



**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕ-СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

КУРСОВАЯ ПРОЕКТНАЯ РАБОТА

**«Внутреннее строение и принцип работы верти
кального гидроразбивателя»**

**Подготовил
студент гр.25-11(ЦСТ)**

Расулев Саидакром

Ташкент, 2015г.

СОДЕРЖАНИЕ:

Введение	3
1. Внутреннее строение и основные характеристики гидроразбивателей	8
2. Принцип работы гидроразбивателей	13
3. Определение режимных параметров гидроразбивателя на основе баланса энергии	16
4. Расчеты выходных параметров гидроразбивателя	21
Заключение	23
Списокиспользуемойлитературы	24

Введение

Целлюлозно-бумажная промышленность включает производство древесной массы и целлюлозы, а также производство и переработку бумаги и картона. Продукцией бумажной промышленности являются журнальная и газетная бумага, высоко сортная и упаковочная бумага, а также крафт-бумага, бумага мягких сортов, а также другая бумага специального назначения. Картон используется, главным образом, в производстве упаковок. Комбинирование бумаги и картона с другими материалами, например, с пластиком, позволяет получить водонепроницаемые и прочные упаковки для жидкостей.

Продуктами целлюлозной промышленности являются древесные массы, полученные механическим путём, и целлюлоза. Кроме этого промышленность производит массу из вторичного волокна, т.е. из макулатуры. Сырьём для древесных масс, полученных механическим путём, служит, как правило, ель и хвойные породы. Целлюлозу получают, прежде всего, из сосны и берёзы химическим путём.

Впервые бумага упоминается в китайских летописях в 12 г. до н.э. Сырьём для её изготовления были стебли бамбука и луб шелкового дерева. В 105 году Цай Лунь обобщил усовершенствованные существовавшие методы получения бумаги.

В Европе бумага появилась в XI-XII веках. Она пришла на смену папирусу и пергаменту (который был слишком дорог). Сначала для изготовления бумаги использовали измельчённый пеньковый или льняной тряпьем.

Ещё в 1719 году Реомюр сделал предположение, что древесина может служить сырьём для производства бумаги. Однако потребность в использовании древесины возникла только в начале XIX века, когда была изобретена бумагоделательная машина, резко увеличившая производительность, вследствие чего бумажные фабрики стали испытывать нехватку сырья.

В 1853 году Мелле (Франция) запатентовал способ получения целлюлозы из соломы в аркой с 3%-м раствором гидроксида натрия в герметически закрытых котлах при температуре около 150°C (натронная варка). Почти одновременно Уатт (Англия) и Бардженс (США) взяли патенты на производство целлюлозы подобным способом из древесины. Первый завод по производству натронной целлюлозы был построен в 1860 году в Соединённых Штатах Америки.

В 1866 году Б. Тильман (США) изобрел сульфитный способ производства целлюлозы. В 1879 году К.Ф. Даль (Швеция), модифицировав натронную варку, изобрел сульфатный (крафт) способ производства целлюлозы, который и по сей день является основным методом её полу

чения.

Мировая целлюлозно-бумажная промышленность развивается быстрыми темпами. Технический прогресс в отрасли экономики, включающей всебя производство бумаги, определяет уровень развития любого государства. Сегодня трудно представить себе рост выпуска продукции пищевой, текстильной, легкой и других отраслей промышленности без современных упаковочных материалов.

По официальным данным, в настоящее время потребность в бумажной и картонной продукции в Узбекистане составляет 114 тысяч тонн, целлюлозе - 36 тысяч тонн. Местный печатный рынок потребляет ежегодно порядка 110 тысяч тонн типографской и офсетной бумаги в год.

Особое необходимо отметить роль бумаги и картона в изготовлении тары. Например, использование бумажных мешков в транспортировке минеральных удобрений и цемента даёт большой экономический эффект - позволяет сократить их расход на 10%. Использование 1 тонны бумажной тары в химической промышленности вместо деревянной даёт возможность сэкономить 14 м³ деловой древесины. Особое необходимо отметить роль бумаги и картона в изготовлении тары. Например, использование бумажных мешков в транспортировке минеральных удобрений и цемента даёт большой экономический эффект - позволяет сократить их расход на 10%. Использование 1 тонны бумажной тары в химической промышленности вместо деревянной даёт возможность сэкономить 14 м³ деловой древесины.

Оборудование целлюлозно-бумажного производства имеет свои специфические особенности:

Большое разнообразие машин, аппаратов, установок различной мощности, что затрудняет их унификацию и ремонт;

Большой объём одновременно обрабатываемых материалов, что требует особого внимания организации контроля технологических процессов, во избежание образования брачной продукции большого объёма;

Многие процессы протекают в агрессивных средах, что требует особого внимания к защите рабочих и оборудования от их воздействия, соблюдения норм техники безопасности при эксплуатации оборудования;

ЦБП большой потребитель воды (например для производства 1 тонны целлюлозы в среднем расходуется 100 м³ воды), электроэнергии, пара и тепла, поэтому необходимо строго соблюдать требования технологического регламента выпуска продукции, проводить мероприятия по сокращению их удельного расхода. Необходимо организовать специальную

одготовку рабочих обслуживающих аппаратов работающих под давлением и имеющих большие скорости рабочих органов.

Техническая характеристика и маркировка оборудования

Производитель оборудования-

машиностроительный завод, снабжает свою продукцию (машину или аппарат) техническим паспортом, в титульном листе которого указывается завод (фирма) изготовитель, марка оборудования, год изготовления. В техническом паспорте оборудования приводятся: область применения, технологическая схема кратким описанием осуществляемого на нем процесса, кинематическая схема привода машины с примером ее расчета на среднюю скорость рабочего органа, порядок монтажа, электрическая схема, схема смазки, техническая характеристика (рабочая ширина, пределы скорости рабочего органа, производительность, характеристика и сторона привода, марки двигателей и др.), список запасных частей, правил техники безопасности, расход пара, воды, тепла и др.

Марка оборудования выпущенных заводами бывшего союза и выпускаемых в настоящее время заводами дружественных независимых стран состоит из буквенного обозначения указывающего на его назначения, последующих цифр отражающих возможно одно из технических характеристик, порядковый номер конструкции и др.

Рассмотрим маркировку оборудования на примерах: Линтерная машина 5ЛП-Машина линтерного производства, цифра 5 показывает номер модификации конструкции. СЩ-160—сортировщик щепы, производительностью 160 м³, щепы в час; КВ-111-160 варочный котел третьего поколения объемом 160 м³; РМВ-5-роллмассный для волокна, объемом ванны 5 м³; МКН-01-Коническая мельница наборными ножами для размола, 1-первая модификация; УЗ-02-узловый закрытого типа; СК-25, СК-42.- суперкаландр.

Оборудование для сортировки щепы

Технологическая щепка, получаемая на рубительных машинах, неоднородна по своим геометрическим размерам и занесена совершенством конструкции рубительных машин, нестабильности положения баланса в патроне машины и др. причин. Такая щепка, как правило, содержит крупную фракцию (толщиной до 15 мм и длиной до 100 мм - 1-3%), толстую фракцию (толщиной 7-10 мм - 10-30%), в основном сучки), кондиционную фракцию, опилочную фракцию (измельченная древесина, частица коры, гниль и минеральные примеси - 2-5%).

