

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕ-СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ
ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

КУРСОВАЯ ПРОЕКТНАЯ РАБОТА

Тема: Қоғоз куйиш машинаси тўр столи

**Подготовил
Студент гр. 25-11 (ЦСТ)**

Мусакаева Д.

Ташкент – 2015

Введение

Бумага является упругопластическим, капиллярнопористым листовым материалом, состоящим главным образом из мелких растительных волокон, соответствующим образом обработанных и соединенных в тонкий лист, в котором волокна связаны между собой поверхностными силами сцепления. Соединение мелких волокон в бумажное полотно производится обычно методом осаждения и фильтрации на сетке бумагоделательной машины из сильно разбавленной в воде волокнистой суспензии. Затем бумажное полотно подвергается прессованию, сушке и отделке. Для придания бумаге необходимых свойств к размолотому волокнистому материалу добавляют минеральные наполнители, гидрофильные или гидрофобные проклеивающие вещества, красители и другие химикаты. С этой же целью готовую бумагу подвергают дополнительной отделке или специальной обработке.

В последнее время, кроме обычного способа изготовления бумаги, находит все большее применение так называемый «сухой» способ, при котором волокна соединяются в лист бумаги методами текстильного производства в отсутствие воды. Все большее практическое значение для изготовления специальных видов бумаги приобретает также применение различных синтетических и искусственных волокон взамен растительных. Независимо от способа производства волокна в бумажном листе связаны между собой поверхностными силами сцепления, что отличает бумагу от текстильного материала.

Бумагу вырабатывают в основном на длинносеточных, так называемых столовых бумагоделательных машинах. **Цилиндровые машины** применяются для выработки картона и лишь ограниченного ассортимента бумаги.

Обрезная ширина машины 2070 мм, рабочая скорость от 80 до 150 м/мин, достигнутая мощность 4,2 тыс. тонн бумаги в год (проектная мощность 2,2 тыс. тонн бумаги в год).

Длинносеточная столовая машина широко используется и в картонном производстве при выработке тарного картона. Независимо от типа бумагоделательной машины (кроме машины «сухого формования») технологический процесс изготовления бумаги на машине в принципе один и тот же. Он включает следующие основные операции:

- ✓ подготовку и аккумуляцию бумажной массы;
- ✓ подачу бумажной массы на машину;
- ✓ разбавление бумажной массы водой и установление необходимой концентрации, обеспечивающей нормальный процесс отлива;
- ✓ очистку бумажной массы от посторонних включений, узелков и воздуха;
- ✓ выпуск массы на сетку; отлив бумаги на сетке бумагоделательной машины;
- ✓ прессование мокрого листа бумаги и удаление избытка воды;
- ✓ сушку; машинную отделку и намотку бумаги.

При работе бумагоделательных машин на высоких скоростях регистровые валики становятся причиной нарушения формирования бумажного полотна, особенно в первой части сеточного стола, где отсасывающее действие валиков максимально, а волокнистый слой еще не сформирован или очень слаб. Даже при невысоких скоростях над каждым регистровым валиком на сетке виден гребень, который образуется вследствие заноса воды, прилипшей к поверхности валика, и выдавливания ее им через сетку в бумажную массу. При этом вода

отмывает мелкое волокно и наполнители с нижней стороны листа, вызывая разносторонность бумаги. При увеличении скорости высота гребней увеличивается, могут происходить всплески массы (масса подбрасывается над сеткой в виде столбиков и брызг), что создает более сильные помехи для формования бумаги. Чаше такие всплески наблюдаются на быстроходных машинах в местах прохождения струй массы над регистровыми валиками. Этим всплескам массы способствует также и провисание сетки при прохождении ее над зоной отсоса валика.

Чтобы устранить этот недостаток, на быстроходных машинах, а также и на машинах средних скоростей можно установить вместо регистровых валиков гидропланки. **Гидропланка** представляет собой разновидность шабера, устанавливаемого под сеткой с небольшим углом ($1-4^\circ$) к ней. Гидропланка передней кромкой снимает, как шабером, пленку воды, повисшую под сеткой и удерживаемую силами поверхностного натяжения, и удаляет часть воды из волокнистого слоя вследствие разрежения, возникающего в клине между сеткой и поверхностью гидропланки.

Кроме стационарных гидропланок, применяют также гидропланки аналогичной формы, но с регулируемым углом наклона ее поверхности по отношению к сетке в пределах от 0 до 4° , а также многоэлементные стационарные гидропланки, размещаемые обычно в общем ящике с небольшими промежутками между отдельными элементами. В одном ящике может быть размещено от трех до восьми отдельных элементов. Применение таких гидропланок позволяет увеличить обезвоживающее действие регистровой части сеточного стола. Кроме того, при установке гидропланок взамен регистровых валиков можно сократить длину сеточного стола на современных бумагоделательных машинах почти в 2 раза.

При работе с гидропланками взамен регистровых валиков снижаются потери мелкого волокна и наполнителей и уменьшается разносторонность бумаги.

Литературный обзор

Бумагой и картоном называют материалы, изготовленные преимущественно из специально обработанных растительных волокон, связанных между собой силами поверхностного сцепления в листовую форму.

Но что мы знаем о бумаге? Можно сказать, что бумага – это материал для печатания книг, журналов и газет. Бумага занимает исключительное место в жизни людей. Её открытие, как и изобретение колеса, – чудо, одно из величайших завоеваний человеческого разума. Появившись однажды, бумага прочно утвердилась на Земле и, не зная конкурентов, победно идёт через столетия.

У бумаги было много предшественников. Камень и глина, дерево и кость, кожа и береста, воск и металл, папирус и пергамент – все они в разные исторические эпохи служили людям в качестве материалов для письма. Но каждый из них был не вполне пригоден для этого. Одни материалы были тяжёлыми, другие – хрупкими, третьи – дорогостоящими. Их обработка требовала больших усилий, которые, однако, не всегда оправдывались.

И вот появилась бумага – простой, доступный для письма материал, приготовленный из сырья растительного происхождения. Рождение бумаги произвело в человеческом обществе глубокие перемены. Получив бумагу, люди стали активно приобщаться к знаниям. Этому во многом способствовало бурное развитие книжного дела.

В северной провинции Китая Шэньси есть пещера Баоцяо. В 1957 году в ней обнаружили гробницу, где были найдены обрывки листов бумаги. Бумагу исследовали и установили, что она была изготовлена во II

веке до нашей эры. Это открытие пролило свет на историю возникновения бумаги. Считалось. Что бумага появилась в Китае в 105 году нового летосчисления. Баоцянская находка отодвигает эту дату на два столетия вперёд. Можно, таким образом, предположить, что бумага, этот, по выражению поэта, бесценный духовный хлеб, появилась более 2 тыс. лет назад.

Сырьём для бумаги в Китае служили шёлковые обрезки, отходы коконов шелкопряда, обрывки старых сетей. Их размачивали и вручную растирали между камнями. Полученную таким способом кашицу наливали на какую-нибудь гладкую поверхность и прижимали другим отшлифованным камнем. Кашица вылёживалась, сохла и превращалась в лепёшку наподобие войлока.

На рубеже II и III веков новой эры бумага, изготовленная из растительных волокон, не считалась в Китае редким материалом. В III веке она полностью вытеснила из употребления деревянные таблички, используемые для письма. Бумагу изготавливали определённого формата, цвета, веса, пропитывали специальными веществами. Которые отпугивали вредных насекомых. Китайская бумага хранилась очень долго. С незапамятных времён в Китае существовал способ размножения текстов с помощью печаток. Первоначально оттиски делали на глиняных и бамбуковых дощечках, позже для этих целей стали использовать бумагу. Бумага позволила расширить копирование рукописей священных книг. Из бумаги делали всевозможные украшения, зонты, веера, в неё заворачивали продукты, она вставлялась в окна. В начале 9-го века в Китае появились «летающие монеты» – бумажные деньги. В течение многих веков китайцы единолично владели секретами изготовления бумаги, ревностно оберегая тайны ремесла.

Появление бумаги в России датируется XII—XIII столетиями. Первые бумажные мельницы появились в XVII веке. Технический переворот в бумажном производстве России произвела бумагоделательная машина, начавшая работать с 1816 г. в Петербурге. В 1916 г. в России уже действовало 55 целлюлозно-бумажных предприятий. Средняя ширина бумагоделательных машин не достигала и 2 м, а их скорости не превышали 100 м/мин.

Основная часть

Начальным звеном в технологической цепочке изготовления бумаги служит открытый склад древесного сырья, называемый лесной биржей. Такие склады есть у каждого целлюлозно-бумажного предприятия. Они размещаются на обширных территориях за производственными корпусами, часто на берегах водоёмов, где устроены порты или причалы для приёма сплавленной древесины. Для изготовления некоторых видов бумаги используют сырьё хвойных и лиственных пород. Газетная бумага вырабатывается только из ели, так как у еловой древесины наибольшее количество тонких и длинных волокон и наименьшее содержание смолистых веществ. Целлюлозу лиственных пород могут смешивать с хвойной целлюлозой. Короткие и жесткие волокна лиственной древесины и длинные и эластичные хвойной образуют массу, из которой получают бумагу с хорошими свойствами. Технологическая схема производства бумаги (картона) состоит из следующих процессов:

- ✓ приготовления бумажной массы, включающего операции по массному размолу волокон, проклейке, наполнению и крашению массы;
- ✓ аккумуляции бумажной массы;
- ✓ разбавления массы водой до необходимой концентрации;
- ✓ очистки от посторонних включений и узелков;
- ✓ изготовления бумаги (картона) на бумагоделательной (картоноделательной) машине, включающего отлив бумажного (картонного) листа, его прессование, сушку, отделку и намотку в рулон;
- ✓ отделки и переработки бумаги (картона), включающих суперкаландрирование, перемотку, резку и упаковку.

