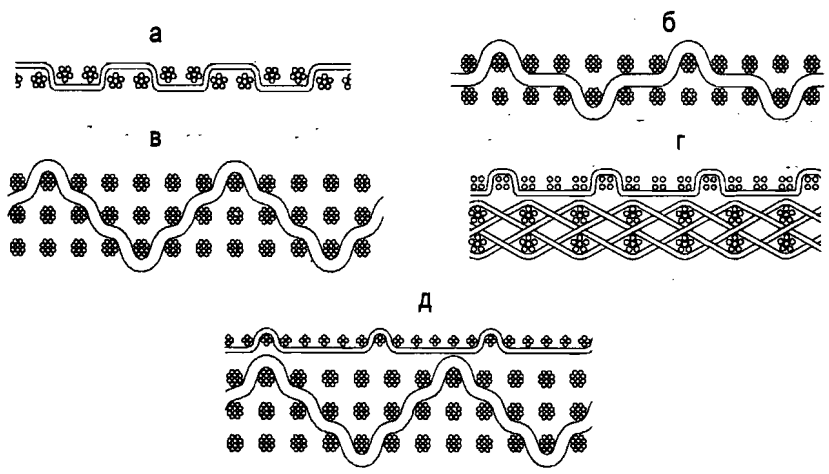


Рис.2.5.36. Различные типы основы сукна: а – однослойная; б – двухслойная; в – трехслойная; г,д – основы ламинатных сукон

Основными требованиями к основе сукна являются достаточная прочность в машинном направлении, низкая сжимаемость, обеспечивающая достаточный объем порового пространства в зоне прессования, высокая проницаемость в z-направлении и в перпендикулярном ему направлении, а также стабильность свойств в процессе работы. По типу основы сукна делят на сукна с тканой основой и сукна с сеточной основой. Первые получили название «ватка на ткани», вторые – «ватка на сетке». В

связи с меньшей сжимаемостью сеточной основы и более высокой стабильностью ее свойств сукна «ватка на сетке» получили большее распространение. Основа сукна обычно состоит из крученых монофиламентных нитей в поперечном направлении и крученых моно- или мультифиламентных нитей в продольном направлении. Однослойные сукна имеют меньший вес, большую гибкость, облегчающую их установку на машину, но сильнее маркируют бумагу. Поэтому их применяют при прессовании с контролируемым давлением и при отсутствии жестких требований к гладкости поверхности бумажного полотна. Двухслойные и трехслойные сукна имеют значительно больший объем порового пространства. Поэтому их применяют при прессовании тяжелых видов бумаги и картона, в первых прессах и при работе с высокими давлениями, т.е. тогда, когда при прессовании удаляется большое количество воды. Увеличение числа слоев также благоприятно влияет на способность сукна поглощать вибрации.

Назначение ватки - создание однородной, гладкой поверхности сукна, обеспечивающей равномерную передачу давления на бумажное полотно, незначительные маркировку бумаги и ее увлажнение сукном на выходе из пресса. У большинства сукон слой ватки располагается не только на стороне сукна, граничащей с бумажным полотном, но и на стороне, соприкасающейся с валом. Ватка сукна изготавливается из более тонких, чем основа, волокон. Она необходима для равномерной передачи давления на бумажное полотно, устранения маркировки от узлов переплетения волокон основы, а также желобков или отверстий на поверхности прессового вала. Кроме того, малые размеры пор в ватке способствуют снижению повторного увлажнения бумаги на выходной стороне зоны прессования. Уменьшения маркировки и повышения качества бумажного полотна, а также уменьшения обратного впитывания достигают путем применения сукон с многослойной ваткой. В такой ватке верхние слои выполняются из волокон меньшего диаметра, чем нижние. Для количественной оценки способности сукна равномерно передавать давление на бумагу можно использовать такой показатель, как индекс поддержки сукна, который определяется числом контактов сукна с гладкой поверхностью, приходящимся на 1 см^2 площади сукна при давлении 8 МПа. Среднее значение индекса получают по результатам измерений в машинном и в поперечном направлениях.

В последние годы широкое применение получили ламинатные сукна, в которых основа состоит из двух независимых слоев. Верхний слой сукна, располагающийся со стороны бумажного полотна, делается из волокон меньшего диаметра и более тонкого переплетения, что уменьшает маркировку бумажного полотна. Нижний слой представляет собой двух- или трехслойную сетку, более грубую и жесткую, чем верхний слой осно-

вы. Сетки сотканы отдельно друг от друга и соединяются при иглопробивании. Более равномерное распределение прессовой нагрузки при использовании ламинатных сукон можно получить, комбинируя гладкий верхний каркас с грубым нижним. Доля каркаса у ламинатных сукон составляет 50-75%, что препятствует быстрому уплотнению таких сукон. Система, состоящая из двух независимых тканых каркасов, лучше сопротивляется сжатию, чем комбинированная тканая система в сукнах с многослойным каркасом. Из-за применения двух независимых основ ламинатные сукна более долгое время остаются чистыми и легче кондиционируются. Низкая склонность к уплотнению, а также возможность выбора различных типов нитей для двух независимых друг от друга каркасных тканей обуславливают высокую способность ламинатных сукон гасить вибрации. Ламинатное сукно, в отличие от сукон с многослойным каркасом, хорошо сохраняет толщину в прессовом захвате, что позволяет этим сукнам работать при минимальной теневой маркировке бумажного полотна.

В прессах с удлиненной зоной прессования применяются трехслойные сукна, способные поглощать и переносить через зону прессования большие количества воды.

В качестве материалов для волокон, используемых при изготовлении сукон, применяют полиамиды (нейлон, капрон, силон и т.д.), реже полиэфиры (диолен, терилен, лавсан и т.д.) и полиакриды (долан, редон, уралон и т.д.). Полиамидные волокна имеют наиболее высокую прочность при растяжении и изгибе, высокую износостойкость и устойчивость к действию щелочей. К их недостаткам можно отнести чувствительность к кислотам и невысокую термостойкость. Полиэфирные волокна при меньшей прочности на растяжение и изгиб, а также пониженной износостойкости, обладают худшей растяжимостью и более высокой термостойкостью. Все синтетические волокна невосприимчивы к микроорганизмам, не повреждаются молью.

Основными физическими свойствами сукон, характеризующими их способность работать при тех или иных условиях, являются: масса 1 м^2 , воздухопроницаемость, обычно измеряемая при перепаде давления 100 Па, водопроницаемость, измеряемая при градиенте давления 60 кН / м , толщина, материал и диаметр волокон.

Для оценки способности сукна транспортировать из зоны прессования воду, используют величину влагосодержания сукна в сжатом состоянии. Например, влагосодержание сукна в середине зоны прессования, образованной стальными валами диаметром 1000 мм при линейном давлении 90 кН / м . Для большинства современных сукон эта величина составляет $0,3 - 0,5 \text{ кг/кг}$. Произведение этой величины на массу сукна определяет количество воды, переносимое сукном через зону прессования.

Прессовые сукна с низкой величиной влагосодержания называют сжимаемыми, с высокой величиной – несжимаемыми.

При выборе сукна следует считаться и с его жесткостью. Применение более жестких сукон уменьшает ширину зоны прессования и увеличивает максимальное и среднее давления в зоне. Более мягкие сукна при прочих равных условиях позволяют увеличить продолжительность прессования, но при этом уменьшают величину давления в ней. Для количественной оценки жесткости сукна можно использовать индекс твердости. Индекс твердости пропорционален максимальному давлению в зоне, которое возникает при сжатии сукна в плоском плитном прессе при условиях, идентичных прессованию между гладкими валами диаметрами 1000 мм и линейном давлении 75 кН/м. Чем тверже сукно, тем больше максимальное давление и, следовательно, выше сухость полотна в середине зазора. На твердость сукна оказывают влияние два основных фактора: масса сукна и его сжимаемость.