Для улучшения качества щепы, перед переработкой ее подвергают сортированию.

Устройство дисковой рубильной машины

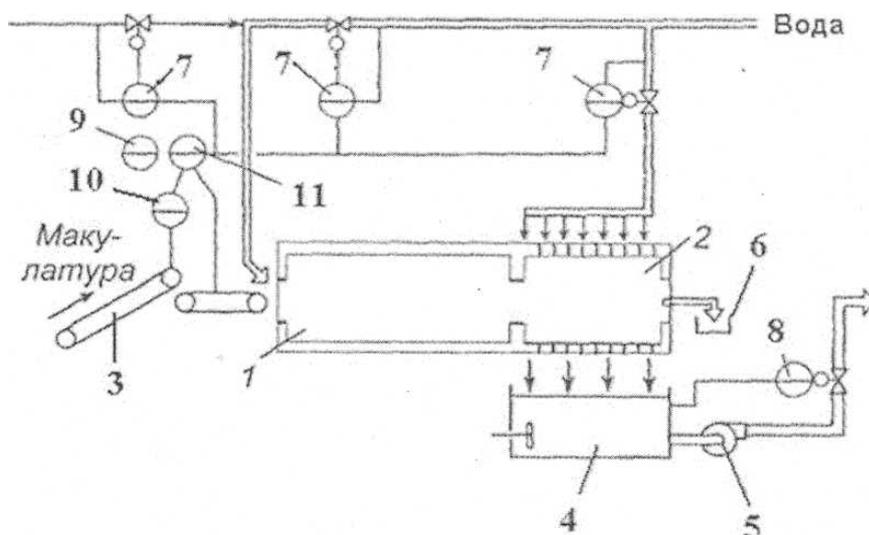
Корпус ножевого диска 3 и подшипники 1, а также элементы привода закрепляются на фундаменте. К кожуху диска крепится загрузочный патрон 2. Привод валов ножевого диска осуществляется путем непосредственного присоединения* его к валу электродвигателя через муфту 5 или через редуктор. Ножевой диск в зависимости от марки машины имеет частоту вращения в пределах 100-365 мин. Неподвижный нож закрепляется к кожуху машины.

Оборудование для получения щепы и ее подготовки к получению целлюлозы

Требования к качеству, фракционному и породному составу, правила приёма и методы испытаний технологической щепы производимой в России изложены в ГОСТ 15815-83.

Наиболее оптимальными размерами щепы при варке целлюлозы являются (20-25)х5 мм, а для производства химической древесной массы - (10х10)х5 мм. Для измельчения древесины на щепу применяются в основном дисковые рубильные машины. Заводы Российской Федерации выпускают ножевые (МР-120, МР5-150, МР7-300А, число ножей 10-15) и резцовые машины (МРР8-50ГН, МРГП-1000 число ножей 25-31), которые позволяют перерабатывать древесину различного диаметра и породы.

Баранный гидроразбиватель

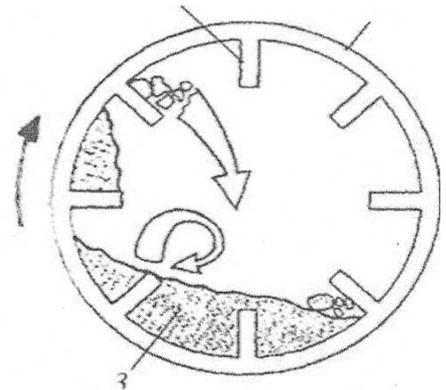


1- первая секция барабана; 2- вторая сортирующая секция барабана; 3- транспортеры подачи макулатуры; 4- сборник суспензии; 5- насос; 6- сборник включений; 7- регистрация и регулирование соотношения расходов; 8- показывающий и сигнализирующий регулятор уровня; 9- дистанционное управление частотой вращения барабана; 10- регулятор частоты вращения; 11- регистрация расхода и регулирование концентрации массы.

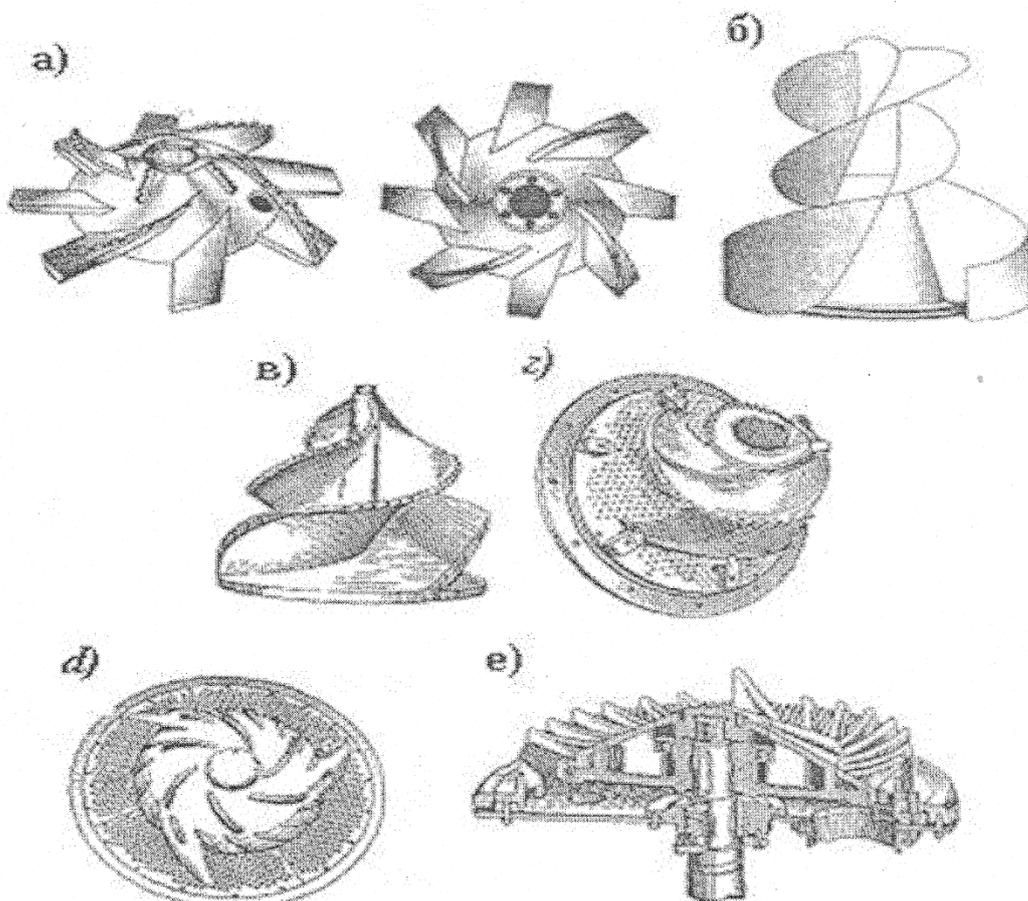
Макулатурное сырьё транспортом 5 подаётся в первую секцию барабана 1, где при концентрации 15-20% происходит разделение сырья на волокна. Во второй секции 2 барабана происходит отделение грубых включений. Очищенная от грубых включений волокнистая масса поступает в сборник 4. Выделенные грубые включения собираются в сборнике 6. Количество химических материалов и воды регулируются регуляторами 7. Частота вращения барабана имеет дистанционное управление (узел 9) и регулируется регулятором 10. Расход и концентрация массы регистрируется на приборе 11.