Размолот называется процесс специальной механической обработки растительных волокон в присутствии воды, выполняемый в размалывающих машинах—мельницах. Размол является одним из важнейших процессов бумажного производства, позволяющих в широком интервале значений изменять многие свойства бумаги. Производится размол волокон в машинах непрерывного действия (в конических, цилиндрических и дисковых мельницах). Общим для размалывающих аппаратов является то, что, работа их основана на принципе скрецающихся ножей и трущихся поверхностей.

Проходя между ножами размалывающих машин, волокна подвергаются воздействию механических и гидродинамических сил, приводящему к протеканию сложных физико-химических и коллоидных процессов в структуре волокон. В результате происходят некоторое укорочение волокон (рубка), поверхностное расщепление и расчесывание в продольном направлении фибриллярной структуры клеточной стенки на фибриллы (поверхностное фибриллирование), набухание и гидратация волокон. Волокна становятся более мягкими, повышается их эластичность и пластичность. В процессе фибриллирования ослабляются и разрушаются связи между отдельными фибриллами клеточной стенки волокон. На поверхности фибрилл образуется «начес» тонкого пухообразного материала, состоящего из целлюлозных молекул. В результате увеличивается удельная поверхность волокон и число свободных гидроксильных групп, способствующих лучшему контакту и соединению отдельных волокон в бумажный лист. Увеличение удельной поверхности волокон и высвобождение гидроксильных групп повышает способность волокон удерживать воду.

В зависимости от режима размола можно получать бумажную массу различной степени помола: от низкой (садкая масса) до высокой (жирная

масса). Для получения садкой массы размол ведут в режиме, обеспечивающем преимущественно рубку волокон над поверхностным фибриллированием. В процессе формования листа бумаги масса низкой степени помола (садкая) быстро оседает на сетке, легко обезвоживается и образует рыхлую и пористую структуру листа. Для высокой степени помола массы (жирная масса) характерно преобладание фибриллированных волокон с хорошо разработанной поверхностью, которые труднее обезвоживаются на сетке бумагоделательной машины и образуют плотную, сомкнутую и прочную структуру листа. Характер помола массы выбирают в зависимости от вида и качества вырабатываемой бумаги и картона.

Прочность бумаги характеризуется рядом показателей: сопротивлением разрыву, излому, продавливанию, надрыву и раздиранию, для каждого вида и сорта бумаги имеющим определенное значение, и в общем зависит от прочности волокон, их длины, прочности связи между волокнами и структуры бумажного листа.

Лист бумаги при испытании разрывается по наиболее слабому месту. Этим слабым местом в большинстве случаев являются не сами волокна, а связи между ними. При разрыве листа по обе стороны в месте разрыва наблюдается преимущественное вытаскивание волокон из толщи листа, что указывает на разрыв связи между ними. И только часть волокон рвется в поперечном направлении.

Основными факторами, влияющими на качество помола целлюлозы, являются: продолжительность размола, удельное давление между ножами мельниц, концентрация массы, тип размалывающей гарнитуры, окружная скорость ротора или барабана, температура массы при размоле. К

управляемым факторам относятся продолжительность, удельное давление, концентрация и температура массы.

Для размола волокнистых полуфабрикатов на предприятиях, вырабатывающих массовые виды бумаги и имеющих большую производительность, применяются дисковые мельницы. Массный размол проводится в однодисковых и сдвоенных мельницах с закрытой камерой, которые обеспечивают производительность до 650 т/сут.

Широкое применение дисковых мельниц обусловлено быстрым развитием производства волокнистых полуфабрикатов высокого выхода. Они вытесняют другие виды размалывающего оборудования (конические мельницы, роллы) благодаря следующим преимуществам: возможности размола при высокой концентрации массы (до 40 %); более низкому удельному расходу энергии; большой единичной мощности и производительности, компактности, простоте конструкции; более широкой области применения (размол целлюлозы, полуфабрикатов высокого выхода, древесной щепы, отходов сортирования древесно-массного и целлюлозного производств); возможности получения более однородной по структуре массы.

Основные рабочие элементы мельницы – статор (корпус) и ротор – выполнены в виде конусов. Внутреннюю поверхность статора и внешнюю поверхность ротора образуют сменные ножевые рубашки. Зазор между ножами статора и ротора регулируется перемещением (присадкой или вылегчиванием) ротора вдоль его оси при помощи присадочного механизма. При работе мельницы движение массы осуществляется в направлении от малого диаметра ротора к большему. Производительность мельницы по воздушно-сухому волокну 4—16 т/сут, частота вращения

ротора 1000 мин⁻¹, площадь поверхности соприкосновения гарнитуры ротора и статора 0,40 м².

Проклейка. Назначение проклейки — придание бумаге или картону ограниченных впитывающих свойств по отношению к воде, чернилам, типографской краске и другим жидкостям и улучшение многих других физико-механических свойств. При неограниченном впитывании (у неклееной бумаги), например, чернил, они будут впитываться в толщу листа бумаги, расходиться и проходить на его обратную сторону. Полное отсутствие впитывающих свойств будет вызывать стекание чернил с поверхности бумаги. Первое и второе явление делают бумагу непригодной для письма и печати. Поэтому процесс проклейки призван обеспечивать для каждого конкретного вида бумаги и картона свою строго определенную впитывающую способность, которая оценивается степенью проклейки.

Различают **поверхностную проклейку** и **проклейку в массе**. Поверхностную проклейку осуществляют нанесением крахмального или животного клея на поверхность готовой бумаги. Применяется она для производства некоторых специальных высокосортных видов бумаги – документной, чертежной, картографической и др. Подавляющее большинство видов бумаги и картона проклеивается введением проклеивающих веществ в бумажную массу перед отливом бумажного листа, т. е. проклеивается в массе. Для проклейки в массе применяют гидрофобные (водоотталкивающие) вещества, а процесс проклейки все чаще называют гидрофобизацией бумаги или картона. Основным гидрофобизирующим веществом является канифоль, выделяемая из смолы хвойных древесных пород.

Канифольная или смоляная проклейка бумаги была изобретена в 1807г. Иллигом.

На многие предприятия проклеивающие вещества поступают в виде готового клея – клея-пасты (это сваренный клей, но еще не разведенный водой). После разбавления водой до требуемой концентрации он готов к применению. Это исключает необходимость иметь на предприятии клееварочное отделение, и, что важнее, клей всегда получается стабильным и высококачественным. В перспективе планируется все предприятия перевести на использование клея-пасты, поставляемого централизованно с нескольких клееварочных заводов.

Наполнение. Под наполнением бумаги понимают введение в композицию бумаги минеральных веществ-наполнителей для улучшения ее качества и экономических показателей. Введением наполнителей в композицию бумаги достигаются следующие цели: снижается себестоимость производства бумаги, так как стоимость наполнителя ниже стоимости волокон, часть которых заменяется наполнителем; повышается белизна бумаги, поскольку почти все наполнители имеют более высокую степень белизны, чем волокна; существенно увеличивается гладкость поверхности бумаги за счет заполнения частичками наполнителя пор и неровностей между волокнами на шероховатой поверхности листа; уменьшается непрозрачность бумаги, что дает возможность писать и печатать с обеих сторон листа; улучшается равномерность просвета; увеличивается мягкость и пластичность – бумага меньше «шумит» при перелистывании; снижается объемная масса, пористость и, следовательно, впитываемость типографских красок и т. п.

О содержании наполнителя в бумаге судят по показателю зольности бумаги, который определяют по массе прокаленного остатка после

сжигания навески бумаги и выражают в % к массе бумаги. Зольность бумаге придает в основном наполнитель, так как естественная зольность волокон менее 1 %.

По зольности бумагу делят на четыре группы:

- I. **бумага с естественной зольностью** — фильтровальная, электроизоляционная, основа для фибры и пергамента, жиронепроницаемая; наполнители не вводятся;
- II. **бумага малозольная** (с зольностью до 5%)—газетная, мундштучная, обойная и др.; в этих видах бумаги важно сохранить механическую прочность, поэтому повышение содержания наполнителей, существенно снижающих механические показатели бумаги, нецелесообразно;
- III. **бумага средней зольности**—писчая с зольностью до 6—8%, некоторые виды бумаги для печати с зольностью до 15%; в эти виды бумаги наполнитель вводится в ограниченных количествах;
- IV. **бумага высокозольная** (зольность свыше 15%)—это типографская, для глубокой печати и др.; для этих бумаг важно иметь хорошие печатные свойства и высокую непрозрачность, поэтому содержание наполнителя в них большое.

Общим недостатком введения наполнителей является заметное снижение механической прочности и степени проклейки бумаги. Кроме того, с увеличением содержания наполнителей в большей степени обнаруживается пылимость бумаги — явление отделения от поверхности бумаги мелких волокон, частиц наполнителя, проклеивающих веществ. Этот эффект резко ухудшает качество печати—бумажная пыль прилипает к печатной форме, забивает набор и клише.

Крашение и подцветка. С целью придания бумаге приятных эстетических свойств многие ее виды производят цветными, например: афишную, обложечную, писчую цветную, бумагу для спичечных коробков, конвертную, салфеточную, упаковочные виды и др. Различают крашение бумаги и подцветку. В процессе крашения бумаге придается необходимый цвет, а при подцветке — определенный цветовой оттенок, для чего в бумажную массу перед изготовлением бумаги вводят соответствующие красители. Крашение бумаги является сложным процессом, так как окраске подвергается бумажная масса, в большинстве случаев состоящая из нескольких разнохарактерных волокнистых, наполняющих и проклеивающих частиц, которые имеют различную восприимчивость к одному и тому же красителю; поэтому для получения качественно окрашенной бумаги очень важно правильно подобрать краситель.

В бумажной промышленности нашли применение в основном красители органического происхождения: основные, кислотные, прямые, а также некоторые минеральные пигменты. Применяемые красители имеют много различных цветов и оттенков и обладают высокой красящей способностью.

3.1 Описание технологической схемы

Технологический процесс производства бумаги включает подготовку массы, отлив, формование, прессование, сушку, резку, упаковку бумаги, переработку брака.