Увеличение массы 1 м^2 сукон и их жесткости осложнило процесс их замены на машине. Решением этой проблемы стало появление сукон со швом. К сукнам такого типа относятся, например, сукна семейства SeamTech компании Albany Int. Сукна этого типа имеют развес $1000 - 2500\text{ г/м}^2$, толщину от 2,8 до 6,0 мм. Сукна могут работать практически на любых позициях прессовой части машин, вырабатывающих разнообразные виды бумаги и картона. Концы этих сукон снабжены короткими и жесткими петлями. Соединение концов сукна осуществляется при помощи соединительного тросика, продеваемого через два ряда этих петель. Дальнейшим развитием ламинантных сукон стали сукна, в которых один из каркасов представляет собой перфорированную полиуретановую мембрану. Форма, диаметр и шаг отверстий мембраны выбираются с учетом требуемой проницаемости сукна и равномерности распределения давления. Сукном такого типа является сукно Apertech, верхний каркас которого представляет собой мембрану толщиной 0,5 мм с отверстиями диаметром 1,4 мм и массой 360 г/м^2 . Живое сечение мембраны составляет 33 %.

2.5.10. Кондиционирование прессовых сукон

При прессовании в зоне контакта валов в сукно вместе с вытесняемой из бумажного полотна водой переходят твердые частицы (мелкие волокна, наполнитель и т.д.), проклеивающие вещества, влагопрочные смолы. Задерживаясь в порах сукна, эти частицы уменьшают объем свободного порового пространства сукна, что ведет к снижению его проницаемости. Особенно опасно неравномерное забивание сукна по ширине, ведущее к появлению на бумажном полотне мокрых полос. В результате на

бумаге в сушильной части образуются морщины и неизбежна пересушка бумаги для устранения участков с повышенной влажностью. Для поддержания сукна в нормальном рабочем состоянии применяются различные системы кондиционирования прессовых сукон. Процесс кондиционирования обычно включает три основных этапа:

- обработку сукна с целью отделения загрязняющих частиц от волокон;
- предотвращение повторного соединения отделенных частиц с волокнами сукна;
- удаление загрязняющих веществ и обеспечение требуемой влажности сукна перед входом в зону контакта.

Расположение элементов системы кондиционирования сукна показано на рис.2.5.37.

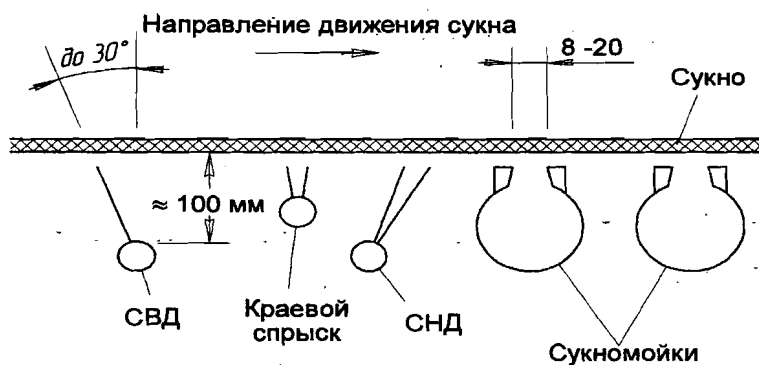


Рис.2.5.37. Расположение элементов системы кондиционирования прессового сукна

Для отделения загрязняющих частиц на первом этапе используют распылители высокого давления (СВД). На втором этапе при помощи распылителей низкого давления подается большое количество воды. На третьем этапе избыточная вода вместе с загрязняющими частицами удаляется при помощи отсасывающих щелевых сукномоек. СВД обычно состоит из распылительной трубы, в которую на определенном расстоянии ввариваются бобышки с наружной или внутренней резьбой, на которую навинчиваются насадки сопел, обеспечивающие струю игольчатой или веерной формы. Отделение загрязняющих веществ происходит за счет кинетической энергии струи воды, ударяющейся о поверхность сукна. При ударе разрушается связь между загрязняющими частицами и волокнами сукна, загрязнения вымываются на поверхность, с которой удаляются затем отсасывающими сукномойками.

Эффективность кондиционирования во многом определяется расположением sprays относительно сукна. При использовании шерстяных сукон sprays обычно располагали с внутренней стороны сукна. При этом давление воды принимали таким, чтобы струя воды «пробивала» сукно. Это обеспечивало вымывание загрязнений из сукна на его лицевую сторону, после чего они удалялись сукномойками, устанавливаемыми на лицевой, соприкасающейся с бумажным полотном, стороне сукна. Такая установка sprays уменьшала опасность повреждения лицевой стороны сукна. При применении иглопробивных многослойных сукон необходимо очень высокое давление воды в sprays, чтобы при его расположении внутри сукна энергия струи воды оказалось бы достаточной для вымывания загрязнений на наружную поверхность. Кроме того, конструкция современных прессовых сукон такова, что наименьшие размеры имеют поры лицевого слоя ватки, в котором, в основном, и скапливаются загрязняющие вещества. Если же эти загрязнения проходят через этот слой, то рано или поздно они будут удалены из сукна вместе с выжимаемой из него в зоне контакта валов водой. Поэтому в современных системах кондиционирования СВД располагают с лицевой стороны сукна и их задача разрыхлить верхний слой ватки для облегчения удаления скопившихся в нем загрязнений. Установка СВД внутри сукна иногда применяется при выработке тонких видов бумаг, когда решающее значение имеет однородность поверхности лицевой стороны сукна. Струя sprays должна иметь небольшой наклон против хода сукна (20 - 40°). В большинстве случаев эти sprays снабжены игольчатыми соплами, но иногда применяют и веерные сопла с углом веера 30°. Диаметр отверстий игольчатых сопел 0,7 - 1,0 мм, веерных - 1,0 - 1,5 мм. При больших диаметрах отверстий возрастает опасность повреждения сукна. Давление воды 1 - 1,5 МПа при постоянной работе sprays и может достигать 4 МПа при периодической работе. Обычно в начале работы сукна давление воды почти в 2 раза ниже, чем к концу срока его службы, когда оно уплотнено и поры его частично забиты. Расход воды при давлении 2,5 МПа для сопел с диаметром 0,7 мм рекомендуется принимать 5 л / мин на метр ширины сукна и 12 л / мин при диаметре 1,0 мм.

Большое значение на эффективность работы СВД оказывает также расстояние от sprays до сукна. Обычно оно составляет 100 - 150 мм, так как на таком расстоянии струя сохраняет еще компактную форму

Скорость движения СВД по ширине машины колеблется от 6 мм/мин на длинных сукнах тихоходных многоцилиндровых машин до 100 - 150 мм/мин на сукнах высокоскоростных машин. Расстояние между отверстиями насадок обычно 150 - 200 мм. Величина хода sprays по ширине машины принимается в 2 раза больше расстояния между отверстиями

ми соседних насадок. Это гарантирует 100 % промывку сукна даже при забивании отдельных насадок.

Для равномерного покрытия поверхности сукна водой скорость перемещения СВД должна быть согласована со скоростью машины, длиной сукна, расстоянием между крайними положениями насадки. Для способа очистки «струя за струей», при котором за один пробег сукна спрыск перемещается только на ширину очищенной полосы, скорость осцилляции можно рассчитать по формуле

$$v_{СП} = \frac{v_M}{L_C} \cdot e, \quad (2.5.10)$$

где $v_{СП}$ – скорость механизма осцилляции, мм / мин; v_M – скорость машины, м / мин; L_C – длина сукна, м; e – ширина очищенной полосы (ширина струи в месте соприкосновения струи с поверхностью сукна), мм.

Необходимое время очистки T , за которое игольчатая струя покрывает всю поверхность сукна, будет в этом случае равно

$$T = \frac{L_C}{v_M} \cdot \frac{a}{e}, \quad (2.5.11)$$

где a – расстояние между соплами, мм.

При данном способе очистки скорость механизма осцилляции должна быть очень малой. В тех случаях, когда используются механизмы, работающие на более высоких скоростях, струя спрыска оставляет на сукне «клетчатый» рисунок. В этом случае для расчета скорости механизма осцилляции, при которой будет обеспечена сплошная промывка сукна, можно воспользоваться следующими соображениями. Обозначим расстояние между крайними положениями отдельной насадки h . Предположим, что за время T насадка совершит $N_{СП}$ полных циклов перемещения, а сукно за это же время сделает N_C пробогов. Тогда в следующий промежуток времени T насадка будет повторять траекторию своего движения относительно сукна. При этом наибольшее расстояние δ между соседними участками траектории движения насадки при четном числе пробогов сукна будет равно

$$\delta = \frac{2 \cdot h}{N_C}. \quad (2.5.12)$$

Если же число пробогов нечетное, то в знаменатель вместо N_C надо подставить $N_C - 1$.