Нарис. 2 показан сечение первой секции барабана. 1-корпус барабана; 2-перегородка; 3-сырьё.

Как видно из схемы, масса при вращении барабана поднимается и падает несколько сотен раз. В комбинации с вращением это движение приводит к эффективному умягчению и распуску материала.



Типы роторов гидроразбивателей



1. Внутреннее строение и основные характеристики гидроразбивателей

Гидроразбиватель - аппарат для размельчения сухих волокнистых полуфабрикатов, макулатуры и оборотного брака, и превращения их в водную суспензию при производстве бумаги и картона. Гидроразбиватель состоит из цилиндрической ванны с ножами и плоского ротора с такими же ножами, при вращении которых создаётся интенсивная циркулирующая суспензия. Гидроразбиватели бывают периодического и непрерывного действия. В последнем случае в днище ванны устанавливается перфорированное сито (экстрактор) для непрерывного отвода волокнистой суспензии. Диаметр ванны до 6 м, производительность до 180 т в сутки.

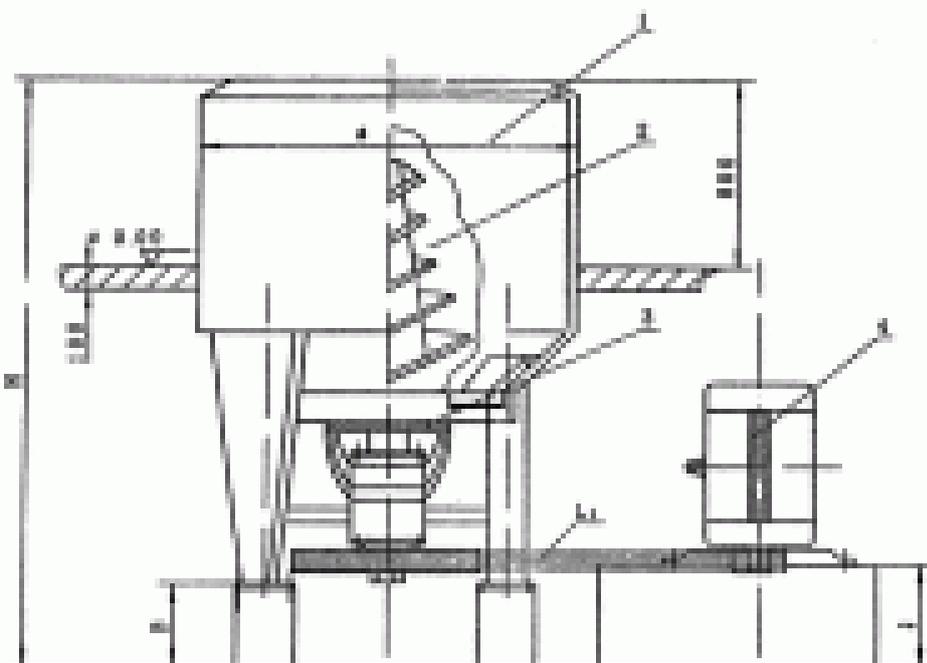


Рис 1.1. Чертеж вертикального гидроразбивателя

Гидроразбиватель используется в производстве бумаги и картона для размельчения сухих волокнистых полуфабрикатов, а также макулатуры и оборотного брака и переработки их в водную суспензию. Гидроразбиватель состоит из нескольких частей: цилиндрической ванны с встроеными в нее ножами, плоского ротора с такими же ножами, а также привода и различных патрубков для подачи и отвода массы.

Принцип действия гидроразбивателя основан на интенсивном турбулентном движении (циркуляции) суспензии, состоящей из воды и распускаемого в ней волокнистого материала, за счет механических и гидродинамических сил, возникающих при вращении ротора. В результате чего происходит роспуск клестков, пучков в волокна макулатурной массы. Распущенная

асса, проходит через сортирующее сито и поступает в приемную камеру, из которой отводится под действием статочного давления.

Гидроразбиватели бывают двух видов: периодического и непрерывного действия. Разница заключается в том, что гидроразбиватель непрерывного действия в днище ванны имеет перфорированное сито (экстрактор) для непрерывного отвода волоконистой суспензии.

Главной функцией гидроразбивателя является роспуск макулатуры на волокна. В гидроразбиватель заливается вода и закладывается макулатура. В результате вращательного движения ротора и образования мощных турбулентных потоков создаются интенсивные истирающие усилия между отдельными волокнами. С помощью этого и при посредстве действия химических реагентов происходит удаление с поверхности волокон типографской краски. В результате на выходе получается однородная целлюлозно-бумажная масса.

В настоящее время распространение и известность получили следующие технологии разволокнения макулатуры:

роспуск в традиционных гидроразбивателях (гидропульперах), главными элементами которых являются ванна и вращающийся в ней ротор;

роспуск в гидроразбивателях барабанного типа, где движение распускаемой массы происходит вдоль барабана за счет его вращения и уклона.

Как правило, в этих аппаратах производят только предварительный роспуск макулатуры и удаление из нее крупных посторонних включений. Окончательно разволокнение и до степени, позволяющей использовать массу для производства продукции, осуществляют в специальных аппаратах, где дополнительно удаляются тяжелые и легкие загрязнения. Такая технология разволокнения получила название «двухступенчатая система роспуска».

Предварительное сухое измельчение макулатуры перед подачей ее на роспуск позволяет повысить производительность оборудования и снизить расход энергии на разволокнение макулатуры.

К традиционным технологиям роспуска макулатуры следует отнести роспуск методом декомпрессии (взрыва).

Для оценки эффективности роспуска используют показатель, называемый «степень роспуска». Степень роспуска — это отношение количества распущенной до состояния волокна макулатуры к общему количеству волоконистого материала в массе. Ее определяют пропусканием массы через мелкую сетку с последующим взвешиванием высушенных остатков на сите и посленего.

К традиционным гидроразбивателям относятся аппараты, состоящие из открытой неподвижной цилиндрической ванны с закругленным днищем, внутри которой располагается враща-

ающийся ротор лопастями. Под ротором обычно устанавливается экстракционная плита, представляющая собой перегородку из металлического листа с отверстиями определенного диаметра.

Движение компонентов массы в гидроразбивателе обеспечивается вращением ротора. Ротор можно уподобить рабочему органу центробежного или винтового насоса, сообщая в горизонтальной ванне массе движение по спиралеобразной траектории (рис 1.2).