3.2 Подготовка целлюлозной массы

Целлюлоза со склада транспортером подается в гидроразбиватель ГРВ-0 и распускается свежей и оборотной водой. Из гидроразбивателя масса насосом подается в приемный бассейн.

Из приемного бассейна масса подается на размол, который осуществляется на дисковой мельнице МД-02-1. Размолотая масса поступает в машинный бассейн емкостью 25 м³.

При выпуске бумаги окрашенной в массу красителем, раствор красителя, приготовленный предварительно в специальной бачке, дозируется в машинный бассейн.

Из бассейна масса насосом подается на БПУ с переливом в машинный бассейн и далее направляется на смесительный насос, где происходит разбавление массы оборотной водой до необходимой концентрации.

Разбавленная масса направляется на очистку на очистители массы.

Очищенная масса после очистки поступает на дальнейшую очистку от пучков волокон в узлоловитель закрытого типа и далее в напорный ящик машины, а отходы через сборник насосом направляются в приемный бассейн.

3.3 Подготовка макулатурной массы

Масса поступает из макулатурного цеха в машинный бассейн и идет по потоку целлюлозной массы.

3.4 Приготовление раствора красителя

В емкость вместимостью 0,1 м³ заливается вода и производится подогрев воды паром до температуры (50-80) С°. После подогрева воды подача пара прекращается и производится подача красителя в количестве 4 кг.

Содержимое емкости перемешивается в течение 5 мин до полного растворения красителя. Во избежание неравномерности окраски массы не

рекомендуется использовать горячие растворы красителей и не рекомендуется доводить их до кипения и кипятить во избежание появления сгустков.

Рабочий раствор красителя дозируется постоянно в машинный бассейн.

Перед растворением новой порции красителя старый раствор полностью выливается из емкости.

Емкость необходимо промывать водой после каждого использования.

Полнота растворения красителя проверяется фильтровальной бумагой и должна давать равномерно окрашенное пятно без осадка и ореола.

3.5 Приготовление раствора флокулянта

В бак эмульгатора заливается 1,25 м³ воды включается мешалка и тонкой струйкой засыпается 1,5 кг флокулянта «Праестол». После тщательного перемешивания в течение 30 мин добавляется свежая вода до объема 1,5 м³, производится перемешивание раствора в течение 1 часа. Рабочий раствор флокулянта концентрацией (1,3±0,2) г/л насосом перекачивается в расходную емкость 2,0 м³ и насосом-дозатором подается на флотоловушку.

3.6 Отлив, формование, прессование, сушка, намотка, резка полотна бумаги.

Формование бумажного полотна из разбавленной волокнистой суспензии происходит в сеточной части бумагоделательной машины. Поступление массы на сетку обеспечивает напорный ящик, снабженный

двумя вращающимися перфорированными валиками, которые предназначены для устранения хлопьеобразования и более равномерного выхода массы на сетку и перфоплиты, разделенной на 4 части.

Сеточная часть машины состоит из регистровой части, которая начинается грудным валом диаметром 400 мм, грудной доски (формующей), регистровых валиков диаметром 100 мм (3 штук), двух пакетов гидропланок по 5 штук в каждом и отдельной гидропланки.

В этой части сеточного стола происходит формирование бумажного полотна и удаление большей части воды путем ее стекания под влиянием незначительного напора массы на сетке и отсасывающего действия валиков и гидропланок и созданием вакуума между сеткой и гидропланками.

Образуемый влажный слой волокон подвергается дальнейшему обезвоживанию и формированию на отсасывающих ящиках (3 шт.) под воздействием вакуума, создаваемого вакуумным насосом или вентилятором, установленным на отсасывающих ящиках и на гауч-вале диаметром 450 мм.

При своем обратном движении в сеточной части машины сетка проходит ряд валиков: один «правительный» для регулирования движения сетки и предотвращения ее смещения на сторону, два натяжных для натяжения сетки, два сетководущих, расположенных снаружи сетки и снабженных деревянными шаберами для очистки поверхности валиков от приставших комочков массы и одного балансировочного.

Для очистки ткани сетки и поддержания ее в чистоте используется водяной спрыск.

Для съема бумажного полотна с сетки на гладильное сукно и во избежание обрывов в этой части машины установлено пересасывающее устройство, состоящее из корпуса типа щелевой сукномойки и двух поддерживающих валиков.

Пересасывающее устройство и прессовый вал диаметром 450 мм охватываются гладильным сукном, которое в процессе работы загрязняется, т.е. поры сукна забиваются мелким волокном, частицами смолы, наполнителя и других веществ. При загрязнении сукон ухудшается фильтрация воды, которая не находя выхода через ткань сукна, вынуждена двигаться через бумажное полотно, вызывая нарушение его структуры и приводя к дроблению бумаги и обрывам.

Для устранения указанного недостатка сукно в процессе работы тщательно промывают. Для этого установлены щелевая сукномойка, смачивающий спрыск и спрыск высокого давления асцилирующий.

Окончательное удаление воды из бумажного полотна до допустимой влажности происходит в сушильной части машины, состоящей из одного сушильного цилиндра диаметром 2,5 м и одного досушивающего диаметром 2.5 м, снабженного сушильным сукном.

Для придания бумаге степени крепирования на сушильном цилиндре (янки цилиндре) установлен крепирующий шабер, угол заточки которого производится в зависимости от желаемой величины крепа. Величина крепа регулируется разностью скоростей верхнего сушильного цилиндра и нижнего.

Перед входом на накат бумажное полотно огибает правочную дугу, при этом полотно разглаживается, и устраняются морщины.

Намотка бумаги в рулоны производится на брабанном переферическом накате с пневматическим прижимом тамбура к несущему барабану.

С наката машины тамбуры бумаги тельфером подаются на продольно-резательный станок, где бумага разрезается на рулоны требуемого формата.

Упаковка рулонов производится вручную.

3.7 Использование оборотного брака и оборотной воды.

Сухой брак с машины и продольно-резательного станка распускается в гидроразбивателе брака и перекачивается в приемный бассейн, куда поступают и обрезки с ПРС.

Оборотная вода с сеточной части и от вакуум-насосов собирается в приямок под сеточной частью машины, откуда насосом подается в сборник оборотной воды с переливом. Часть воды используется для поддержания уровня массы в бачке постоянного уровня и на разбавление массы перед смесительным насосом, оставшаяся часть воды направляется для осветления на флотоловушку. Осветленная вода поступает в бассейн осветленной воды, а волокно подается в приемный бассейн. С бассейна осветленная вода насосом направляется на спрыски, на отсечки, на роспуск целлюлозы в гидроразбиватель ГРВ-02, переработку брака, на уплотнение сальниковых колец вакуумных насосов, на пеногашение, а избыток самотеком поступает на промстоки.

Свежая вода используется:

- при роспуске беленой целлюлозы;

- при роспуске волокнистых полуфабрикатов в случае отсутствия или недостатка осветленной воды с ЦПФ;
- на спрыск асцилирующий;
- на залив вакуумнасоса в случае отсутствия осветленной воды;
- на охлаждение сальников на мельнице;
- на сантехнические нужды и при отсутствии осветленной воды на машине;
- приготовление химикатов.

4 Изготовление бумаги на бумагоделательной машине.

Для изготовления бумаги и картона применяют два типа бумагоделательных машин: плоскосеточные и круглосеточные. Первые используются для производства бумаги, вторые — картона. Основное отличие машин состоит в том, что в плоскосеточных машинах формирование бумажного полотна осуществляется на движущейся горизонтальной сетке, а в круглосеточных — полотно формуется на вращающейся цилиндрической сетке.

4.1 Устройство бумагоделательной машины.

Бумагоделательная машина состоит из сеточной, прессовой, сушильной и отделочной частей и привода. Кроме того, к ней относятся машинный бассейн для аккумуляции бумажной массы перед подачей на машину, оборудование для рафинирования, подмола и очистки массы, насосы для подачи воды и массы, вакуумные насосы, устройства для переработки брака, бассейны оборотной воды, приточно-вытяжная вентиляционная система, регулирующие и контрольно-измерительные приборы. Более детальное устройство основных частей плоскосеточной машины и их назначение рассмотрим на примере современной

отечественной широкоформатной скоростной бумагоделательной машины Б-15 для производства газетной бумаги.

Сеточная часть предназначена для формования и обезвоживания бумажного полотна и включает напорный ящик и сеточный стол. Напорный ящик предназначен для равномерного и непрерывного напуска массы на сетку по всей ее ширине. Сейчас широко применяются закрытые напорные ящики, в которых требуемый напор массы создается давлением воздушной подушки. Бумажная масса на сетку выливается при помощи напускного устройства, обеспечивающего выход ее с одинаковой скоростью и в одинаковом количестве по всей ширине сетки, подачу массы спокойным потоком, без перекрещивания струй, завихрений и хлопьеобразований.

Сеточный стол представляет собой горизонтальную плоскость, образованную сеткой, натянутой между грудным валом и отсасывающим гауч-валом. Обратная (нижняя) ветвь сетки поддерживается сетководущими, сеткоправильными и сетконатяжными валиками. Натяжение сетки осуществляется сетконатяжными валиками, а сеткоправильные валики служат для предотвращения сползания сетки в стороны от продольной оси стола. В движение сетка приводится сеткоповоротным (сетководущим) валом (он расположен под пересасывающим валом) или одновременно сеткоповоротным и гауч-валом.

Сетка является основным элементом сеточного стола. На ней происходит формование бумажного полотна из бумажной массы. При помощи сетки приводятся в движение грудной вал и все остальные валики сеточного стола. При выполнении технологических функций сетка подвергается интенсивному механическому и химическому воздействию,

поэтому она должна обладать достаточной прочностью на разрыв, изгиб, истирание и быть кислотоустойчивой. Она должна иметь хорошую водопропускную способность и высокую плотность, чтобы по возможности меньше мелких волокон уходило с оборотной водой и менее заметной была маркировка бумаги (оттиск сетки на стороне полотна бумаги, соприкасающегося с сеткой при формовании).