Для равномерной промывки сукна необходимо, чтобы расстояние между соседними участками траектории насадки, измеренное по нормали, было бы равно ширине очищающей струи e

$$e = \frac{2h}{N_C} \cdot \frac{v_M}{\sqrt{v_M^2 + v_C^2}} \approx \frac{2h}{N_C} \tag{2.5.13}$$

В этой формуле скорости имеют одинаковую размерность. Отсюда можно найти необходимое число пробогов сукна

$$N_C = \frac{2h}{e} \tag{2.5.14}$$

Время полной промывки сукна будет равно

$$T = \frac{2h \cdot N_{СП}}{v_{СП}} = \frac{L_C \cdot N_C}{v_M} \tag{2.5.15}$$

Скорость насадки можно найти, задавшись числом циклов перемещения насадки $N_{СП}$

$$v_{СП} = \frac{2h \cdot N_{СП} \cdot v_M}{N_C \cdot L_C} \tag{2.5.16}$$

Пусть, например, длина сукна $L_C = 20$ м, скорость машины $v_M = 600$ м/мин, расстояние между насадками $h = 200$ мм, диаметр отверстия сопла 1 мм. Тогда, если учесть, что струя в месте соприкосновения с сукном оставляет очищенную полосу $e \approx 2$ мм, для способа очистки «струя за струей» получим значение скорости осцилляции 60 мм/мин., необходимое время очистки будет равно 3,3 мин. При втором способе потребуется 200 пробогов сукна. Время полной очистки составит 400 мин. Скорость осцилляции при числе циклов перемещения насадки равном 100, составляет 100 мм /мин, при 200 циклах она будет равна 200 мм/мин. Таким образом, при втором способе скорость механизма осцилляции может быть значительно больше, но соответственно возрастает и время, необходимое для промывки.

В настоящее время наибольшее применение получили линейные и гидравлические механизмы осцилляции. В линейных механизмах преобразование вращательного движения в равномерное поступательное осуществляется с помощью передачи винт – гайка. В зависимости от типа редуктора механизм осцилляции может работать в диапазоне скоростей от 5 до 400 мм/мин. В гидравлических механизмах возвратно-поступательное движение осуществляется при помощи гидравлического цилиндра двойного действия. Клапан переключения обеспечивает мгновенное изменение направления движения в конечных положениях срыска. Скорость осцилляции может изменяться в пределах от 20 до 1500 мм/мин.

Насосы для СВД подбирают по максимальному давлению и расходу. При давлении менее 2 МПа применяют центробежные насосы, при

большем давлении – поршневые. Эффективность работы sprыска можно повысить, используя горячую воду. Желательно, чтобы температура воды составляла 40 – 60 °С.

Обычно в sprысках используют отфильтрованную водопроводную воду. Однако даже в этом случае возможно забивание отверстий sprыска. Поэтому применяют sprыски, способные самоочищаться. Например, известна конструкция sprыска, в котором с этой целью применена эластичная мембрана. Для получения игольчатой струи в центральной части мембраны имеется утолщение, в котором рассверлено отверстие. При забивании отверстия давление над мембраной повышается и мембрана деформируется. В результате частицы загрязнений вместе с водой выходят через отверстие.

На втором этапе, перед сукномойками, сукно обрабатывается большим количеством очищенной оборотной или свежей воды, что позволяет предотвратить повторное осаждение загрязняющих веществ на волокна сукна и облегчает его очистку. Для подачи воды на сукно применяются sprыски низкого давления, создающие веерообразную струю. Угол веера sprысков чаще всего составляет 40 - 60°. Давление воды в таких sprысках составляет обычно 0,2 – 0,4 МПа. Расход воды зависит от массы 1м² сукна и положения пресса в прессовой части и обычно составляет 10 – 12 л / мин на каждый метр сукна. Расход воды зависит от расположения пресса в прессовой части. Для сукон первых прессов, принимающих из бумаги большое количество воды, а, следовательно, и большое количество загрязнений, требуется больший расход воды, чем для сукон последующих прессов. Применение веерообразной струи обеспечивает смачивание большей площади поверхности сукна. Расстояние между соплами sprыска низкого давления обычно составляет 100 – 250 мм в зависимости от расстояния от сукна, которое также лежит в этом диапазоне. Поскольку ни один тип веерного sprыска не обеспечивает равномерного распределения воды, то желательно применение осциллирующих sprысков.

При применении двух сукномоек с целью предотвращения оплавления сукна между sprысками также должен быть установлен sprыск низкого давления. Расход воды в этом sprыске устанавливается меньше и обычно равен 5 л / мин на метр ширины сукна. Чаще всего эти sprыски неподвижны.

На третьем этапе вода, содержащая загрязнения, удаляется из сукна. В современных прессах это делается при помощи щелевых отсасывающих сукномоек. Простейшая сукномойка состоит из трубчатого корпуса, имеющего сквозную щель на стороне, соприкасающейся с сукном. Под действием вакуума, создаваемого в корпусе сукномойки при помощи вакуум-насосов, из сукна отсасывается вода. Вместе с этой водой удаляются и загрязнения. Одновременно повышается и сухость сукна. На эффективность работы сукномойки ре-

шающее влияние оказывают два фактора: величина разрежения и ширина щели сукномойки. Величина вакуума определяет перепад давления на сукне, от которого зависит количество удаляемых воды и загрязнений. Ширина щели определяет продолжительность действия перепада давления на сукно. При большой ширине щели из сукна удаляется большее количество воды, но под действием вакуума сукно втягивается внутрь щели, что ведет к более интенсивному износу его кромками планок сукномойки. Ширина щели зависит в первую очередь от скорости машины. Практика показала, что в большинстве случаев для нормальной работы сукномойки необходимо, чтобы сукно находилось над щелью в течение 2 – 4 мс. При этом ширина щели должна находиться в пределах от 8 до 16 мм. Оптимальные значения – 10 – 14 мм. Скорость просасываемого через сукно воздуха в системе должна быть около 10 м/с. По этим значениям можно выбрать необходимое число щелей и производительность вакуум-насоса. Так, например, при скорости 600 м/мин общая ширина щелей сукномоек должна быть $0,003 \text{ с} \times 10 \text{ м/с} = 0,03 \text{ м}$ (30 мм). Следовательно, при ширине одной щели 10 мм потребуется установка трехщелевой сукномойки. Суммарный расход воздуха составит на 1 м ширины сукна $1 \times 0,03 \times 10 = 0,3 \text{ м}^3/\text{с}$ (18 м³/мин). Применение более узких щелей приводит к образованию «мостиков» или забиванию щели мелким волокном и частицами наполнителя. Рекомендуемые значения ширины щели при разных скоростях машины приведены в табл.2.5.4.

Таблица 2.5.4

Суммарная ширина щелей трубчатых сукномоек в зависимости от скорости машины

Скорость машины, м/мин	До 300	от 300	от 450	от 600	от 750	От 900	от 1050	св. до 1400
		до 450	до 600	до 750	до 900	до 1050	до 1400	
Суммарная ширина щели, мм	12	15	20	25	30	35	40	46 - 50

Разрежение в корпусе сукномойки должно быть не менее 127 мм рт. ст. Расход просасываемого через сукно воздуха зависит в первую очередь от структуры сукна. Для сукон с более открытой структурой типа «ватка на сетке» требуется больший расход воздуха, чем для более плотных сукон типа «ватка на основе». Обычно расход воздуха составляет 660 – 970 м³/(мин · м²). Скорость воздуха в отводящем трубопроводе обычно составляет 18 – 20 м/с до водоотделителя и 28 – 30 м/с после водоотделителя.

ля. Крайне важно правильно выбрать диаметр корпуса сукномойки. Рекомендуемые значения приведены в табл. 2.5.5.

Таблица 2.5.5

Размеры корпуса щелевой сукномойки в зависимости от расхода воздуха

Расход воздуха, м ³ /мин	20	34	54	79	110	160	230	290
Диаметр сукномойки, мм	150	200	250	300	350	400	450	500

В качестве вакуум-насосов применяются водокольцевые вакуумные насосы и турбовоздуходувки. Первые характеризуются постоянным расходом воздуха, вторые – постоянным вакуумом. Схема водокольцевого вакуумного насоса простого действия с радиальным подводом и отводом газа показана на рис. 2.5.38.