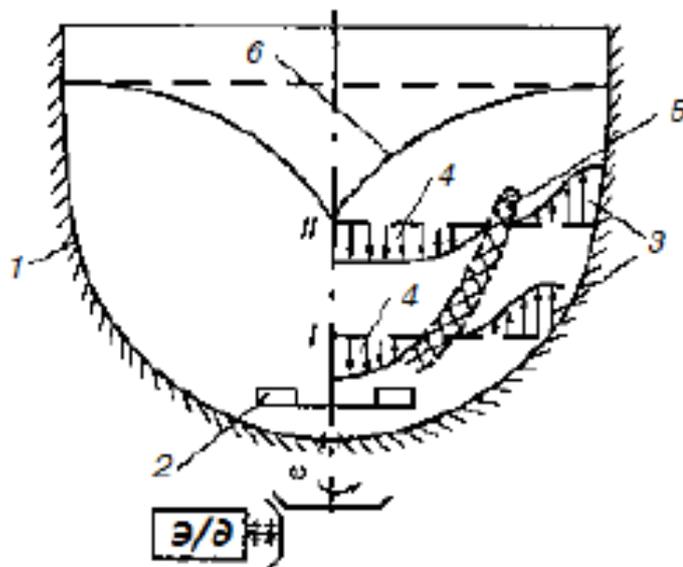


Рис. 1.2. Схема движения потоков массы в меридиональной плоскости ванны гидроразбивателя:

1-ванна; 2-ротор; 3-восходящий поток; 4-нисходящий поток; 5-мертвая зона; 6-воронка

Масса, отбрасываемая лопастями ротора к стенкам ванны, поднимается по спирали в верхнюю часть ванны (восходящий поток). Дойдя до верхней точки, масса начинает двигаться вниз, возвращаясь к ротору, также по спиральной траектории (нисходящий поток). Таким образом, происходит циркуляция массы в ванне (насосный эффект), в результате которой на свободной поверхности массы образуется воронка. Между восходящим и нисходящим потоками образуется переходная зона, характеризующаяся малыми, неустановившимися значениями скорости движения массы (мертвая зона).

В процессе движения смесь макулатуры сводится ротором к стенкам ванны. В результате происходит активно разрушение макулатуры. Эффективность воздействия указанных элементов тем выше, чем выше скорость движения массы, частота повторяемых соударений и чем ближе к прямому углу встреч движущейся массы с перегородкой. Как показывает практика, частота соударений и их эффективность возрастают при услов

и преобладания циркуляционного (вертикального) движения массы в ванне. Гидродинамическое воздействие на фрагменты макулатуры проявляется в полной мере тогда, когда завершается процесс намочания макулатуры.

При роспуске, в зависимости от принятой технологии, используют либо периодический режим роспуска, когда выпускается только определенный объем массы либо непрерывный, когда роспуск ведется без остановок на заполнение и опорожнение. Как правило, роспуск в периодическом режиме ведут при повышенных концентрациях, что позволяет компенсировать снижение производительности из-за остановок на заполнение и опорожнение ванны гидроразбивателя. Различают роспуск при высокой (12-20%), средней (6-12%) и низкой (3-6%) концентрациях.

В зависимости от режима роспуска и концентрации массы, используют три типа гидроразбивателей, которые различаются расположением вала ротора: вертикальные, горизонтальные и наклонные. Последний тип гидроразбивателя малораспространен. Горизонтальные гидроразбиватели часто используют в качестве бракомолок. Ниже приводится классификация режимов и оборудования для роспуска, встречающихся на практике (рис. 1.3).

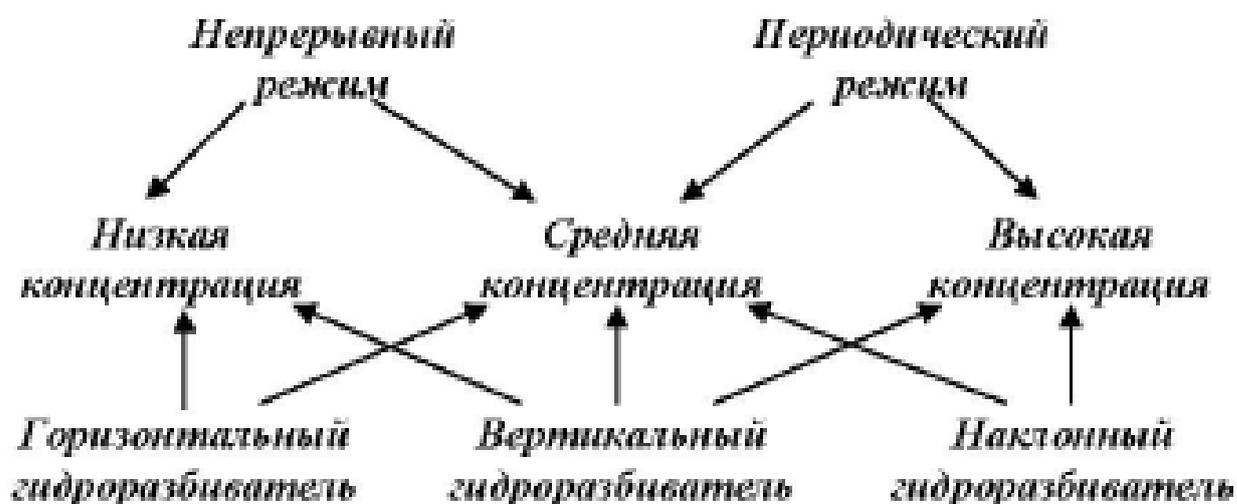


Рис. 1.3. Классификация режимов и оборудования для роспуска

Производительность роспуска макулатуры в гидроразбивателе зависит от множества факторов, важнейшими из которых являются размер ванны, режим работы, рабочая концентрация при роспуске, используемый тип ротора, диаметр отверстий перфорированной плиты и т. д.

Для приближенных практических расчетов производительности гидроразбивателя Q используют формулу

$$Q = 14,4 \times \frac{V \times c \times K}{t}, \text{ т/сут,}$$

где: V -

рабочий объем ванны гидроразбивателя, равный приблизительно 0,75 геометрического объема a , м³;

c -концентрация распускаемой массы, %;

K -

коэффициент использования рабочего времени работы гидроразбивателя (при непрерывном режиме роспуска $K=0,8$ ч 0,9; при периодическом $K=0,3$ ч 0,6);

t -продолжительность роспуска материала в гидроразбивателе, мин.

Реальная продолжительность роспуска макулатуры в гидроразбивателе обычно колеблется в пределах 25-40 мин. Наибольшие значения продолжительности следует применять для гидроразбивателей большего объема при роспуске сильноклееной макулатуры. Следует отметить, что приведенная формула не учитывает вид распускаемой макулатуры, тип применяемого ротора и диаметр отверстий экстракционной плиты.

2. Принцип работы гидроразбивателей

Аппараты гидроразбиватели используют на первой стадии в переработки макулатуры, а также используют для роспуска сухого оборотного брака, возвращаемого опять в технологический поток.

Гидроразбиватели по конструкции делятся на два типа: –
свертикальным положением вала (ГРВ) – с горизонтальным положением вала (ГРГ).