Под верхней ветвью сетки, по направлению ее хода последовательно грудного до гауч-вала, расположены: формующая доска или ящик, гидропланки или регистровые валики, отсасывающие ящики. Основное назначение этих элементов — формование бумажного полотна за счет создания режима обезвоживания бумажной массы на сетке требуемой интенсивности, а также поддержание сетки от провисания между грудным и гауч-валом.

В современных быстроходных бумагоделательных машинах регистровые валики уступили место гидропланкам и мокрым отсасывающим ящикам. Это обеспечивает качественное формование структуры полотна бумаги при более интенсивном процессе его обезвоживания.

Прессовая часть служит для дальнейшего механического обезвоживания полотна бумаги после сеточного стола. В большинстве бумагоделательных машин прессовая часть состоит из 2—3 двухвальных прессов. Машины, предназначенные для выработки бумаги из массы жирного помола, имеют 4—5 прессов. Обычный пресс имеет 2 вала: верхний, гранитный или стонитовый, и нижний, металлический, облицованный резиной. Интенсивность обезвоживания в прессе регулируется давлением между валами, создаваемым прижимом, или вылегчиванием одного из валов (обычно верхнего). В каждом прессе

имеется сукно, охватывающее один из валов. Сукно устанавливается и поддерживается в рабочем положении при помощи сукноведущих, сукнонатяжных, сукноразгонных и сукноправильных валиков. Основное назначение сукон – предохранение структуры полотна бумаги от раздавливания во время прессования, впитывание влаги, транспортирование слабого сырого полотна в прессе и его передача в следующий пресс. При проходе пресса бумага одной стороной лежит на сукне и получает от него маркировку, а другой — соприкасается с верхним гладким валом. В результате чего одна сторона бумаги сглаживается, а другая нет. Для сглаживания ее поверхности часто устанавливают обратный пресс, в котором сторона бумаги, соприкасавшаяся в предыдущем прессе с сукном, контактирует с гладким валом пресса. Развитием прессовой части машин для интенсификации процесса прессования бумаги, вместо обычных прессов является установка отсасывающих и сдвоенных прессов. Каждый из этих прессов приводится в движение строго от индивидуального привода.

Сушильная часть служит для окончательного обезвоживания полотна бумаги испарением влаги. Сушильная часть состоит из сушильных цилиндров, расположенных в два яруса в шахматном порядке. Сушильный цилиндр — это полый стальной цилиндр диаметром 1500 или 1800 мм, изнутри обогреваемый паром. Поверхность цилиндров, как и прессовых валов, имеет высокую степень обработки — она отшлифована и отполирована. Цилиндры рассчитаны на рабочее давление 0,35 МПа. Число цилиндров зависит от вида вырабатываемой бумаги и скорости машины.

Отделочная часть состоит из машинного каландра и наката. Установленный между сушильной частью и накатом машинный каландр служит для повышения лоска, гладкости и объемной массы большинства

видов бумаги. Каландр состоит из 5—8 горизонтально один над другим расположенных валов, приводящихся в движение от нижнего вала. Поверхность валов шлифуют и полируют. Линейное давление между валами регулируют механизмом прижима и подъема. В процессе работы от трения валы сильно разогреваются, поэтому для охлаждения валов каландра предусмотрена система их охлаждения. Иногда для поверхностной обработки бумаги и картона (проклейки, окраски, пропитки и др.) в процессе ее изготовления на бумагоделательной машине в сушильной части устанавливают клеильный пресс.

После машинного каландрирования бумага поступает на накат, где наматывается в рулон. В настоящее время почти на всех современных машинах применяют периферические накаты барабанного типа. Основной их частью является чугунный барабан диаметром 1200 мм, который вращается от привода бумагоделательной машины. Окружная скорость барабана равна скорости изготовления бумажного полотна. Намотка рулона бумаги осуществляется на тамбурный валик, который специальным устройством прижимается к барабану, обеспечивая равномерную и плотную намотку бумаги.

Привод бумагоделательной машины предназначен для привода в движение всех частей бумагоделательной машины. Он обеспечивает плавное изменение скорости отдельных частей в определенных пределах, строгое постоянство скорости приводимых частей при установившемся режиме работы машины. Пределы изменения регулирования скоростей зависят от вида вырабатываемой бумаги.

5 Основные технологические процессы изготовления бумаги на бумагоделательной машине, их назначение и характеристика.

Технологический процесс изготовления бумаги (картона) включает следующие основные операции: аккумулярование бумажной массы; разбавление ее водой до необходимой концентрации и очистку от посторонних включений и узелков; напуск массы на сетку; формирование бумажного полотна на сетке машины; прессование влажного листа и удаление избытка воды: сушку; машинную отделку и намотку бумаги (картона) в рулон. В технологическом потоке производства бумаги бумагоделательная машина — самостоятельный агрегат, основные узлы которого установлены строго последовательно вдоль монтажной оси.

Аккумулярование. Приготовление бумажной массы проводят в размольно-подготовительном отделе. Потоки волокнистых, наполняющих, проклеивающих, окрашивающих и других материалов, составляющих композицию данного вида будущей бумаги, направляются в дозатор или составитель композиции, где они непрерывно и строго дозируются в заданном соотношении, а затем поступают в мешальный бассейн. В этом бассейне масса тщательно перемешивается и аккумуляруется (накапливается).

Рафинирование. Рафинирование бумажной массы производится перед ее подачей на машину в аппаратах непрерывного действия — конических и дисковых мельницах. В процессе рафинирования бумажной массы происходит выравнивание степени помола массы, устранение пучков волокон и некоторый подмол массы. Для этого мельницы устанавливаются после машинного бассейна непосредственно перед бумагоделательной машиной.

Подача массы на бумагоделательную машину. По выходе из машинных бассейнов масса при концентрации 2,5— 3,5 % дозируется и направляется на бумагоделательную машину. Перед поступлением на машину она разбавляется оборотной водой, очищается от посторонних загрязнений, а также от узелков и комочков. Для поддержания постоянной массы 1 м² вырабатываемой бумаги необходимо, чтобы в единицу времени на сетку машины поступало одно и то же количество массы, при этом скорость машины должна быть постоянной. Скорость машины изменяют при переходе на выработку другого вида бумаги.

На современных бумагоделательных машинах массу 1 м² вырабатываемой бумаги поддерживают постоянной автоматическими регуляторами. На бумагоделательную машину массу подают с помощью насоса и ящика постоянного напора. Масса, поступающая на бумагоделательную машину, разбавляется водой в смесительном насосе. Разбавление необходимо, во-первых, для последующей очистки массы, так как из густой массы трудно удалять загрязнения, и, во-вторых, для лучшего формования бумаги на сетке бумагоделательной машины.

Формирование бумажного листа на сетке бумагоделательной машины. Бумажная масса, разбавленная до необходимой концентрации и очищенная от посторонних включений, поступает в напорный ящик бумагоделательной машины. Необходимая степень разбавления массы для отлива бумаги на сетке бумагоделательной машины зависит от массы 1 м² бумаги, рода волокна и степени помола массы. Формирование бумажного листа на сетке бумагоделательной машины. Бумажная масса, разбавленная до необходимой концентрации и очищенная от посторонних включений, поступает в напорный ящик бумагоделательной машины. Необходимая степень разбавления массы для отлива бумаги на сетке

бумагоделательной машины зависит от массы 1 м² бумаги, рода волокна и степени помола массы

Напуск массы на сетку. Эта операция осуществляется при помощи напускного устройства — напорного ящика. Для нормальной работы машин при скоростях 450—500 м/мин требуется напор массы в напорном ящике 2,5—3 м, при скорости 600 м/мин — около 4,2 м и т. д. Напускное устройство обеспечивает напуск бумажной массы на бесконечную сетку, движущуюся в направлении от грудного к гауч-валу, с одинаковой скоростью и в одинаковом количестве по всей ширине сетки. Напуск массы осуществляется почти параллельно сетке без всплесков. Скорость напуска массы на сетку должна быть на 5—10 % ниже скорости сетки. Если скорость массы значительно отстает от скорости сетки, то увеличивается продольная ориентация волокон (ориентация в машинном направлении) и прочность бумаги в продольном направлении.

Формирование бумажного листа (отлив). Формирование, или отлив, бумажного листа представляет собой процесс объединения волокон в листовую форму с созданием определенной объемной капиллярно-пористой структуры. Этот процесс осуществляется на сеточной части бумагоделательной машины постепенным и последовательным удалением воды из бумажной массы (обезвоживанием). Режим обезвоживания, начинаемый в начале сеточного стола и заканчиваемый сушкой бумаги в сушильной части, на всех этапах технологического процесса оказывает существенное влияние на качество бумаги и производительность машины.

Прессование. После сеточной части бумажное полотно поступает в прессовую, состоящую обычно из нескольких прессов, на которых оно последовательно обезвоживается до сухости 30—42 %. Для

интенсификации обезвоживания полотна в прессовой части применяют прессы с желобчатыми валами и повышенным линейным давлением между ними. Важное значение для обезвоживания полотна имеют надлежащий подбор сукон и их кондиционирование. Бумажное полотно, сформованное в сеточной части, автоматически вакуум-пересасывающим устройством передается на сукно прессовой части. Современные конструкции комбинированных многовальных прессов обеспечивают прохождение бумаги без свободных участков (участков, где полотно бумаги не поддерживается сукном), что позволяет осуществить безобрывную проводку бумаги в прессовой части.

Сушка. В сушильной части бумагоделательной машины бумажное полотно обезвоживается до конечной сухости 92—95 %. В процессе сушки удаляется 1,5—2,5 кг воды на 1 кг бумаги, что примерно в 50—100 раз меньше, чем на сеточной и прессовой частях машины. При сушке одновременно происходит дальнейшее уплотнение и сближение волокон. В результате повышается механическая прочность и гладкость бумаги. От режима сушки зависят объемная масса, впитывающая способность, воздухопроницаемость, прозрачность, усадка, влагопрочность, степень проклейки и окраска бумаги.