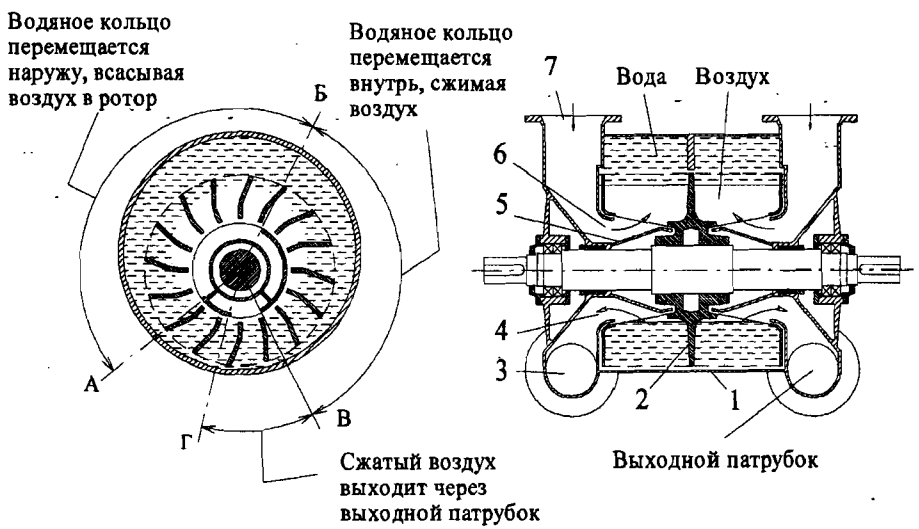


Рис.2.5.38. Схема водокольцевого вакуумного насоса: 1 – корпус; 2 – колесо; 3 – нагнетательный патрубок; 4 – нагнетательное окно; 5 – неподвижный конус; 6 – всасывающее окно; 7 – всасывающий патрубок

В этом насосе рабочее колесо 2, состоящее из ступицы и лопаток, отлитых как одно целое, эксцентрично расположено в цилиндрическом корпусе 1. В торцовых крышках насоса установлены неподвижные кону-

сы 5 со всасывающими 6 и нагнетательными 4 окнами. Рабочая жидкость (вода) заливается в корпус до оси колеса. При вращении колеса вода центробежной силой отбрасывается к корпусу и между ступицей колеса и внутренней поверхностью водяного кольца образуется серпообразная полость, которая лопатками делится на отдельные ячейки. От сечения А до сечения Б при вращении колеса в направлении часовой стрелки объем рабочих ячеек увеличивается и в них через всасывающее окно поступает откачиваемый воздух. От сечения Б до сечения В объем рабочих ячеек уменьшается, и, так как они не соединены ни со всасывающим, ни с нагнетательным окнами, воздух в них сжимается. Когда рабочие ячейки проходят мимо нагнетательного окна 4 воздух вследствие уменьшения объема рабочих ячеек вытесняется в нагнетательную полость конуса, а оттуда – в нагнетательный патрубок 3. Лопатки колеса посередине разделены диском, делящим насос на две половины. Каждая половина насоса может быть присоединена к трубопроводам с различным давлением и функционировать независимо друг от друга. Температура воды в кольце поддерживается в заданных пределах путем подвода в него охлаждающей воды. В кольцо вода обычно подводится через всасывающее окно. Для отделения откачиваемого воздуха от воды и устранения пульсаций давления за нагнетательным патрубком устанавливают водоотделитель. Для насосов такого типа характерной особенностью является постоянство производительности и потребляемой мощности в широком диапазоне создаваемого вакуума (рис.2.5.39).

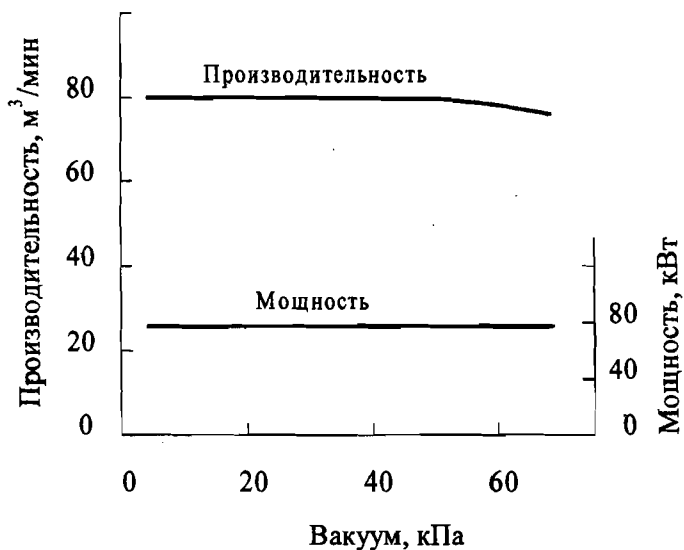


Рис.2.5.39. Характерные показатели жидкостно-кольцевого насоса

Как уже отмечалось ранее, свойства прессовых сукон в течение их службы меняются. В частности, сукна уплотняются, забиваются мелким волокном и наполнителем, в результате чего их проницаемость уменьшается. При установке водокольцевого вакуумного насоса величина вакуума при работе на старом сукне увеличивается, что ведет и к увеличению его сухости (рис. 2.5.40).

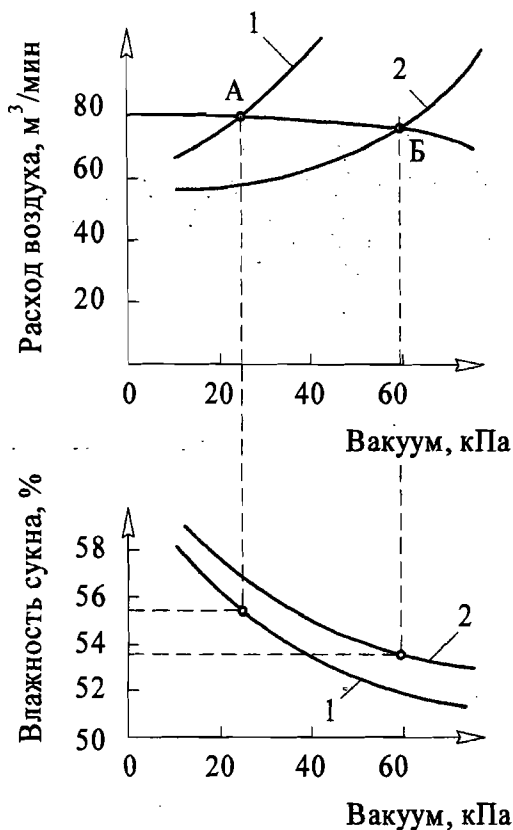


Рис.2.5.40. Определение характеристики вакуумного насоса для системы кондиционирования прессового сукна: 1 – новое сукно; 2 – старое сукно

На проницаемость сукна влияет и его начальная влажность. При увеличении влажности сукна перед сукномойкой увеличивается и его сопротивление потоку воздуха. При использовании водокольцевого насоса при увеличении влажности автоматически возрастает и вакуум, что по-

звляет поддержать влажность сукна после сукномойки на прежнем уровне. Одним из наиболее широко применяемых типов водокольцевых вакуумных насосов на бумагоделательных машинах являются насосы типа Nash фирмы Ahlström. Для эффективной работы системы кондиционирования желательнo, чтобы каждое сукно имело собственный вакуумнасос. Схема вакуумной системы прессовой части современной машины для выработки газетной бумаги представлена на рис. 2.5.41.