Они в свою очередь могут быть в различных исполнениях:
для роспуска не загрязненных материалов и загрязненных материалов (для макулатуры).

Гидроразбиватели для загрязненных материалов комплектуются некоторыми дополнительными устройствами, такими, как жгут улавливатель для удаления включений веревки, проволоки, шпагата, целлофана, тряпья и других включений. Также гидроразбиватели снабжаются грязесборником для удаления более крупных тяжелых отходов и имеют механизм резки жгута.

Гидроразбиватели работают по следующему принципу: вращающийся ротор интенсивно взбалтывает содержимое ванны и выбрасывает его к периферии. Там волокнистый материал ударяется о неподвижные ножи, которые установлены на переходе между корпусом и днищем гидроразбивателя. Соответственно он разбивается на пучки и кусочки отдельных волокон. Вода вместе с материалом проходит вдоль стенок ванны аппарата и, постепенно снижая скорость, вновь засасывается в центр гидравлической воронки, которая образуется вокруг ротора. Поскольку происходит такая интенсивная циркуляция, то материал начинает распускаться на волокна. Для того, чтобы процесс шел более интенсивно, на внутреннюю стенку ванны устанавливаются специальные планки. Бумажная масса ударяется об эти планки и дополнительно подвергается высокочастотным колебаниям. Это так же способствует её роспуску на волокна. Волокнистая суспензия, которая в итоге этого процесса получается, затем удаляется через кольцевое сито, расположенное вокруг ротора. Концентрация волокнистой суспензии может составлять от 2,5 до 5,0% в случае непрерывного режима работы гидроразбивателя и может достигать 3,5-5% в случае при периодической работе.

У гидроразбивателя диаметр ванны составляет 4,3 м. Она имеет сварную конструкцию и состоит из нескольких частей, которые соединены между собой при помощи фланцевых соединений. Также в ванне содержатся направляющие устройства, предназначенные для того, чтобы циркуляция массы проходила лучше. Ванна так же снабжена закрывающимся загрузочным люком, который предназначен для загрузки роспускаемого материала. Он необходим также для

я соблюдения требований техники безопасности. Кипа массой до 500 кг. спомощью ленточного конвейера макулатура затем подается в ванну спредварительно разрезанной упаковочной проволокой.

Кодной из вертикальных стенок ванны прикрепляют ротор с крылаткой с диаметром 1,7 м. Этот ротор вращается с частотой не более 187 мин. Вокруг этого ротора располагается кольцо его сито, имеющее диаметр отверстий 16, 20, 24 мм. и камеру, предназначенную для отвода массы из гидроразбивателя.

В нижней части ванны располагается грязесборник. Он предназначен для того, чтобы улавливать крупные и тяжелые включения, которые затем периодически из него удаляются (через 1–4 ч).

Грязесборник содержит в своей структуре запорные задвижки или линию подачи воды, и спользуется для промывки отходов от пригодного волокна. Спомощью жгутового таскивателя, который располагается на втором этаже здания, из ванны работающего гидроразбивателя непрерывно удаляют посторонние включения, такие как, например, различное тряпье, веревки, проволока, полимерная пленка больших размеров, упаковочная лента и другие включения, которые по своим размерам и свойствам способны закручиваться в жгут. Для того, чтобы образовывать жгут, в специальный трубопровод, который подведен к ванне гидроразбивателя с противоположной стороны ротора, необходимо сначала опустить часть ключей проволоки или веревки. Сделать это нужно таким образом, чтобы один конец был погружен на 150–200 мм. ниже, чем уровень бумажной массы в ванне гидроразбивателя, а другой конец необходимо зажать между тянущим барабаном и прижимным роликом жгутового таскивателя. Для того, чтобы образующийся жгут удобно было транспортировать, его подвергают резке специальным дисковым механизмом, который установлен непосредственно за жгутовым таскивателем.

Производительность гидроразбивателей прежде всего зависит от вида волокнистого материала, от объема ванны, а также от концентрации волокнистой суспензии и температуры этой суспензии, а также от степени ее роспуска. Очиститель представляет собой головку с входным и выходным патрубком, конический корпус, смотровой цилиндр, грязевик пневмоприводе ми опорной конструкции. Макулатурная масса, очищаемая под избыточным давлением, проходит в очиститель по тангенциально расположенному патрубку, имеющий небольшой наклон к горизонтали. Витог под действием центробежных сил, которые возникают в результате движения массы вихревым потоком сверху вниз через конический корпус очистителя, происходит отбрасывание тяжелых посторонних включений к периферии, и они собираются в грязевике.

Вся очищенная масса далее собирается в центральной зоне корпуса и далее поднимается вверх по восходящему потоку, уходит из очистителя. При работе очистителя необходима, что

бы верхняя задвижка грязевика была открыта. Через эту задвижку поступает вода, используемая для отмывки отхода для частичного разбавления очищенной массы. Периодически, по мере накопления, из грязевика за счет поступающей в него воды удаляются все отходы. Для того, чтобы это произошло, попеременно закрывается и открывается верхняя и нижняя задвижка. Управление этими задвижками автоматическое. Периодичность их открытия-закрытия устанавливается в зависимости от того, какая степень загрязнения макулатурной массы.

Очистители типа ОМ хорошо работают при концентрации массы от 2 до 5%. Оптимальное давление массы при этом на входе составляет не менее 0,25 МПа, на выходе равно 0,10 МПа, а давление разбавляющей воды равно 0,40 МПа. При повышении концентрации массы более 5% резко снижается эффективность очистки. Подобной конструкцией сочистителем ОМ обладает вихревой очиститель типа ОК-08. Он отличается лишь тем, что работает при более низкой концентрации массы (до 1%) и без поступления разбавляемой воды.

3. Определениережимныхпараметровгидроразбивателянаосновебалансаэнергии

Гидроразбивателиразличныхтиповширокоиспользуютсявцеллюлозно-бумажной,химической,торфянойидругихотрасляхпромышленостидляприготовлениягидросмесей.Принципдействиягидроразбивателяоснованнаинтенсивномперемешиваниииждкостиираспускаемоговнейматериалазасчетмеханическихигидродинамическихсил,возникающихпридвижениииотораслопастями.Процессроспускасырьявваннегидроразбивателясоставляетзначительнуюдолюэнергетическогобалансетехнологий,использующихвкачестве материалагидросмесь.

Связьмежду мощностьюротораиусловиями процессапринятовыражатьвформезависимости, $N_p = K_N \rho n^3 d^5$ (1)где ρ -плотностьпульпы,кг/м³; n -частотаавращенияротора,с⁻¹; d -наибольшийдиаметррасположениякромокротора,м;- критериймощности,которыйвобщемслучаеявляетсяфункциейцентробежногокритерияРейнольдса $K_N = f(Re_n)$. Длягидроразбивателейзначения K_N находятсявпределах0,1-0,3[1].