Бумажное полотно, проходя по сушильным цилиндрам, поочередно соприкасается с нижними и верхними цилиндрами то одной, то другой своей поверхностью. Для лучшего контакта между цилиндрами и бумагой и облегчения заправки применяют сушильные сукна (сетки), охватывающие сушильные цилиндры примерно на 180°.

Сушка бумаги на сушильном цилиндре состоит из двух фаз: на нагретой поверхности цилиндра под сукном и на участке свободного хода, т. е. когда бумажное полотно переходит с одного цилиндра на другой. В

первой фазе, под сукном, испаряется основное количество влаги: на тихоходных машинах до 80—85 %, на быстроходных до 60—75 % всей влаги, испаряемой в сушильной части машины. Во второй фазе, на участках свободного хода влага испаряется с обеих сторон бумаги за счет тепла, поглощенного бумагой в первой фазе сушки. При этом бумага в зависимости от скорости машины претерпевает понижение температуры на 4—15°. При падении температуры снижается скорость сушки, особенно на тихоходных машинах, так как на них падение температуры полотна бумаги больше, чем на быстроходных. С повышением скорости машины количество испаряемой воды на участке свободного хода бумаги увеличивается. С уменьшением количества воды в бумажном полотне интенсивность сушки на свободном участке понижается.

Температуру сушильных цилиндров повышают постепенно, что способствует улучшению качества бумаги и завершению процесса проклейки. В конце сушильной части температуру поверхности цилиндров снижают, так как высокая температура при небольшой влажности бумаги действует на волокна разрушающе.

Отделка. После сушки бумажное полотно с целью уплотнения и повышения гладкости проходит через машинный каландр, состоящий из расположенных друг над другом 2—8 валов. Полотно, огибая поочередно валы каландра, проходит между ними при возрастающем давлении. Современные машинные каландры снабжаются механизмами прижима, подъема и вылегчивания валов. Нижний вал и один из промежуточных выполняются с регулируемым прогибом, что позволяет применять высокие давления в захватах валов при сохранении равномерности давления по ширине полотна. Пройдя каландр, бумажное полотно непрерывно наматывается на тамбурные валы в рулон диаметром до 2500

мм. Перезаправка с одного тамбурного вала на другой осуществляется при помощи специальных механизмов и устройств.

После бумагоделательной машины бумага поступает на продольно-резательный станок и далее к упаковочной машине. Для получения более высоких показателей плотности, гладкости и лоска большинство видов бумаги для печати, писчей и технической пропускают через суперкаландр.

Размещение бумагоделательных машин. Бумаго- и картоноделательные машины размещаются на двух этажах. Основные узлы машины, где формируется, обезвоживается и наматывается полотно, размещаются на втором этаже, а вспомогательное оборудование технологических коммуникаций — на первом. На первом этаже устанавливается также оборудование для переработки мокрого (гауч-мешалка) и сухого (гидроразбиватель) брака, станция централизованной смазки и др.

Отлив - бумаги

Отлив бумаги представляет собой процесс соединения волокон в бумажное полотно с образованием на сетке такого слоя растительных волокон вместе с наполняющими, проклеивающими и окрашивающими веществами, который по массе 1 м² абс. Одновременно из этого слоя на сеточном столе должно быть отведено стеканием, отсосом или отжатием основное количество воды, удаляемой на бумагоделательной машине. Перед отливом бумаги на сетке подготовленная бумажная масса независимо от типа бумагоделательных машин (кроме машин сухого формования) аккумулируется перед бумагоделательной машиной в массных бассейнах, называемых машинными или рабочими бассейнами.

При отливе бумаги на бумагоделательной машине одним из нежелательных компонентов бумажной массы является воздух, обычно содержащийся в ней от 0,4 до 6 % по объему. Это, казалось бы, небольшое содержание воздуха в массе на самом деле является высоким по отношению к объему волокон. Так, в массе, поступающей на бумагоделательную машину с концентрацией волокон 0,5 %, указанное содержание воздуха соответствует 80 - 1200 % по отношению к объему волокон. Скоплению воздуха в бумажной массе способствует ее непрерывное перемешивание и перекачивание насосами, сопровождаемое засосом воздуха.

При отливе бумаг из синтетических волокон затруднен съем бумажного полотна с сетки вследствие очень малой его прочности. Применение термогидропластичных волокон винол, повышая прочность бумажного листа, резко облегчает эту проблему.

Перед отливом бумаги на бумагоделательной машинке исходную бумажную массу отрегулированной концентрации из машинного бассейна через переливной бачок постоянного напора направляют для окончательного размола на коническую или дисковую мельницы, устанавливаемые не в размольно-подготовительном отделе, а в начале зала бумагоделательных машин.

Наиболее подходящими для отлива бумаги являются волокна диаметром от 0,5 до 10 мкм и длиной 4 - 6 мм. Существенным недостатком некоторых минеральных волокон, например кремнеземных, является их хрупкость. Несмотря на то, что многие волокна могут быть получены малого диаметра (1 мкм и меньше) и обладают прекрасной эластичностью, бумаги из них не выдерживают прессования и особенно каландрирования. Деаэрация массы перед отливом бумаги уменьшает ее пенообразование, улучшает стабильность потока, вытекаемого из напорного ящика, увеличивает скорость обезвоживания массы на сетке, повышает плотность и сухость бумажного полотна, сокращает число обрывов, повышает производительность машины и существенно улучшает качество бумаги. Деаэрация массы способствует также повышению производительности смесительных насосов и снижает слизееобразование в технологическом потоке. В процессе отлива бумаги волокна располагаются в основном по ходу движения сетки бумагоделательной машины. Такое направление бумаги называется машинным, или продольным. В этом направлении прочность бумаги выше, а деформация при увлажнении значительно меньше, чем в поперечном. Это обязательно нужно учитывать при раскрое бумаги для форзацев, обложек, оклейки корешка. Направление волокон в заготовке должно быть всегда параллельно корешку блока. В связи с тем, что при отливке бумаги влага движется в одностороннем направлении от верхней стороны к сеточной

стороне бумаги, расположение мелких и длинных волокон, частиц наполнителя и проклеивающих веществ оказывается неодинаковым по сторонам бумажного полотна.

Рассматривая вопросы хлопьеобразования (флокуляции) при отливе бумаги необходимо разграничить понятия флокуляции и коагуляции. Флокуляция характеризуется соединением отдельных макромолекул высокомолекулярных веществ с образованием рыхлых хлопьевидных осадков - флоккул с размерами, выраженными в миллиметрах. Таким образом, агрегация волокон целлюлозы в отдельные сгустки под влиянием внешних условий является проявлением процесса флокуляции. Под коагуляцией следует понимать процесс изменения степени дисперсности коллоидных частиц за счет слипания с образованием частиц, размеры которых можно характеризовать в микрометрах. Таким образом, агрегацию частиц канифольного клея, минеральных наполнителей и красителей под действием электролитов (например, сернокислого алюминия) следует отнести к процессам коагуляции без образования при этом между частицами длинных полимерных мостиков. При флокуляции же под влиянием полимеров с длинной молекулярной цепью (например, полиакриламида или полиэтиленимина) частицы соединяются в хлопья соответствующей мостиковой связью.

Размолотая бумажная масса с концентрацией волокна 0,1 - 0,3 % при отливе тонких бумаг - 5 - 15 мкм (для более толстых бумаг концентрация выше) поступает на сетку бумагоделательной машины, которая, кроме продольного движения, испытывает поперечные колебания для более равномерного распределения волокон на сетке. Обезвоживание массы достигается сначала простым отеканием воды через сетку, а далее с

помощью отсоса на вакуумных ящиках, расположенных под сеткой; сходящая с сетки бумага имеет влажность 90 %.

При введении в бумажную массу 5 - 15 % волокон виолол типа МБР облегчается процесс отлива бумаги, повышается ее прочность в мокром состоянии.

Вероятность хлопьеобразования, увеличивается с увеличением длины волокон, используемых при отливе бумаги. Именно поэтому добавка в композицию бумаги коротких волокон из лиственной древесины и соломы, а также волокон древесной массы способствует уменьшению хлопьеобразования и облегчает возможность изготовления бумаги с равномерным просветом. Хлопьеобразование более заметно у тонких волокон и менее заметно у толстых. При всех прочих равных условиях волокна беленой целлюлозы обладают несколько меньшей склонностью к хлопьеобразованию, чем волокна небеленой целлюлозы, и из них относительно легче получить бумагу равномерного просвета.

Ухудшение качества исходного древесного сырья при одновременном повышении требований к качеству целлюлозы, бумаги и картона вызывает необходимость совершенствования технологии и оборудования для подготовки и облагораживания древесины, сортирования, очистки и размола массы и отлива бумаги и картона.

Снижение жирности помола бумажной массы облегчает процесс обезвоживания. Однако этот путь интенсификации отлива бумаги не всегда может быть рекомендован, так как иногда он может привести к нежелательному изменению свойств вырабатываемой бумаги.

Основные сложности сводятся к осуществлению надлежащего сортирования массы высокой концентрации и предотвращению облачного

просвета бумаги. Образование же хлопьев волокон при отливе бумаги ведет к существенному ухудшению ее качества, выражающемуся в неравномерности просвета бумаги и, следовательно, в неравномерности свойств участков бумажного полотна. Более тонкие просвечивающиеся участки оказываются менее прочными, больше впитывают типографской краски в бумаге для печати, создавая неравномерности печатного оттиска, оказывают меньшее сопротивление прохождению электрического тока в электроизоляционной бумаге. В бумаге с неравномерным просветом легче возникают локальные внутренние напряжения, вызывающие коробление поверхности бумаги.

Иногда разбавление массы перед машиной проводят в две ступени с установкой двух смесительных насосов, работающих последовательно. В первом насосе масса разбавляется до концентрации, обеспечивающей оптимальные условия работы очистного оборудования, а во втором - до оптимальной концентрации отлива бумаги на сетке. Во второй смесительный насос масса поступает за счет остаточного давления, создаваемого первым насосом.