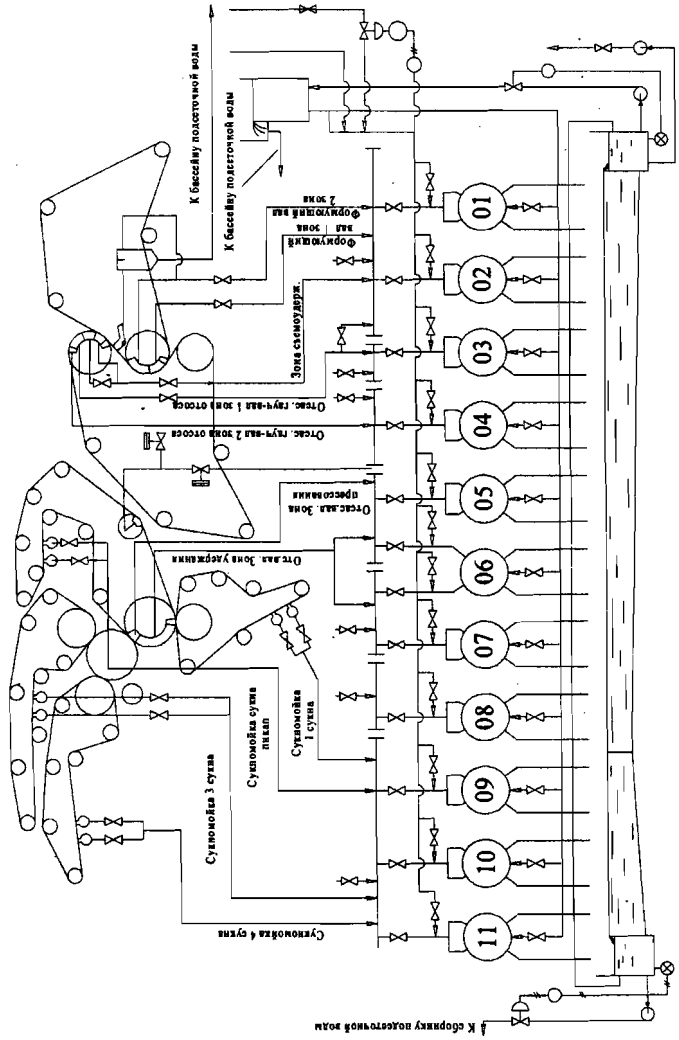


Рис. 2.5.41. Вакуумная система БДМ для выработки газетной бумаги

2.5.11. Прессовые части современных бумагоделательных и картоноделательных машин

Современные БДМ и КДМ, как правило, специализируются на выработке определенного вида продукции, требования к качеству которой определяют конструктивные особенности машины. Эффективность обезвоживания бумажного полотна, как отмечалось ранее, определяется сопротивлением сжатию волокнистого скелета и сопротивлением фильтрации воды в сжимаемом бумажном полотне. Для некоторых видов бумаги решающим фактором является сопротивление сжатию бумажного полотна. Это, например, санитарно-гигиенические виды бумаги, высококачественная бумага массой до 100 г/м^2 , включая офсетную, газетную и др. Поскольку проницаемость этих видов бумаги велика и в сжатом состоянии, то гидравлическое давление в порах полотна мало даже при больших внешних нагрузках. Поэтому для этих видов продукции применяют прессы с относительно «жесткой» зоной контакта валов, образуемой, например, гранитным валом и желобчатым валом с рубашкой из нержавеющей стали без резинового покрытия. Учитывая малую массу квадратного метра таких видов бумаги, а, следовательно, и сравнительно небольшое количество воды, удаляемой при прессовании, в таких прессах применяют легкие, но жесткие сукна. Большое значение на конечную сухость в этом случае оказывает повторное увлажнение бумаги на выходной стороне зоны прессования. В связи с этим на тихоходных и среднескоростных машинах, вырабатывающих данные виды продукции, не применяется прессование между двух сукон. Для уменьшения обратного впитывания применяются сукна с тонкими волокнами ватки на лицевой стороне сукна.

К видам бумаги, на обезвоживание которых решающее влияние оказывает повышенное сопротивление полотна фильтрации воды, относится бумага, вырабатываемая из массы высокой степени помола и бумага и картон с большой массой 1 м^2 . При прессовании такой бумаги следует в первую очередь увеличивать продолжительность прессования. Поэтому наиболее рациональным в данном случае является применение прессов с удлиненной зоной прессования. При использовании прессов валкового типа увеличение продолжительности прессования можно добиться, применяя валы большего диаметра с более мягкими покрытиями и используя более тяжелые сукна. Целесообразно прибегать к подогреву бумажного полотна.

Прессовая часть большей части современных машин состоит из компактного многовального пресса с тремя или четырьмя зонами прессования, после которого при необходимости может устанавливаться один или два отдельно стоящих двухвальных пресса. Из наиболее часто приме-

няемых схем прессовых частей можно назвать следующие: Twinver пресс, Tri-Vent пресс, Tri-nip пресс, Vi-nip пресс, универсальный пресс.

Twinver пресс состоит из пересасывающего, отсасывающего, гранитного и желобчатого валов (рис.2.5.42). Пресс позволяет уменьшить сеточную маркировку, поскольку сеточная сторона бумажного полотна в двух захватах контактирует с гладкой поверхностью гранитного вала. В третьей зоне прессования с гладкой поверхностью контактирует верхняя сторона бумаги. Достоинством пресса является также то, что первая открытая проводка бумажного полотна происходит после двух зон прессования. Пресс обеспечивает легкое удаление брака. Недостатками данной конструкции являются: возможность образования воздушных пузырей перед третьей зоной прессования и опасность обрыва на открытом участке между второй и третьей зонами прессования, сложность компоновки привода валов.

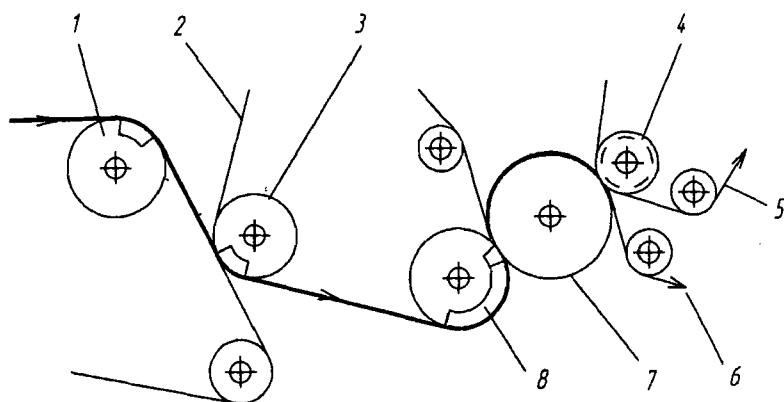


Рис.2.5.42. Twinver пресс: 1 гауч-вал; 2 – сукно-пикап; 3 – пересасывающий вал; 4 – верхний желобчатый вал; 5 – сукно; 6 – бумажное полотно; 7 – гранитный вал; 8 – отсасывающий вал

Tri-nip пресс состоит из пересасывающего вала и многовального пресса, образованного двумя желобчатыми, отсасывающим и гранитным валами (рис.2.5.43). Вместо гранитного вала часто применяется гладкий вал с покрытием из заменителя гранита. В первой зоне, образованной нижним желобчатым и отсасывающим валами, прессование происходит между двух сукон. Во второй зоне, образованной отсасывающим и гранитным валами, и в третьей зоне, образованной гранитным и верхним желобчатым валами, бумажное полотно прессуется с одним сукном.

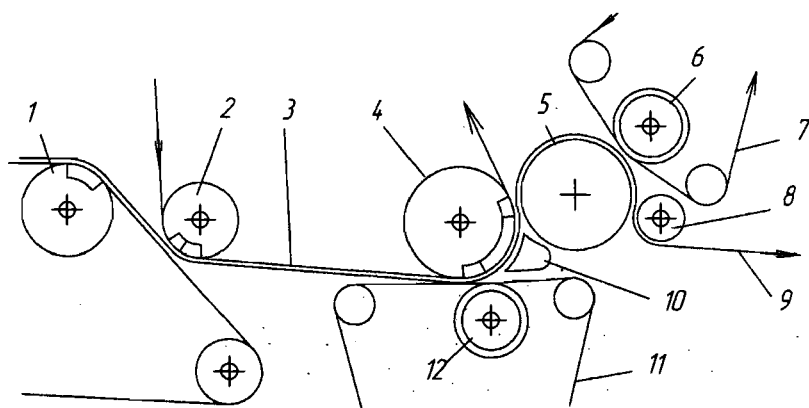


Рис.2.5.43. Tri-nip пресс с паровой камерой: 1 – гауч-вал; 2 – пересасывающий вал; 3 – сукно-пикап; 4 – отсасывающий вал; 5 – гранитный вал; 6 желобчатый вал; 7 верхнее сукно; 8 - бумаговедущий вал; 9 – бумажное полотно; 10 – паровая камера; 11 – нижнее сукно; 12 – желобчатый вал

Достоинством прессы является то, что первая открытая проводка полотна происходит только после третьей зоны прессования, где бумажное полотно обладает уже достаточно высокой прочностью. Для повышения эффективности обезвоживания напротив второй камеры отсасывающего вала возможна установка паровой камеры. Однако при этом надо учитывать и повышение температуры гранитного вала. Это опасно как из-за возникновения температурных напряжений, способных привести к разрушению вала, так и из-за пересыхания поверхности вала и нарушения нормальной работы шаберов.