В[2]роторгидроразбивателярассматриваетсякакколесонасоса,развивающееподачу Q исообщающеенаходящейсявваннемассекинетическуюэнергию.ЭтаэнергиярасходуетсянапреодолениегидравлическихпотерьдавлениянатрениидиффузорностиДрдивихреобразованияАру,связанногоударамидроразбивателя,содержащейрабочуюжидкостьирапускаемыйматериал,совершаетсязамкнутыйкругциркуляции.Суммарная энергияжидкости в начальном сечении равна суммарной энергии жидкости в конечном сечении плюс потери энергии. При работе гидроразбивателя в установившемся режиме обеспечиваетсябалансдавлениявкругециркуляции, т. е. $P_r = \int \Delta p_r$, где P_r -создаваемое ротором давление; $\int \Delta p_r$ -потери давления в кругециркуляции.

Через давление и расход может быть выражена мощность $N_p = Q P_r$. Дляопределения режимаработыгидроразбивателянеобходимо знать такиесоотношениярасходаидавления, которыеудовлетворяютусловию $P_r = \int \Delta p_r$. Рассчитатьэтизначениявозможно,исходяиз баланса мощности $Q P_r = \rho K_N n^3 d^5$. Для определения давления используется методика [3], согласно которой

$$P_{т\text{теор}} = \rho (u_2 c_{u2} - u_1 c_{u1}) \quad (2)$$

Где $P_{т\text{теор}}$ -теоретическоедавлениеприбесконечномчислелопастей;и-

окружная скорость; $c_{\text{н}}$ - проекция абсолютной скорости на окружную. Индекс 1 относится к входу, а индекс 2 - к выходу слопаток ротора. Различие между $P_{\text{тео}}$ и теоретическим давлением при конечном числе лопастей учитывается поправочным коэффициентом μ , который определяется выражением

$$\mu = 2 \frac{\Psi}{z} \frac{1}{1 - (R_1/R_2)^2},$$

где $\Psi = (0,55 - 0,65) + 0,6 \sin \beta_2$ - коэффициент; β_2 - лопастной угол; z - число лопастей ротора. При $P_1 = P_{\text{тео}} / (1 + \mu)$. Для определения значений c_u строятся треугольники скоростей на входе и выходе из лопатной системы ротора (рис. 1).

При выходе из лопастной системы жидкость имеет угловое отклонение от лопастных углов, поэтому жидкостный угол β'_2 меньше лопастного. Общими элементами жидкостного и лопастного треугольников будут переносная скорость u_2 и меридиональная расходная составляющая скорости c_{m2} . На рис. 1 элементы

скорости жидкостного треугольника обозначены штрихом. Для определения давления, создаваемого ротором, необходимо в (2) подставить значения составляющих скоростей по жидкостному треугольнику. Тогда

$$P_T = \rho (u_2 c'_{u2} - u_1 c'_{u1}) \quad (4)$$

где $u_2 = \omega R_2$ и $u_1 = \omega R_1$; ω - угловая скорость ротора; R_1, R_2 - радиусы расположения входных и выходных кромок лопастей ротора

$$c'_{u2} = c_{u2} / (1 + \mu); \quad c_{u2} = u_2 - c_{m2} \operatorname{ctg} \beta_2;$$

$$c_{m2} = \frac{Q}{2\pi R_2 b_2};$$

$Q \sim$ расход в круге циркуляции.

Фактическое давление ротора меньше теоретического на величину гидравлических потерь в роторе. Эти потери включают «ударные» потери Δp_y на входе в ротор, диффузорные потери Δp_d и потери на трение $\Delta p_{\text{тр}}$

$$\Sigma \Delta p_p = \Delta p_{\text{тр}} + \Delta p_d + \Delta p_y \quad (5)$$

«Ударные» потери зависят от угла атаки $\Delta \beta_y$, определяются по формуле [3]

$$\Delta p_y = \rho \varphi_y \frac{\Delta C_u^2}{2},$$

(6) где φ_y - эмпирический коэффициент, зависящий от угла атаки

$\Delta\beta_u, \Delta C_u = C_{u1}$ -проекция абсолютной скорости на окружную на входе в лопастную систему.

Значения коэффициента удара φ_d в зависимости от угла «атаки» получены экспериментальным путем [2]. Величина потерь в диффузоре [3]

$$\Delta p_d = \rho k_H \varphi_d \frac{(w_1 - w_2)^2}{2} \quad (7)$$

Где w_1 - относительная скорость при входе в диффузорный участок; w_2 - то же при выходе; k_H - коэффициент неравномерности потока; φ_d - коэффициент диффузорных потерь, по общепринятым рекомендациям, $\varphi_d = 3,2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \sqrt{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}$ для круглого и плоского диффузора; $\varphi_d = 6,2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \sqrt{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}$ - для квадратного диффузора.

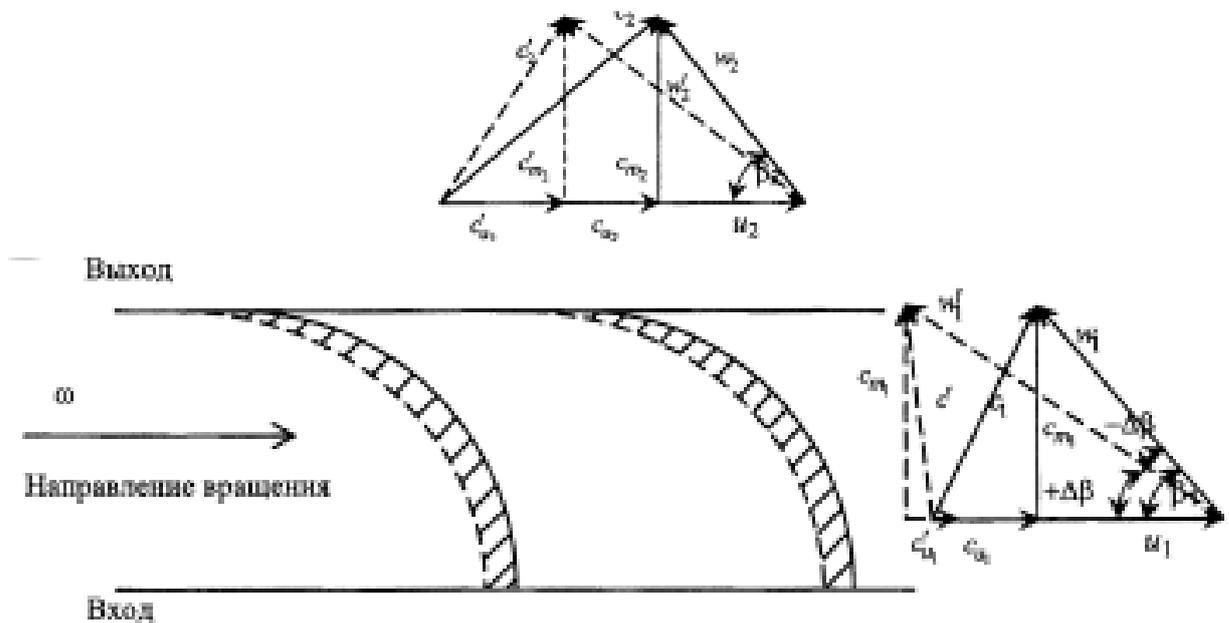


Рис. 1. Развертка лопастной системы и треугольники скоростей

Потери давления на трение рассчитываются по известной формуле Дарси-Вейсбаха с учетом того, что рассматриваемые русла имеют поперечные сечения, отличные от круглого [2]:

$$\Delta p_{тр} = \rho \lambda \frac{l_{тр}}{4R_{г\omega}} \frac{Q^2}{2F_{г\omega}^2} \quad (8)$$

где λ - коэффициент гидравлических потерь на трение; $R_{г\omega}$ - средний гидравлический радиус рассматриваемому участку; $F_{г\omega}$ - средняя площадь поперечного сечения рассматриваемого участка.