Исходные волокнистые полуфабрикаты в процессе их получения, а также вводимые в бумажную массу клей, наполнители, красители и другие добавки подвергаются тщательной очистке, однако перед отливом бумаги разбавленная бумажная масса всегда подвергается дополнительной очистке. Ее цель - удалить образовавшиеся в процессе подготовки бумажной массы узелки, пучки волокон, закатыши, сгустки, кусочки грязи и слизи, пузырьки воздуха, а также посторонние включения в виде песка, металлических частиц и др. От степени очистки массы перед машиной зависит качество бумаги и работа самой машины. Указанные образования и дополнительные включения не только ухудшают качество бумаги, но

часто являются причиной обрывов полотна, повреждения сетки, поверхности отсасывающих ящиков, прессов и других деталей машины.

Из-за повышенной пористости бумажное полотно легко обезвоживалось на сеточном столе, в прессовой и в сушильной частях бумагоделательной машины. Дальнейшая задача отлива бумаги из массы высокой концентрации заключается в повышении основных показателей механической прочности изготавливаемой бумаги.

На процесс обезвоживания массы весьма существенное влияние оказывает степень помола массы. Более жирная масса труднее отдает воду на сетке машины, поэтому в этом случае бумагу вырабатывают при меньшем разбавлении массы. Понижение разбавления при отливе бумаги жирной массы не ухудшает формирования листа, так как волокна лучше диспергируются и медленнее оседают на сетку.

Древесную массу в отличие от целлюлозы, получают путем механического истирания древесины на специальной машине - дефибрере. Химический состав белой древесной массы приблизительно такой же, как и у исходной древесины. Волокна древесной массы при отливе бумаги образуют плохое сплетение и не дают прочного листа. Поэтому при выработке бумаги она применяется только вместе с целлюлозой. Бурую древесную массу получают путем предварительного пропаривания древесины (щепы) и ее химической обработки.

Влияние температуры массы на ее склонность к хлопьеобразованию относительно невелико. Оно больше сказывается при малых скоростях течения потока. С повышением температуры уменьшается вязкость воды и поэтому скорость обезвоживания увеличивается, что интенсифицирует процесс отлива бумаги. Однако подогрев массы требует повышенного

расхода тепла. Кроме того, при использовании жесткой производственной воды возможно выпадение солей жесткости.

Расчет материального баланса варки

Расчет ведется на 1 т воздушно-сухой целлюлозы, получаемой из котла.

Для удобства расчета весь процесс разбивается на следующие стадии: загрузка и пропарка щепы; подача белого и черного щелока; заварка и варка; диффузионная экстракция щелока (отбор щелока в расширительные резервуары); выдувка массы.

Загрузка и пропарка щепы. На 1 т воздушно-сухой целлюлозы, получаемой из котла (880 кг абсолютно сухой), в котел должно быть загружено абсолютно сухой древесины:

$$880/0,48=1833,3 \text{ кг.}$$

С ней поступит воды

$$1833,3*30/70=785,7 \text{ кг}$$

Принимаем давление в пропарочной камере 98,0 кПа; продолжительность пропитки 3 мин, температуру щепы и влаги в ней после пропарочной камеры 100 °С.

Рассчитаем затраты теплоты на нагрев щепы в пропарочной камере:

$$1833,3*1,34(100-10)+785,4*4,19(100-10) =517515,44 \text{ кДж,}$$

где 1,34 — теплоемкость абс. сухой щепы, кДж/(кг*°С);

4,19 — теплоемкость воды, кДж/(кг*°С).

Расход пара давлением 117,7 кПа на пропарку

$$517515,44: (2715,1-502,38) =233,88 \text{ кг,}$$

где 2715,1 кДж/кг энтальпия насыщенного пара при давлении 15,8 кПа; 502,38 кДж/кг теплота жидкости (при давлении 196,2 кПа).

С учетом потерь тепла в окружающую среду (примерно 3 % от затрат тепла на нагрев щепы) расход пара на пропарку составит:

$$233,88 * 1,03 = 240,9 \text{ кг.}$$

Принимаем выход скипидара, уходящего с паром в терпентинный конденсатор, равным 3,3 кг/т воздушно-сухой целлюлозы.

В питательную камеру питателя высокого давления поступит абсолютно сухой древесины

$$1833,3 - 3,3 = 1830,0 \text{ кг.}$$

Влаги с ней

$$785,7 + 240,9 = 1026,6 \text{ кг.}$$

Относительная влажность щепы после пропарки

$$1026,6 * 100 : (1026,6 + 1830) = 35,93 \%,$$

абсолютная влажность

$$1026,6 * 100 : 1830 = 56,09\%.$$

Подача белого и черного щелока. Расход активной щелочи на 1 т воздушно-сухой целлюлозы должен составить

$$1833,3 * 0,18 = 330 \text{ кг,}$$

объем подаваемого на варку белого щелока

$$330 : 100 = 3,3 \text{ м}^3.$$

Общее количество жидкости при загрузке котла составляет

$$1830 - 3 = 1827 \text{ кг,}$$

Объем черного щелока

$$5490 - (3300 + 1026,6) = 1163,4 \text{ л.}$$

Щелок, поступающий в питатель высокого давления из котла по линии обратной циркуляции, не учитываем, так как система замкнута и приход жидкости из котла в питатель высокого давления равен расходу ее в котел.

Для расчета состава белого щелока принимаем степень сульфидности 0,25, степень каустизации 0,88, степень восстановления 0,92.

Степень активности щелока

$$100 : 112,4 = 0,89,$$

следовательно, всей Na_2O с белым щелоком на варку поступит

$$330 : 0,89 = 370,78 \text{ кг.}$$

Коэффициент пересчета единиц Na_2O в собственные равен

$$153,9 : 112,4 = 1,37,$$

следовательно, в котел с белым щелоком поступит минеральных веществ

$$370,78 * 1,37 = 507,97 \text{ кг.}$$

Принимаем массовую долю сухих веществ в черном щелоке, поступающем в котел из промывного отдела, 9,4 % (плотность при 15°C 1,05 г/см³). С черным щелоком в котел поступит:

сухих веществ

$$1163,4 * 1,05 - 0,094 = 114,83 \text{ кг.}$$

Массовая доля органических веществ в сухом остатке черного щелока 65 % и минеральных 35 %. С черным щелоком в котел поступит:

органических веществ

$$114,83 * 0,65 = 74,63 \text{ кг,}$$

минеральных

$$114,93 \cdot 0,35 = 40,19 \text{ кг,}$$

в том числе Na_2O

$$40,19 \cdot 1,37 = 55,06 \text{ кг.}$$

Общее количество веществ, поступающих в котел на 1 т воздушно-сухой целлюлозы, приведено в табл. 3.

Заварка и варка. Рассчитаем среднюю концентрацию сухих веществ в щелоке верхней циркуляционной зоны (зоны заварки).

Потери щелока со сдувкой из верхней горловины котла в пропарочную камеру не учитываем, так как система замкнута и увлеченный парогазовой смесью щелок через питатель высокого давления возвращается в котел.

К моменту достижения в зоне заварки температуры 160°C выход целлюлозы составляет 75 %. К этому моменту в раствор перешло 25 % древесины, что на 1 т воздушно-сухой целлюлозы составит

$$1833,3 \cdot 0,25 = 458,3 \text{ кг.}$$

За вычетом 3,3 кг скипидара, ушедшего с терпентинной сдувкой из пропарочной камеры, в растворе будет находиться

$$458,3 - 3,3 = 455 \text{ кг}$$

органических веществ. Вместе с органическими веществами черного щелока в растворе будет находиться

$$455 + 74,63 = 529,63 \text{ кг}$$

органических веществ.

Средняя концентрация органических веществ в щелоке, циркулирующем в верхней варочной зоне, равна

$$529,63 : 5490 = 0,096 \text{ кг/л.}$$

Средняя концентрация минеральных веществ составляет

$$548,16:5490 = 0,099 \text{ кг/л.}$$

Средняя концентрация сухих, веществ в щелоке в верхней циркуляционной зоне равна

$$0,096 + 0,099 = 0,195 \text{ кг/л.}$$

Массовая доля сухих веществ в щелоке в этой зоне

$$\frac{(529,63 + 548,16)100}{529,63 + 548,16 + 5490} = 16,41\%$$

$$529,63 + 548,16 + 5490$$

Плотность щелока при 15°C 1,088 г/см³.

Определим среднюю концентрацию сухих веществ в щелоке нижней варочной зоны.

К моменту достижения температуры 170°C выход целлюлозы составляет 60 %. В раствор перешло древесины

$$1833,3 * 0,4 = 733,32 \text{ кг.}$$

Средняя концентрация органических веществ, циркулирующих в щелоке нижней варочной зоны,

$$(733,32 - 3,3 + 74,63) : 5490 = 0,146 \text{ кг/л.}$$

Средняя концентрация сухих веществ в щелоке, циркулирующем в зоне нижнего сита, равна

$$0,146 + 0,099 = 0,245 \text{ кг/ л.}$$

Массовая доля сухих веществ в щелоке в этой зоне

$$\frac{(733,32 - 3,3 + 74,63 + 548,16) 100}{5490 + 548,16 + 733,32 + 74,63 - 3,3} = 19,7\%$$

$$5490 + 548,16 + 733,32 + 74,63 - 3,3$$

Плотность щелока при 15°C 1,112 г/см³.

Определим концентрацию сухих веществ в щелоке к концу варки.

В раствор к концу варки переходит 52 % древесины, что на 1 т воздушносухой древесины составит

$$1833,3 \cdot 0,52 = 953,3 \text{ кг.}$$

За вычетом 3,3 кг летучих веществ и с учетом органических веществ черного щелока в растворе будет находиться

$$953,3 - 3,3 + 74,63 = 1024,63 \text{ кг}$$

органических веществ.

Минеральных веществ в растворе находится 548,16 кг.