Недостатком Tri-nip прессы является высокая нагрузка на отсасывающий вал, обусловленная его контактом с двумя валами. Это требует увеличения толщины рубашки вала или уменьшения живого сечения поверхности по сравнению с обычными отсасывающими валами. Более высокие требования предъявляются и к покрытию вала. Оно должно иметь достаточно высокую твердость, чтобы уменьшить потери на гистерезис в резине и, следовательно, уменьшить разогрев покрытия. Иногда используется вал без покрытия.

Разновидностью рассматриваемой компоновки, позволяющей устранить эти недостатки, является схема, показанная на рис.2.5.44.

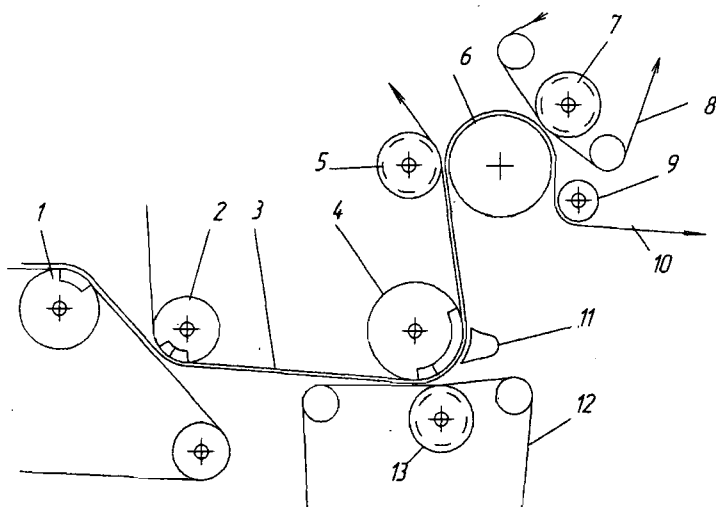


Рис.2.5.44. Tri-nip пресс с дополнительным желобчатым валом: 1 – гауч-вал; 2 – пересасывающий вал; 3 – сукно-пикап; 4 – отсасы-вающий вал; 5,7,13 – желобчатые валы; 6 – гранитный вал; 8 – верхнее сукно; 9 – бумаговедущий вал; 10 – бумажное полотно; 11 – паровая камера; 12 – нижнее сукно

В данной схеме гранитный вал поднят над отсасывающим валом, а вторая зона прессования образована желобчатым и гранитным валами. Это позволяет увеличить давление во второй и в третьей зонах прессования. Уменьшается опасность чрезмерного нагрева гранитного вала при установке паровой камеры у отсасывающего вала. Однако требуется применение дополнительного желобчатого вала. Следует отметить, что в обоих вариантах имеет место разносторонность вырабатываемой бумаги, поскольку ее сеточная сторона соприкасается с гранитным валом два раза, а лицевая – ни разу.

Для уменьшения разносторонности прессовая часть, содержащая Tri-nip пресс, часто оснащается отдельно стоящим двухвальным прессом. Такая прессовая часть используется на высокоскоростных машинах, вырабатывающих писче-печатные виды бумаги. Типичные давления в зонах прессования 65, 80 и 120 кН/м.

Модификацией Tri-nip прессы является Vi-nip пресс (рис.2.5.45), отличающийся отсутствием верхнего желобчатого вала. Поскольку перед первым участком свободной проводки бумажного полотна в этом случае

имеется только две зоны прессования эту схему целесообразно применять при выработке легко обезвоживаемых видов бумаги и картона.

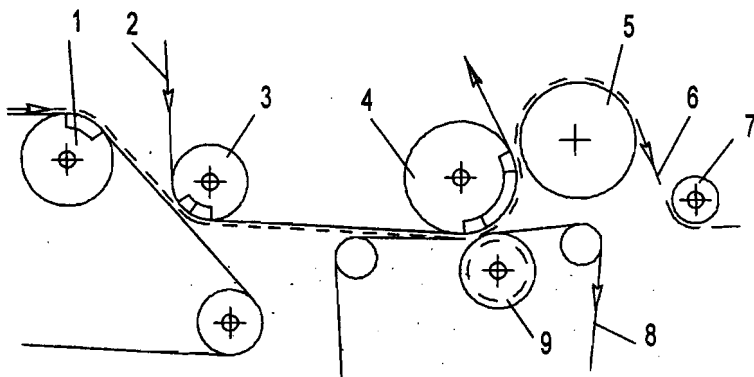


Рис.2.5.45. Vi-nip пресс: 1 – гауч-вал; 2 – сукно «пикап»; 3 – пересасы-
вающий вал; 4 – отсасывающий вал; 5 – гранитный вал; 6 –
бумажное полотно; 7 – бумаговедущий валик; 8 – нижнее сукно;
9 – желобчатый вал

На высокоскоростных машинах, вырабатывающих газетную бумагу, хорошо зарекомендовала себя схема Tri-vent пресс (рис.2.5.46). Пресс Tri-Vent отличается от более известного прессы Tri-Nip тем, что в трехзахватном прессе Tri-Nip первый и второй захваты образуются одним отсасывающим валом. В прессе Tri-Vent отсасывающий вал используется только для первого захвата в паре с желобчатым валом. Далее полотно вместе с сукном первого прессы поступает во второй захват, образованный гранитным и желобчатым валами. Третий захват с другим прессовым сукном образуется тем же гранитным валом и еще одним желобчатым валом. Отсасывающий вал прессы Tri-Vent изготовлен из нержавеющей стали без резиновой облицовки, а желобчатые валы имеют полиуретановые покрытия. Такая конфигурация позволяет работать с более высокими линейными давлениями в захватах, а также использовать паровую камеру у поверхности отсасывающего вала для корректировки профиля влажности. Первая свободная проводка бумажного полотна происходит после четырех зон прессования. Поэтому опасность обрывов даже при работе на высоких скоростях мала.

Для выработки тяжелых видов бумаги и картона используются универсальные прессы, отличающиеся очень компактной конструкцией. Например, трехвальный Combi пресс (рис.2.5.47). В этом прессе первый вал

отсасывающий с двумя камерами – широкой и узкой. Второй вал гранитный, третий – желобчатый. Первый и третий валы – приводные. Преимуществами этого пресса являются; способность работать с бумагой разной массы 1м^2 ; нет опасности отделения бумажного полотна от пересасывающего сукна повышение гладкости сеточной стороны; легкость удаления брака.

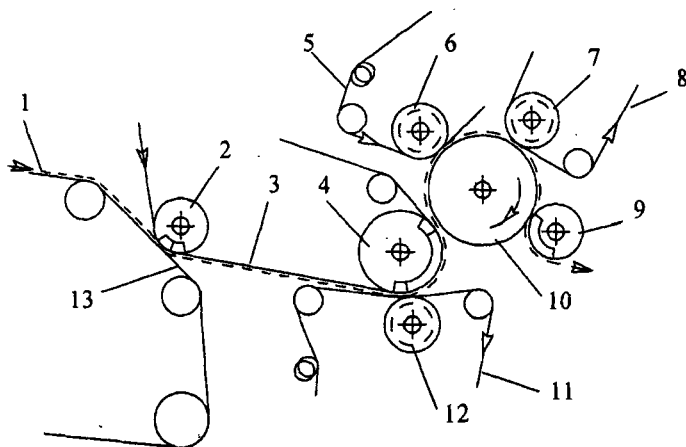


Рис.2.5.46. Tri-Vent пресс: 1 – бумажное полотно; 2 – пересасывающий вал; 3 – сукно «пикап»; 4 – отсасывающий вал; 5, 8 – верхние сукна; 6, 7, 12 – желобчатые валы; 9 – бумаговедущий валик; 10 – гранитный вал; 11 – нижнее сукно; 13 - сетка

При необходимости в прессовой части может быть добавлен отдельно стоящий пресс. В последнее время в этом качестве часто используется пресс с валами большого диаметра, что позволяет существенно повысить сухость после прессовой части.