Коэффициент гидравлических потерь на трение λ в общем случае является функцией центробежного критерия Рейнольдса Re_{ω} . Однако вследствие изменения физико-механических свойств гидросмеси в процессе роспуска материала целесообразно

использование экспериментальных данных [2] в зависимости от видараспускаемого материала и его концентрации.

Для определения гидравлических потерь в ванне гидроразбивателя круг циркуляции разделится на два участка: участок 1 - восходящего потока (от кромок ротора до верхней отметки свободного уровня жидкости в ванне); участок 2 - нисходящего потока (от верхней отметки свободного уровня жидкости в ванне до входных кромок клапестей ротора). Между восходящим и нисходящим потоками находится переходная зона, характеризующаяся малыми и неуставившимися значениями скоростей. В результате вращательного движения пульпы на свободной поверхности возникает воронка, способствующая поступлению материала к ротору [1].

На участке 1 гидравлические потери складываются из потерь давления на трение $\Delta p_{\text{тр}}$, диффузорных потерь $\Delta p_{\text{д}}$ и «ударных» потерь, связанных с установкой в днище и на стенках ванны направляющих устройств с учетом статического напора $\Delta p_{\text{ст}}$. Потери трения на участке

$$\sum \Delta p_1 = \Delta p_{\text{тр}} + \Delta p_{\text{д}} + \Delta p_{\text{ст}} + z_0 \rho g \quad (9)$$

Гидравлические потери давления в нисходящем потоке соответственно рассчитываются по формуле

$$\sum \Delta p_2 = \Delta p_{\text{тр}} + \Delta p_{\text{д}} - z_0 \rho g \quad (10)$$

где - конфузорные потери, которыми можно пренебречь. Таким образом, потери в круге циркуляции

$$p_r = \oint \Delta p_r = \sum \Delta p_r = \sum \Delta p_1 + \sum \Delta p_2 \quad (11)$$

Определив потери в круге циркуляции, можно вычислить Q и P_г, решив одним из численных методов уравнение

$$Q \sum \Delta p_r - \rho K_N n^3 d^5 = 0 \quad (12)$$

Был использован метод итераций с применением следующего алгоритма:

- 1) задать начальное значение Q и определить потери давления в круге циркуляции;
- 2) вычислить значение выражения (12);
- 3) если полученное значение больше заданной точности вычислений, то повторить расчет при новом значении Q. Если результат больше 0, то Q следует увеличить и, наоборот, уменьшить, если результат вычисления выражения меньше 0;
- 4) определить гидравлическую мощность ротора $N_r = Q p_r$

Исходными данными для расчета являются: частота вращения ротора; внешний радиус ротора; внутренний радиус ротора; лопастной

угол; ширина лопасти ротора; число лопастей ротора; коэффициент мощности; плотность среды; радиус ванны гидроразбивателя; высота заполнения ванны гидроразбивателя; угол «атаки» на направляющее устройство; размеры и число направляющих устройств и коэффициент потерь трения X .

Коэффициент потерь трения X выбирается из списка значений в зависимости от вида сырья и концентрации. Варьирование исходных данных: частоты вращения ротора n (2,5-6,5 об/с); внешнего радиуса ротора r (0,4-0,7 м) позволило определить зависимости расхода Q гидромассы в круге циркуляции (рис. 2), теоретического и фактического давлений от этих величин для гидроразбивателя ST4 (изготовитель фирма «Эшен Висс»).

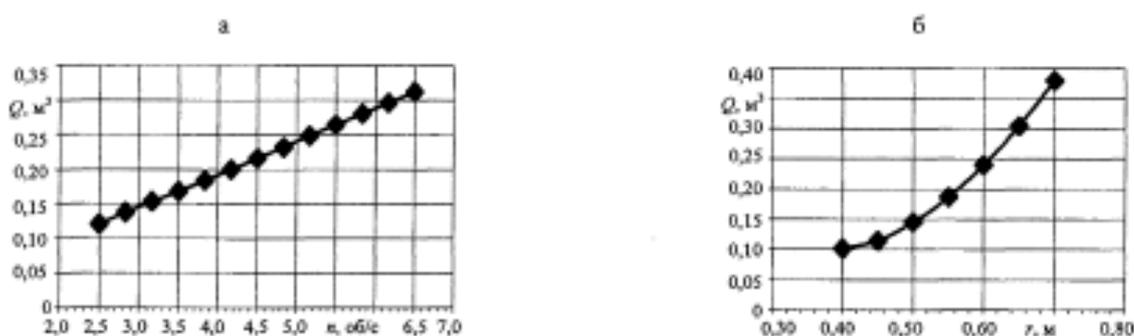


Рис. 2. Зависимости расхода Q от: а – частоты вращения ротора; б – его радиуса

Анализируя изменения давления в зависимости от конструктивных параметров и работы ротора, можно отметить значительное увеличение гидравлических потерь давления в роторе с ростом числа оборотов n и увеличением радиуса ротора r . Несмотря на повышение интенсивности процесса с ростом n , увеличиваются и затраты мощности (показатель эффективности процесса) на гидророспуск.

4. Расчеты выходных параметров гидроразбивателя

4.1. Рассчитать производительную мощность гидроразбивателя

Дано:

Суточная мощность предприятия по производства бумаги $Q=30$ т/сут (1,25 т/час)

Концентрация массы в гидроразбивателе – 3%

Расчет:

Количество 3% ой массы приготавливаемой за 1 сутки:

$$Q = (30 \cdot 100) / 3 = 1000 \text{ т или } 1000 \text{ м}^3 / \text{сут} = 41,666\text{-}42 \text{ м}^3 / \text{час}$$

Выбор гидроразбивателя. Для подготовки массы выбирается гидроразбиватели марок ГРВм-32 на основе таблиц. Технические параметры:

- | | |
|-----------------------------------|------------------|
| 1. Суточная мощность производства | 320т |
| 2. Объем ванны | 32м ³ |
| 3. Мощность электродвигателя | 315кВт |

Количество. $1000/320=3,125=4$ шт.