Концентрация сухих веществ в щелоке составляет

$$(1024,63 + 548,16) : 5490 = 0,286 \text{ кг/л.}$$

Массовая доля сухих веществ в щелоке равна

$$\frac{(1024,63 + 548,16) \cdot 100}{5490 + 1024,63 + 548,16} = 22,26\%$$

Плотность этого щелока при 15°C 1,123 г/см³.

Массовая доля в сухом остатке щелока:

органических веществ

$$1024,63 \cdot 100 : (1024,63 + 548,16) = 65\%,$$

Минеральных

$$548,16 \cdot 100 : (1024,63 + 548,16) = 35\%,$$

в том числе Na₂O

$$425,84 \cdot 100 : 1572,79 = 27\%.$$

В зону диффузионной экстракции поступит (кг):

жидкости — 5490,

целлюлозы — 880,

органических веществ в растворе — 1024,63,

минеральных веществ в растворе — 548,16,

всего сухих веществ — 1572,79.

Массовая доля целлюлозного волокна в полученном полуфабрикате составляет

$$880 \cdot 100 : (880 + 5490) = 13,8\%.$$

Диффузионная экстракция (вытеснение щелока в расширительные резервуары). Принимаем, что черный щелок, подаваемый на регенерацию, полностью отбивается из варочного котла через расширительные резервуары.

Степень использования растворенных веществ при промывке 0,96. Тогда общее количество сухих веществ, направляемых с черным щелоком на выпарку и на варку, составит

$$1572,79 \cdot 0,96 = 1500,8 \text{ кг.}$$

По расчету, на варку с черным щелоком должно поступить 114,83 кг сухих веществ, следовательно, на регенерацию сухих веществ поступает

$$1509,8 - 114,83 = 1394,05 \text{ кг.}$$

Фактор разбавления щелока, отбираемого из котла, примем 1,55. Тогда объем щелока на 1 т целлюлозы составит

$$5,49 + 1,55 = 7,04 \text{ м}^3.$$

По данным практики, в верхний расширитель уходит около 70% щелока, или

$$7,04 \cdot 0,70 = 4,93 \text{ м}^3/\text{т},$$

в нижний

$$7,04 - 4,93 = 2,11 \text{ м}^3/\text{т}.$$

Определим среднюю концентрацию вытесненного щелока приняв коэффициент вытеснения $K_w = 0,6$.

$$K^w = \frac{C(V_0 + W) - C_1 V_0 - C_w W}{c_0 (w - V) + c_v - c_w w}$$

где C_0 , C , C_w — концентрации исходного, отбираемого и подаваемого на вытеснение щелока, кг/м³;

V_0, V, W — объем исходного, отбираемого и подаваемого на вытеснение щелока, м³

В нашем случае:

$$C_0 = 1572,79:4,93=319,0 \text{ кг/м}^3;$$

$$C_w=99 \text{ кг/ м}^3$$

$$V_0 = 4,93 \text{ м}^3;$$

$$V=7,04 \text{ м}^3;$$

$$W=7,04 \text{ м}^3.$$

$$\frac{C(4,93+7,04)-319*5,93-99*7,04}{(7,04-7,04)+C*7,04-99*7,04} = 0,6$$

откуда $C=238,9 \text{ кг/м}^3$.

Сухих веществ в щелоке, отбираемом в верхний расширительный резервуар, будет

$$238,9*4,93=1177,7 \text{ кг},$$

в нижний расширитель уходит сухих веществ

$$1394,05-1177,7 = 216,35 \text{ кг}.$$

Средняя концентрация сухих веществ в щелоке, вытесняемом в нижний расширительный резервуар, равна

$$216,35:2110= = 0,1025 \text{ кг/л}.$$

Массовая доля сухих веществ в этом щелок составляет

$$216,35 * 100: (2110+216,35) = 9,3 \text{ \%}.$$

Потери сухих веществ с летучими соединениями (метиловый спирт, метилмеркаптан, метилсульфид), выделяющимися при испарении щелока в расширительных резервуарах, принимав) 10 кг/т воздушносухой целлюлозы. Тогда со щелоком на вы парку из нижнего расширительного резервуара поступит сухих веществ

$$1394,05-10=1384,05 \text{ кг}.$$

Определим количество паров вскипания, образующиеся в расширительных резервуарах.

Примем среднюю температуру щелока, отбираемого в верхний расширительный резервуар, 160 °С, давление в резервуар 117,7 кПа (энтальпия насыщенного пара 2715,1 кДж/кг, температура жидкости 123 °С).

В верхнем расширительном резервуаре выделяется теплоты

$$(4930,4,194+1177,7*1,34) (160-123) = 822723,26 \text{ кДж},$$

где 1,34 — средняя теплоемкость сухих веществ, кДж/(кг*°С)

Из верхнего расширителя уходит пара

$$822723,26 : (2715,1 - 515,37) = 374 \text{ кг},$$

что практически покрывает затраты теплоты на нагрев щепы в пропарочной камере.

В нижний расширительный резервуар уходит

$$4930 - 374 = 4556 \text{ л щелока.}$$

Средняя температура щелока, отбираемого из котла в расширительный резервуар, около 120°С, давление в нем 19,6 кПа, температура жидкости 104 °С.

В нижнем расширительном резервуаре выделяется тепла

$$4556*4,19+(1177,7-10)1,34(123-104) + (2110*4,19 + 216,35-1,34) (120-104) = 538546,14 \text{ кДж.}$$

Пара в терпентинный конденсатор уходит

$$538546,14 : (2677,41 - 435,76) = 240 \text{ кг.}$$

Из нижнего расширительного резервуара на выпарку поступит жидкости

$$4930 - 374 + 2110 - 240 = 6427 \text{ (л) кг},$$

сухих веществ 1384,05 кг, в том числе Na₂O

$$1384,05 - 0,242 = 334,94 \text{ кг.}$$

Концентрация сухих веществ в щелоке, поступающем на выпарку, равна

$$1384,05:6427=0,215 \text{ кг/л.}$$

Массовая доля сухих веществ в этом щелоке составляет

$$1384,05-100:(1384,05+6427) = 17,7 \text{ \%}.$$

Плотность этого щелока при температуре 15°C 1,106 г/см³.

Из промывного отдела на вытеснение щелока в расширительные резервуары должно поступить 7040 л оборотного щелока. Сухих веществ с ним поступит (при массовой доле сухих веществ в оборотном щелоке 9,4 %)

$$7040 * 1,05 * 0,094 = 694,8 \text{ кг.}$$

После отбора щелока в расширительные резервуары в котле останется: целлюлозы 880 кг;

жидкости 5490 л;

сухих веществ

$$1572,79—1384,05+694,8=873,54 \text{ кг.}$$

Определим температуру массы, поступающей после отбора щелока в зону выгрузки.

Теплота массы к концу варки

$$5490*4,19*178+(880+1572,79) 1,34*178 = 4679936,7 \text{ кДж.}$$

В расширительные резервуары отведено теплоты:

в верхний

$$4930*4,19*160+1177,7*1,34*160=3557721,4 \text{ кДж,}$$

в нижний

$$2110*4,19*120+216,35*1,34*120=1095717,6 \text{ кДж.}$$

Поступило в зону вытеснения с оборотным щелоком при температуре его 80 °C

$$7040 \cdot 4,19 \cdot 80 + 694,8 \cdot 1,34 \cdot 80 = 2434335,1 \text{ кДж.}$$

Теплота массы, поступающей в зону выгрузки,

$$4679936,7 + 2434335,1 - (3557721,4 + 1095717,6) = 2460633 \text{ кДж.}$$

Температура массы, поступающей в зону выгрузки,

$$2460833 : [(880 + 873,54) \cdot 1,34 + 5490 \cdot 4,19] = 97^\circ\text{C.}$$

Выдувка массы. В зоне выдувки масса разбавляется обратным щелоком, отбираемым из ситочного концентратора, а также обратным щелоком из бака промывного отдела до массовой доли волокна в ней 6 %. Объем жидкости в такой массе составляет

$$0,88 \cdot 94 : 6 = 13,78 \text{ м}^3.$$

Массовая доля волокна в целлюлозной массе после ситочного концентратора в %. Объем жидкости в ней

$$0,88 \cdot 92 : 8 = 10,12 \text{ м}^3.$$

В зону выдувки котла поступает щелока: из концентратора

$$0,88(94/6 - 92/8) = 3,66 \text{ м}^3;$$

из промывного отдела

$$13,78 - (3,66 + 5,49) = 4,63 \text{ м}^3$$

со щелоком поступит сухих веществ

$$4630 \cdot 1,05 \cdot 0,094 = 456,98 \text{ кг.}$$

Сухой остаток щелока, поступающего из ситочного концентратора, здесь не учитываем, так как система концентратор — варочный котел замкнута и приход равен расходу.

В выдувной резервуар из концентратора поступает: целлюлозы 880 кг, щелока 10,12 м³, сухих веществ

$$456,98 + 873,54 = 1330,52 \text{ кг.}$$

Тепловой баланс пропарочных камер. Затраты теплоты на нагрев щепы и влаги в ней по материальному балансу составляют 517515,44 кДж в расчете на 1 т целлюлозы. С учетом потерь в окружающую среду, принятых равными 3 %, расход теплоты на пропарку составит

$$517515,44 * 1,03 = 533040,9 \text{ кДж.}$$

Считаем, что в терпентинный конденсатор уйдет 135 кг пара (на 1 т целлюлозы), теплота которого составит

$$135 * 2199,75 = 296798,65 \text{ кДж,}$$

где 2199,75 — энтальпия пара, кДж/кг.

Теплота пара, поступающего из верхнего расширительного резервуара в пропарочную камеру, 822723,6 кДж. Тогда теплота свежего пара низкого давления, поступающего в пропарочную камеру, должна составить

$$533040,9 + 296798,65 - 822723,6 = 7116,296 \text{ кДж}$$

(на 1 т целлюлозы).