Повышение производительности бумагоделательных машин возможно двумя путями: увеличением ширины машин и увеличением рабочей скорости. Увеличение ширины машин сопровождается повышением веса узлов машины, в частности прессовых, бумаговедущих, сукноведущих валов. При увеличении расстояния между опорами валов возрастают изгибающие моменты, а, следовательно, прогибы и напряжения. Более простой путь - повышение рабочей скорости. Однако в этом случае возникают проблемы с отделением бумажного полотна от прессовых валов.

Для примера рассмотрим процесс отделения бумажного полотна от центрального вала многовального пресса (рис.2.5.48).

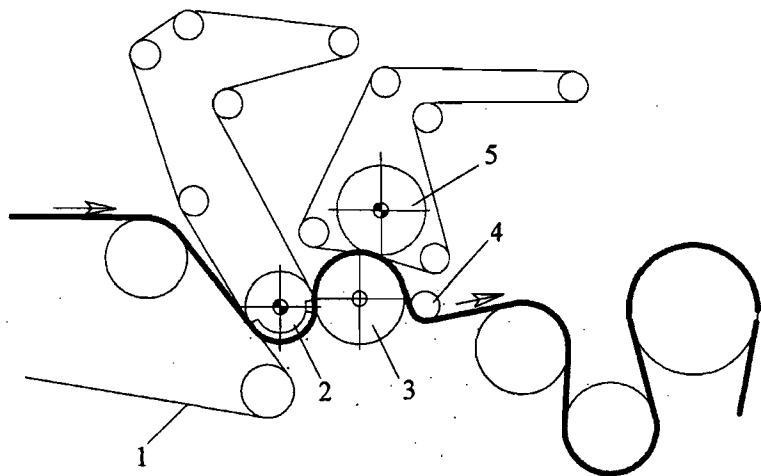


Рис.2.5.47. Combi пресс: 1 – сетка; 2 – отсасывающий вал; 3 – гранитный вал; 4 бумаговедущий валик; 5 – желобчатый вал

Для отделения бумажного полотна требуется преодолеть силу адгезии между поверхностью вала и полотном, силу притяжения полотна к валу, обусловленную разрежением, создающимся между полотном и поверхностью вала в месте отделения, центробежную силу, также прижимающую полотно к валу. Кроме того, в результате вращения бумаговедущего валика создается граничный поток воздуха, который, также воздействуя на бумажное полотно, препятствует его отделению от вала. Для преодоления этих сил необходимо натяжение бумажного полотна, которое достигается повышением скорости следующих за центральным валом валов. Для устранения влияния вакуума, возникающего между полотном и поверхностью вала, применяются специальные устройства, подобные устройству, показанному на рис.2.5.49. Данное устройство представляет собой трубу, в которую подается под определенным давлением воздух. Труба снабжена соплами, расположенными на определенном расстоянии друг от друга. Положение трубы можно регулировать, обеспечивая попадание воздуха в место отделения бумажного полотна от поверхности вала. Для определения точного положения линии отделения бумажного полотна от вала служит лазерный датчик положения. Для очистки сопел от мелкого волокна и других посторонних частиц устройство снабжено очистным шабером.

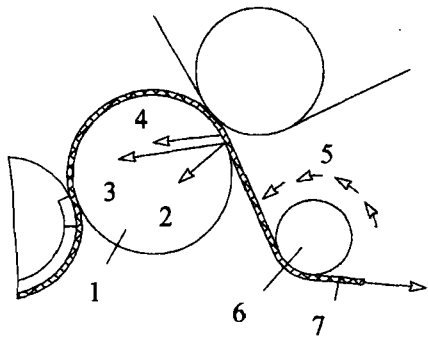


Рис.2.5.48. Отделение бумажного полотна от центрального вала многовального пресса: 1 – центральный вал; 2 – центробежная сила; 3 – вакуум; 4 – сила адгезии; 5 – поток воздуха, создаваемый вращающимся бумаговедущим валиком; 6 – бумаговедущий вал; 7 бумажное полотно

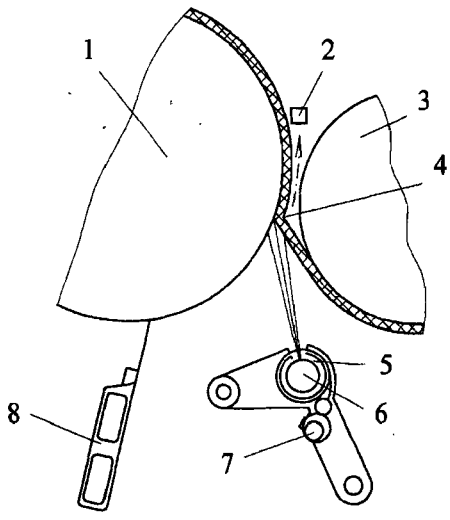


Рис.2.5.49. Устройство для облегчения отделения бумажного полотна от поверхности вала: 1 – вал; 2 – датчик положения; 3 – бумаговедущий вал; 4 – бумажное полотно; 5 – очистной спрыск; 6 – воздушное сопло; 7 – шарнир; 8 – шабер

Однако, как известно, центробежная сила пропорциональна квадрату скорости и массе 1 м^2 . Поэтому при высоких скоростях (порядка 1600 –

1800 м/мин) необходимое для отделения полотна от вала натяжение в основном определяется именно этой силой. Поскольку необходимая величина натяжения становится больше прочности полотна, использование многовальных прессов при работе на высоких скоростях стало невозможным.

С увеличением скорости машин и содержания в композиции бумаги и картона полуфабрикатов высокого выхода и макулатуры возникла необходимость в существенном увеличении продолжительности прессования. Обойти эти трудности стало возможным, применяя в прессовых частях башмачные прессы (см. выше). Типичная прессовая часть высокоскоростной машины выглядит следующим образом (рис. 2.5.50).

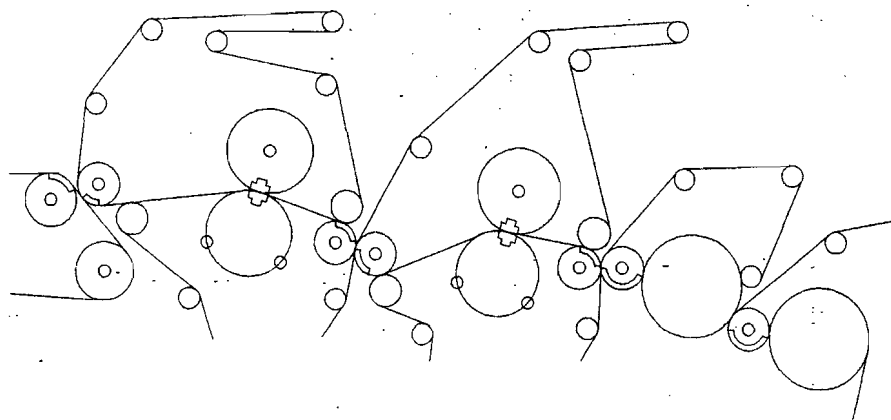


Рис. 2.5.50. Прессовая часть высокоскоростной машины

Прессовая часть состоит из двух одинаковых прессов с удлиненной зоной прессования. Вал с башмаком и с гибкой оболочкой устанавливается в верхней позиции, более тяжелый вал с регулируемым профилем – в нижней позиции. В этой прессовой части отсутствует открытая проводка бумажного полотна, что позволяет полностью исключить опасность обрывов из-за чрезмерного натяжения полотна при снятии его с пресса. Для надежного отделения бумажного полотна от верхнего сукна сукноведущий валик нижнего сукна, устанавливаемый в месте разделения сукон, имеет отсасывающую камеру. Отделение бумажного полотна от нижнего сукна 1-го пресса и передача его на верхнее сукно 2-го пресса осуществляется при помощи отсасывающего сукноведущего валика верхнего сукна 2-го пресса. Также отсасывающий валик обеспечивает надежную передачу бумажного полотна из прессовой части в сушильную часть. В

обоих захватах прессование проводится между двух сукон, которые подбираются таким образом, чтобы обеспечить одинаковое количество воды, выжимаемой с верхней и нижней поверхностей бумаги. Использование прессов башмачного типа позволяет даже при работе на высоких скоростях получать высокую сухость бумажного полотна после прессовой части. При выработке легковесных видов бумаги второй пресс может работать без нижнего сукна с целью уменьшения влияния обратного впитывания на сухость полотна после пресса.