Технические параметры

№	Наименование	ГРВн-12	ГРВм-16	ГРВм-24	ГРВм-32
1	Производительность, т/сут	30- 120	45- 160	75- 240	120-320
2	Вместимость ванны, м.куб	12	16	24	32
3	Диаметр ротора ,мм	850	1050	1450	1450
4	Установленная мощность, кВт	90	160	315	315
5	Масса, кг	8550	13130	19015	20200

4.2. Рассчитать производительную мощность насосов массы для передачи массы в ванны

Первичные данные для расчета даны в ниже представленной таблице

$P, \text{ м}^3/\text{сост}$	10	12	15	18	21	25	30	32	35	40	45	50
$W, \%$	10	12	12	13	14	12	12	13	14	12	12	12
$C, \%$	0,3	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	7,0
z	20	22	24	23	21	23	24	21	21	23	23	24

Расчет производится при помощи следующей формулы

$$Q_m = \frac{P(100 - W)}{zC}$$

Для того чтобы приготовить полусырье 46° ШР уровня необходимо рассчитать производительную мощность мельницы.

Дано: Целлюлоза для измельчения, $Q = 30$ т/сут

Относительный расход энергии для измельчения, $A_0 = 12$ кВт час/т°ШР

Степень предельного измельчения, $\Pi_c = 46^\circ$ ШР

Степень начального измельчения, $\Pi_0 = 30^\circ$ ШР

Электронергия израсходованная на измельчение полусырья, $A = 5760$ кВтчас/сут

Количество энергии расходуемой дисковой мельницей в течении суток:

$$M_{эд} = \frac{A}{\tau \times \eta} = \frac{5760}{24 \times 0,9} = 266,666 \approx 267 \text{ кВт}$$

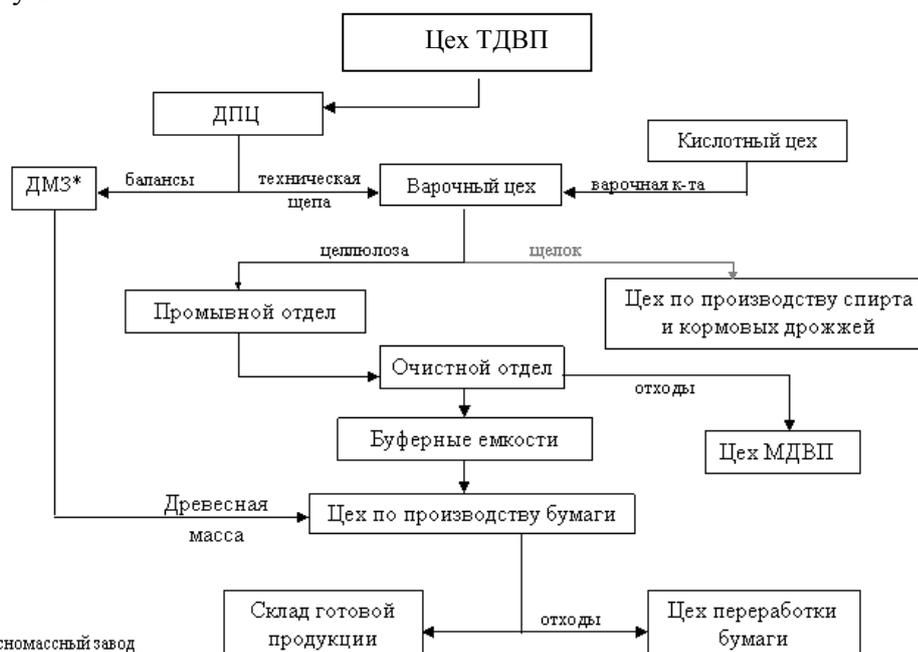
Здесь: $n = 0.9$; $k = 24$ часа

Количество шагов перемола n :

$$n = \frac{\Pi_c - \Pi_0}{\Delta} = \frac{46 - 30}{8} = 2$$

здесь: 8 – количество перемола полусырья

4.3. Определить схематически взаимосвязь работы подразделений в производстве бумаги



*ДМЗ – древесномассный завод

Заключение

На современном этапе развития целлюлозно-бумажной промышленности использование макулатуры в качестве волокнистого сырья в производстве бумаги и картона стабильно возрастает и становится повсеместным. Широкое применение макулатуры обусловлено прежде всего ее дешевизной по сравнению со свежими полуфабрикатами из древесины, а также значительно меньшими капиталовложениями в строительство и экономией текущих затрат при эксплуатации соответствующих производств. Макулатурное волокно, в отличие от свежих полуфабрикатов из древесины, характеризуется пониженными бумагообразующими свойствами и наличием большого количества разнообразных загрязнений, что приводит к ухудшению качества продукции из него, а также к затруднениям в работе и преждевременному износу оборудования. Главными целями подготовки макулатурной массы являются восстановление (регенерация) бумагообразующих свойств волокна и удаление загрязнений. Для достижения указанных целей применяются различные технологии, оборудование и вспомогательные химические вещества.

Разволокнение и лиропуск макулатуры – это первая технологическая стадия в системе ее переработки в массу на бумажных и картонных фабриках. На стадии разволокнения решается ряд важных задач:

- смешение макулатуры с водой и разделение её на волокна для получения волокнистой суспензии (макулатурной массы);
- максимально возможное удаление из макулатурной массы крупных фракций загрязнений;
- частичное отделение мелких загрязнений, связанных с отдельными волокнами;
- в случае необходимости смешение с макулатурной массой технологических химических реагентов.

Первая и главная из этих задач решается путем совмещения физико-химических и гидромеханических процессов, происходящих в контакте макулатуры с водой. Разработанная модель движения массы в гидроразбивателе позволяет определить основные параметры режима его работы, а также затраты мощности на роспуск сырья.

Полученные в результате расчета значения основных режимных параметров хорошо согласуются с реальными показателями гидроразбивателя 8Т4 при производстве торфяных горшочков.

Полученные в результате расчета значения основных режимных параметров хорошо согласуются с реальными показателями гидроразбивателя 8Т4 при производстве торфяных горшочков.

Список использованной литературы

1. Рахмонбердиев Ф.Р., Примкулов М.Т. , Тошпулатов Ю.Т. Основы целлюлозно-бумажной технологии. –Т.: “Алокачи”, 2009
2. Примкулов М.Т., Гулямова Н.С. Машины и аппараты целлюлозно-бумажного производства –Т.: “Фан ва технология”, 2011
3. Рахмонбердиев Ф.Р., Примкулов М.Т.Сборник практических и лабораторных задач по целлюлозно-бумажной промышленности. – Ташкент: Ўқитувчи, 2011
4. Смоляницкий Б.З. Переработка макулатуры. - М.: Лесная промышленность, 1980. - 76с.
5. Гаузе А.А., Гончаров В.Н., Кугушев И.Д. Оборудование для подготовки бумажной массы: учебник для вузов. - М.: Экология, 1992. - 352 с.
6. Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3 т. Т.І. Сырье и производство полуфабрикатов. - СПб.: Политехника, 2004. - 316 с.
7. Дулькин Д.А., Спиридонов В.А., Комаров В.И. Современное состояние и перспективы использования вторичного волокна из макулатуры в мировой и отечественной индустрии бумаги. - Архангельск: Изд-во АГТУ, 2007. - 1118 с.
8. Ванчаков М.В., Кишко А.В. Теория и конструкция оборудования для подготовки макулатурной массы: учебное пособие/СПбГТУРП. - СПб, 2003-104 с.