Для этого расход свежего пара ($p=29430$ кПа) на 1 т целлюлозы составит

$$7116,296 : 2141 = 3,32 \text{ кг,}$$

где 2141 — теплота испарения, кДж/кг.

Расчет полезного объема варочного котла

Расчет полезного объема варочного котла проводится по зонам с учетом принятой ранее продолжительности пребывания массы в каждой зоне.

Зона пропитки. Продолжительность пребывания щепы в ней принимаем равной 60 мин, степень загрузки щепой $0,44 \text{ м}^3/\text{м}^3$ котла.

Полезный объем зоны пропитки будет равен

$$1833,3 * 450 * 60 : 24 : 60 : 0,44 : 480 = 162 \text{ м}^3,$$

где 1833,3 — количество абсолютно сухой древесины, загружаемой в котел, на 1 т воздушно-сухой целлюлозы, кг; 450 — производительность котла, т/сут воздушно-сухой целлюлозы; 480 — плотность сосновой древесины, кг/м³.

Диаметр данной секции котла обычно принимается 3800 мм. В этом случае высота h холодной зоны составит

$$A = 162 \cdot 4 : 3,14 : 3,8^2 = 14,3 \text{ м.}$$

Средняя скорость движения щепы в зоне пропитки 13,8 м/ч.

Зона заварки (зона верхнего и нижнего циркуляционных сит). Продолжительность пребывания щепы в зоне заварки 30 мин. Средний выход полуцеллюлозы 75 %. Принимаем, что степень загрузки щепы в зоне заварки увеличивается на 15 % по сравнению с первоначальной (вследствие давления столба жидкости и щепы, а также пропитки щепы варочным раствором) и составляет

$$0,44 \cdot 0,15 + 0,44 = 0,506 \text{ м}^3/\text{м}^3 \text{ котла.}$$

Объем зоны заварки

$$\frac{1833,3 \cdot 0,75 \cdot 450 \cdot 30}{0,506 \cdot 480 \cdot 0,75 \cdot 60 \cdot 24} = 70,76 \text{ м}^3.$$

Диаметр второй секции котла 3950 мм. Высота зоны заварки

$$h' = 70,76 \cdot 4 : 3,14 : 3,95^2 = 5,77 \text{ м.}$$

Скорость движения щепы

$$5,77 \cdot 60 : 30 = 11,5 \text{ м/ч.}$$

Зона варки. Продолжительность пребывания массы в зоне варки 80 мин. Принимаем средний выход целлюлозы в зоне варки равным 55 %.

Объем, занимаемый волокном,

$$\frac{1833,3 \cdot 0,55 \cdot 450 \cdot 80}{1550 \cdot 24 \cdot 60} = 16,3 \text{ м}^3$$

где 1550 — плотность волокна, кг/м³;

жидкостью (щелоком)

$$5,49 \cdot 450 \cdot 80 : 24 : 60 = 137,3 \text{ м}^3;$$

сухим остатком щелока

$$\frac{\{(1833,3 - 1833,3 \cdot 0,55) + 458,3\} \cdot 450 \cdot 80}{24 \cdot 60 \cdot 2000} = 16,0 \text{ м}^3$$

где 2000 — плотность сухого остатка, кг/м³.

Полезный объем зоны варки

$$16,3 + 137,3 + 16 = 169,6 \text{ м}^3.$$

При диаметре второй секции котла 3950 мм высота зоны варки h'' составляет

$$H'' = 169,6 \cdot 4 : 3,14 : 3,95^2 = 13,8 \text{ м}.$$

Средняя скорость движения массы в зоне варки

$$13,8 \cdot 60 : 80 = 10,35 \text{ м/ч}.$$

Зона отбора щелока. При пребывании массы в зоне вытеснения щелока в течение 20 мин объем целлюлозы составляет

$$880 \cdot 450 \cdot 20 : 1550 : 24 : 60 = 3,5 \text{ м}^3;$$

жидкости (щелока)

$$5,49 \cdot 450 \cdot 20 : 24 : 60 = 34,3 \text{ м}^3$$

сухого остатка

$$1572,79 \cdot 450 \cdot 20 : 24 : 60 : 2000 = 4,9 \text{ м}^3.$$

Объем зоны вытеснения равен

$$3,5 + 34,3 + 4,9 = 42,7 \text{ м}^3.$$

При диаметре третьей секции котла 4100 мм высота зоны вытеснения будет равна

$$42,7 \cdot 4 : 3,14 : 4,1^2 = 3,2 \text{ м}.$$

Скорость движения массы $3,2*60:20=9,6$ м/ч.

Зона выгрузки. При продолжительности выгрузки 5 мин объем целлюлозы составит

$$880*450*5 : 1550 : 24 : 60 = 0,9 \text{ м}^3;$$

жидкости

$$13,78*450*5 : 24 : 60 = 21,8 \text{ м}^3;$$

сухого остатка

$$1330,52*450*5 : 24 : 60 : 2000 = 1,04 \text{ м}^3.$$

Объем зоны выгрузки равен $0,9+21,8+1,04 = 23,74 \text{ м}^3$.

Высоту зоны выгрузки подсчитаем, условно приняв, что нижнее днище котла плоское (объем нижней горловины и выгрузного устройства не учитываем):

$$(23,74*4) : (3,14-4,1^2) = 1,79 \text{ м.}$$

Скорость массы в зоне выгрузки

$$1,79*60 : 5 = 21,58 \text{ м/ч.}$$

Полезный объем котла

$$162 + 70,76 + 169,6 + 42,7 + 23,74 = 468,8 \text{ м}^3.$$

Высота котла (без учета верхних загрузочных горловин и нижнего выгрузочного устройства)

$$14,3 + 5,77 + 13,8 + 3,2 + 1,79 = 38,86 \text{ м.}$$

Средняя скорость движения массы в котле

$$38,86*60 : 195 = 11,9 \text{ м/ч.}$$

Выход воздушно-сухой целлюлозы с 1 м^3 котла

$$450 : 468,0 = 0,96 \text{ т/сут.}$$

Расчет вентиляции отбельного цеха

Для определения объема вентилируемого воздуха в отбельном цехе необходимо знать его длину, ширину и высоту в метрах. Эти данные можно установить после выполнения плана и разрезов цеха.

Прием ориентировочно длину отбельного цеха 20 м, ширину 16м и высоту 30 м. Объем цеха равен

$$V \text{ цеха} = 20 \cdot 16 \cdot 3 = 9600 \text{ м}^3$$

При кратности воздухообмена $K=6$ часовой объем вентилируемого воздуха составит

$$V_{\text{возд}} = V_{\text{цеха}} K = 9600 \cdot 6 = 57600 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Принимаем к установке четыре центробежных вентилятора (два вентилятора приточных и два вытяжных). Техническая характеристика вентиляторов марки Ц9-57 №8 следующая: подача насоса 30тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$, давление 1,6 кПа, частота вращения 960 мин^{-1} , мощность электродвигателя 28 кВт.

Расчет потребляемой электроэнергии

Для расчета удельного расхода электроэнергии суммируем мощности всех электродвигателей.

Установочная мощность всех электродвигателей равна:

$$\begin{aligned} \Sigma &= (2 \cdot 13) + 11 + 13 + 28 + 28 + (2 \cdot 55) + (4 \cdot 25) + 38,6 + (4 \cdot 108) + 85 + 39,6 + (4 \cdot 2,8) + (2 \cdot 40) + (4 \cdot 28) = 1114,4 \text{ кВт} = \\ &= 4011,84 \text{ кДж}. \end{aligned}$$

Удельный расход электроэнергии рассчитывают по формуле

$$N_{\text{уд}} = \Sigma N K \cdot 24 : Q,$$

где ΣN — суммарная мощность электродвигателей, кВт;

K — коэффициент загрузки электродвигателей (для основных производственных цехов $K=0,8—0,9$);

Q — суточная производительность цеха, т.

$$N_{\text{уд}} = 1114,4 \cdot 24 \cdot 0,85 : 350 = 65 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{т} = 234 \text{ кДж} / \text{т}.$$

Удельный расход электроэнергии составляет 110—120 кВт*ч/т при отбелке целлюлозы в шесть ступеней и 65—75 кВт*ч/т при отбелке в четыре ступени.

Расчет трудового фонда

1 год = **365** дней

Выходные дни: воскресенье = **52** дня

Праздничные дни = **8** дней

Выходные дни завода = **30** дней

В 1 сутках = **2** смены

В 1 смене = **12** часов

Рассчитываем рабочие дни завода за весь год (в течении года):

$$365-52-8-30=275\text{дней}$$

Значит, сумма рабочих дней завода за весь год составляет: **275** дня

Годичный календарный план	Количество дней (число)
Выходные дни: воскресенье	52
Праздничные дни	8
Выходные дни завода (субботники и ремонт)	30
Рабочие дни	275
Всего: за 1 год	365

Список литературы

1. И. Н. Коверинский «Основы технологии химической переработки древесины». Москва 1984г.
2. . Ю.Яковлев «Слово о бумаге». Москва. 1988г.
3. Л. М.Соколова, В. П. Овдейчук, М. В. Самсон «Учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию технологических процессов целлюлозно-бумажного производства». Москва 1983г.
4. Г.В. Комарова «Сортирование, обезвоживание и сушка целлюлозы». Архангельск РИО АГТУ 1996г.
5. Н. И. Мирмов, В. В. Миронова «Машины и аппараты варочного производства». Архангельск РИО АГТУ 1978г.
6. Н. И. Мирмов, В. В. Миронова «Вспомогательные аппараты целлюлозных производств». Архангельск РИО АГТУ 1980г.
7. И. Д. Кугушев , О.А. Тереньтев, Н. Н. Кокушин, Ю. Н. Швецов «Сеточные части бумаго- и картоноделательных машин»
8. «Оборудование целлюлозно-бумажного производства», «Оборудование для производства волокнистых полуфабрикатов», «Бумагоделательные машины» Под ред. В. Л. Чичаева 1981 г.