2.5.12. Расчет обезвоживающей способности прессов

В настоящее время расчет обезвоживающей способности прессов бумагоделательных машин производится в основном с использованием различных эмпирических зависимостей. Это объясняется сложностью создания математической модели, отражающей основные процессы, происходящие в бумажном полотне, в прессовых сукнах и в покрытиях прессовых валов в зоне прессования. К сожалению, многочисленные эмпирические формулы, предлагаемые для расчета сухости бумажного полотна после пресса, пригодны лишь для условий прессования, идентичных тем, при которых эти формулы были получены. Кроме того, их трудно использовать для расчета прессовой части, состоящей из нескольких прессов, так как они не могут учесть изменения в структуре бумажного полотна после каждой зоны прессования. Достоинством их является простота использования, обусловленная простотой расчетов. В качестве примера можно предложить формулу, предложенную профессором Н.Е. Новиковым, для вычисления сухости бумаги C после пресса

$$C = \frac{A \cdot \alpha \cdot m \cdot p^\gamma \cdot C_c^\theta \cdot C_0^\omega \cdot S^\beta}{v^\varepsilon \cdot Шр^\psi}, \% \quad (2.5.17)$$

где A – коэффициент, характеризующий конструкцию пресса (табл. 2.5.6);
 α – коэффициент вида бумаги (табл.2.5.7);
 m – коэффициент, зависящий от марки сукна, массы бумаги и скорости машины (табл.2.5.8);

p – среднее удельное давление между валами, МПа;

C_c – сухость сукна перед прессом, %;

C_0 – сухость бумаги перед прессом, %;

S – масса метра квадратного бумаги, г / м²;

v – скорость машины, м/мин;

$Шр$ – степень помола массы, °ШР;

β - коэффициент, зависящий от массы метра квадратного бумаги (картона) (табл.2.5.9);

$\gamma, \theta, \omega, \varepsilon, \psi$ - опытные коэффициенты (табл. 2.5.10).

Удельное давление определяется по формуле

$$P = \frac{2,174 \cdot q^{0,737}}{D^{0,4} \cdot T^{0,275}}, \quad \text{МПа}$$

где q – линейное давление, кН/м; D – диаметр нижнего вала пресса, мм; T – твердость резины в единицах по ТШМ-2.

Таблица 2.5.6

Коэффициент A , характеризующий конструкцию пресса

Тип пресса		
Обычный	Отсасывающий	Желобчатый
1,233	$1,403 \cdot H^{0,023} \cdot B^{0,047}$	$1,327 \cdot t^{-0,038} \cdot b^{-0,063}$

В таблице приняты обозначения: H – вакуум в отсасывающей камере, мм рт. ст.; B – ширина камеры, мм; t – шаг между желобками, мм; b – ширина желобков, мм.

Таблица 2.5.7

Значения коэффициента вида бумаги α

Вид бумаги	Масса бумаги, г/м ²	Тип пресса		
		Обычный	Отсасывающий	Желобчатый
1	2	3	4	5
Типографская	63	0,98	0,99	1,04
Этикеточная	100	0,94	0,87	0,85
Газетная	51	0,98	0,96	1,04
Газетная для быстрой машин при температуре массы 40 – 50 °С	51	–	1,08	–

Окончание табл.2.5.7

1	2	3	4	5
Мешочная	78	0,86	0,73	—
Писчая №1	70	—	0,81	—
Писчая №1	120	1,09	0,75	—
Для глубокой печати	75	—	1,02	—
Светооснова	70	0,86	0,72	—
Конденсаторная	11	0,84	0,98	—
Конденсаторная	6	0,78	0,75	—
Кабельная	91	0,86	0,63	—

Таблица 2.5.8

Значения коэффициента *m*

Масса бумаги, г/м ²	Скорость машины, м/мин	Тип пресса					
		Обычный		Отсасывающий		Желобчатый	
		Помол до 60 °ШР	Свыше 60 °ШР	Помол до 60 °ШР	Свыше 60 °ШР	Помол до 60 °ШР	Свыше 60 °ШР
До 100	До 600	9.07	15.8				
Св. 100	До 600	15.8	27.1				
До 125	До 100			21	36.1	14.7	27.1
До 125	Св. 100			21	36.1	21.94	39.5
Св. 125	До 100			44.7	77.5	35.8	61.1
Св.125	Св.100			44.7	77.5	49.75	92.1

Таблица 2.5.9
Значения коэффициента массы бумаги (картона) β

Масса бумаги, г/м ²	Тип пресса		
	Обычный	Отсасывающий	Желобчатый
До 100	0,037		
Свыше 100	-0,083		
До 125		0,026	0,10
Св. 125		-0,13	-0,0694

Таблица 2.5.10

Значения опытных коэффициентов γ , θ , ω , ε , ψ

Коэффициенты		Тип пресса		
		Обычный	Отсасывающий	Желобчатый
γ		0,091	0,123	0,147
θ		0,291	0,07	0,07
ω		0,25	0,127	См. ниже
ε		0,085	0,055	0,145
ψ	При по- моле до 60 °СШР	0,145	0,145	0,145
	При по- моле св. 60 °СШР	0,272	0,272	0,272

Коэффициент для желобчатого пресса зависит от скорости машины. При скорости до 100 м/мин $\varepsilon = - 0,022$, при скорости свыше 100 м/мин 0,067.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Новиков Н.Е. Прессование бумажного полотна. М.: Лесная промышленность, 1967. 264 с.

Эйдлин И.Я. Бумагоделательные и отделочные машины. М.: Лесная промышленность, 1970. 624 с.

Новиков Н.Е., Цирельсон Г.И., Бусыгин Ф.М. Обезвоживание бумаги и картона на прессах бумагоделательных и картоноделательных машин: Обзор / ВНИПИЭИлеспром, М., 1972. 48 с.

Новиков Н.Е., Бобтенков В.М., Алмакаев Д.А. Совершенствование прессовых частей бумагоделательных машин, вырабатывающих бумагу для печати: Обзорн. информ. / ЦИНТИхимнефтемаш. М., 1978. 32 с.

Подковырин А.И., Ильинский М.В. Бумагоделательные машины для выработки писчей и печатной бумаги: Обзорн. информ. / ЦИНТИхимнефтемаш. М., 1981. 40 с.

Оборудование целлюлозно-бумажного производства. В 2-х т. Т.2. Бумагоделательные машины / Под ред. В.А.Чичаева. М.: Лесная промышленность, 1981. 264 с.

Новиков Н.Е. Современные направления интенсификации прессовых частей БДМ и КДМ: Обзорн. информ. / ВНИПИЭИлеспром. М., 1987. Вып.8. 52 с.

Смирнов В.А., Ануров М.Н. Расчет и конструирование бумаго- и картоноделательных машин: Методические указания по выполнению курсового проекта / ЛТИ ЦБП. Л., 1988. 33 с.

Новиков Н.Е., Бобтенков В.М. Пути повышения эффективности работы прессовых частей сушильных машин: Обзорн. информ. / ЦИНТИхимнефтемаш. М., 1988. 28 с.

Новиков Н.Е. Современные направления интенсификации совершенствования качества прессовых суконов: Обзорн. информ. / ВНИПИЭИлеспром. М., 1989. Вып.7. 52 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

2.5. Прессовая часть.....	3
2.5.1. Назначение и требования к прессовой части бумагоделательных и картоноделательных машин.....	3
2.5.2. Классификация прессов бумагоделательных и картоноделательных машин.....	4
2.5.3. Современные представления о прессовании бумажного полотна.....	5
2.5.4. Основные факторы, определяющие эффективность прессования.....	9
2.5.5. Типы прессов.....	18
2.5.5.1. Валковые прессы.....	-
2.5.5.2. Прессы с удлиненной зоной прессования.....	41
2.5.6. Передача бумажного полотна из сеточной части в прессовую часть.....	45
2.5.7. Бомбировка прессовых валов. Валы с регулируемым прогибом.....	50
2.5.8. Покрытия прессовых валов.....	57
2.5.9. Прессовые сукна.....	62
2.5.10. Кондиционирование прессовых сукон.....	66
2.5.11. Прессовые части современных бумагоделательных и картоноделательных машин.....	77
2.5.12. Расчет обезвоживающей способности прессов.....	86
Библиографический список.....	90
